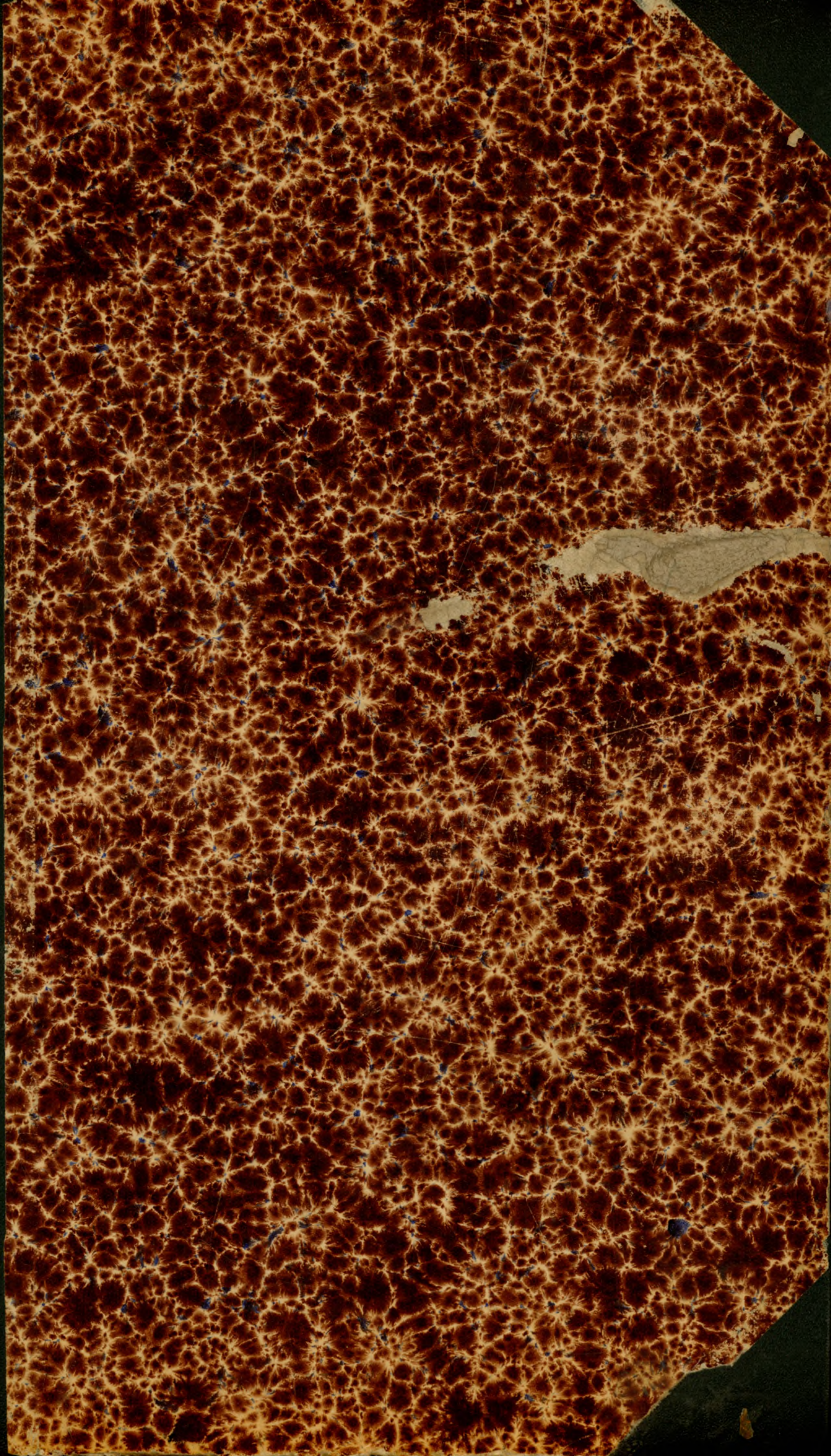


1919a

Erdészeti  
szállító-  
berendezések

I. rész.  
I. kötet.







231

PROFESSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET  
1851 / 1866 / 1911



Érdegy Gőze  
Nyomtatás  
Budapest, V. ker.

M/114.

# ERDÉSZETI SZÁLLÍTÓ-BERENDEZÉSEK.

I. RÉSZ

## ÚT – VASÚTÉPÍTÉSTAN.

MODROVICH FERENC

FŐISKOLAI RENDES TANÁR

ELŐADÁSAINAK KÉZIRATA.



10 P

I. KÖTET.

**Előmunkálatok. – Az alsó építmény.**

**Utak felső építménye.**

**Az utak építése és fenntartása.**

OEE Könyvtár  
Áll.Éll. 2018

KÉSZÜLT A M. KIR. BANYAMÉRNÖKI ÉS ERDŐMÉRNÖKI FŐISKOLA SOKSZOROSÍTÓ MŰHELYÉBEN.

SOPRON, 1929.

Kézirat gyanánt  
minden jog fenntartásával.

ÁRNYÉK  
1851

## Tartalomjegyzék.

Bevezetés . . . . .	1. oldal
Csoportosítás . . . . .	2. "
<b>I. Rész. Ut-vasutépítéstan.</b>	
<b>I. Szakasz. Előmunkálatok.</b>	
<b>I. Fejezet. Általános előmunkálatok.</b>	
1. §. Gazdasági megfontolások.	5.
2. §. Műszaki megfontolások.	10.
<b>II. Fejezet. Vasutak nyomjelzése.</b>	
3. §. Ellenállások a vasutakon	11.
4. §. Vasutak nyomjelzésére irányadó műszaki megállapítások	27.
5. §. Az emelkedő eloszlása a vonalon.	49.
6. §. A nyomjelzésnél felhasználható térképek és tervek	54.
7. §. A nyomjelzés végrehajtása	54.
8. §. A tervműveletek elkészítése.	72.
9. §. A mozgósítandó földtömegek megállapítása.	85.
10. §. A műszelvény területének meghatározása.	85.
11. §. A folyó pálya köbtartalmának megállapítása	106.
12. §. Tömegelosztás.	118.
<b>III. Fejezet. Utak nyomjelzése.</b>	
13. §. A közúti járóművekről.	124.
14. §. Az utak csoportosítása.	130.
15. §. A célszerű emelkedő megválasztása.	131.
16. §. Az utak szélessége.	138.
17. §. Az utak irányviszonyai.	139.
<b>IV. Fejezet. Kanyarulatok kitűzése.</b>	
18. §. Körkanyarulatok kitűzése.	153.
19. §. Parabolikus ívek kitűzése.	157.
20. §. Körkanyarulatok kitűzése átmeneti ívekkel.	159.
<b>II. Szakasz. Az alsó építmény.</b>	
21. §. Az alsó építményről általában.	162.
<b>V. Fejezet. Talajvizsgálat.</b>	
22. §. A talajvizsgálatról általában.	163.
23. §. A talajnemek műszaki tulajdonságai.	164.
24. §. A talajvizsgálat módszerei.	167.
<b>VI. Fejezet. Az alsóépítményi földmunka.</b>	
25. §. A föld fejtése.	169.
26. §. Az anyagfejtés kotrógépekkel.	179.
27. §. A földanyag szállítása.	180.
<b>VII. Fejezet. A földmunka költségei.</b>	
28. §. Az anyagfejtés költségei.	182.
29. §. A földszállítás költségei.	185.
30. §. A földszállítás költségei lejtős pályán.	204.
31. §. Általános tömegelosztás.	221.
<b>VIII. Fejezet. Az alsóépítmény szerkezete.</b>	
32. §. A földművek alakjáról általában. A rézsű.	230.
33. §. A töltések alakja és szerkezete.	233.
34. §. Töltések alapozása.	237.
35. §. A bevágások alakja és szerkezete.	242.
36. §. A rézsűk biztosítása.	245.
<b>IX. Fejezet. A támasztó falak.</b>	
37. §. A támasztó falakra ható nyomás meghatározása.	253.
38. §. A támasztó és bélésfalak szerkezete.	267.
39. §. A támasztó és bélésfalak méretezése.	274.



	X. Fejezet. A földművek védelme.	
40. §.	A töltések bomlása és az ellene való védekezés.	282. oldal
41. §.	A bevágások bomlása és az ellene való védekezés.	287.
42. §.	Védőberendezések hófuvás, kőgörgögeteg és lavinacmlás ellen.	290.
	XI. Fejezet. A földmunkák végrehajtása.	
43. §.	Előkészítő munkák. A földművek vázolója.	291.
44. §.	A töltések földmunkája.	298.
45. §.	A bevágások földmunkája.	302.
	XII. Fejezet. Alagutak építése.	
46. §.	Előmunkálatok. Az alagutak szelvénye.	305.
47. §.	Alagutak építése.	307.
	III. Szakasz. Utak építése és fenntartása.	
	XIII. Fejezet. Utak felsőépítménye.	
48. §.	Általános rész.	311.
49. §.	Szilárd felsőépítménnyel nem bíró utak.	312.
50. §.	Fa-felsőépítményű utak.	317.
51. §.	Kavicsolt utak.	319.
52. §.	A vízbehatolását gátló (impermeabilis) anyagokkal kezelt zuzottkő-utak.	324.
53. §.	Hézagmentes utburkolatok.	328.
54. §.	Kövezetszerű utburkolatok.	331.
55. §.	Az utak melléképítményei.	333.
	XIV. Fejezet. Az utak fenntartása.	
56. §.	Utak alsóépítményének fenntartása.	337.
57. §.	Az utpálya fenntartása.	338.
58. §.	Az utak melléképítményeinek fenntartása.	341.
59. §.	Utfenntartási munkások. Tartalékanyag készletezése.	342.
	Forrásmunkák.	344.
	Függelék. Parabolikus ívek jellemző pontjainak kitűzési adatai.	345.

## Bevezetés.

A közgazdasági életet mai fejlődési fokán a különböző helyeken és vidékeken termelt javak kölcsönös kicserélése jellemzi. Így valamely vidék termelési feleslegét az abban hiányt szenvedő vidékre szállítja és ott értékesíti, másrésztől ismét más javakban való hiányát máshonnan pótolja. Sőt a mai bonyolult közgazdasági viszonyok mellett, valamely terméknek előállításához szükséges nyers anyagokat is gyakran messzebb vidékekről nyeri, feldolgozó ipartelepét pedig oly helyen rendezi be, ahol a készáruk előállítását a legelőnyösebben végezheti.

Számos tényező játszik szerepet e munkában, de közülök talán egyike a legelsőnek az a feltétel, hogy kellő szállító berendezések segítségével a szükséges anyagoknak, áruknak gyors, biztos és lehetőleg olcsó, sokszor igen nagy távolságokra való szállítása lehetővé tétessék. Az ipar és kereskedelem, de a közgazdaság más ágai is főleg azóta lendültek fel, amióta a szállító berendezések megannyi faja, neme tökéletesedett. A minél biztosabb és olcsóbb szállítási lehetőség, gyakran azok hiányában egyáltalában ki nem használható területek nyers termékeinek értékesítését lehetővé tette és ezáltal a magánvagyon és ezzel a nemzeti vagyon gyarapodását idézte elő.

A szállítóberendezések, közlekedési utak rohamos fejlődése a közgazdaság minden ágában, így az erdőgazdaság terén is nagy átalakulásokat vont maga után. Különösen nagy szerepet az addig közlekedő berendezések hiányában levő, az emberi lakóhelyektől távolfekvő erdőségek feltárásával nyert, amelynek közlekedési utakkal való behálózásával lehetőséget nyújtott a térfogatához viszonyítva aránylag csekély értékű fatermékek és egyéb erdei termékek értékesítéséhez, a már hozzáférhető erdőségekben pedig a közlekedési utak tökéletesítésével, az olcsóbb kiszállítás miatt, jobb tőár eléréséhez, az addig esetleg értékesíthetetlen kisebb választékok gazdaságos kitermeléséhez és ezáltal az erdő jövedelmezőségének nagymértékű fokozásához.

De nemcsak az erdő jövedelmezőségének fokozásában rejlik a szállító berendezések jó hatása, hanem a jobb szállító berendezések az erdő talaját, növényzetét is jobban kimélik, az erdőművelési munkák intenzívebb folytatását, az erdővédelmi intézkedések foganatosítását, az erdő őrzését, az erdő viszonyainak jobb megismerését elősegítik, sőt a vadgazdaság fejlesztésére is előnyös befolyást gyakorolnak.

Természetes az egyes szállító eszközök létesítése sohasem lehet öncél, azokat nem önmagukért létesítjük, hanem mindig a gazdasági szükségletek, a helyes jövőbe látás, céltudatos gazdaság érdekei követelik a megfelelő szállító berendezések létesítését. Ily nagyobb beruházásoknál nemcsak a pillanatnyi érdekek tartandók tehát szem előtt, hanem valamely erdőbirtok feltárásának mindig előre nagy vonásokban megállapított program alapján kell megtörténnie, hogy ezáltal a különböző közlekedési utak hálózata szerves egészet alkosson. A szállító berendezések megfelelő megválasztása kellő megfontolás, előrelátó számítások, az erdőgazdasági, a műszaki és üzemi viszonyok beható tanulmányozása alapján történhetik csak, mert csak ezáltal tudjuk biztosítani gazdaságosságukat.

Az erdészeti szállító berendezések a helyi viszonyok és a hozzájuk fűzött követelményeknek megfelelően igen változók, a legegyszerűbb és költséget alig igénylő erdei vontató utaktól, a már sokkal tökéletesebb, de nagy beruházással járó költséges erdei vasutakig, sodronykötélpályákig, másrésztől a fának vizen való szállítását célzó berendezésekig.

A megfelelő erdészeti szállító berendezés megválasztása csak az erdőgazdasági viszonyokkal és emellett a szállító berendezések tulajdonságaival, szerkezetével, üzemével, létesítési és fenntartási költségeivel, előnyeivel és hátrányaival ismerős erdész, erdőmérnök feladata lehet már annyival is inkább, mert egész erdőbirtokot feltáró szállító berendezési hálózat helyes tervezése mindenkor a jelen és várható erdőgazdasági viszonyok tekintetbe vételével, az erdőrendezéssel szoros kapcsolatban ejthető csak meg. Az egyszerűbb szállító berendezések részletes tervezése, építése, üzeme szintén az erdőmérnök feladatai közé tartozik, a nagyobb szabású, nagy beruházásokat igénylő berendezések részletes tervezése, építése, legtöbbször már specialis műszaki kiképzést igényel, melyet jó, ha az erdész is elsajátít, de mindenesetre annyi műszaki tudással kell az erdésznek rendelkeznie, hogy az ilyen szállító berendezések, mint pl. erdei vasutak részletes tervezését és építését megfelelően ellenőrizhesse és a tervezésnél a műszaki és gazdasági követelményeknek lehető összhangzásba való hozatalát kellőleg szorgalmazza és ezáltal a létesítmény gazdaságosságát illetőleg ne legyen teljesen ráutalva a tisztán egyoldalú műszaki könnyebbséget kereső és az erdőgazdaság specialis érdekeit kevésbé ismerő mérnök véleményére és a két véglet között, t. i. a csak jó műszaki megoldásra törekvő, avagy mereven, tulságosan a jelen gazdasági követelményeket kielégíteni óhajtó törekvős között a helyes középutat megtalálja és annak követésére szorítsa a tervezőt és építőt.

#### Csoportosítás.

Az erdészeti szállító berendezéseket aszerint, amint a teher szállítása különféle pályákon szárazon történik, avagy vízi uton, két főcsoportra oszthatjuk u. m.

A) a szárazon való

B) a vizen való szállító berendezések főcsoportjába.

A légi utakon való szállítás, mai fejlődési fokán az erdőgazdaságban még szerephez nem jutott.

A szárazon való erdészeti szállító berendezések ismét felhasználanak:

1.) oly közlekedési utakra, amelyek pályáján az áru, vagy teher nem közvetlenül, hanem megfelelő szerkezetű járóműre helyezve kerül továbbításra külön vonóerő igénybevételével, vagy a nehézségi erő következtében. Ide tartoznak:

a) az utak

b) a vasutak

c) a sodronykötélpályák.

2.) A szárazon való szállító berendezések második csoportját alkotják az u. n. csuszatók, amelyeknél a teher közvetlenül a pályán, a nehézségi erő következtében a csuszó mozgás törvényei szerint halad felfelé.

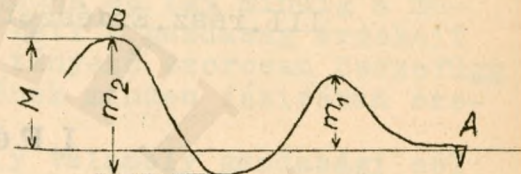
Az erdészeti vízi szállító berendezéseket ismét felhasználjuk aszerint, amint a szállítás külön e célra készült mesterséges vízi utakon, avagy megfelelő berendezésekkel ellátott természetes, illetve más célra épült mesterséges vízfolyásokon történik:

1) uszató vályukra vagy csatornákra

2) az uszatót vagy tutajozást elősegítő berendezésekre.

## A) A szárazon való erdészeti szállító berendezések.

Ha valamely terhet a föld felszínén egyik pontról a másikra kell továbbítani, akkor kétféle munkát kell végeznünk, t. i. a terhet - ha a két pont nem fekszik egyenlő magasságban - a másik pont magasságára fel kell emelnünk és azonkívül a teher, illetve az azt hordó jármű és az ut, a pálya felszíne között fellépő surlódó erőt kell legyőznünk. Minthogy a föld felszíne egyenetlen, hegyes-dombos, a két pont között természetesen legtöbbször nem találunk, avagy csak igen nagy kerülővel oly összekötő utat, amelyet közbeni terephullámok, sőt esetleg más akadályok, mint mély szakadékok, vízfolyások stb. ne szeljenek. Már pedig a teher emelésére kifejtett munka lényegesen nagyobb lesz, tehát nagyobb költséget is igényel, ha azt esetleg a két pont között, pl. az ábrában A és B pont között előbb  $m_1$  magasságra kell emelnünk, mely munka a dombot követő völgybe leszállva megemésztődik, sőt esetleg még fokozódik a kifejtendő fékező munkával és a völgyből még  $m_2$  magasságra felemelnünk, mintha a két pontot összekötő többé kevésbé egyenes pályán csak a két pont szintkülönbségét mutató  $M$  magasságra emelnők.



1. ábra

Célunk lesz tehát először a közlekedési uton való szállítás megkönnyébitése és ezáltal a szállításra felhasználandó munka, az evvel járó költség csökkentésére a terep egyenetlenségeit megfelelő építményekkel a lehetőség és gazdaságosság szerint kiegyenlíteni, továbbá a közlekedési utat szelő akadályokat, mint vízfolyásokat stb. megfelelő áthidalásokkal, vagy más berendezésekkel (u. n. műtárgyakkal) legyőzni; másodsor pedig igyekeznünk kell a közlekedési ut pályája és a teher, illetve jármű között fellépő surlódást, a közlekedési ut felső pályájának megfelelő kiképzésével csökkenteni.

Az első célt, vagyis a terep egyenetlenségeinek kiküszöbölését és az akadályokon át való szállítás lehetővé tételét szolgálja az alsó építmény, vagy alépitmény, míg a surlódás csökkentését a közlekedési ut pályájának megfelelő kiképzése, az u. n. felső építmény, avagy felépitmény szolgálja. Ehhez járulnak még a közlekedési ut használatára szolgáló eszközök és emberek védelmére létesített magasépítmények.

Minthogy az utak és a vasutak tulajdonképpen földpályák, alsó építményük közel azonos szerkezetet mutat. Felső építményük azonban, már lényegesen eltér egymástól. Az utakon az utpálya és a jármű között fellépő surlódást t. i. többé kevésbé kemény és sima felszínük csökkenti és az uton a járművek szabad mozgását csak az utpálya szélessége korlátozza. Ezzel szemben a vasutakat a kényszer mozgás jellemzi, vagyis a vasuton közlekedő járművek csak a különlegesen kiépített nyomon, az u. n. sín pályán haladhatnak, egymásnak való kitérésük csak bizonyos, különleges berendezésekkel ellátott helyeken lehetséges, de evvel szemben a jármű kereke és a pálya érintkező felülete igen keskeny és ezáltal az utak felépitményénél jóval szilárdabban és simábban készülhet, a surlódás lényegesen csökkenthető és így a vonóerő gazdaságosabban használható ki, különösen akkor, ha nagy távolságokról, nagy tömegekről és nagy sebességről van szó. Természetesen a felépitménynek megfelelően, a vasuti járművek is lényegesen eltérnek a közutakétól.

Fennt felsorolt okokból az utak és vasutak alépitményét együtt fogjuk tárgyalni és csak a felépitmény tárgyalásánál vesszük külön az utakét és külön a vasutakét.

Az alépitmény ismertetését megelőzően pedig, tisztán a tantszóba párhuzamosan beillesztett rajzgyakorlatok megtarthatása végett, az utak és vasutak tervezését, nyomjelzését, vagyis az előmunkálatokat kel ismertetnünk, bár tulajdonképpen a nyomjelzési munka az utak és vasutak alsó- és felső építményének, valamint üzemének teljes ismeretét feltételezi.

Ezek alapján az erdészeti szállító berendezéseket a következő beosztásban fogjuk tárgyalni:

I. rész. Ut-vasutépítéstan.

- 1) Előmunkálatok.
- 2) Az alsó építmény.
- 3) Utak felső építménye. Az utak építése és fenntartása.
- 4) A vasutak felső építménye.
- 5) Vasuti járóművek.
- 6) Vasuti üzem.
- 7) Különleges hegyi vasutak (fogaskerokerü vasutak).
- 8) Sodronykötélpályák.
- 9) Utak és vasutak engedélyezése

II. rész. Csusztatók.

III. rész. Erdészeti vízi szállító berendezések.

## I. Rész. Ut-Vasutépítéstan.

### I. Szakasz.

#### 1) Előmunkálatok.

Az előmunkálatok magukban foglalják mindazon gazdasági megfontolások, külső és belső mérnöki munkák összességét, amelyek valamely közlekedési ut tervezéséhez szükségesek. A közlekedési ut vonalvezetésének felkeresését nyomjelzésnek is hívjuk. - T. i. bármely közlekedési ut tengelye akár térképen, akár a terepen kijelölve, a közlekedési ut nyomvonalát. Ennek a nyomvonalnak a helyes megállapítása, felkreszése, a legfontosabb teendő a tervezésnél és építésnél.

A közlekedési utak létesítésére - kevés kivételtől eltekintve - mindig gazdasági okok késztetnek. Így pl. valamely erdőbirtoknak közlekedési utakkal való behálózásának, vagyis az erdőbirtok feltárásának a célja, végső eredményben mindig a gazdaság jövedelmezőségének a fokozása. Erdei szállító berendezéseket tehát mindig csak ott, vagy oly mértékben és oly kivitelben létesítünk, hogy az építkezésbe fektetett költség az általa elérhető gazdasági előnyökkel arányban álljon. Vagyis, ha az építő költségnek annyi időre való amortizációja, amely időre a szállító berendezést használni akarjuk, továbbá a fenntartási költségek és az üzemi költségek a szállítandó tömegek egységére vonatkoztatva kisebb, de legfeljebb egyenlő összeget tesznek ki, mint az eddig használatban levő közlekedési ut fenntartásának és üzemének költsége, ugyanazon egységre vonatkoztatva, illetve, ha eddig épen a közlekedési utak hiányában a kihasználatlan erdőterületeken, a közlekedési ut évi amortizációja, fenntartási és üzemi költsége a várható szállítandó tömeg egységére vonatkoztatva és a termelt árunak ugyanazon egységére vonatkoztatott termelési költsége kisebb az erdei szállító berendezésnek a közforgalmu utakhoz csatlakozó végpontján, esetleg a fogyasztási helyen levő piaci áránál, akkor a közlekedési ut építése indokolt. A piaci ár és a felsorolt szállítási, termelési költségek között való különbség, az erdei termék tőára, tehát egyszerűben úgy is fejezhetjük ki magunkat, hogy valamely szállító berendezés létesítése akkor indokolt, ha az új szállítási berendezés építése után nagyobb tőarat érhetünk el, mint az addig használt uton, illetve eddig kihasználhatatlan erdőbirtoknál, ha a tőár pozitív. Többféle szállító berendezés közül azt fogjuk választani, amely a legnagyobb tőárral kecsegtet. - Természetesen e megítélésnél nem szabad tisztán csak a jelen viszonyokra tekintettel lennünk, hanem kellő előrelátással a jövőben várható gazdasági viszonyokat is mérlegelnünk kell.

A közlekedési ut gazdaságossága legfőképpen annak helyes vonalvezetésétől függ. A helyes vonalvezetés teszi lehetővé, hogy a közlekedési ut a hozzáfűzött gazdasági érdekeket minél jobban kielégítse, a

közlekedési ut használatát megkönnyítse, a termékeknek, áruknak az uthoz való közelítését minél olcsóbbá tegye, de másrésről azt a célt is, hogy a közlekedési ut céljának megfelelő kivitelben minél kisebb építőköltséggel és olyképen épüljön, hogy üzeme és fenntartása is lehetőleg minél olcsóbb legyen, főleg<sup>a</sup> műszaki nézőpontból helyes megoldás szolgálja. A helyes megoldás az lesz, ha a vonalat úgy vezetjük, hogy az áruknak, termékeknek- belszámítva ezeknek a közlekedési uthoz való közelítési, berakási stb. költségeit is- a szállítása a legolcsóbb legyen. Legmegfelelőbb tehát az a vonal lesz, amelynél az építési költségek amortizációjának, az üzemi és fenntartási költségeknek, valamint az áruknak, termékeknek a közlekedési uthoz való közelítési költségeinek az összege a legkisebb.

Minthogy pedig valamely vonal építési költségének, valamint évi fenntartási és üzemi költségének nagyságát műszaki és gazdasági tényezők egyaránt befolyásolják, azért a nyomjelzésnél a gazdasági és műszaki érdekeket lehetőleg össze kell egyeztetnünk és így mindig a műszaki lehetőség és célszerűség keretén belül kell a gazdaság érdekeit leginkább kielégítő vonalat keresnünk. E két tényező szorosan összefügg egymással, kölcsönhatásuk a nyomvonal keresésének minden fázisában szerephez jut.

A nyomjelzésnek azt a részét, amely valamely gazdasági cél elérésére létesítendő közlekedési ut (szállító berendezés) gazdasági és műszaki viszonyait felderíteni és ennek alapján a legkedvezőbb vonalvezetést általánosságban megállapítani van hivatva, általános nyomjelzésnek nevezzük.

Szűkebb értelemben nyomjelzésen a műszaki és gazdasági nézőpontból már általánosságban megállapított vonalnak részleteiben való megtervezését és a terepen való kitűzését értjük.

Míg tehát az általános előmunkálatok (nyomjelzés) gazdasági és műszaki megfontolásokból és ténykedésből áll, addig a részletes nyomjelzés tulnyomó részben tisztán műszaki jellegű.

## I. Fejezet.

### Az általános előmunkálatok.

Az általános előmunkálatok célja valamely közlekedési ut építésére befolyással levő gazdasági és műszaki tényezők, viszonyok ki-puhatólása, hogy ennek alapján a közlekedési ut, szállító berendezés létesítésével elérhető gazdasági előnyt meghatározhassuk és a vonal általános vonalvezetését megállapíthassuk. Ezt az eljárást a vonal nyomozásának is nevezzük.

### 1. §. Gazdasági megfontolások.

A vonalvezetést nagy vonásokban már az uthoz, vasuthoz fűzött gazdasági követelmények előre megszabják, természetesen a műszaki kivihetőség és célszerűség határain belül. De már előre is le kell szögeznünk azt a körülményt, hogy minél nehezebb a terep alakulata, a vonalvezetésnél annál inkább szerephez jutnak a műszaki nézőpontok a gazdaságiak fölött.

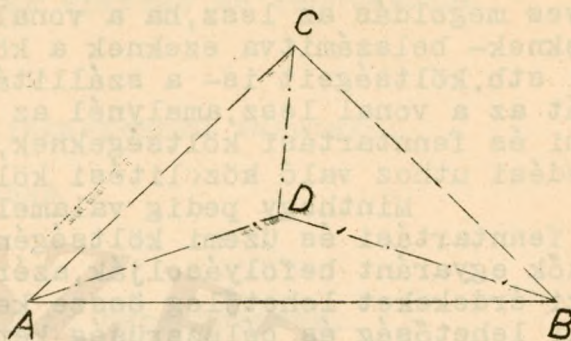
Teljesen vízszintes és egyenletes építési terepet feltételezve, tisztán csak a gazdasági nézőpontok volnának irányadók.

Tudjuk, hogy gazdaságilag az a nyomvonal a leghelyesebb, amelynél az építési költségek évi törlesztése és az évi fenntartási és üzemi költségek összege a legkisebb értéket adja. Két pont között tehát az őket összekötő egyenes adná a legelőnyösebb vonalat. Minthogy azonban valamely közlekedési ut, szállító berendezés csak a legkritkább esetben célozza tisztán két pontnak, a kezdő vagy csatlakozó és a végpontnak az összekötését, hanem a létesítendő ut mentén több, nem egy egyenesbe eső

pontok termékeit, árúit akarjuk az úton szállítani, ez az egyenes út a legritkább esetben volna megvalósítható, természetesen eltekintve a terep alakulat miatt műszaki okokból megkívánt irányeltéréstől.

Egészen másképpen alakul, ha a kezdő és végpontot összekötő egyenesen kívül fekvő C pontról is kell szállítást végeznünk.

Ebben az esetben, vagy külön-külön közlekedési út építése válhatik szükségessé A-ból B-be és A-ból C-be, de ez az összekötés ismét megnehezíti a C-ből B-be és viszont való forgalmat, avagy az ut A-ból B-be a C ponton keresztül halad, végül lehetséges oly megoldás is, hogy a három pontot egy közös csomóponton keresztül vezető uttal kötjük össze.



2. ábra

Gazdaságossági nézőpontból egyenlő építési viszonyokat tételezve fel, természetesen az egy csomópontban találkozó utak (vasutak) építése lesz a legelőnyösebb, a kérdés most csak az, hogy a csomópont helyét határozzuk meg helyesen. Az a csomópont lesz a legelőnyösebb, amelynél az építőköltség évi amortizációja, a fenntartási és üzemi költségek együttesen a legkisebbek lesznek a három pont között való szállítandó összes évi tömegeknél.

Az adott esetre vonatkozólag legyen a már helyesen megválasztott csomópontnak távolsága A ponttól a, B ponttól b, C ponttól c.

Legyen pl. az AP., vagyis a vonalrész kilométerenkénti építési költsége  $T_a$ , "p" a kamatláb, akkor az kilométerenkénti építési tőke évi törlesztési hányada:

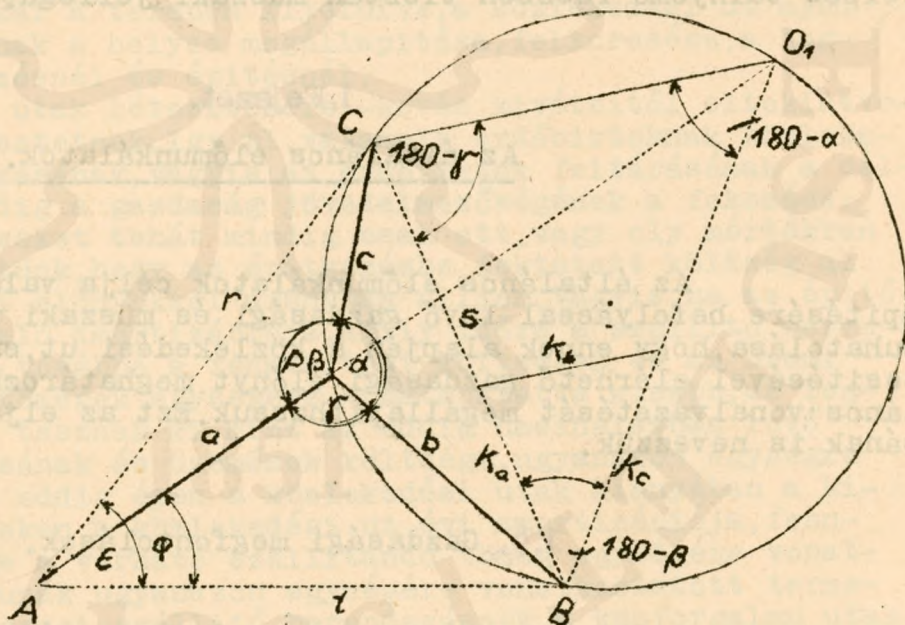
$$t = T \frac{0 \cdot 0p}{1 \cdot 0p - 1}$$

A fenntartási költség egyrészt függ a közlekedési út természetétől, továbbá kevésbé jó, vagy rossz kivitelétől, a közlekedő járóművek szerkezetétől és részben a forgalomtól.

A kilométerenkénti fenntartási költség tehát lesz:  $F + \beta Q$ ; ahol  $\beta$  tényező a forgalommal, tehát az utrészen szállított tömeggel arányos fenntartási költség hányadot jelenti.

A tiszta szállítási költség pedig kilométerenként legyen "s". Akkor tehát az "a" utrészen  $Q_1$  tömegnek egy kilométerre eső szállítását a következő költség terheli:

$$K_a = T_a \frac{0 \cdot 0p}{1 \cdot 0p - 1} + F_a + \beta Q_a + Q_a \cdot s$$



3. ábra

Ugyanigy a  $\overline{BP}$  és  $\overline{CP}$ , vagyis "b" és "c" vonalrészen.

$$K_b = T_b \frac{0 \cdot 0p}{10p^{n-1}} + F_b + q_b + q_b \cdot s$$

$$K_c = T_c \frac{0 \cdot 0p}{10p^{n-1}} + F_c + q_c + q_c \cdot s$$

Az  $\overline{AP}$ ,  $\overline{BP}$ , és  $\overline{CP}$  utrészeken lesz állítandó tömegek  $q_a$ ,  $q_b$  és  $q_c$  pedig annak tekintetbevételével állapítandók meg, hogy előreláthatólag az "A", "B" és "C" pontokból egyenként mennyi tömeg kerül szállításra és ezen tömegek hogyan oszlanak meg a különböző helyek között. Így például legyen az A helyről szállítandó összes tömeg  $M_a$ , amelyből  $M_1$  a B és  $M_2$  a C pontra fuvarozandó, továbbá a B pontról összes szállításra kerülő tömeg  $M_b$ , amely A és C hely között oszlik meg  $M_3$  és  $M_4$  és végül a C pontról elszállítandó összes tömeg  $M_c$ , amely ismét megoszlik A és B pontok között  $M_5$  és  $M_6$ .

Tehát:            b            c

$$M_a = M_1 + M_2$$

$$M_b = M_3 + M_4$$

$$M_c = M_5 + M_6$$

Az egyes utrészeken lebonyolítandó forgalom lesz tehát :

$$q_a = M_a + M_3 + M_5 = M_1 + M_2 + M_3 + M_5$$

$$q_b = M_b + M_1 + M_6 = M_3 + M_4 + M_1 + M_6$$

$$q_c = M_c + M_2 + M_4 = M_5 + M_6 + M_2 + M_4$$

Ezeket a mennyiségeket behelyettesítve az előbbi képletekbe, kiszámíthatjuk tehát az egyes vonalrészeken lebonyolítandó forgalom kilométerenkinti szállítási költségét.

Az egész tömegnek szállítási költsége lesz tehát

$$K = aK_a + bK_b + cK_c$$

Miután térképről ismerjük a három pont alkotta háromszög oldal hosszúságait és lemérhetjük ( $r$ ,  $s$  és  $t$  hosszúságok) a CAB és PAB szögeket, az összes költségek fenti képletében kifejezhetjük az egyes vonalrészek hosszúságát:

$$Pl. \quad b = \sqrt{a^2 + t^2 - 2at \cdot \cos \varphi}$$

$$c = \sqrt{a^2 + r^2 - 2ar \cdot \cos(\xi - \varphi)}$$

Behelyettesítve:

$$K = aK_a + K_b \sqrt{a^2 + t^2 - 2at \cdot \cos \varphi} + K_c \sqrt{a^2 + r^2 - 2ar \cdot \cos(\xi - \varphi)}$$

Gazdaságilag az lesz a legelőnyösebb fekvése a "P" csomópontnak, amelynél az összes költség, vagyis "K" a minimum. - A K egyenletében a két változó ismeretlen "a" és  $\varphi$  határozzák meg a csomópont helyét. Ha az egyenletnek képezzük részleges differenciálhányadosát először "a" szerint, majd  $\varphi$  szerint és a két differenciálhányadost egyenlővé tesszük 0-val, kapjuk a "P" pont legelőnyösebb fekvésére vonatkozó



következő összefüggéseket:

$$0 = \frac{\delta K}{\delta a} = K_a + K_b \frac{2a - 2t \cdot \cos \varphi}{2 \sqrt{a^2 + t^2 - 2at \cos \varphi}} + K_c \frac{2a - 2r \cdot \cos(\varepsilon - \varphi)}{2 \sqrt{a^2 + r^2 - 2ar \cdot \cos(\varepsilon - \varphi)}}$$

$$\text{de } \frac{-t \cdot \cos \varphi - a}{\sqrt{a^2 + t^2 - 2at \cdot \cos \varphi}} = \cos(180^\circ - \gamma) = -\cos \gamma$$

$$\text{és } \frac{-r \cdot \cos(\varepsilon - \varphi) - a}{\sqrt{a^2 + r^2 - 2ar \cdot \cos(\varepsilon - \varphi)}} = \cos(180^\circ - \beta) = -\cos \beta$$

$$\frac{\delta K}{\delta a} = K_a - \cos \gamma K_b - \cos \beta K_c = 0$$

$$\frac{\delta K}{\delta \varphi} = K_b \frac{1}{2} \frac{2at \cdot \sin \varphi}{\sqrt{a^2 + t^2 - 2at \cos \varphi}} + K_c \frac{1}{2} \frac{2ar \cdot \sin(\varepsilon - \varphi)}{\sqrt{a^2 + r^2 - 2ar \cdot \cos(\varepsilon - \varphi)}}$$

$$\text{de } \frac{at \cdot \sin \varphi}{\sqrt{a^2 + t^2 - 2at \cdot \cos \varphi}} = \sin(180^\circ - \gamma) = \sin \gamma$$

$$\text{és } \frac{-ar \cdot \sin(\varepsilon - \varphi)}{\sqrt{a^2 + r^2 - 2ar \cdot \cos(\varepsilon - \varphi)}} = -\sin(180^\circ - \beta) = -\sin \beta$$

tehát 
$$\frac{\delta K}{\delta \varphi} = K_b \cdot \sin \gamma - K_c \cdot \sin \beta = 0$$

$$\frac{K_b}{K_c} = \frac{\sin \beta}{\sin \gamma}$$

Epen így oldhatjuk meg az egyenletet, ha az utrészeket "b"-re vetítjük és akkor:

$$\frac{K_a}{K_c} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$$

A két egyenlet alapján felírható:

$$K_a : K_b : K_c \mp \sin \alpha : \sin \beta : \sin \gamma$$

vagyis a csomópont legelőnyösebb helyzete az lesz, amelynél az egyes utrészek egy kilométerre vonatkoztatott összes szállítási költségei állanak arányban az utrészek irányai által bezárt szögek sinusaival.

Szerkesztésileg a csomópont helye egyszerűen meghatározható. A  $K_a, K_b, K_c$  kilométerikus költségek mérőhosszuságaival alkotott háromszögben, az egyes mérőhosszuságokkal szemben levő szög kiegészítő szöge adja az " $\alpha$ ", " $\beta$ ", ill. " $\gamma$ " szöget. Ha már most a három csomópontot összekötő háromszög, pl. "s" oldalának a "C" pont felől való végén felhordjuk a  $(180^\circ - \gamma)$ , másik végén a  $(180^\circ - \beta)$  és a két szögszár metszése után nyert háromszög csúcspontját ( $O_1$ ) összekötjük az ABC háromszög szemben levő A pontjával; majd a háromszög (CBO) körül körívet húzunk, a körív és az AO egyenes metszéspontja adja a "P" csomópont helyét. A leszarmaztatott két egyenlet egyuttal  $K_a, K_b$  és  $K_c$  közös támadási ponttal bíró erők egyensúlyi egyenletei is.

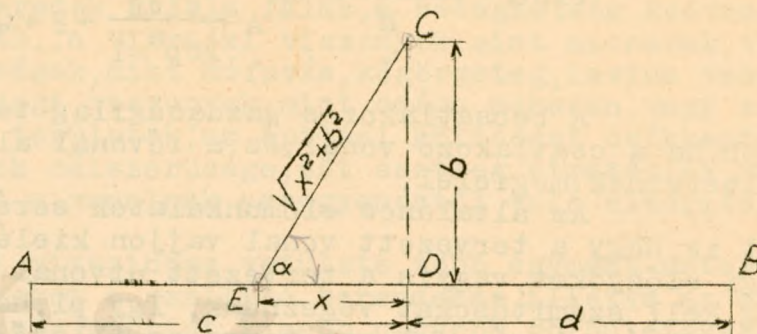
Előfordulhat az az eset is, hogy AB általános irányu meglevő vonalra az oldalt fekvő "C" pontból kell csatlakozó vonalat építenünk és keressük, hogy gazdaságilag milyen szög alatt betorkolló csatlakozó vonal lesz a legelőnyösebb.

Legyen a "C" pontból A, illetve B -be és vissza szállítandó összes tömeg  $q_1 + q_2 = q_c$ ,

a "C" pontnak az  $\overline{AB}$  egyenesre vonatkoztatott derékszögű koordinátái "c" és "b";  
a  $q_1 + q_2 = q_c$  tömeg-

nek összes szállítási költsége lesz a fentiek alapján:

$q_c$  tömeg szállítási költsége a  $\overline{CE}$  vona-



4. ábra

$$K_c = \overline{CE} \cdot \left[ A \frac{0 \cdot op}{1 \cdot op^{n-1}} + F + q_c (f + \beta) \right]$$

$$K_1 = q_1 \cdot \overline{AE} (f_1 + \beta_1) ; \quad K_2 = q_2 \cdot \overline{EB} (f_1 + \beta_1)$$

Az összes költség tehát:  $K_0 = K_c + K_1 + K_2 =$

$$= \overline{CE} \cdot \left[ A \frac{0 \cdot op}{1 \cdot op^{n-1}} + F + q_c (f + \beta) \right] + \overline{AE} q_1 (f_1 + \beta_1) + \overline{EB} q_2 (f_1 + \beta_1)$$

amely képletben

"A" jelenti a  $\overline{CE}$  szárnyvonal építő költségét.

"p" a kamatlábat

"F" a fenntartási költségnek a forgalomtól független tényezője a  $\overline{CE}$  utvonalon

" $\beta$ " a fenntartási költségnek a forgalommal arányos tényezője a  $\overline{CE}$  utvonalon

"f" a tiszta kilométerenkinti szállítási költség a  $\overline{CE}$  utvonalon

" $\beta_1$ "; " $f_1$ " ugyanazon tényezők a meglévő fővonalon, amelybe a becsatlakozás történik

$$\text{De } \overline{CE} = \sqrt{b^2 + x^2} ; \quad \overline{AE} = c - x ; \quad \overline{EB} = d + x$$

$$\text{és így: } K_0 = \sqrt{b^2 + x^2} \left[ A \frac{0 \cdot op}{1 \cdot op^{n-1}} + F + q_c (f + \beta) \right] + (c-x) q_1 (f_1 + \beta_1) +$$

$$+ (x+d) q_2 (f_1 + \beta_1)$$

Fentti képletben a kilométerenkinti költségeket jelöljük:

$$A \cdot \frac{0 \cdot op}{1 \cdot op^{n-1}} + F + q_c (f + \beta) = M ; \quad q_1 (f_1 + \beta_1) = M_1 ; \quad q_2 (f_1 + \beta_1) = M_2$$

$$K_0 = \sqrt{b^2 + x^2} \cdot M + (c-x) M_1 + (x+d) M_2$$

Az összeg legkisebb értékét kapjuk, ha az első diff. hányados egyenlő 0-val, tehát

$$\frac{dK_0}{dx} = \frac{1}{2} \frac{2x}{\sqrt{b^2 + x^2}} M - M_1 + M_2 = 0$$

$$\text{de } \frac{x}{\sqrt{x^2 + b^2}} = \sin \alpha$$

$$0 = M \cdot \sin \alpha - M_1 + M_2$$

$$\sin \alpha = \frac{M_1 - M_2}{M} = \frac{(Q_1 - Q_2)(f_1 + \beta)}{A \frac{0 \cdot 0p}{r_{op}^n - 1} + F + Q_c(f + \beta)}$$

A becsatlakozás gazdaságilag tehát akkor lesz a legelőnyösebb, ha a csatlakozó vonal és a fővonal alkotta szög sinusa, a fenti feltételnek megfelel.

Az általános előmunkálatok során még meg kell vizsgálnunk azt is, hogy a tervezett vonal vajjon kielégíti-e a hozzáfűzött gazdasági előnyöket, vagyis a tervezett utvonal jövedelmezőségére vonatkozólag kell számításokat végeznünk. Így pl. ha kevésbé megfelelő szállító berendezéssel már fel van tárva az illető erdőbirtok és helyette jobb, tökéletesebb szállító berendezést akarunk létesíteni, úgy az csak akkor lesz gazdaságos, ha a tervezett szállító berendezéssel a termékek leszállítását olcsóbban, vagy legalább egyáron tudjuk eszközölni. Vagyis, ha a tervezett új szállító berendezés építési költségének évi törlesztési hányada, az évi fenntartási költség és az évi üzemi költség összege kisebb lesz, mint a meglévő szállító berendezés évi fenntartási és üzemi költsége:

$$\left( A \frac{0 \cdot 0p}{r_{op}^n - 1} + F + Q_s \right) < F_2 + Q_{s2}$$

Természetesen a számításoknál kellő körültekintéssel és a jövőbe látással kell eljárunk, mert hiszen éppen a tökéletesebb szállító berendezés teszi gyakran lehetővé a kisebb választékoknak is az értékesítését, amelyeket eddig éppen a magas szállítási költségek miatt, avagy éppen a szállító berendezés tökéletlen volta miatt egyáltalában piacra hozni nem tudtunk, továbbá a tervezett létesítménnyel esetleg oly területek termékeinek értékesítését is lehetővé tesszük, amelyek eddig kellő szállító berendezés hiányában kihasználhatók nem voltak.

Új területek feltárása szállító berendezésekkel csak akkor lesz rentábilis, ha e területek termékeinek termelési és szállítási költségei (ide beszámítva az új létesítmény építési tőkéjének törlesztési hányadát, fenntartási költségeit és a tiszta üzemi költségeket) kisebbek lesznek a termék piaci áránál. Illetve csak annak a szállító berendezésnek lesz létjogosultsága, amelynél a termelési és szállítási összes költségek a piaci áránál kisebb összeget tesznek ki, vagyis ahol nagyobb tőrárat érünk el.

pozitív

## 2.8. Műszaki megfontolások.

Tudjuk, hogy gazdasági nézőpontból az a vonal lesz a legmegfelelőbb, amelynél az építési költségek évi amortizációjának, az évi fenntartási költségek és az évi üzemi költségnek az összege a legkisebb, vagyis amelynél az áru szállítását minél kisebb költség terheli. De az építési költség nagysága, a fenntartási és üzemi költség mérve, éppen a vonalnak műszakilag való helyes tervezésétől függ. A vonal nyomozásánál irányadó műszaki elvek tehát éppen a gazdaságosság követelményének kielégítése végett döntő szerepet játszanak. A tekintetbe veendő műszaki nézőpontok a vonal vízszintes vetületében, a vonal hosszúsági metszetében és keresztmetszetében jelentkeznek.

Vízszintes vetületben a minél kisebb építési költség elérése végett, törekednünk kell tehát minél rövidebb vonalra. Teljesen egyenes vonal építése - ha azt a magasság különbség megengedné - legtöbbször nem a legolcsóbb, mert az egyenes vonal útjában számos oly akadály állhat, amelyeknek leküzdése tulságos nagy költség-

gel járna, avagy amelyek miatt a vonal biztos fekvése veszélyeztetve volna (aránytalan nagy fenntartási költségek).

Ilyen akadályokat gördíthet a terep alakulata, geológiai strukturája, mint nagy és meredek szikla falak, a rétegzetség kedvezőtlen iránya, csuszós terep stb.; a vízrajzi viszonyok, mint mocsarak, vízfolyások; természeti jelenségek, mint hófuvás, kőgörgeteg, lavina veszély; a magánjogi, főleg tulajdonjogi viszonyok, mint drága, nehezen, vagy egyáltalán meg nem szerezhető területek; az építési költséget csökkentő anyagnyerő helyek érintésének célszerűsége, sőt esetleg stratégiai, vagy más tekintetek, amelyek mind a vonalnak az egyenestől való eltérítését vonják maguk után.

Ezáltal a vonal vízszintes vetülete több egymást metsző egyenesből fog állni, amelyeket a szállító berendezés, illetve az azon közlekedő járóművek szerkezete szerint kisebb, nagyobb görbületekkel egyenlítünk ki. Az üzemi költségeket természetesen ezeknek az enyhésége, illetőleg élessége erősen befolyásolja.

Függőleges vetületben legfontosabb szerepet játszik az emelkedő, vagyis, hogy két pont között levő magasságkülönbség mily hosszú uton nyer kiegyenlítést. Minél nagyobb az emelkedés, annál kisebb lesz a vonó állat, vagy motor hasznos teljesítő képessége, vagyis annál inkább emelkednek a tiszta szállítási költségek, sőt a fenntartási költségek is.

Keresztmetszetben a különböző szállító berendezések, közlekedési utak nemcsak természetük, de a forgalom nagysága és minemősége szerint is más-más alakot és szélességi méretet kívánnak. Így más a főutak, a mellékutak stb. keresztmetszvény alakja, más a különböző nyomtávolságú vasutak koronaszélessége stb. A keresztmetszvény alakja lényegesen befolyásolja az építési költségeket, de a közlekedési ut teljesítő képességét és így a szállítási költségeket is.

## II. Fejezet!

### Vasutak nyomjelzése.

Mint hogy a szállítási költségek nagysága a különböző szállító berendezéseknél a vontatásra szükséges erő nagyságával szoros összefüggésben állanak, a tulajdonképpen való nyomozás tárgyalása előtt meg kell ismerkednünk nagyjára a vontatáshoz szükséges erő nagyságával, illetve az azt befolyásoló tényezőkkel. A vontató motor természete és a pálya szerkezete a különböző szállító berendezéseknél más és más, azért annak vizsgálatát minden egyes berendezésnél külön kell elvégezni.

### 3.3. Ellenállások a vasutakon.

Hogy valamely tárgyat valamely pályán mozgásba hozzunk, mindenekelőtt mindazon ellenállásokat kell legyőznünk, amelyet a járóművek nyugalmi helyzetükből való elmozdításuk ellen, illetve mozgási sebességük megváltoztatása ellen kifejtenek. Mozcás csak akkor történhetik, ha a tárgyak vontatására legalább olyan vonóerőt alkalmazunk, amely ezen ellenállások leküzdésére elegendő. Ha nagyobb vonóerőt alkalmazunk, akkor a test, járómű, állandó erő hatása alatt állván, gyorsuló mozgást végez, míg az ellenállásokkal egyező erő a testet, vagy járóművet sebességének változása nélkül egyenletes mozgásban tartja. Epen azért az ellenállásokat meghatározhatjuk mint olyan erőt is, amelyet a test, járómű a mozgással szemben, illetve a mozgási sebesség megváltoztatásával szemben kifejt.

Ezek az ellenállások lehetnek ismét olyanok, amelyek a já-

rómü vontatásánál -a mozgási sebesség változtatása nélkül - az egész pályán mindig fellepnek; ez az u.n. menetellenállás; és olyanok, amelyek a pálya helyi viszonyaitól függenek.

A menetellenállásokon tehát azt a vonóerőt értjük, amely valamely testnek, járóműnek, egész vonatnak állandó sebesség mellett fellépő ellenállás leküzdésére szolgál. A menetellenállás nagysága a tapasztalati és kísérleti eredmények tanúsága szerint függ a kocsi, járómű szerkezetétől és mozgási sebességétől. A menetellenállás tehát minden járóműre, járóművek összekapcsolásából keletkező vonatra más lesz és más lesz ugyanazon járóműveknél is különböző mozgási sebességnél. A menetellenállást a könnyebb alkalmazhatóság végett, a szállítandó tömeg 1 tonnájára szokás vonatkoztatni; ez az u.n. fajlagos ellenállás. A fajlagos ellenállás nagyságát tehát megkapjuk, ha valamely járóműnek, vonatnak a vízszintes, egyenes pályán való vontatására szükséges kilógramokban kifejezett vonóerőt elosztjuk a vonat tonnákban kifejezett súlyával.

Fajlagos ellenállás ezek szerint az a vonóerő, amely szükséges 1 tonnának vízszintes és egyenes pályán való vontatására.

A menetellenállások nagyságára a járómű szerkezete, a pálya és a járómű kerekei között fellépő surlódás bír befolyással.

A vasuti járóművek három főrészből állanak, u.m. a rakományok felvételére szolgáló kocsiszekerényből, azt alátámasztó alvázból, amely ismét a mozgó szerkezetre, az u.n. futóműre támaszkodik. A menetellenállásra legfőképpen a futómű van befolyással. A futómű áll a kerekekből, amelyek a tengelyre szilárdan rá vannak erősítve, tehát a tengellyel együtt végeznek körmozgást. A tengely mindkét oldalán az u.n. tengelycsapban végződik, amelyet a csapágy vesz körül. A csapágy fix és benne mozog a tengelycsap. A csapágytok az alváza, vagy kocsi keretre van rugók közbeiktatásával felakasztva. A kocsi kereten foglal helyet a kocsiszekerény, amely különböző szerkezetű lehet.

A járómű mozgásánál fellépő menetellenállást a szerkezetből folyó következő tényezők okozzák:

1) A csapsurlódás, vagyis a körmozgást végző tengelycsap és a csapágy között fellépő surlódás. Az acélból készült tengely és a csapágy belseje, az u.n. csapágycsésze között való surlódást azáltal igyekeznek csökkenteni, hogy megfelelő u.n. fehérfémből készült csapágybélést alkalmaznak, ujabban golyós, vagy görgős csapágyakat is szerkeztenek a surlódás csökkentésére. és ezenkívül a mozgó felületek állandó kenéséről is gondoskodnak.

A csapsurlódás arányosan nő a tengelycsap átmérőjével, a csapágyra jutó terheléssel és a csapágybélés és tengelycsap között való surlódási együtthatóval és csökken a kerék átmérőjével. Nagysága tehát lesz:

$$E_1 = f_1 \frac{d}{D} \cdot S$$

" $f_1$ " = 0,001 surlódási együttható

"S" a csapágyra ható terhelés

"d" a tengelycsap átmérője

"D" a kerék átmérője

$\frac{d}{D}$  arány a vasut járóműveknél átlagosan szabványos nyomtávú vasuti járóműveknél  $\frac{1}{12}$ ; keskeny vágányú vasuti járóműveknél  $\frac{1}{10}$  szokott lenni.

Az értékeket behelyettesítve:  $E_1 = 0,00083nS$  szabv. nyomt.

$E_1 = 0,001nS$  kesk. v.

"n" a vonatba osztott tengelyek száma.

2) A gördülő surlódás, vagyis a kerekek és a felépítmény között fellépő surlódás, aminek főokozója, hogy a sín és a kerekek érintkező felülete rugalmas alakváltozás következtében egymásba nyomul. A gördülő surlódás a kerékre eső teherrel nő, nagysága Dupuit szerint:

$$E_2 = \delta \frac{S}{\sqrt{r}} \quad \delta = 0.005$$

nyomt. járóműveknél átlag 50, kesk. vágányu járóműveknél átl. 30 cm. és így

$$E_2 = 0.00071 \cdot n \cdot S \quad \text{szabv.}$$

$$E_2 = 0.00092 \cdot n \cdot S \quad \text{kesk.}$$

3) A kerekek körforgatán a járóművek rendetlen járásából keletkező munkavesztések, mint ellenállások. A vasuti járóművek mozgását figyelve azt látjuk, hogy a járóművek mozgásuk közben hosszúsági tengelyük, a mozgás irányára merőleges vízszintes és függőleges tengelyük körül ingadozó mozgást végeznek, ami támo lygó, bólintó és kigyó zó menetben nyilvánul. E rendellenességek oka a támo lygó menetnél a vágány, illetve a járómű egyoldalán fellépő szabálytalanság, a bólintó járást a sínütközések, a vágánynak rugalmas súlycsúszása és a sinek helyi áthajlása okozza, míg a kigyó zó menetet előidézzi a kerekek játéka a sinek között, a nyomköznel előforduló pontatlanságok a lokomotív kétoldali gözhengerének egymáshoz viszonyítva eltolt fázisu működése. A rendetlen menet mindháromféle alakja egyszerre lép fel és a felsorolt okokon kívül a kocsi rugók játéka folytán még növekedhetik. A rendetlen járásból fellépő ellenállások a sebességgel nőnek és pedig gyakorlati észlelések szerint a sebesség négyzetével arányosan. Nagysága:

$$E_3 = \alpha \cdot n \cdot S \cdot v^2 \quad \text{amely képletben } \alpha = 0.000005$$

"v" pedig a sebesség m/sec.

$$E_3 = 0.000005 \cdot n \cdot S \cdot v^2$$

4) A nyugvó levegő ellenállása. A vonatoknak, vasuti járóműveknek aránylag nagy sebességű járásával szemben a levegő is ellenállást fejt ki, amely ellenállás csökkentését a járóműveknek, de különösen a vonat elején haladó mozdonyok megfelelő alakkal való kiképzésével igyekeznek elérni. A nyugvó levegő nemcsak a mozgással szemben álló felület tovahaladása ellen jelent akadályt, de a keletkező levegő örvénylés a vonat oldalfelületén is ellenállást okoz. Ez az ellenállás tehát a vonatnak a mozgás irányára merőleges homlok felületével és oldalfelületével arányos és a sebesség négyzetével nő.

Képlete: 
$$E_4 = (\alpha F_1 + \beta \cdot n \cdot F_2) \cdot v^2$$

Amely képletben:

$F_1$  a vonat homlok felülete

$F_2$  egy járómű oldal felülete

n az egy vonatba sorozott járóművek száma

$\alpha$  és  $\beta$  gyakorlati tényezők és pedig  $\alpha = 0.000088$  ;  $\beta = 0.000035$

Szabványos nyomtávolságú vasuti járóműveken átlagosan:

$$F_1 = 6 \text{ m}^2 ; \quad F_2 = 10 \text{ m}^2 ; \quad E_4 = (0.00053 + 0.000035 \cdot n) \cdot v^2$$

keskeny vágányu vasuti járóműveknél:

$$F_1 = 4 \text{ m}^2 ; \quad F_2 = 6 \text{ m}^2 \text{ és így a nyugodt levegő ellenállása}$$

keskeny vágányu vasuti járóműveknél

$$E_4 = (0.00035 + 0.000021 \cdot n) \cdot v^2 \text{ kg.}$$

Ha az eddig tárgyalt négyféle ellenállást összeadjuk és osztjuk a vonat egész súlyával ( $Q$  -val), kapjuk az egy tonnára vonatkoztatott  $u.n.$  fajlagos ellenállást.

$$\mu = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4}{Q} \text{ kg/tonna}$$

Ha e képleteket egyenként figyeljük, látjuk, hogy az ellenállások közül az első három a terheléssel arányos, míg a nyugodt levegő ellenállása tisztán csak a felülettel, természetes tehát, hogy a vonat súlyával fordított arányban levő fajlagos ellenállás üres vonatoknál nagyobb, mint rakott vonatoknál, ismét személyvonatoknál nagyobb, mint teher vonatoknál.

A fajlagos vonatellenállás kiszámításánál az egyes ellenállásokat minden egyes kocsi szerkezetre és vonat összeállításra külön-külön kellene elvégeznünk és ebből a vonat fajlagos ellenállását kiszámítanunk.

Lipthay átlagos adatok felvételével a vonatellenállásokat kiszámítva, a következő eredményekre jutott:

Szabv.nyomt. vasutakon	üres tehervonatokra	$\mu = 2.14 + 0.00136 \cdot v^2$
	félig rakott " - "	$\mu = 1.82 + 0.00098 \cdot v^2$
	teljesen " - " " - "	$\mu = 1.72 + 0.00076 \cdot v^2$
	személyvonatokra	$\mu = 1.2 + 0.0013 \cdot v^2$
keskenyvágányu vasutakon	üres vonatokra	$\mu = 2.14 + 0.00174 \cdot v^2$
	félig v. teljesen rakott vonatokra	$\mu = 1.87 + 0.00103 \cdot v^2$

ahol  $v = \text{km/óra}$

Mint hogy a fajlagos vonatellenállásnak a fentiek alapján való kiszámítása igen nehézkes, a gyakorlati szakemberek igyekeztek a vonatok fajlagos ellenállásának kiszámítására kísérletek alapján egyszerűbb gyakorlati képleteket felállítani.

E gyakorlati képletek általános alakja:

$$\mu = \frac{E}{Q} = a + b \cdot v^2 \quad \text{illetve mások szerint}$$

$$\mu = \frac{E}{Q} = a + b \cdot v + c \cdot v^2$$

Ezen képletek egyike sem fedti teljesen az előbb részletesen tárgyalt ellenállások törvényét, mert figyelmen kívül hagyja, hogy az ellenállások egy része nem arányos a vonatsúllyal, így a nyugodt levegő ellenállása a vonat homlok és oldal felületével arányos. Diendonné ennek tekintetbe vételével, képletének a következő általános alakot adta:

$$E = (a + b \cdot v) \cdot Q + c \cdot v^2 \cdot F; \quad \text{illetve } \mu = a + b \cdot v + c v^2 \frac{F}{Q}$$

Az általános képletekben az "a", "b", ill. "c" állandók meghatározása kísérleti úton történhetik és pedig legegyszerűbben kifutási kísérlettel. T. i. bizonyos ismert sebességgel haladó vonatot vízszintes egyenes pályán lekapcsolunk és megmérjük az időt és az utat, amelyet teljes megállásáig befut. A vonatban felhalmozódott energiát a megállásig befutott vonatszakszon a kocsivonat ellenállása emésztette fel és így e munkát egyenlővé téve a vonatban felhalmozódott eleveenerővel, kiszámíthatjuk a lassuló mozgást végzett kocsivonat ellenállást.

A fajlagos kocsivonat ellenállásra vonatkozó ismertebb képletek:

a) szabványos nyomtávolságu vasutakon

a Frank-féle képlet:  $\mu = 2.5 + 0.05 \left(\frac{v}{10}\right)^2 = 2.5 + 0.0005 \cdot v^2$  kg/ton.

a Borries "-" "-"  $\mu = 1.5 + 0.12 \cdot \frac{v}{10} + 0.03 \left(\frac{v}{10}\right)^2 =$

$$\mu = 1.5 + 0.012 \cdot v + 0.0003 \cdot v^2 \text{ kg/tonna}$$

a Studiengesellschaft képlete:

$$\mu = 1.3 + 0.0067 \cdot v + 0.52 \frac{F}{q} \left(\frac{v}{10}\right)^2 = 1.3 + 0.0067 \cdot v + 0.0052 \cdot \frac{F}{q} \cdot v^2$$

amely képletben "F" a vonat homlok felülete, "q" egy kocsi súlya.

Egyszerűbb képletek a Strahl-féle képletek:

gyors és nehéz tehervonatokra:  $\mu = 2.5 + \frac{1}{40} \left(\frac{v}{10}\right)^2 = 2.5 + 0.00025 \cdot v^2$  kg/t.

személyvonatokra  $\mu = 2.5 + \frac{1}{30} \left(\frac{v}{10}\right)^2 = 2.5 + 0.00033 \cdot v^2$  "-"

vegyes vonatokra  $\mu = 2.5 + \frac{1}{20} \left(\frac{v}{10}\right)^2 = 2.5 + 0.0005 \cdot v^2$  "-"

üres tehervonatokra  $\mu = 2.5 + \frac{1}{10} \left(\frac{v}{10}\right)^2 = 2.5 + 0.001 \cdot v^2$  "-"

Lokomotivokkal vontatott vonatok vonatellenállása a fenti értékeknél nagyobb, t. i. a lokomotiv ellenállása nagyobb a kocsikénál, mert a lokomotiv ellenállása a lokomotivnak, mint járóműnek ellenállásából és a lokomotiv géprészeinek surlódásából tevődik össze.

Lokomotiv ellenállást kifejező képletek:

a Frank-féle:  $\mu = 4 + 0.085 \left(\frac{v}{10}\right)^2 = 4 + 0.00085 \cdot v^2$  kg/tonna

a Borries-féle:  $\mu = 4 + 0.27 \frac{v}{10} + 0.07 \left(\frac{v}{10}\right)^2 = 4 + 0.027v + 0.0007 \cdot v^2$  kg/t.

a Studiengesellschaft képlete:  $\mu = 4 + 0.067 \cdot \frac{v}{10} + 0.52 \left(\frac{v}{10}\right)^2 \cdot F =$   
 $= 4 + 0.0067 \cdot v + 0.0052 \cdot v^2 \cdot F$  kg/t

amely képletben "F" átlag 10 m<sup>2</sup> -nek vehető fel.

b) keskenyvágányu vasutak kocsivonat - és lokomotiv ellenállására Haarmann a következő képleteket állította fel:



Nyomtáv. m.	Lokomotivellenállás kg/tonna	Kocsivonattelállás kg/tonna
1.435	$4\sqrt{a} + 0.002.v^2$	$1.5 + 0.001.v^2$
1.000	$4\sqrt{a} + 0.0025.v^2$	$1.7 + 0.0013.v^2$
0.750	$4\sqrt{a} + 0.003.v^2$	$2.0 + 0.0015.v^2$
0.600	$4\sqrt{a} + 0.0035.v^2$	$2.2 + 0.0017.v^2$

A "Hütte" a következő képleteket ajánlja:

1.435	$2.5\sqrt{a}$	$\gamma_1 v^2$	$2.5 + \gamma v^2$
1.000	$2.7\sqrt{a}$	$0.0015.v^2$	$2.6 + 0.0003.v^2$
0.750	$2.8\sqrt{a}$	$0.001.v^2$	$2.7 + 0.0002.v^2$
0.600	$2.9\sqrt{a}$	$0.0008.v^2$	$2.8 + 0.0002.v^2$

- $\gamma = 0.00052$  félig fedett kocsikból álló tehervonatoknál
- $\gamma = 0.00026$  rakott nyitott "—" "—" "—"
- $\gamma = 0.00040$  személy és gyorsvonatoknál könnyű kocsikkal
- $\gamma = 0.00014$  gyorsvonatoknál nehéz kocsikkal
- $\gamma_1 = 0.00075.a$  ahol "a" jelenti a kapcsolt tengelyek számát.

Megközelítő számításoknál azonban rendszeren oly képletekkel dolgozunk, amelyek a teljes vonatellenállás átlagos értékeit egyszerre adják (tehát  $\mu_k = \frac{q_1\mu_1 + q_2\mu_2}{q_1 + q_2}$ ).

Ilyenek:

a) Clark-féle  $\mu_k = 2.4 + 0.001.v^2$  kg/tonna

b) az erfurtti képlet  $\mu_k = 2.4 + \frac{1}{1300}.v^2$  "—"

c) a Déli vasutnál használatos Wittenberg-féle képlet:

$\mu = 0.1.v$  kg/tonna ; de alsó határa 3 kg/tonna

Szabványos nyomtávú vasutakon a teljes vonatellenállást 2.5 - 3.0 kg/tonna -val, keskenyvágányú vasutakon 6 kg/tonna -val vehetjük számításba, amely érték igen jól fenntartott pályákon 4 kg/t.-ra mérésélhető.

Vonalellenállások a vonal emelkedője és a kanyarulatban fellépő ellenállás.

5) Az emelkedő okozta ellenállás. Lejtőn valamely "Q" súlyú járműnek vontatásához szükséges vonóerővel le kell győznünk a jármű súlyának a lejtővel párhuzamos komponensét és a lejtőre merőleges komponenssége arányos fajlagos ellenállást, tehát

$$P = Q \cdot \sin \varphi + \mu Q \cdot \cos \varphi$$

Vasutakon a lejtőt nem a vízszintessel képzett hajlásszöggel szoktuk kifejezni, hanem annak tangensével és pedig hazánkban és a kontinens legtöbb vasutján emelkedőn értjük az 1000 hosszúságegységre eső magasság különbséget: jele "e" ‰. Vagyis ahány métert emelkedik a lejtő 1000 m. hosszúságra, annyi promille, vagy ezrelék az emelkedő

$$e \text{ ‰} = 1000 \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

A régebbi vasutakon, valamint Németország egycs helyein szokás a lejtőt tört alakban is kifejezni, amely tört számlálója az egység, nevezője pedig az a vízszintes hosszúság, amelyen a pálya egységnyi szintkülönbséget ér el, vagyis

$$\frac{1}{a} = \operatorname{tg} \varphi$$

Igy régi jelzés

Igy	régi jelzés
1‰ -nek	$\frac{1}{1000}$
3‰ "-"	$\frac{1}{333}$
5‰ "-"	$\frac{1}{200}$
6‰ "-"	$\frac{1}{166}$
10‰ "-"	$\frac{1}{100}$
15‰ "-"	$\frac{1}{667}$
20‰ "-"	$\frac{1}{50}$

stb. felel meg.

Ha az előbbi képletben  $P = V = \mu Q \cdot \cos \varphi \pm Q \cdot \sin \varphi$

$\cos \varphi$  -vel osztunk, lesz  $\frac{V}{\cos \varphi} = \mu Q \pm Q \cdot \operatorname{tg} \varphi$

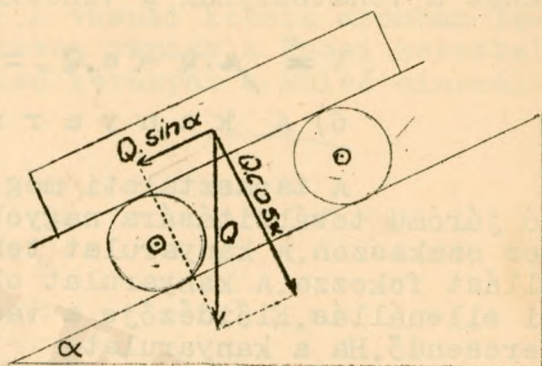
Mint hogy az adhaeziós vasutakon előforduló legnagyobb emelkedő nem haladja túl a 60 ‰ -t; e hajlásszögnél kis elhanyagolással  $\cos \varphi \approx 1$  -nek vehetjük, mert a felső határnál  $e = 60 \text{ ‰}$ ;  $\operatorname{tg} \varphi = 0.060$ ;  $\approx 3^\circ 26'$ ;  $\cos(3^\circ 26') = 0.99820$ ; az elhanyagolás tehát csak a harmadik tizedesben ad hibát, a fajlagos ellenállást pedig legfeljebb 1 tizedes pontossággal szolgáltatják a gyakorlati képletek.

A fajlagos ellenállás kg/tonnában van adva, hogy tehát egynemű mennyiséget kapjunk, az emelkedő leküzdésére szükséges erő is kilogrammban fejezendő ki:

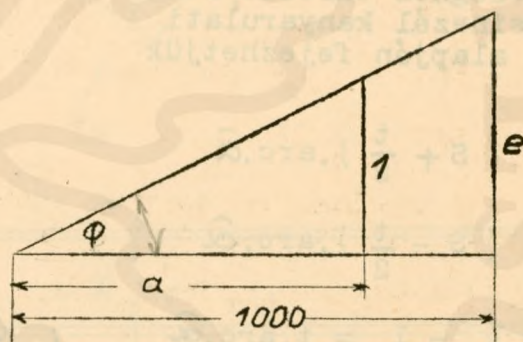
$$V = \mu Q + 1000 Q \cdot \operatorname{tg} \varphi ; \quad \text{de } 1000 \cdot \operatorname{tg} \varphi = e \text{ és így}$$

$$V = \mu Q + e \cdot Q = Q \cdot (\mu \pm e)$$

Ahány promille az emelkedő, annyi kg. vonóerő szükséges egy //



5. ábra



6. ábra

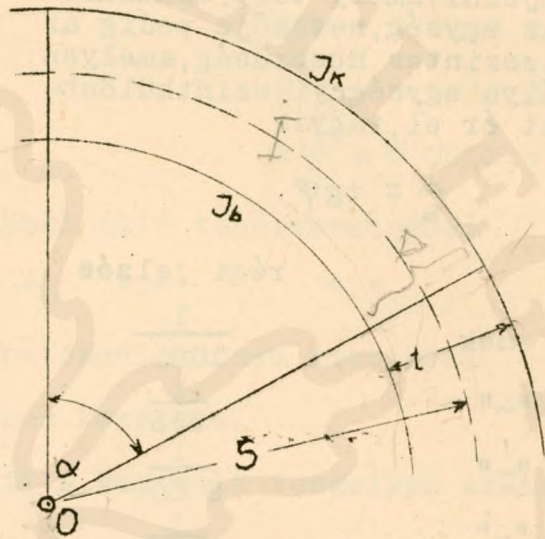
tonna súlynak rajta való vontatásához.

Lejtőn lefelé való vontatásnál a pályával párhuzamos komponense a vonatsúlynak a vonóerővel egyirányban működik, tehát ez esetben

$$V = \mu \cdot Q - e \cdot Q = Q \cdot (\mu - e)$$

### 6) A kanyarulati ellenállás.

A tapasztalati megfigyelések szerint a kanyarulatban haladó jármű továbbítására nagyobb vonóerő szükséges, mint ugyanolyan egyenes szakaszon. A kanyarulat tehát a vontatással szemben fellépő ellenállást fokozza. A kanyarulat okozta ellenállástöbblet az u.n. kanyarulati ellenállás. Előidézője a vasuti pálya és a járműnek szerkezetében keresendő. Ha a kanyarulatban haladó járművet figyeljük, először is szemünkbe tűnik, hogy a kanyarulat külső sínjén futó kerekek ugyanazon idő alatt nagyobb utat kell megtenniük, mint a belső sínjén futónak. A külső és belső sín hosszúság különbsége a nyomköztől és a kanyarulati sugártól függ. Az összefüggést ugyanazon  $\alpha$  középponti szöghöz tartozó íven a két sín kanyarulati sugara alapján fejezhetjük ki.



$$I_k = \left( S + \frac{t}{2} \right) \cdot \text{arc.} \alpha$$

$$I_b = \left( S - \frac{t}{2} \right) \cdot \text{arc.} \alpha$$

$$\Delta = I_k - I_b = t \cdot \text{arc.} \alpha \quad ; \quad \text{de } I = S \cdot \text{arc.} \alpha \quad ; \quad \text{arc.} \alpha = \frac{I}{S}$$

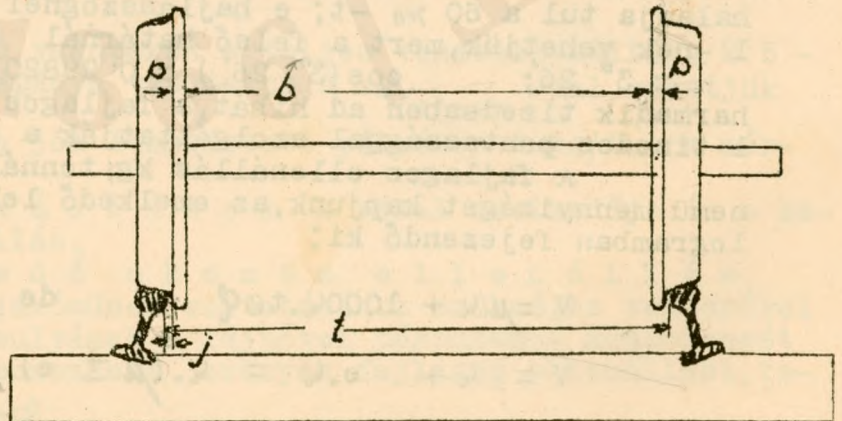
$$\Delta = \frac{t \cdot I}{S}$$

7. ábra

Az utkülönbség tehát a kanyarulati sugárral fordított, a nyomközzel egyenes arányban áll. Minthogy pedig a vasuti járművek a tengelyre szilárdan vannak ráerősítve, a külső kerék az íven a belsőhöz képest mindig hátramaradna és az utkülönbség csak csuszással, tehát jelentékeny ellenállással volna csak kiegyenlíthető. Részben ez a megfontolás készítette arra a vasuti műszaki köröket, hogy a kerekek járófelületét kúposan, 1/16 - 1/20 hajlással képezzék ki, továbbá a két kerekek a vágányon belül kis játéka is van, hogy a kerekek ne szorulhassanak a sínkhez. E játék nagysága

$$j = t - (b + 2p) \sim 10-20$$

m/m között változik. Mint hogy a kanyarulatban cent-

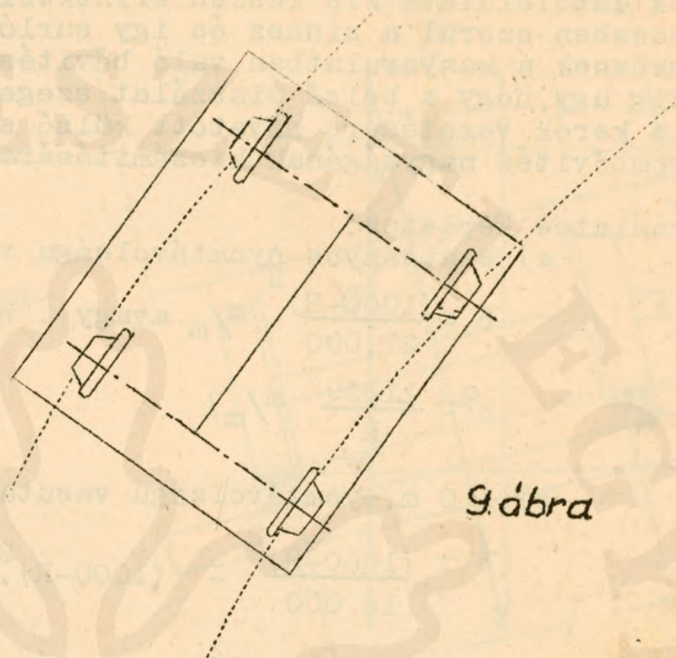


8. ábra

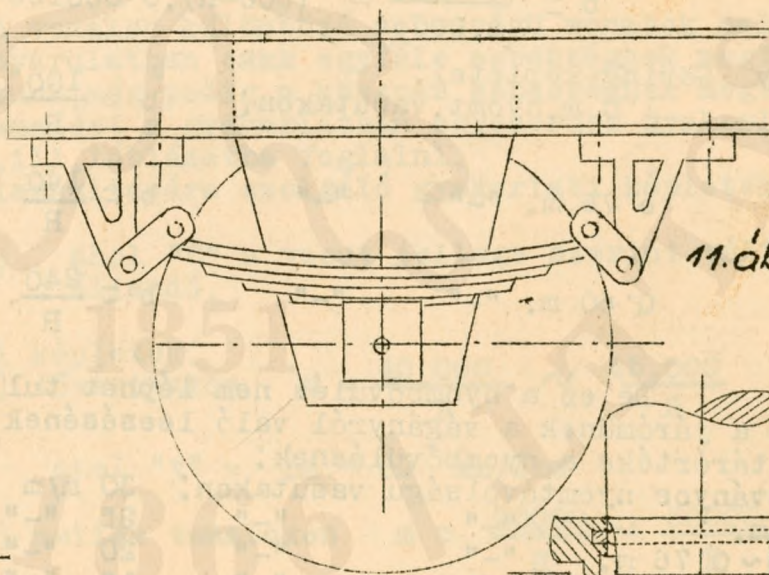
rifugális erő is lép fel, amely a járóművet a külső sinszálhoz szorítja és így elősegíti azt, hogy a külső kerék tényleg nagyobb, a belső kerék kisebb sugárú körben érinti a sint. De ez a kedvező helyzet csak sugárirányban beálló tengely esetén állhat elő. A vasuti kocsik azonban legalább két tengelyűek, amely tengelyek mereven vannak a kocsi kerettel összekötve; a kanyarulatban tehát, ha az első kerékpár a külső sinszálhoz szorul, akkor a hátsó kerékpár éppen a merev tengelykapcsolatnál fogva a belső sinszálhoz szorul, úgy hogy míg az első kerékpáron a külső kerék tényleg nagyobb utat tesz meg egyszeri körülforduláskor, mint a belső kerék, addig a hátsó tengelynél éppen fordítva a külső kerék fut kisebb és a belső nagyobb íven, úgy, hogy az utkülönbség kiegyenlítése ismét csak csuszás útján, tehát fokozottabb ellenállással történhetik. És pedig annál nagyobb tehát a kanyarulati ellenállás, minél nagyobb a merev tengelytávolság.

A kanyarulatban előálló e káros csuszásnak és ezáltal az ellenállásnak csökkentését ismét a kocsik megfelelő szerkezetével és a sínpálya megfelelő kiképzésével igyekeztek csökkenteni. Így a vasuti járóművek tengelyeit a keretre olyképen erősítik meg, hogy a tengelyeknek bizonyos fokig a sugárba való beállítását lehetővé tegyék. E célból a tengelycsapokat körülvevő csapágytok a keretre szilárdan ráerősített u.n. csapágyvillában mintegy 10 m/m játékkal nyer vezetést és ezzel egyidejűleg a csapágytok felett levő hordrugók is csuklósan vannak a kocsi keretre ráerősítve.

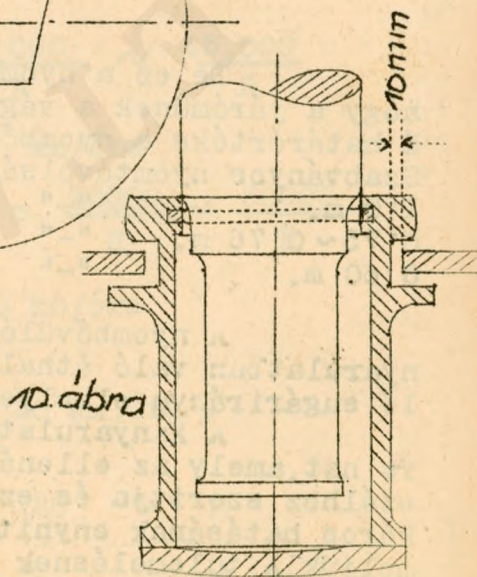
Ezenkívül még számos szabadalmazott u.n. beálló tengelyszerkezet van használatban, amelyek mindegyike a tengelyeknek bizonyos határokon belül



9. ábra



11. ábra



10. ábra

sugárirányban való beállítását lehetővé tenni igyekeznek.

A hosszabb vasuti kocsikon pedig a merev tengelytávolságot csökkentik azért, hogy a kocsiszekrényt két, külön-külön 2-3, közel elhelyezett tengellyel biró alváza helyezik, amely alvázon a kocsiszekrény csap körül elfordulhat. E forgó alváznak truck a neve. Igen fontos szerepet játszanak az erdei vasutaknál is, ahol a hosszabb teherkocsik legtöbbször ilyen truckokon nyugszik, a szálfa pedig csak forgószámolyos truckokon szállíthatók.

A kanyarulati ellenállás előidézője még az a körülmény is, hogy a vasuti kerék nyomkarimával lévén érintve, a kanyarodóban, ha a kerék futófelülete kis részen érintkezik is a sinnel, a perem hosszabb egyenesben szorul a sinhez és így surlódást idéz elő. E nehézséget a nyomköznek a kanyarulatban való bővítésével küszöböljük ki és pedig mindig úgy, hogy a belső sinszálát szegezzük közelebb az iv közepéhez, míg a kerék vezetésére hivatott külső sinszál mindig a helyén marad. A nyombővítés nagyságának kiszámítására gyakorlati képletek szolgálnak.

Használatos képletek:

a) szabványos nyomtávolságu vasutakon:

$$b = \frac{(1000-R)^2}{27.000} \text{ m/m avagy } b = (1000-R)^2 \cdot 0.00003$$

$$b = \frac{11339}{R} \text{ m/m}$$

b) 1.0 m. nyomtávolságu vasutakon:

$$b = \frac{(1000-R)^2}{16.000} = (1000-R)^2 \cdot 0.00006$$

c) 0.76 m. ill. 0.75 m. nyomtávolságu vasutakon:

$$b = \frac{(600-R)^2}{8.000} = (600-R)^2 \cdot 0.000125$$

Avagy Göring képletei:

1.0 m. nyomt. vasutakon:  $b = \frac{100}{R}$

0.76 m. " " " "  $b = \frac{140}{R}$

0.60 m. " " " "  $b = \frac{240}{R}$

De ez a nyombővítés nem léphet túl bizonyos határértéket, hogy a járóműnek a vágányról való leesésének a veszélye elhárítható. E határértéke a nyombővítésnek:

Szabványos nyomtávolságu vasutakon:	30 m/m
1.0 m. " " " "	25 " "
0.75 ~ 0.76 m. " " " "	20 " "
0.60 m. " " " "	18 " "

A nyombővítés igaz ugyan, hogy megkönnyíti a járóműnek a kanyarulatban való áthaladását, de nehezebbé teszi a tengelynek megfelelő sugárirányu elhelyezkedését.

A kanyarulatban haladó vonatra ezenkívül centrifugális erő is hat, amely az ellenállást fokozza, mert a járóműveket a külső sinszálhoz szorítja és ezáltal a surlódást növeli. A centrifugális erő káros hatásának enyhítése végett a kanyarulatban a külső sinszálát emeljük. A tulemelésnek elméletileg olyannak kell lennie, hogy a kocsi a kanyarulatban ható két erő, a centrifugális erő és a kocsisuly ere-

dője a vágány tengelyébe essék.  
 $v$  km/óra sebességgel haladó  
 vonatra ható centrifugális erő

$$C = \frac{M \cdot s^2}{R} = \frac{Q}{g} \frac{v^2}{3600^2} \frac{1}{R}$$

mert  $s$  m/sec =  $\frac{1000 \cdot v \text{ km}}{3600} = \frac{v}{36}$

$$C = 0'077 \frac{Q}{g} \frac{v^2}{R} = 0'00787 \cdot Q \cdot \frac{v^2}{R}$$

De az ábra szerint kis elhanyagolással

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{C}{Q} = \frac{m}{t} \text{ és ebből az el-}$$

méleti tulemelés

$$m = 0'00787 \cdot t \cdot \frac{v^2}{R} ; \text{ behelyet-}$$

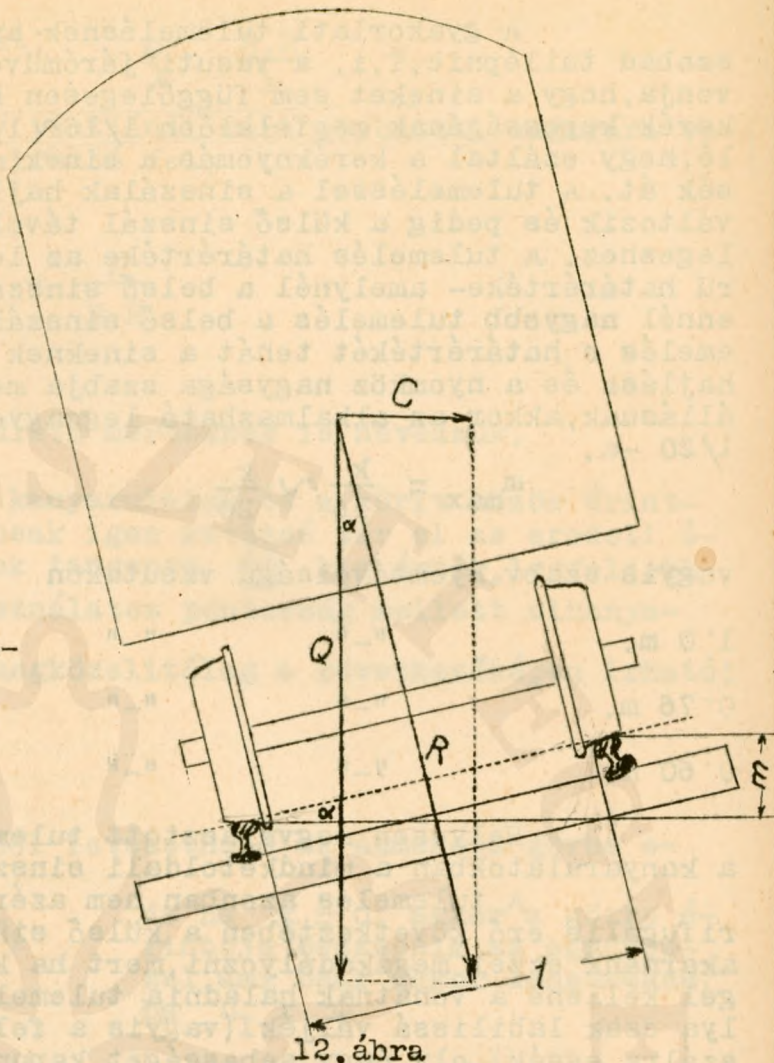
tesítve, az elméleti tulemelés lesz:

szabv. nyomt.-nál  $m = 11'8 \frac{v^2}{R}$

1'0 m. " "  $m = 7'87 \cdot \frac{v^2}{R}$

0'76 m. " "  $m = 6'3 \cdot \frac{v^2}{R}$

0'60 m. " "  $m = 5'0 \cdot \frac{v^2}{R}$



Mint hogy azonban ugyanazon vonalon különböző sebességű vonatok haladnak, a pályán pedig egy kanyarulathoz csak egyféle sebességnek megfelelő tulemelést használhatunk, még pedig a közepes sebességnek megfelelő tulemelést, azért a tulemelést a gyakorlatban egyszerűbb gyakorlati képlettel szoktuk megadni, ill. táblázatba foglalni.

A tulemelés kiszámítására szolgáló gyakorlati képletek ált. alakja:

$$m = \frac{C}{R} ; \text{ ahol "C" a vasut jellege szerint változó állandó.}$$

Használatos ily gyakorlati képletek:

1) szabv. nyomtávolságu a) fővasutakon  $m = \frac{40.000}{R} \sim \frac{45.000}{R}$

ahol "v" = 58 ~ 62 km/óra

b) mellék vonalokon  $m = \frac{25000}{R} \sim \frac{30000}{R}$

megfelel . v = 46 ~ 50 km/óra

2) keskenyvágányu vasutakon

1'0 m. nyomköznel  $m = \frac{7000}{R} \text{ ( } v = 30 \text{ km/óra )}$

0'75 " "  $m = \frac{2500}{R} \text{ ( } v = 20 \text{ " " )}$

0'60 " "  $m = \frac{1200}{R} \text{ ( } v = 15 \text{ " " )}$

A gyakorlati tulemelésnek azonban egy bizonyos határt nem szabad túllépnie. T. i. a vasuti járóművek kerekeinek kupossága maga után vonja, hogy a sineket sem függőlegesen helyezzük el a vágányban, hanem a kerék kuposságának megfelelően  $1/16 \sim 1/20$  hajlással a vágány közepe felé, hogy ezáltal a keréknyomás a sinek magassági tengelye irányában adásék át. A tulemeléssel a sinszálak hajlása a függőlegeshez viszonyítva változik és pedig a külső sinszál távolodik, a belső közeledik a függőlegeshez. A tulemelés határértéke az lesz, - legalább az volna a célszerű határértéke - amelynél a belső sinszál a függőleges helyzetben van; ennél nagyobb tulemelés a belső sinszál kifordítani igyekeznek. A tulemelés e határértékét tehát a sineknek a talpfa merőlegesétől való elhajlása és a nyomköz nagysága szabja meg. Ha a sinek  $1/16$   $1/20$  ferde állásuak, akkor az alkalmazható legnagyobb tulemelés a nyomköz  $1/16$  ill.  $1/20$  -a.

$$m_{\max} = \frac{k}{16} \sim \frac{k}{20}$$

vagyis szabv. nyomtávolságu vasutakon		$m_{\max.} = 100 \text{ mm.}$
1.0 m.	" "	$m_{\max.} = 75 \text{ mm.}$
0.76 m.	" "	$m_{\max.} = 50 \text{ mm.}$
0.60 m.	" "	$m_{\max.} = 40 \text{ mm.}$

Helyesen megválasztott tulemeléssel elérhetjük azt is, hogy a kanyarulatokban a mindkétoldali sinszál egyenletesen kopják.

A tulemelés azonban nem azért van, mintha a kocsinak a centrifugális erő következtében a külső sinszál körül való kifordítását akarnánk ezzel megakadályozni, mert ha kiszámítjuk, hogy mily sebességgel kellene a vonatnak haladnia tulemelés nélküli pályán, hogy egyensúlyba csak labilissá válják (vagyis a fellépő erők eredője a külső sinszálra essék), oly nagy sebességet kapunk, amelyet vonatjaink nem érnek el. - Igy pl. szabv. nyomtávolságnál e sebesség határértéke (a kocsi súlypontját  $1.50 \text{ m.}$  magasságban véve fel a sín felső éle felett), ha a sugarat  $300 \text{ m.}$  -nek vesszük fel  $135 \text{ km/óra.}$

A kanyarulat elején már a teljes tulemelésre van szükségünk, azt tehát még az egyenesben kell kezdenünk és a kanyarulat elejéig fokozatosan az előirt értékig felfuttatni. Az egyenesben azonban a kocsi még nem hat a centrifugális erő, a tulemelésnek az egyenesbe eső lejtőjén tehát a kocsi a belső sinszálhoz fog szorulni, míg az iv elején fellépő centrifugális erő egyszerre a külső sinszálhoz fogja szorítani; az átmenet az egyenesből az ivbe tehát mindig nagy ütődéssel járna. Ennek elkerülése végett igyekeztek a kanyarulatokban az egyenesből fokozatos átmenetet kiképezni olyképen, hogy a tulemelés kifutási hosszúsága elején a sugár végtelen legyen és a tulemelésnek megfelelően folytonosan csökkenjen az iv elejéig, ahol a körkanyarulat sugarát éri el. Az iv és az egyenes közé u. n. átmeneti görbét iktatnak be. Az átmeneti görbe hosszúsága függ egyrészt a tulemelés nagyságától, tehát közvetve a kanyarulati sugártól és a tulemelés lejtőjének emelkedőjétől:

$$m = H \cdot 0.001 ; \quad 1\% = \text{a kifutási lejtő emelkedője}$$

A görbétől megkívánjuk, hogy görbületi sugara fokozatosan változzék a " $\infty$ "-tól az iv sugaráig  $R$ -ig. A görbületi sugárnak tehát

a következő általános képletet kell kielégítenie:  $\frac{C}{X} = \vartheta$

mert akkor, ha  $X = 0$ ;  $\vartheta = \frac{C}{0} = \infty$ ; de viszont, ha  $X = H$ , szükséges a

feltételnek megfelelően, hogy  $\vartheta = R$ , vagyis  $\vartheta = R = \frac{C}{H}$ ; amiből

$$C = R \cdot H$$

A görbületi sugár egyenlete tehát:

$$\rho = \frac{R.H}{x}$$

Valamely görbének egy pontjánál mért görbületi sugarára vonatkozólag a következő egyenlet írható fel:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\frac{d^2 y}{dx^2}}{\left[1 - \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{3/2}} = \frac{x}{R.H}$$

$\frac{1}{\rho}$  kifejezést a görbületi mértéknek is nevezzük.

Mint hogy az átmeneti kanyarulatok és a körív közös érintkezési pontjához húzott érintő csak igen kevéssé tér el az eredeti érintőtől, az érintő hajlásszögének tangense  $\frac{dy}{dx}$  kis érték, legfeljebb 0,1,  $\left(\frac{dy}{dx}\right)^2$  tag a kitűzésnél használatos pontosság mellett elhanyagolható és így fenti egyenlet megközelítőleg a következőképen írható:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{x}{R.H}$$

Ebből az összefüggésből levezethető az átmeneti görbe egyenlete:

$$\int \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{dy}{dx} = \frac{x^2}{2RH} + C_1$$

de ha  $x = 0$ , akkor a görbe érintője összeesik az egyenessel, ami csak akkor lehetséges, ha  $C_1 = 0$

$$\int dy = \int \frac{x^2 dx}{2R.H}$$

$$y = \frac{x^3}{6RH} + C_2$$

de  $C_2 = 0$ , mert ha  $x = 0$ , akkor  $y$  is egyenlő nullával, ami csak akkor lehetséges, ha  $C_2 = 0$

$$y = \frac{x^3}{6RH}$$

Ez az átmeneti görbe egyenlete: a görbe tehát harmadrendű parabola. Az egyenletet így is írhatjuk, hogy

$$y = \frac{x^3}{6C} \quad \text{ahol } C = R.H$$

de  $mH = H \cdot 0,001$ ; és  $m = t \cdot 0,00787 \frac{v^2}{R}$  tehát

$$H = t \frac{0,00787 v^2}{R} \cdot \frac{1}{0,001}$$

és  $C = t \cdot 0,00000787 \cdot v^2 \cdot 1 = 7,87 t \frac{v^2}{i}$

Szabványos nyomtávolságú vasutakon: fővasutakon  $C = 12000$

h.é.v.  $C = 6000$

1,0 m. nyomt. vasutakon	$v = 35$ km. $C = 4500$	25 km. 3000	20 km. 1500
0,76 m. " " "	$v = 30$ km. $C = 3000$	20 km. 1500	15 km. 750



Erdei vasutakon ezek szerint legjobban megfelel a  $C = 750$  érték, vagyis

$$y = \frac{x^3}{6,750} = \frac{x^3}{4500}$$

Végül a kanyarulatban haladó vonat vontatására azért is szükséges több vonóerő mint az egyenesben, mert a vonóerő hatásvonala nem esik együvé a mozgás irányával, ami különösen éles kanyarulatokban, esetleg ellenkező kanyarulatokban menő vonatnál tetemes vonóerő többletet jelenthet.

A kanyarulati ellenállásnak (az előre bocsátott kocsiszerkezetek és pályakiképzés mellett való) nagyságát rendszeren gyakorlati képletekkel számítjuk ki. Erre vonatkozó képletek:

Szabv. nyomt. vasutakra vonatkozólag:

Hoffmann szerint

$$\text{"1" merev tengelytávolságu járműveknél: } k = \frac{41 - 1}{S - 45} \cdot 21 / \text{kg tonna}$$

$$\text{illetve kanyarbeállító tengelyek esetén } k = 4 \left( \frac{10.1}{S} - 0.1 \right) \text{ kg/t.}$$

Egyszerűbb képletek a következő alakban:

$$k = \frac{C}{S}$$

amely képletben teherv.-nál  $C = 750$   
személyvonatoknál  $C = 550$   
gyorsvonatoknál  $C = 500$

Röckl gyakorlati képleteinek általános alakja:

$$k = \frac{C}{S - S_0} \quad \text{e szerint}$$

$$\text{szabv. nyomt. fővonalaknál} \quad k = \frac{650}{S - 60} \text{ kg/tonna} \quad S \geq 300$$

$$\text{"-" mellékvonalakon} \quad k = \frac{500}{S - 30} \quad \text{"-"} \quad S < 300$$

$$1.0 \text{ m. "-" vasutakon} \quad k = \frac{420}{S - 20} \quad \text{"-"} \quad S < 300$$

$$0.75 \text{ m.} \sim 0.76 \text{ m. nyomt. v.} \quad k = \frac{350}{S - 10} \quad \text{"-"} \quad S < 300$$

$$0.60 \text{ m. nyomt. vasutakon} \quad k = \frac{200}{S - 5} \quad \text{"-"} \quad S < 300$$

7) A mozgó levegő, szél okozta ellenállás csak esetlegesen lép fel. Számításba ritkán vesszük.

A szél iránya lehet a vonat haladási irányával egyező, vagy ellenkező, avagy oldalszél. Az első esetben elősegíti, a második és a harmadik esetben akadályozza a vonat haladását.

A vágány tengelyével párhuzamos szél okozta ellenállást ugyanazon képlettel számíthatjuk ki, mint a nyugvó levegő okozta ellenállást csak a vonatsebesség értékébe egyező irányú szél esetén a vonat és szél sebesség különbségét, ellentétes szél esetén a vonatsebesség és szél sebesség összegét kell a képletbe helyettesítenünk.

E szerint szabv. nyomt. vasutaknál:

$$E = (0.00053 - 0.000035 \cdot n) (v_v - v_{sz})^2$$

keskeny vágányu vasutaknál:

$$E = (0.00035 - 0.000021 \cdot n) (V_v - V_{sz})^2$$

Az oldalszél hatása már függ a szél irányának a vonat haladási irányá-

val bezárt szög nagyságától. Az oldalszél hatása egyrészt abban nyilvánul, hogy a kocikat az egyik sinszál felé igyekszik terelni és ezáltal az egy tengelyre erősített kerekek közül az egyik kisebb, a másik nagyobb sugaru köríven kénytelen mozogni, az ut kiegyenlítődés tehát csak ellenállást okozó csuszással történhetik; a szélnek a vonat haladási irányában eső komponense pedig a mozgást akadályozza, ill. elősegítheti. Az ellenállás nagysága természetesen a szél sebességével nő. Liphay a következő képletet állította fel a szél okozta oldalnyomásra, mint ellenállásra:

$$E_{sz} = \gamma \cdot n \cdot F_2 \cdot c^2 \sin^2 \beta \quad \text{tonna; ahol} \quad \gamma = 0.000088$$

Ehhez természetesen még hozzájárul a szélnek a mozgás irányában eső komponensének hatása, amely az előbb tárgyalt képletekkel határozható meg.

$$E_6 = n \cdot \gamma \cdot F_2 \cdot c^2 \sin^2 \beta + (\alpha \cdot F_1 + \beta \cdot n \cdot F_2) \cdot c^2 \cdot \cos^2 \beta$$

Behelyettesítve ismét a szabv. nyomt. vasutaknál  $F_1 = 6 \text{ m}^2$ ,  $F_2 = 10 \text{ m}^2$ , keskenyvágányu vasutaknál pedig 4 ill.  $6 \text{ m}^2$ -t és az  $\alpha$  és  $\beta$  tényezőket, kapjuk:

szabv. nyomt. vasutaknál

$$E_{o.sz} = 0.00088 \cdot n \cdot c^2 \sin^2 \beta + (0.00053 + 0.000035 \cdot n) c^2 \cdot \cos^2 \beta \quad \text{tonna}$$

és keskenyvágányu vasutakra vonatkozólag

$$E_{o.sz.} = 0.00053 \cdot n \cdot c^2 \sin^2 \beta + (0.00035 + 0.000021 \cdot n) c^2 \cos^2 \beta \quad \text{tonna}$$

Az eddig tárgyalt összes ellenállások kiszámításánál mindig állandó vonatsebességet tételeztünk fel. Ha már most a sebességet változtatni akarjuk, akkor a sebesség növeléséhez bizonyos erő szükséges, amelyet a fentiek szerint ellenállásnak is foghatunk fel.

8) A s e b e s s é g v á l t o z á s n á l f e l l é p ő e l l e n á l l á s.

Hogy valamely  $Q$  súlyu vonat sebességét  $v_1$ -ről  $v_2$ -re emelni akarjuk, bizonyos  $h$  ut hosszúságon, vagyis ha a mozgó testnek gyorsulást akarunk adni, Launhardt szerint a következő erőre van szükségünk:

$$P = m \cdot \gamma, \quad \text{de} \quad \gamma = \frac{ds}{dt} \quad \text{és} \quad s = \frac{dh}{dt} \quad \text{ebből}$$

$$\gamma = \frac{s \cdot ds}{dh} \quad \text{tehát} \quad E_8 = m \cdot \frac{s \cdot ds}{dh}$$

A vonat nemcsak haladó mozgást, de egyes részei (kerekek, tengelyek stb.) forgó mozgást is végeznek és épen ezért a vonat egész tömegén kívül a forgó mozgást végző részek redukált tömege is számításba veendő. T. i. a "v" sebességgel mozgó testben, vagy vonatban felhalmozódott eleven energia:

$$L = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

a forgó mozgás következtében felhalmozódott energia pedig

$$L_f = \frac{m \cdot \omega^2 \cdot r^2}{2} \quad (\omega = \text{a szögsebesség})$$

Az összes felhalmozott energia tehát:  $L_0 = \frac{m \cdot v^2}{2} + \frac{m \cdot \omega^2 \cdot r^2}{2} = \frac{m v^2}{2}$

de tiszta gördülés esetén a kerék és sín között csuszás csak akkor nem lép fel, ha a keréknek a sinnel érintkező anyagi pontja a haladó mozgás

következtében épen annyit halad előre, mint amennyit a forgó mozgás következtében hátra, vagyis ha a haladó mozgás sebessége:  $V = r \cdot \omega$  (ahol "r" a kerék sugara) ezt behelyettesítve az eleven energia képletébe:

$$L_0 = \frac{M \cdot v^2}{2} + \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{v^2}{2} (M + m) = \frac{v^2}{2} (M)$$

vagyis  $M = M + m$

Ez az összefüggés azonban csak akkor áll fenn, ha a keréknek forgó mozgást végző tömegét a kerék futó felületén koncentrálni képzeljük el. A forgó mozgást végző alkotórészek tömege az egész vonat tömegének mintegy  $0.06 \sim 0.10$  része, átlagban  $0.08$  része, tehát:

$$m = M(1 + 0.08) = 1.08 \cdot M, \quad \text{de } M = \frac{Q}{g} \text{ és így}$$

$$E_8 = \frac{1.08 \cdot Q}{g} \frac{s \cdot ds}{dh}$$

$$E_8 \cdot dh = 0.1101 \cdot Q \cdot s \cdot ds = 110.1 \cdot Q \cdot s \cdot ds \quad \text{kg/t}$$

Integrálva e kifejezést  $h_1 - h_2 = h$  hosszúságra, amelyen a sebesség változást keresztül akarjuk vinni,  $s_1$  sebességről  $s_2$  sebességre, lesz

$$E_8 \int_{h_1}^{h_2} dh = 110.1 \cdot Q \int_{s_1}^{s_2} s \cdot ds; \quad \text{ebből } E_8 = 110.1 \cdot Q \frac{s_2^2 - s_1^2}{2h}$$

$$E_8 = 55 \cdot Q \frac{s_2^2 - s_1^2}{h}$$

A sebességet  $v_1$  ill.  $v_2$  km/órában kifejezve:

$$E_8 = 4.26 \frac{v_2^2 - v_1^2}{h} \quad \text{kg}; \quad s_1 = \frac{v_1}{36}, \quad s_2 = \frac{v_2}{36}$$

Az ellenállást kg-ban 1 tonna vonatsúlyra vonatkoztatva lesz tehát:

$$d = 4.26 \frac{v_2^2 - v_1^2}{h} \quad \text{kg/t.}$$

Illetve, ha a gyorsulást  $\gamma$ -t vesszük számításba, akkor a fenti képlet szerint:

$$E_8 = 110.1 \cdot Q \cdot \gamma \quad \text{kg}$$

és az 1 tonna vonatsúlyra vonatkoztatott ellenállás:

$$d = 110.1 \gamma \quad \text{kg/t.}$$

#### 4.§. Vasutak nyomjelzésére irányadó műszaki megállapítások.

Mielőtt valamely vasut nyomvonalának keresését megkezdendők, előbb ismernünk kell a vasutak építésére és üzemére vonatkozó, részben törvényes intézkedésekben is lefektetett irányelveket, határozmányokat. E tekintetben a hazai közforgalmu vasutakra vonatkozólag irányadók a Német Vasuti Egylet- amelynek kötelékébe tartoznak a világháboru óta a német, az osztrák, a németalföldi és hazánk vasutjai - hivatalos kiadmányai u.m. :

Technische Vereinbarungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebeneisenbahnen, (Fő- és mellékvasutak építésére és üzemi berendezéseire vonatkozó műszaki megállapodások.) 1909-ből és 1910 évi függelékkel. Használatos rövidítése: T. V.

Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Local-eisenbahnen. 1909.- Rövidítése G.Z.

Magyar törvényes intézkedések: a közmunka- és kereskedelemügyi m.kir.miniszternek a magánvasutak engedélyezésére és építésére vonatkozó 1885.évi 40.003 számú szabályrendelete,

a h.é.vasutakra vonatkozó 1880.évi XXXI.t.c. és az 1888.évi IV. t.c.;

a közmunka- és kereskedelemügyi miniszter 1889 évi 7635 számú szabályrendelete a szabványos nyomtávu helyiérdekű vasutak építésénél és felszerelésénél irányadó alapelvek tárgyában;

a kereskedelemügyi m. kir. miniszter 1908 évi 30666 számú rendelete (hidszabályrendelet);

a kereskedelemügyi m. kir. miniszter 1890 évi 19.519 számú rendelete: az állam által létesítendő vasutvonalakon felállítandó épületekről;

a kereskedelemügyi m.kir.miniszter 1911 évi 28.735 számú szabályrendelete " A vállalati uton végrehajtandó középítkezési munkákra vonatkozó általános és részletes feltételek."

a kereskedelemügyi miniszter 1906 évi 52.777 számú rendelete a géperejű gazdasági és iparvasutak építéséről;

1886 évi 40321 számú rendelete a szállítható mezeli vasutakra vonatkozólag;

1904 évi 62.651 számú rendelete az iparvasutak nyomtávolságáról,  
1905 évi 43.606 sz. rend. könnyítések az iparvasutak építésénél,

A kisajátításra vonatkozó hazai törvényes intézkedések:

az 1881 évi XLI.t.c. és ipar stb.vasutakra nézve az 1907 évi III.t.c. 8.§-a.

Ezen megállapodások és törvényes intézkedések ismeretében a nyomjelzés megkezdése előtt még a következő műszaki kérdésekre kell megállapodnunk:

- a) a tervezett vasut jellegére és üzemére vonatkozólag
- b) a vasut nyomtávolsága
- c) az irányviszonyokra, nevezetesen a megengedett legkisebb görbületi sugárra
- d) a megengedett legnagyobb emelkedőre vonatkozólag.

a) A tervezett vasut jellegét rendszeren már a vasut létesítését szükségessé tevő gazdasági és egyéb követelmények szabják meg. E tekintetben megkülönböztetünk

fővasutakat, amelyek egy ország fővasuti utvonalát adják, rendszeren külföldi vasutakkal való csatlakozással,

mellékvasutakat, amelyek a fővonalakból kiágazva az ország behálózását vannak hivatva,

helyiérdekű vasutakat, amelyek egyes kisebb vidékek helyi for-

galmának lebonyolítására szolgálnak, becsatlakozással a fő-, vagy mellékvasutakra;

gazdasági, ipar- és erdei vasutakra, amelyek leginkább csak valamely gazdaság, erdőgazdaság feltárására szolgálnak és vagy közforgalmu vasúthoz, vagy feldolgozó telep, gyárhoz, vagy a fogyasztó helyre vezetnek, illetve amelyek valamely ipartelepen a tömegszállítást vannak hivatva elvégezni és esetleg az ipartelepet a közforgalmu vasúttal kapcsolják össze.

Az erdőgazdaság keretén belül létesülő erdei iparvasutak célja főleg az erdő termékeinek a feldolgozó telepre, fogyasztó helyre való szállítása, esetleg más közforgalmu ut-vasut, vagy vízi uthoz való csatlakozás.

Míg a fő-, mellék-, és helyi érdekű vasutak bárki által igénybe vehetőek, a közforgalmat bonyolítják le, addig a gazdasági-, erdei és iparvasutak rendszeresen csak a gazdaság, birtok, avagy ipartelep saját használatára és csak kivételesen egyúttal korlátolt mérvben a közforgalomra épülnek. E szerint a vasutak közforgalmu, korlátolt közforgalmu és tisztán magánhasználatu vasutakra is feloszthatók.

A gazdasági és iparvasutak ezenkívül létesülhetnek állandó használatra és esetleg csak időleges használatra, mint például erdőgazdaságokban tisztán csak valamely erdőterület termékeinek leszállítására, amelyek a szállítás befejezése után felszedetnek, illetve máshová helyeztetnek át. (Állandó és ideiglenes, avagy hordozható vasutak.)

A vasut jellegét tehát az ahhoz fűzött gazdasági, vagy más követelmények szabják meg.

A tervezett vasuttól várt teljesítőképesség, valamint a terep alakulata, a rendelkezésre álló energia források és egyéb tekintetek alapján, döntenünk kell a vasuton alkalmazandó vonóerő megválasztásában. A vasuton a teher vontatására alkalmazott vonóerő lehet állati, vagy gépi vonóerő. Az állati vonóerőt leginkább ember, vagy ló (esetleg öszvér) szolgáltatja. Az emberi vonóerő csak kisebb tömegeknek kis távolságra való szállítására alkalmas és így inkább csak ipartelepek belső szolgáltatásában, vagy u.n. munkapályákon, ideiglenes vágányokon jöhet szóba, míg a ló vontatásu keskenyvágányu iparvasutak néha már tetemes hosszúságú hálózatot alkothatnak. A vasut teljesítőképességén kívül a terepviszonyok, főleg az emelkedő is nagy szerepet játszik a vonóerő megválasztásában. 10 - 15‰ -nél nagyobb, a teherszállítás irányába eső emelkedő már igen erősen csökkenti a lóvontatásu pályák teljesítőképességét, még nagyobb hosszabb emelkedő pedig már kérdésessé teheti a lóvontatásu üzemet. Ezzel szemben előnye a lóvontatásu pályáknak, hogy az alépitménye és a felépitménye könnyebb kivitelben, tehát olcsóbban épülhet.

A géperőre berendezett vasutak létesítése nagyobb befektetéssel jár a szilárdabb al- és felépitmény és a költségesebb járóművek miatt, de ezzel szemben teljesítő képességük egyrészt a nagyobb vontatási sebesség, másrészt az egyszerre vontatható nagyobb teher miatt sokkal nagyobb és amellet erősebb vontatógép alkalmazásával a szükséghez képest még növelhető is. A gépi erőre berendezett vasutakon a vontatás rendszerint mozgó gőz-, vagy exploziós géppel, esetleg villanymótorral felszerelt járómű segítségével, az u.n. lokomotívval történik (esetleg motoros kocsival), míg az álló géppel bíró pályák inkább csak különleges nehéz viszonyok (kis távolságon nagy szintkülönbségek legyőzésére stb.) között fordulnak elő, miért is ezeket később külön tárgyaljuk.

Erdei vasuti hálózatok üzeménél az exploziós motorok nem igen használatnak, hanem inkább a gőz-, vagy villanyerő. E kettő között való választás a helyi viszonyok kellő mérlegelése után történhetik. A gőzüzemű vasutak előnye az aránylag olcsóbb felépitmény, tehát kisebb befektetési költség, kevésbé kényes kezelés, továbbá főleg erdei vasutaknál az a körülmény is, hogy a tüzelő anyag -ha fatüzelésre berendezett lokomotívjaink vannak- olcsóbb, mert hiszen a kevésbé értékes fahulladék is felhasználható. Habár nagyobb üzemekben gyakran gazdaságosabb még ily esetekben is a szénttüzelés bevezetése. Erre vonatkozó-

lag jóval előre számításokat kell végezni.

A villamos üzem erdei vasuti hálózatokban inkább csak akkor gazdaságos, ha olcsó villamos áram áll rendelkezésre, illetve ha illet akár vízerőtelepen, akár pedig valamely gyengébb minőségű barnaszén telepen állíthatunk elő és az erőtelep gazdaságosságának biztosítására, a lehető egyenletes megterhelés végett más ipartelep (pl. fűrész, fafeldolgozó ipartelep stb.) is elláthatunk villamos energiával. Igaz, hogy a vízi erőtelep létesítése, valamint a felépítményhez tartozó vezeték a befektetési költségeket lényegesen emeli, de ezt ismét ellensúlyozza a kisebb üzemi költség. A villamos üzem előnyére szolgál még azonkívül nemzetgazdasági nézőpontból oly fontos helyes energia gazdálkodás is. A villamos üzemű pályák előnye amellet még az is, hogy nagyobb emelkedő is iktatható be, mint a gőzüzemű adhaesios vasutakon.

b) A nyomtávolság megválasztása is főleg a gazdasági követelményektől és esetleg a vasut céljától fog függni. A vasut nyomtávolságán a vágányt alkotó sinek belső élének egymástól való távolságát értjük és pedig a sinfej legmagasabb pontja alatt 14 mm. magasságban mérve. A nyomtávolságot a vasut gyermekkorában meglehetősen önkényesen, szinte a véletlen folytán választották meg, noha annak a vasut teljesítőképesége nézőpontjából igen fontos szerep jut. A minél szélesebb nyomtávolság szélesebb, tehát nagyobb befogadó képességű járóművek alkalmazását teszi lehetővé. De másrésztől a nagy távolságokra, országok között való nemzetközi forgalomban fontos ismét az, hogy a vasutak nyomtávolsága egyező legyen, hogy az áruknak átrakását elkerülhessük és így a más országbeli vasutak kocsijai is egymás pályáján járathatók legyenek, de stratégiai okokból is fontos az egységes nyomtávolság. E körülménynek a fontosságát a vasuti forgalom fejlődésével csakhamar észre vették és ennek alapján igyekeztek is az egyes országok egymás között megállapodásra jutni. - Szokásos nyomtávolságok:

a) a szabványos nyomtávolság 1'435 m., amely a kontinens legtöbb fővasutján általánosan elfogadott, azonkívül ily nyomtávolságban épülnek a fővasutakhoz csatlakozó mellék és legtöbb helyi érdekű vasutak is. Franciaország a nyomtávolságot a sinek függőleges középvonala között méri és azt a távolságot a szabványos nyomtávolságnál 1'50 m.-ben állapítja meg.

b) az u.n. széles nyomtávolság, mint az oroszországi vasutak nyomtávolsága 1'525 m.; a spanyol vasutak nyomtávolsága 1'600 m.

c) a szabványosnál kisebb, u.n. keskeny nyomtávolság, amelynél a legkülönbözőbb nyomtávolságok is fellelhetők u.m.: 1'200 m.; 1'067 m.; 1'00 m.; 0'785 m.; 0'76 m.; 0'75 m.; 0'60 m.; továbbá inkább lőüzemű pályákon 0'50 és 0'45 m. stb.

Gazdasági (egységes gyártás stb.), továbbá stratégiai nézőpontokból itt is célszerű volna egységes méretben megállapítást létesíteni. Hazánkban a kereskedelemügyi m.kir. miniszter 1904 évi 62.551 sz. rendelete gőzüzemű vasutakra -kivételes esetektől eltérőleg- általában a bosnyák vasuti hálózat nyomtávolságát, vagyis 760 mm.-t írta elő, ezenkívül azonban még megengedi az 1'0 m. és 0'60 m. nyomtávolságú vasutak építését is; és egyuttal gőzüzemű vasutakra nézve a 0'60 m. nyomtávolságot alsó határul szabja meg. - Kézi üzemű vasutak természetesen a legkülönbözőbb, még ennél is kisebb nyomtávolsággal lelhetők fel.

A nyomtávolság megválasztásánál tehát a vasut jellege, továbbá a várt teljesítőképeség és gazdaságosság lesz az irányadó, de amellet a terepviszonyok, továbbá alárendelt h.é. vasutaknál, valamint gazdasági, erdei és ipar vasutaknál fontos szerepet játszik az is, hogy vajjon más közforgalmu vasutakhoz csatlakozik-e és milyen tömegek és milyen természetű áruk kerülnek a csatlakozó közforgalmu vasutakon továbbszállításra. A keskenyvágányu vasut már az alépítmény kisebb koronaszélessége miatt is jóval kisebb földmozgósítást igényel, amihez még hozzájárul, hogy a keskenyvágányu vasutakon alkalmazható kisebb kanyarulati sugarak miatt, a vonalvezetéssel jobban simulhatunk a terephez, miáltal a földmozgósítás még jobban csökkenthető, a műtárgyak kisebbek és gyengébbek, a felépítmény is gyengébb lehet, a járóművek is könnyebb kivitelűek és így az építő és befektetési költségek tetemesen csökkenthetők,

de másrészt a kisebb vontatási sebesség, másrészt a kisebb továbbítható teher miatt, teljesítőképesége kisebb, üzemi költsége 1 km.-re vonatkoztatva valamivel nagyobb, de főleg szabványos nyomtávolságú vasutakhoz való csatlakozásnál az áruk átrakása tetemes kiadással jár. Az átrakódás elkerülése végett ugyan próbálkoztak alzatkocsikat alkalmazni, amelyekre a szabványos vasuti kocsik felfutnak és így azok a keskeny vágányon továbbíthatók, de az alzatkocsi üzem csakis kisebb távolságra és kisebb tömegeknél fizetődik ki, mert egyrészt az üzem biztonsága szenved, másrészt a vontatási költségek a nagy holt súly miatt a hasznos teher egységére vonatkoztatva - emelkednek. Adott esetben a szabványos és keskeny nyomtávolság között való választást számításokkal kell eldöntenünk. Tájékoztató adatokat a keskeny és szabv. vasutak építő költségei között nehéz adni.

Haarmann a keskenyvágányu vasutak építő költségeit átlagban és közepes viszonyok mellett, a szabványos nyomtávolságú vasut építő költségeinek

1.0 m. nyomtávolságunál	70%	
0.75 m.            "-"	60%	
0.60 m.            "-"	40%-ban	állapítja meg.

Természetesen nehéz terepviszonyok között a sokkal kisebb földmozgósítás, a költséges alagutak elkerülhetése, avagy lényeges megrövidítése, a nagyszabású műtárgyak csökkentése miatt ez a viszony a keskenyvágányu vasutak javára még sokkal kedvezőbb lehet. Legjobb tehát adott esetben inkább mindkét megoldásra nézve külön-külön tájékoztató költség számítását végezni.

A befektetési költségeknél fontos szerepet játszik a járóművek beszerzési költsége; szabványos nyomtávolságú vasutnál gyakran ezek beszerzése el is maradhat, míg keskenyvágányu vasutak mindenkor saját járóművekkel látandók el.

Az üzemi költségek a különböző nyomtávolságoknál is mások. T. i. az üzemi költségeknek az üzemvezetésre, igazgatásra eső részei nagyjára függetlenek a nyomtávolságtól; a fenntartási költségek, főleg a felépítmény fenntartása a kisebb kanyarulati sugarak miatt helyesen szerkesztett járóművek esetén a keskenyvágányu vasutakon sem tehet ki nagyobb összeget, mint a szabványos nyomtávolságúakon, kivéve a lokomotívoknál a nyomtávolság csökkenésével növekvő rendetlen menetből eredő káros befolyását, amely azonban jól szerkesztett lokomotívoknál alig számba vehető. Sőt az e téren felmerülő fenntartási költség többlet ki-egyenlítést nyer a műtárgyak, alagutak, magas építmények, de még a folyópálya fenntartási (olcsóbb és kevesebb ágyazási anyag, olcsóbb talpfák, s sinek) költségeinek csökkenésében.

A vontatási költségeket általában a nyomtávolság csökkenésével emelkedőknek szokták felvenni. Evvel szemben Birk megállapítja, hogy e téren is helyes nyomjelzés mellett lényegesebb költség emelkedés nem áll elő. Így, ha a különböző nyomtávolságú vasutakon a legkisebb kanyarulati sugarakat a kanyarulati ellenállással arányosan is vesszük fel, akkor igaz, hogy a lokomotív és a vonatellenállás keskeny vágányu vasutakon nagyobb, mint a szabványos nyomtávolságúakon, mert a menet ellenállás (ellenállás az egyenesben) ugyanolyan menetsebesség-nél nagyobb és pedig 1.0 m. nyomtávolságnál mintegy 20%, 0.76 m. nyomtávolságnál 40%, 0.60 m. nyomtávolságnál mintegy 50%-al, de ezzel szemben a keskenyvágányu vasutak rendszeren kisebb sebességgel járnak és így e tényező káros hatása többé-kevésbé elesik. Iyben és emelkedőben épült pályáknál pedig még egyenlő sebességet is felvéve, a különbség az emelkedővel folyton csökken, már pedig a keskenyvágányu vasutak rendszeren nagyobb emelkedővel épülnek. A kenőanyag fogyasztás, valamint a járóművek fenntartási költségei a nyomtávolság csökkenésével csakis kezdetlegesebb járómű és lokomotív szerkezetek alkalmazása esetén nőnek, újabb jobb járóműveknél ez az eltérés is alig vehető számba. Amellett nem szabad arról sem megfeledkezni, hogy a keskenyvágányu kocsiknál a hasznos és a holt súly között való viszony átlagban véve kedvezőbb, mint a szabványos vasutaknál, ami egyrészt a keskenyvágányu kocsik ra-

kodósúlyának átlagos jobb kihasználásában, másrészt a kocsi önsúlya és a rakodósúly között a könnyebb kivitel miatt való kedvezőbb arányban nyeri magyarázatát.

Igy Liebmann szerint a különböző nyomtávolságoknál a hasznos és az önsúly közötti viszony átlagosan a következő:

	1435 m.	100 m.	075 m.	060 m.
		nyomtávolságoknál		
Személykocsiknál 1 ülőhelyre eső súly	318 kg. (100%)	154 kg. (485%)	140 kg. (44%)	100 kg. (315%)
Fedett teherkocsiknál a hasznos és önsúly viszonya	1.2	1.75	1.95	2.00
Sulymegtakarítás a szabv. nyomtávolságu kocsikra vonatkozott.	-	31%	42%	44%
Nyílt teherkocsinál a hasznos és önsúly viszonya	1.4	1.80	1.90	2.00
Sulymegtakarítás	-	23%	28%	33%

Ezekből látható, hogy az üzemi költségek a hasznos teherre vonatkoztatva a nyomtávolsággal nem változnak egyszerűen fordított arányban, sőt bizonyos pálya hosszúsági szelvény esetén még a keskenyvágányu vasutnál kedvezőbbben is alakulhatnak. Adott esetben tehát legjobb a hosszúsági szelvény alapján, a gyakorlati ellenállás képletekkel és fenti arányok tekintetbe vételével az összehasonlító számítást elvégezni a szóba jöhető nyomtávolságokra vonatkozólag.

Természetesen az üzemi költségekhez még hozzászámítandó a csatlakozó szabv. nyomtávolságu vasutra való átrakodás és a kocsi kiállítás költségei is, nemkülönben az építési, ill. befektetési költségekbe az átrakodó berendezés létesítési költsége is.

c) A megengedett legkisebb görbületi sugár tulajdonképpen a járóművek szerkezetétől, azok merev tengelytávolságától függ és azonkívül befolyásolja még a vasuton közlekedő vonatok menetsebessége és természetesen a terep sík, vagy hegyes volta is. A kocsik szerkezete többé-kevésbé a nyomtávolsággal, a közlekedő vonatok sebessége a vasut fő-, mellék-, vagy h.é.; esetleg magán ipar- stb. jellegével kapcsolatos. A megengedett legkisebb görbületi sugár rendszeren már törvényes intézkedésekben is szabályozást nyer. Így hazánkban a szabványos nyomtávolságu fővasutakon alkalmazható legkisebb görbületi sugár nyílt pályán 300 m., de gyorsan közlekedő vonatok járása esetén lehetőleg 800 m., - kivételesen 500 m. sugárnál kisebb ívek beiktatása kerülendő; állomásokon a legkisebb kanyarulati sugár 200 m., kitérőkben 180 m.; mellék és helyi érdekű vasutakon nyílt pályán lehetőleg 300, de szükség esetén 200 m. is, amely kivételesen kereskedelemügyi miniszteri engedéllyel leszállítható 180 m.-re, állomásokon és a kitérőkben 140 m. Ellenkező ívek között fővasutakon legalább 30 m., mellék és h.é. vasutakon legalább 10 m. hosszú tiszta közbenső egyenes iktatandó be.

Iparvágányokon, ha azokba fővasuti mozdonyok bejárnak, a fent közölt határértékek tartandók be, ha azonban csak fővasuti kocsik járnak be külön tolató mozdonnyal, akkor a kanyarulati sugár leszállítható 150 - 100 m.-re is, 3460 - 3000 mm. merev tengelytávolságu kocsik részére, kézi tolatásra berendezett iparvágányokon 90 m.-re is, de 150 m.-nél kisebb sugár esetén a rendes kocsiállítási díjon felül még kocsi rongálás címén is fizetendő póttileték.

Egyes speciális mozdony sorozatok, mint a 284, 274, 20 stb. (legnagyobb merev tengelytáv. 2680 mm.) 80 m., 377, 382, 380 sorozatnál (legn. merev tengelytáv. 2340 mm.) még 60 m.-es sugaru görbületekben is járhatnak.



A keskenyvágányu vasutakra a G.Z. 1.0 m. nyomtávolságnál 80 m., kivételesen 45 m., 0.75 m. nyomtávolságnál 60 m., esetleg 30 m., 0.60 m. nyomtávolságnál 30 m., kivételesen 20 m. kanyarulati sugarak betartását ajánlja, noha beálló tengelyekkel ellátott mozdonyok és forgó alvázak kocsi még 1.0 m. nyomtávolság mellett is, 25 m. sugaru ivekben jól járnak; lóüzemű pályákon természetesen a kanyarulati sugar lecsökkenthető 10 - 15 m.-re is. Ellenkező irányu ivek között lehetőleg legalább 10 m. hosszú közbenső egyenes iktatandó be.

Általában a legkisebb kanyarulati sugar megválasztásánál az az elv szokott irányadó lenni, hogy a keskenyvágányok legkisebb sugaru ivében a kanyarulati ellenállás ne legyen nagyobb, mint a szabványos nyomtávolságu vasutakon megállapított legélesebb ivben keletkező ellenállás. A kanyarulati ellenállás nagysága a merev tengelytávolság és a nyomtávolság tekintetbe vételével Redtenbach szerint:

$$k = 1.162 \mu \frac{1+s}{2r}$$

l = a merev tengelytávolság.

s = a nyomtávolság

r = a kanyarulati sugar

$$\mu = \frac{1}{4} \sim \frac{1}{7} \text{ surlódási tényező}$$

A merev tengelytávolság legnagyobb mértéke pedig ivekben

$$l = \sqrt{2R(b+j)}$$

b = a nyombővülés ( $b_{\max.} = 30-35 \text{ mm.}$ )

j = a kerék és a sín között való játék  $j = 0.01 - 0.025$

Két különböző nyomtávolságu vasut legkisebb kanyarulati sugara között tehát egyenlő görbületi ellenállás esetén a következő összefüggés áll fenn:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{l_1+s_1}{l_2+s_2}$$

Tehát:

$$\frac{r_{\text{szabv.}}}{r_{1.0}} = \frac{1.435 + l_1}{1.000 + l_2} \quad \text{és}$$

$$r_{1.00} = r_{\text{sz.}} \frac{1.000+l_2}{1.435+l_1}$$

$$\frac{r_{\text{szabv.}}}{r_{0.76}} = \frac{1.435 + l_1}{0.760 + l_2}$$

$$r_{760} = r_{\text{szabv.}} \frac{0.760+l_2}{1.435+l_1}$$

$$r_{0.600} = r_{\text{szabv.}} \frac{0.600 + l_2}{1.435 + l_1}$$

$$l_{\text{szabv.}} = \sqrt{2R.(b+j)} = \sqrt{2r_{\text{sz.}} \cdot 0.045}; \quad l_{760} = \sqrt{2r_{760} \cdot 0.030}$$

$$l_{1.00} = \sqrt{2r_{100} \cdot 0.035} \quad l_{600} = \sqrt{2r_{600} \cdot 0.028}$$

A szabv. nyomtávolságnál a legnagyobb merev tengelytávolságot a Máv.-nál a mozdonyoszakotknál használatos képlettel

$$l = \sqrt{2.R.(b+j)} = \sqrt{2.R.(0.045)} \quad \text{kiszámítva és fel-}$$

véve a legkisebb kanyarulati sugarat 180 m.-el, akkor  $l_{\text{sz.}} = 4.00 \text{ m.}$  Ezt behelyettesítve a fenti képletbe:

$$r_{1000} = r_{\text{sz.}} \frac{1.000 + l_2}{1.435 + 4.0} = 33.(1.000 + l_2)$$

$$r_{760} = 33.(0.760 + l_2); \quad r_{600} = 33.(0.600 + l_2)$$

Ezek alapján egyenlő görbületi ellenállást feltételezve és pedig

$$k = 1.167 \frac{1+s}{2r} \quad \text{képlet szerint}$$

Nyomtávolság						
1.435 m.	1.000 m.		0.760 m.		0.600 m.	
Legkisebb görbületi sugár és hozzátartozó legn. merev tengelyt.						
	S	l	S	l	S	l
S = 180 m.	132	300	91	200	86	200
l = 4.0 m.	120	260	90	194	80	180
k = 4.4 kg/t.	100	200	80	184	60	120
	80	140	60	104	50	090
	70	110			45	075
	100	3435	80	278	60	206
S = 100	90	299	70	234	50	162
	80	255	60	190	40	117
l = 3.0	70	210	50	146	35	095
	60	167	45	123	30	073
k = 6.92 kg/t.	50	123	40	101		
	40	100				

$$l_2 = \frac{r_2}{33} - s_2 ; \quad l_2 = 0.03 \cdot r_2 - s_2$$

Ha pedig a kanyarulati ellenállást Göring képleteivel számítjuk, amely szerint:

$$k_{sz.} = \frac{650}{R-50} \quad \text{ill. a mellék vasutakra } k = \frac{500}{R-30}$$

$$k_{1.00} = \frac{400}{R-20} ; \quad k_{0.76} = \frac{350}{R-10}$$

$$k_{0.60} = \frac{200}{R-5}$$

$$k = \frac{500}{r_{sz}-30} = \frac{400}{r_{10}-20} = \frac{350}{r_{0.76}-10} = \frac{200}{r_{0.60}-5}$$

$$r_{1000} = r_{sz.} \cdot 0.8 - 4 ; \quad r_{760} = r_{sz.} \cdot 0.7 - 11 ; \quad r_{600} = r_{sz.} \cdot 0.4 - 7.$$

A Göring-féle képletek szerint a különböző nyomtávolságoknál tehát az ugyanazon kanyarulati ellenállást okozó sugarak táblázata következőképpen alakul:

Kanyarulati ellenállás kg/t.	1.435 m.	1.000 m.	0.760 m.	0.600 m.	Megjegyzés
	nyomtávolságnál megfelelő kanyarulati sugár méterekben				
2.94	200	156	129	73	
3.33	180	140	115	65	
4.17	150	116	94	53	
4.55	140	108	87	49	
5.56	120	92	73	41	
7.14	100	76	59	33	
8.33	90	68	52	29	
10.00	80	60	45	25	

Ugyanezen adatok Haarmann képletei szerint kiszámítva:

$$k_{sz.} = \frac{600}{R-50} ; k_{1000} = \frac{400}{R-25} ; k_{760} = \frac{350}{R-10} ; k_{600} = \frac{200}{R-5}$$

Kanyarulati ellenállás kg/t.	1.435 m.	1.000 m.	0.760 m.	0.600 m.	Megjegyzés
	nyomtávolságnál megfelelő kanyarulati sugár méterekben				
4.00	200	125	97	55	$r_{100} = \frac{2}{3} r_{sz}^{-8.33}$ $r_{0.76} = 0.583 r_{sz}^{-19.2}$ $r_{0.60} = \frac{1}{3} r_{sz}^{-11.67}$
4.62	180	112	86	48	
6.00	150	142	68	38	
6.67	140	85	62	35	
8.57	120	72	51	28	
10.00	110	65	45	25	
12.00	100	58	40	22	

A különböző sugaru ívekben járatható kocsik megengedett legnagyobb merev tengelytávolsága (a Máv.-nál használatos képlet szerint kiszámítva):

$$t = \sqrt{2 \cdot R \cdot (b + j)}; \text{ és eszerint } \begin{matrix} j_{\min.} = 0.010 \text{ m.} \\ b_{\max.} = 0.035 \text{ m.} \end{matrix}$$

szabványos nyomtávolságnál:

S =	200	180	150	120	100	90	80	60
$b_{\max.}$	0.020	0.025	0.038	0.033	0.035	0.035	0.035	0.035
$t_{\max.}$	3.460	3.460	3.460	3.220	3.000	2.840	2.680	2.340

Ugyanezen képlet alapul vétele mellett, de a max.nyombővülést az 1.00, 0.76 és 0.60 m.nyomtávolságoknál 25, 20 ill. 18 mm.-nek felvéve, a megengedett legnagyobb merev tengelytávolság volna:

Sugár	1.000 m.		0.760 m.		0.600 m.		Megjegyzés
	nyomtávolságnál						
	b	t	b	t	b	t	
méter							
120	0.022	2.77	0.013	2.35	0.007	2.02	j = 0.010 m.
100	0.024	2.60	0.014	2.19	0.010	2.00	
90		2.50	0.015	2.12	0.010	1.90	
80		2.36	0.016	2.04	0.011	1.83	
70		2.21	0.017	1.94	0.012	1.76	
60		2.00	0.018	1.83	0.013	1.66	
50		1.87		1.73	0.014	1.55	
45	0.025	1.77		1.64	0.015	1.50	
40		1.67		1.55	0.016	1.44	
35		1.57	0.020	1.45	0.016	1.35	
30		1.45		1.34		1.29	
25		1.32		1.23		1.18	
20		1.18		1.10	0.018	1.06	
15						0.91	
10						0.74	

d) A legnagyobb emelkedő megválasztása igen nagy körültekintést igényel, mert az emelkedő nagysága befolyásolja legjobban az üzemi költséget és a vasut teljesítő képességét. Minél nagyobb az emelkedő, annál rövidebb lehet a pálya (tehát az építő költség csökken), de ezzel szemben ugyanazon vonóerővel annál kövesebb terhet tudunk rajta vontatni, (a teljesítő képesség csökken) illetve ugyanolyan teljesítő képesség elérésére, vagy nagyobb gépeket, lokomotivokat kell beszerezni (evvel a műtárgyakat és a felépítményt is nehezebbé kell építenünk, tehát költségesebbé válik), avagy annál több vonatot kell járatni, szóval az üzemi költség növekszik. Ismét kisebb emelkedő hosszabb vonalkifejlést (tehát nagyobb építő költséget) igényel, míg üzeme a nagyobb hosszúsága ellenére is kedvezőbb gazdasági eredményt fog elérni. Az emelkedő megválasztásánál tehát szintén a gazdaságosság a döntő, de természetesen mindig tekintettel a terep alakulatára, domborlati viszonyaira, az összekötendő pontok magasság különbségére és egymástól való távolságára. A legnagyobb emelkedő nagyságát elsősorban tehát a vontatandó teher és a rendelkezésre álló vonóerő szabja meg.

A vonóerőnek kell legyőznie a mozgással szemben fellépő összes ellenállásokat, vagyis a menetellenállást és a pályaellenállásokat. Bizonyos  $Q$  súlyú teher vontatásához szükséges vonóerő, ha a vontatógép súlyát  $L$ -el, a mozdony menetellenállását  $\mu_1$ -el jelöljük:

$$V = L(\mu_1 + e + k) + Q(\mu + e + k)$$

amely képletben a " $\mu_1$ ", " $\mu$ ", " $e$ " és " $k$ " értékeit az ismertetett gyakorlati képletekkel határozhatjuk meg. Az egyszerűbb számítás végett a pályaellenállásokat rendszeren emelkedőben szoktuk kifejezni és pedig olyképen, hogy a kanyarulati ellenállás nagyságát átszámítjuk vele egyenlő ellenállást előidéző emelkedőre és ezt az adott emelkedővel összegezzük. A kanyarulati ellenállást a közölt gyakorlati képletekkel kiszámítjuk és ahány kg/tonnát tesz ki, annyi ‰ emelkedőnek felel meg. Az emelkedőben kifejezett pályaellenállást viszonyított emelkedőnek nevezzük. Két pont között levő pálya szakaszon pedig a teljesítő képességre nézve a legnagyobb viszonyított emelkedő lesz az irányadó, miért is valamely pályán előforduló legnagyobb emelkedőt mértékadó emelkedőnek nevezzük.

$$e_m = e + k ; \quad \text{és eszerint} \quad V = L(\mu_1 + e_m) + Q(\mu + e_m)$$

$$\text{illetve} \quad e_m = \frac{V - L\mu_1 - Q\mu}{L + Q} = \frac{V - (L\mu_1 + Q\mu)}{L + Q}$$

ha a lokomotiv és a kocsi vonat ellenállást átlagos fajlagos ellenállással fejezzük ki:

$$\mu_k = \frac{L\mu_1 + Q\mu}{L + Q}$$

$$V = (L + Q)(\mu_k + e_m) \quad \text{és ebből}$$

$$e_m = \frac{V}{L+Q} - \mu_k$$

Gőzüzemű vasutaknál a vonóerő a lokomotiv gépi szerkezetéből és a tapadási súlyból állapítható meg, de a kifejthető felső határ mindig a tapadási súlyból kiszámított érték lesz. Ügyelnünk kell azonban arra is, hogy a tapadási súly tisztán a mozdony hajtott és kapcsolt tengelyeire eső súly. A tapadási együttható az időjárás, illetve a sinek jeges, nedves vagy száraz volta szerint  $\frac{1}{4}$  és  $\frac{1}{7}$  között változik, átlagosan véve  $f = 0.165 \sim \frac{1}{6}$

$$v = \frac{\alpha L}{6}$$

$\alpha =$  a lokomotív kapcsolt tengelyére ható és teljes súlya között való viszonyysz.

Adott mozdony típus esetén ezt természetesen ismerjük, de ha a mozdonyt még csak ezután akarjuk megválasztani, akkor célszerűbb a vonóerőt a mozdony teljes súlyának  $\frac{1}{7}$ -vel számítani, tekintettel az esetleg szükséges futótengelyekre eső súlyvesztésre.

$$v = \frac{\alpha L}{6} \sim \frac{L}{7} \text{ behelyettesítve: } e_m = \frac{\alpha L}{6(L+Q)} - \mu_k \sim \frac{L}{7(L+Q)} - \mu_k$$

De a tapadási súlyból kiszámított vonóerő csak felső határt jelent, nekünk még szükségünk van a gép által kifejtendő legnagyobb munka teljesítmény ismeretére is (lóerő teljesítmény), hogy tudjuk mily sebesség mellett tudja a lokomotív a szükséges vonóerőt kifejteni, illetve kívánt menetsebesség mellett mekkora lehet a mértékadó emelkedő. A lokomotív lóerő teljesítménye:

$$N_P = \frac{V \cdot s}{75} P \quad \text{de}$$

$$s = \text{sebesség msec.}^{-1}$$

$$v = \text{"-"} \quad \text{km.óra}^{-1}$$

$$N_P = \frac{V \cdot v}{270} P$$

$$s = \frac{v}{3.6}$$

és e feltétel alapján

$$e_m = \frac{270 \cdot N}{v \cdot (L+Q)} - \mu_k$$

Egyenesben tehát az alkalmazható legnagyobb emelkedő egyenlő a mértékadó emelkedővel, míg ívekben a kanyarulati ellenállással csökkentett emelkedő alkalmazható csak.

$$e_o = e_m$$

$$e_k = e_m - k$$

Az építő költségben való takarékoskodás végett azonban gyakran, különösen iparvasutakon, rövidebb távolságra a mértékadó emelkedőnél nagyobb emelkedőt is szoktak alkalmazni anélkül, hogy a felvontatandó terhet csökkentenék. Az ilyen emelkedőt rohamos emelkedőnek nevezzük.

A rohamos emelkedőt mindig a mértékadónál kisebb emelkedésű szakasz előzi meg és követi. A rohamos emelkedőt megelőző szakaszon a lokomotívot teljes teljesítőképességének kihasználásával a rendesenél nagyobb menetsebesség elérésére készítjük (neki futás) és most a rohamos emelkedőn a vonatban felhalmozódó eleven energia továbbítja a vonatot, de természetesen csökkenő sebességgel, míg a követő szakaszon ismét rendes sebességét éri el a vonat.

Adott esetben tehát rendszeren feladatunk a rohamos - emelkedőt megelőző és követő szakasz hosszúságát, esetleg emelkedőjét meghatározni. A rohamos emelkedőt megelőző, a mértékadónál kisebb emelkedő szakasz elején a vonat a rendes  $v$  km./óra sebességgel jár és minthogy teljes vonóereje a kisebb emelkedőn nincsen, a vonóerő többletet a sebesség növekvésére használjuk fel. Az ismertetett képlet szerint a sebességváltozásra szükséges vonóerő (ellenállás) 1 tonna súlyra vonatkoztatva:

$$\alpha = 4.26 \frac{v_1^2 - v_0^2}{h_1}$$

$v_0 =$  a vonat rendes sebessége

$v_1 =$  a vonat sebessége a megelőző szakasz végén

A mértékadó emelkedőn kifejthető vonóerő:

$$V = (Q + L)(\mu_k + e_m)$$

a megelőző szakaszon kifejthető vonóerő ezzel egyenlő lévén

$$V = (Q + L)(\mu_k + e_m) = (Q + L)(\mu_k + e_1 + \alpha)$$

$$\text{tehát } e_m = e_1 + \alpha = e_1 + 4 \cdot 26 \frac{v_1^2 - v_0^2}{h_1}$$

$$e_m - e_1 = 4 \cdot 26 \frac{v_1^2 - v_0^2}{h_1}$$

$e_1$  = a megelőző szakasz emelkedője

$h_1$  = a megelőző szakasz hossza

A rohamos emelkedő szakaszon pedig:

$$(Q + L)(\mu_k + e_m) = (Q + L)(\mu_k + e_r + \alpha)$$

$$\alpha = 4 \cdot 26 \frac{v_2^2 - v_1^2}{h_r}$$

" $v_2$ " a vonatsebesség a rohamos emelkedő végén.

$$\text{de } v_2 < v_1$$

$$v_2 > v_0 < v_1$$

$$\alpha = -4 \cdot 26 \frac{v_1^2 - v_2^2}{h_r}$$

$$e_r - e_m = 4 \cdot 26 \frac{v_2^2 - v_1^2}{h_r}$$

A követő ( $h_2$ ) szakasz végén ismét elérjük a rendes menetsebességet:

$$(L + Q)(e_m + \mu_k) = (L + Q)(e_2 + \mu_k + \alpha)$$

$$e_m - e_2 = 4 \cdot 26 \frac{v_0^2 - v_2^2}{h_2}$$

Megjegyzendő, hogy a gyakorlatban a neki futást rendszeren csak oly hosszúságban végezzük, hogy a rohamos emelkedő lábán a menetsebesség legfeljebb  $v_1 = 1.7 \cdot v_0$  legyen; a rohamos emelkedő hosszúságát, illetőleg emelkedőjét úgy választjuk meg, hogy annak végén a vonat sebessége legalább  $v_2 = 0.7 \cdot v_0$  legyen.

A fenti összefüggésekből minden feladatot megoldhatunk, így az előbbi jelzések megtartásával:

$$h_1 = 4 \cdot 26 \frac{v_1^2 - v_0^2}{e_m - e_1}; \quad h_r = 4 \cdot 26 \frac{v_1^2 - v_2^2}{e_r - e_m}; \quad h_2 = 4 \cdot 26 \frac{v_0^2 - v_1^2}{e_m - e_2}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{(e_m - e_1)h_1}{4 \cdot 26} + v_0^2}; \quad v_2 = \sqrt{\frac{(e_m - e_2)h_2}{4 \cdot 26} - v_0^2}$$

$$e_1 = e_m - 4 \cdot 26 \frac{v_1^2 - v_0^2}{h_1}; \quad e_r = e_m + 4 \cdot 26 \frac{v_1^2 - v_2^2}{h_r}; \quad e_2 = e_m - 4 \cdot 26 \frac{v_0^2 - v_2^2}{h_2}$$

A rohamos emelkedő beiktatásával tehát a teljesítő képesség sérelme nélkül az építő költségekben megtakarítást érhetünk el, de azért ily rohamos emelkedők beiktatása mégis a lehetőség szerint kerülendő, mert üzembiztonsági nézőpontból mindig kényes részei maradnak a pályának, ahol mindig csak a legnagyobb elővigyázattal szabad a forgalmat lebonyolítani.

A felfelé való menetnél az emelkedő felső határa ott van, ahol a vonóerőt szolgáltatató, már csak önmagát tudja a lejtőn felfelé vontatni, vagyis ahol:

$$\alpha \cdot L \cdot f = L(\mu_1 + e_m) \quad \text{vagyis} \quad e_m = \alpha \cdot f - \mu_1$$

vagyis tisztán kapcsolt tengelyekkel bíró szertartányos mozdonynál, ahol  $\alpha = 1$  és  $f = 0.165 \sim \frac{1}{6}$

$$0.165 \cdot L \sim \frac{L}{6} = L(\mu_1 + e_m)$$

$$e_m = (0.165 - \mu_1)$$

Szerkocsis mozdonyoknál természetesen a mozdony a szerkocsit is kénytelen maga után vontatni; a szerkocsi súlyát Sz-el jelölve, az összefüggés a következő

$$\alpha \cdot L \cdot f = (L + Sz)(\mu_k + e_m) \quad \text{ahol} \quad \mu_k = \frac{L\mu_1 + Sz}{L + Sz}$$

$$\text{és} \quad e_m = \frac{\alpha \cdot L \cdot f}{L + Sz} - \mu_k$$

Természetes, hogy az ily emelkedő gyakorlatilag egyáltalában nem alkalmazható, mert még csak az üres menet irányában emelkedő pályáknál is a lokomotivnak az üres szerelvényt kell felvontatnia. Az emelkedőnek tehát, hogy a pálya szállításra egyáltalában alkalmas legyen, fenti határértéknél jóval kisebbnek kell lennie.

Hogy az emelkedő nagysága milyen nagy befolyással van a felvontatható teherre vonatkozólag, legjobban feltűnik a vasuti üzemből szóló fejezetben levő táblázatból, amely 0.76 m. nyomtávolságu 17.6 tonna szolgálati súlyu négy kapcsolt tengelyű szertartányos 90 lóerős mozdony által 10, 15 és 20 km. sebesség mellett vontatható teher van a különböző emelkedők szerint feltüntetve.

De a vasuti pályákon az emelkedőkön kívül még esések is fordulnak elő, sőt ha a pályának csak emelkedői vannak az egyik irányba, azok az ellentétes menetnél mint esések jelentkeznek. Az egy irányban haladó emelkedők után következő esési szakaszt ellenesésnek, illetőleg esésben való haladáskor az előforduló emelkedőt ellenemelkedőnek nevezzük. Az ilyen emelkedők után levő esések és viszont, mindig hátránysak az üzemre, mert ezek miatt az egyszer elért magasságról alacsonyabbra száll le a vonat terhe, amelyet a következő emelkedőn ismét ugyanazon magasságra és esetleg még feljebb kell emelnünk, ami természetesen munkával, tehát költséggel jár. Az ellenesés következtében lerontott szintkülönbséget vesztett magasságnak nevezzük.

Esésben haladó vonatnál az esés nagysága szerint háromféle eset adódhat elő, t. i. az esés vagy kisebb, mint a vonatnak a vízszintes egyenesben való menetellenállása, vagy egyenlő vele, vagy nagyobb, vagyis

$$\mu > e_v ; \quad \mu = e_v ; \quad \mu < e_v$$

Első esetben a vonat az ellenesésen keresztül is csak vonóerő igénybevételeivel haladhat át, a második esetben a vonat vonóerő nélkül, sebességét megtartva halad lefelé, míg az utolsó esetben, ha a vonat se-

bességét a lefelé menetnél fokozni nem szabad, akkor a lefelé haladó vonatban felhalmozódó elevenenergiát fékezési munkára kell felhasználnunk. Az első két esetben nem káros, az utóbbi esetben káros eséssel haladhat a vonat. Ha az esésben levő szakaszban görbületek is vannak, akkor az irányadó a viszonyított esés lesz, vagyis az esési és a görbületi ellenállások algebrai összege (ahol a görbületi ellenállás mindig ellentétes előjelű lesz, mint az esés).

A megengedett legnagyobb emelkedőnek azonban még egy körülmény szab határt, t. i. ellentétes irányban haladva, amikor az tehát mint esés jelentkezik, az esés csak olyan nagy lehet, hogy a vonatot bárhol előre megállapított távolságon, az u. n. fékuton belül biztosan és rövid idő alatt le tudjuk fékezni, megállásra készíteni. Az így megállapított esés rendszeren nagyobb az ellenkező, tehát emelkedőben való haladáskor a szükséges teher felvontatásából leszarmaztatott legnagyobb mértékadó emelkedőnél. Erről bővebben ismét a vasuti üzemről szóló fejezet szól.

Már most, minthogy a nyomjelzésnél mindenkor a legkedvezőbb vonalat keressük, amelynél tehát az építési költségek és az ugyanazon szállítandó tömegre vonatkoztatott üzemi költségek tőkésített értékének összege a legkisebb, a vasutépítők már régebben kerestek olyan összehasonlítási alapot, amelyből az üzemi költségek nagyságára is következtetést vonhatunk. És pedig az üzemi költségek nagyságának összehasonlítására legcélszerűbbnek mutatkozott az emelkedőben és ívekben fekvő pálya hosszúságát átszámítani oly egyenes és vízszintes vonal hosszúságára, amelyen ugyanazon tehernek a vontatása ugyanolyan üzemi költséggel jár. Ez az u. n. v i r t u á l i s h o s s z u s á g.

(Torday az átszámított hosszúságot üzemi hosszúságnak is nevezi, de ez az elnevezés könnyen félreértésre adhat okot.)

A virtuális hosszúság kiszámításánál eleinte abból, a nem teljesen helytálló feltevésből indultak ki, hogy az üzemi költségek arányosak a pályaellenállásokkal. A számítás menete tehát a következő volna. Először is a pályát az emelkedő és kanyarulatok változása szerint szakaszokra osztjuk, amelyekben a mértékadó emelkedő ugyanaz. Már most az ilyen szakaszok virtuális hosszúsága (csakis pozitív mértékadó emelkedő mellett.) egyenlő lesz: először a szakasz tényleges vízszintes hosszúságával, hozzáadva az emelkedő hosszúságot. 1 tonna tehernek 1 m. magasra való emeléséhez szükséges 1000 mkg. munka, míg 1 tonnának vízszintes egyenes szakaszon 1 m.-re való szállításához  $\mu$  (fajlagos menetellenállás) mkg. munka; a munka egyenlőségének elve alapján tehát

$$1000 \text{ mkg.} = X \cdot \mu \quad ; \quad \text{vagyis} \quad X = \frac{1000}{\mu} \text{ méter}$$

vagyis 1 tonnának 1 m.-re való emelésénél ugyanolyan munkát kell kifejtünk, mint amekkora szükséges 1 tonnának  $X = \frac{1000}{\mu}$  méter hosszúságú vízszintes egyenes szakaszon való vontatásához. Az emelkedőben fekvő "h" hosszúságú szakasz virtuális hosszúsága lesz tehát:

$$h_v = h + \frac{h \cdot e}{1000} \frac{1000}{\mu} \text{ méter} \quad \text{vagyis} \quad h_v = h \cdot \left( 1 + \frac{e}{\mu} \right) \text{ méter}$$

avagy az emelkedő helyett a szakasz kezdő és végpontjának szintkülönbségét behelyettesítve:

$$\mu = \frac{h \cdot e}{1000} \quad \text{és} \quad h_v = h + m \frac{1000}{\mu} \text{ méter}$$

0 vagy negatív mértékadó emelkedőjű szakasz virtuális hosszúságát pedig egyenlőnek vesszük a szakasz tényleges hosszúságával, vagyis ha  $e \leq 0$ , akkor  $h_v = h$

vízszintes

Esésben levő szakasznál azért vesszük egyenlőnek a virtuális hosszúsággal, mert káros esésben a vonatban felhalmozódott eleven energiát ugyanis fékező munkával kell lerontanunk.



A számításnál természetesen nem minden kis törésváltozást szoktak figyelembe venni, hanem amennyiben az emelkedő hosszúsága az 1000 métert nem haladja meg, az összehasonlításra elegendő pontosságot ad, ha ilyen esetben a legalább 1000 m. hosszú szakaszok kezdő és végső pontjainak szintkülönbsége alapján végezzük a számítást.

Ez a számítás igen egyszerű, csak az a hibája, hogy nem számol teljesen az üzemi költségekre befolyással bíró egyes tényezőknek az emelkedővel való változásával. Launhardt és Kreuter a virtuális hosszúságot a lokomotív teljes vonóerejének kihasználása mellett felmerülő üzemi költségek arányából számítja ki és pedig:

a) emelkedőben levő szakaszon;

L súlyu és  $\alpha \cdot L$  adhaesios súlyu mozdonyt felvéve, amelynek menetellenállása  $\mu_1$ ; legnagyobb vonóereje tehát

$$V = L \cdot \alpha \cdot f$$

Q súlyu vonat továbbításához szükséges vonóerő pedig

$$V = Q \cdot (\mu + e_m) + L \cdot (\mu_1 + e_m) \quad \text{ahol} \quad e_m = e + k$$

Legnagyobb vonóerejének felhasználásával tehát a továbbítható teher lesz:

$$Q = \frac{L \cdot \alpha \cdot f - L \cdot (\mu_1 + e_m)}{\mu + e_m} = L \cdot \frac{\alpha f - (\mu_1 + e_m)}{\mu + e_m}$$

Ugyanazon legnagyobb vonóerejének felhasználásával vízszintes egyenes pályán továbbítható teher lesz

$$V = L \cdot \alpha \cdot f = \omega_0 \cdot M + L \cdot \mu_1$$

amiből  $\omega_0 = L \cdot \frac{\alpha f - \mu_1}{M}$

Az összes üzemi költségből kiindulva az emelkedő szakaszon 1 tonnának a szállítása belekerül:

$$\frac{K_1 \cdot l}{Q} \quad \text{másrészről vízszintes szakaszon} \quad \frac{K}{\omega_0} \cdot l_v$$

Az üzemi költségek egyenlősége folytán, az emelkedő szakasznak megfelelő vízszintes szakasz hosszúsága lesz tehát:

$$\frac{K_1}{Q} = \frac{K}{Q_0} \cdot l_v \quad ; \quad l_v = \frac{Q_0}{Q} \cdot l$$

$$\text{de} \quad \frac{Q_0}{Q} = \frac{\frac{\alpha f - \mu_1}{\mu}}{\frac{\alpha f - (\mu_1 + e_m)}{\mu + e_m}} = \frac{\mu + e_m}{\mu - \mu_1} \cdot \frac{e_m}{\alpha f - \mu_1} = \frac{1 + \frac{e_m}{\mu}}{1 - \frac{e_m}{\alpha f - \mu_1}}$$

$$\text{és} \quad l_v = l \cdot \frac{1 + \frac{e_m}{\mu}}{1 - \frac{e_m}{\alpha f - \mu_1}}$$

Belsőben levő szakaszok virtuális hosszúságának megállapításánál nem jutnánk helyes eredményre, ha a lokomotív vonóerejének teljes kihasználása mellett vontatható legnagyobb teher mennyiségét vennénk alapul,

mert hiszen esésben a lokomotív által vontatható teher az esés emelkedésével folyton nő és a végtelenhez közeledik, amelyet a fajlagos ellenállással egyenlő ellenállású esés mellett el is ér. Ezen a határon  $e_{max} = \mu$  túl a vonat továbbítására nincsen szükségünk vonóerőre, mert a vonat a nehézségi erő következtében gurul le a lejtőn, sőt a gyorsuló mozgás megakadályozására a vonatban felhalmozódó ~~kinetikus~~ energia fölösleget fékezési munkával kell lerontanunk. De másrésről is a célszerűség is megkívánja, hogy a vonatot a többnyire vízszintesben fekvő állomásokon is ugyanaz a lokomotív továbbítsa s azért a vontatandó vonatsúly ne haladja túl a vízszintesben vontatható vonatsúlyt, sőt rendszeren hatósági előírások is korlátozzák a vonat hosszúságát (tehát közvetve súlyát is). A vonatsúlyt tehát esésben fekvő szakaszokon is egyenlőnek vesszük a vízszintesben vontatható terheléssel, vagyis

$$Q_0 = Q = L \frac{\alpha \cdot f - \mu_1}{\mu}$$

A virtuális hosszúság megállapítása szintén az egyenlő üzemköltségen alapul. De előbb az üzemi költséget kell megvizsgálnunk, hogy az a kifejtett vonóerő teljesítménnyel milyen összefüggésben van.

Valamely vasut üzemi költsége két főtenyezőből adódik össze:

- 1) a befektetési tőke amortizációja, - amely tényezőt azonban jelenlegi összehasonlításunknál figyelmen kívül hagyhatunk, mert azt jelen vizsgálatunknál ugyanis külön vesszük. -
- 2) a tulajdonképeni üzemi költségből, amely ismét összeadódik:
  - a) az üzemvezetés, igazgatás költsége
  - b) a pálya és az épületek fenntartása
  - c) a vontatás költsége u.m.
    - $\alpha$ ) a vonatkisértő
    - $\beta$ ) mozdonykisértő személyzet fizetése
    - $\gamma$ ) tüzelőanyag és kenőanyag fogyasztás
    - $\delta$ ) világítás, jelző eszközök karbantartása stb.
    - $\epsilon$ ) szállítási adók.
  - d) járóművek fenntartása (műhely stb.)

E tényezők közül egyedül a vontatás költsége az, ami többé - kevésbé a lokomotív által kifejtendő munkával, tehát így az emelkedő, illetve esés szerint változik, míg az üzemi költség többi összetevője inkább a pálya hosszúságával, ill. a forgalom nagyságával függ össze, tehát az összehasonlításnál szerepet nem játszik. A vontatási költséget Launhardt a következő képlettel fejezi ki:

$$K = B_0 + a \cdot V$$

amely képletben  $B_0$  az üresjárat költsége a kifejtett vonóerőtől független állandó tényező; a képlet így is írható

$$K = B_0 \left( 1 + \frac{a}{B_0} V \right)$$

$\frac{a}{B_0}$  értéke Launhardt szerint a porosz vasutak üzemi eredményei alapján személyvonatoknál átlag:

$\frac{a}{B_0} = \frac{25}{27}$	"	"	$\frac{25}{32}$
tehervonatoknál	"	"	

E képlet tehát a mozdony üres járatának költségeit is figyelembe veszi.

Gazdasági és erdei vasutaknál az  $\frac{a}{B_0}$  viszony lényegesen el-

térhet fennti adatoktól, mert arra nagy befolyással van a vasut kihasználtsága, vagyis elért teljesítménye és így erre biztos átlagos adat nem igen adható. Így pl. a színvölgyi erdei vasut 1923/24. évi kiviteli költségvetése szerint ez a viszony 152 üzemi nap mellett kiteszen:

$$\frac{a}{B_0} = \frac{16}{25}$$

A fentiek tekintetbe vételével az esésben levő pályán az 1 tonnára vonatkoztatott üzemi költség leszen:

$$\frac{K \cdot l}{Q} = \frac{1}{Q} B_0 \left( 1 + \frac{a}{B_0} V \right)$$

és a vízszintes pályán:

$$\frac{K \cdot l_v}{Q_0} = \frac{1_v}{Q_0} B_0 \left( 1 + \frac{a}{B_0} V_0 \right)$$

$$V = L(\mu_1 - e_m) + Q(\mu + e_m) = L(\mu_1 + k - e) + (\mu + k - e) \cdot Q$$

$$e_m = \frac{k-e}{\mu}$$

$$V_0 = L \cdot \mu_1 + Q_0 \mu = L \cdot \alpha \cdot f \quad \text{és} \quad Q_0 = L \frac{\alpha \cdot f - \mu_1}{\mu}$$

A költségek egyenlők, tehát:

$$\frac{1_v}{Q} B_0 \left( 1 + \frac{a}{B_0} L \cdot \alpha \cdot f \right) = \frac{1_v}{Q} B_0 \left[ 1 + \frac{a}{B_0} \left\{ L(\mu_1 - e_m) + Q(\mu - e_m) \right\} \right]$$

és ebből

$$\frac{1_v}{1} = \frac{1 + \frac{a}{B_0} \left\{ L(\mu_1 - e_m) + (\mu - e_m) \cdot Q \right\}}{1 + \frac{a}{B_0} L \cdot \alpha \cdot f}$$

$$Q = Q_0 = L \frac{\alpha \cdot f - \mu_1}{\mu}$$

$$1_v = \frac{1 + \frac{a}{B_0} L \left\{ \frac{\alpha \cdot f - \mu_1}{\mu} (\mu - e_m) + \mu_1 - e_m \right\}}{1 + \frac{a}{B_0} L \cdot \alpha \cdot f}$$

illetve a mértékadó esés helyett behelyettesítve  $e_m = e - k$  értéket

$$1_v = \frac{1 + \frac{a}{B_0} L \left\{ \frac{\alpha \cdot f - \mu_1}{\mu} (\mu + k - e) + (\mu_1 + k - e) \right\}}{1 + \frac{a}{B_0} L \cdot \alpha \cdot f} \cdot 1$$

Ez a képlet azonban csak addig érvényes, amíg  $e_m = e - k \leq \mu$

a határesetnél  $e_m = e - k = \mu$  a képlet a következőképen alakul:

$$1_v = 1 \cdot \frac{1 + \frac{a}{B_0} L (\mu_1 - \mu)}{1 + \frac{a}{B_0} L \cdot \alpha \cdot f}$$

Ha az esés káros, vagyis  $e - k > \mu_1$ , akkor a képlet nem ad megfelelő értéket, mert ily esetben a felesleges energiát fékezéssel kell lerontanunk s így minden káros esésben levő szakasz virtuális hosszúsága az utóbbi képlettel számítandó ki, amely egyuttal adja a virtuális hosszúság minimumát.

Torday a virtuális hosszúságokat a következőképen számítja ki: a) emelkedő szakaszon

$$l_v = \sqrt{l_0^2 + \left[ \frac{1000}{\mu} \frac{e \cdot 1}{1000} \right]^2} = \sqrt{l_0^2 + \left( \frac{1 \cdot e}{\mu} \right)^2}$$

illetve a szintkülönbség behelyettesítésével  $m = \frac{1 \cdot e}{1000}$

$$l_v = \sqrt{l_0^2 + \left( m \cdot \frac{1000}{\mu} \right)^2}$$

a vízszintes és esésben levő szakaszokat pedig egyenlőnek veszi a szakaszok vízszintes hosszúságával. Ez a képlet azonban elméletileg nem igazolható és a gyakorlati adatok sem támogatják azt.

A virtuális hosszúságnak dinamikus uton való megállapítása csak a menetidő meghatározásánál szokásos.

A virtuális hosszúságok kiszámítására az erdei vasutakon leginkább használatos 0.76 m. nyomtávolságra és 17.6 tonnás 90 P.-s mozdonyra vonatkozólag a szorzó tényezők az alábbi kimutatásból láthatók: A kimutatás összeállításánál a lokomotív menetellenállása, valamint a kocsivonat menetellenállása a Haarmann-féle képlettel számított ki 20 km./óra sebesség alapulvétele mellett. (20 km./óra sebesség azért választott, mert az átlagos, különösen nagy emelkedőben szokásos 15 - 12 km./óra sebesség mellett még 5 - 8 km./óra sebességű ellenszél is számításba vétetett.

Mértékadó emelkedő ‰-ben	Szorzó tényező		Megjegyzés.
	Lipthay szerint $\alpha = 1 + \frac{e_m}{\mu}$	Launhardt szerint $\alpha = \frac{1 + \frac{e_m}{\mu}}{1 - \frac{e_m}{\alpha f - \mu_1}}$	
0	1.00	1.0000	
1	1.25	1.3936	
2	1.50	1.7922	
3	1.75	2.1961	
4	2.00	2.6054	$l_v = 1. \alpha$
5	2.25	3.0199	
6	2.50	3.4402	$\alpha = 1$
7	2.75	3.8660	
8	3.00	4.2976	$f \sim 165 \text{ kg/t}$
9	3.25	4.7351	
10	3.50	5.1785	
11	3.75	5.6281	
12	4.00	6.0840	
13	4.25	6.5462	
14	4.50	7.0150	
15	4.75	7.4904	
16	5.00	7.9733	
17	5.25	8.4618	
18	5.50	8.9580	
19	5.75	9.4615	
20	6.00	9.9709	

mértékadó emelkedő ‰-ben	Szorzó tényező		Megjegyzés
	Lipthay szerint $\alpha = 1 + \frac{e_m}{\mu}$	Launhardt szerint $\alpha = \frac{1 + \frac{e_m}{\mu}}{1 - \frac{e_m}{\alpha f - \mu_1}}$	
21	6.25	10.4896	
22	6.50	11.0157	
23	6.75	11.5499	
24	7.00	12.0923	
25	7.25	12.6472	
26	7.50	13.2054	
27	7.75	13.7732	
28	8.00	14.3499	
29	8.25	14.9358	
30	8.50	15.5309	
31	8.75	16.1331	
32	9.00	16.7475	
33	9.25	17.3718	
34	9.50	18.0064	
35	9.75	18.6516	
36	10.00	19.3074	
37	10.25	19.9744	
38	10.50	20.6526	
39	10.75	21.3425	
40	11.00	22.0442	
41	11.25	22.7582	
42	11.50	23.4826	
43	11.75	24.2242	
44	12.00	24.9767	
45	12.25	25.7431	
46	12.50	26.5233	
47	12.75	27.3179	
48	13.00	28.1272	
49	13.25	28.9516	
50	13.50	29.7916	
51	13.75	30.6477	
52	14.00	31.5202	
53	14.25	32.4098	
54	14.50	33.3168	
55	14.75	34.2428	
56	15.00	35.1853	
57	15.25	36.1479	
58	15.50	37.1302	
59	15.75	38.1330	
60	16.00	39.1564	
61	16.25	40.2016	
62	16.50	41.2690	
63	16.75	42.3594	
64	17.00	43.4736	
65	17.25	44.6123	
66	17.50	45.7746	
67	17.75	46.9667	
68	18.00	48.1842	
69	18.25	49.4296	
70	18.50	50.7044	

Esés Szorzó tényező  $1 + \frac{a}{B_0} L \left\{ \frac{\alpha f - \mu_1}{\mu} (\mu - e) + (\mu_1 - e) \right\} = \alpha$

%-ben  $1 + \frac{a}{B_0} L \cdot \alpha \cdot f$

$\frac{a}{B_0} = \frac{25}{32}$

1	0.5869
2	0.3873
2.6-en felül	0.4672

Ha  $\frac{a}{B_0} = \frac{16}{25}$  akkor:

1	0.3925
2	0.3873
2.6 és felül	0.3758

$\frac{a}{B_0}$  viszonyt az első esetben  $\frac{25}{32}$ -nek vettük fel. Ha az esés 2.6 %-

nél nagyobb, akkor a kocsivonatot már fékezni kell és így a vonatban felhalmozódó eleven erőt a fékezési munkára fordítjuk, tehát a vontatási költségek az ily nagyobb esésben is egyformák maradnak a 2.6 %-os esésű szakaszával, tehát a virtuális hosszúság is, melynek legkisebb mértéke, illetve szorzószáma, tehát a mi esetünkben 0.4672.

(Lipthay az esésben fekvő szakaszok virtuális hosszúságát egyenlőnek veszi azok vízszintes hosszúságával).

Természetes, hogy ugyanazon szakasznak más lesz a virtuális hosszúsága aszerint, hogy milyen irányban való haladásra vonatkozólag számítjuk azt ki. Hogy helyes összehasonlítási alapot kapjunk, meg kell állapítanunk a két ellenkező irányu menetre vonatkoztatott átlagos hosszúságot. Az átlagos virtuális hosszúság csak akkor lesz a két ellenkező irányu virtuális hosszúság számtani közepével egyenlő, ha mindkét irányban ugyanolyan teher közlekedik; ellenkező esetben a két irányban közlekedő különböző tehermennyiséget is figyelembe kell vennünk, vagyis, ha pl. a pályának "A" kezdőponttól "B" végpontig a virtuális hosszúsága "h" volna és ez irányban "Q" teher (teljes vonatsúly) kerül szállításra és "B"-ből "A"-ig számított virtuális hosszúsága "h'", a szállítandó teher pedig "Q'" volna, akkor az átlagos virtuális hosszúság lesz:

$$\frac{h \cdot Q + h' \cdot Q'}{Q + Q'}$$

L ó ü z e m ü p á l y á k o n a megengedett legnagyobb emelkedő illetve esés megállapítása szintén az egyszerre szállítandó teher és a vonó állat (ló) teljesítőképesége alapján történik. Gyakorlati megfigyelések alapján megállapítást nyert, hogy a vonó állat vízszintesben és egyenesben saját súlyának mintegy egy ötödével egyenlő hasznos vonóerőt tud kifejteni huzamosabb ideig és pedig legnagyobb teljesítő képességét akkor éri el, ha e vonóerő kifejtés mellett a mozgási sebessége átlag 4 km./óra (öszvérnél 3 km./óra) és a tiszta munkaidő naponként legfeljebb 8 óra.

Nagyobb vonóerő kifejtés mellett - a munkaidőt állandónak véve fel - a sebesség és ezzel a teljesítő képessége is csökken, ép úgy akkor is, ha a munkaidőt nyújtjuk meg. A mértékadó emelkedőt tehát a legkedvezőbb teljesítmény alapján szokták megállapítani. Vízszintes egyenes pályán "Q" teher vontatásához szükséges vonóerő:

$V = \frac{S}{5} = Q \cdot \mu$  ahol  $\mu$  a kocsivonot ellenállása - a pálya

valamint a járóművek könnyebb és kevésbé gondos elkészítése miatt átlagban 6 - 8 kg./tonna. -

Emelkedőben a vonó állat a teher emelésén kívül saját súlyát is kénytelen emelni, miért is a vonóerőszükséglet leszen:

$$V = \frac{S}{5} = Q.(\mu + e) + S.e \quad \text{és ebből a mértékadó emelkedő:}$$

$$e_{in} = e + k ; \quad e = \frac{V + Q.M}{Q + S} = \frac{S - 5Q.M}{5(Q+S)}$$

Ezen emelkedőn kívül azonban rövid szakaszon nagyobb is alkalmazható, mert a vonó állat - természetesen a sebesség és a teljesítőképesség csökkenése mellett - rövid ideig a legkedvezőbb vonóerő kétszerezését is ki tudja fejteni, de utána kisebb esésű szakaszon pihenőre van szüksége; az ily rövidebb, legfeljebb 500 - 700 m. hosszú emelkedő nagysága lesz tehát:

$$e = \frac{2S - 5Q.M}{5(Q+S)} = \frac{S - 2.5.Q.M}{2.5(Q+S)}$$

(E levezetésekben "M" és "e" viszonyzámban van kifejezve.)

Ha egy vonó állat helyett "n" állatot fogunk be, akkor a tapasztalat szerint a kifejthető vonóerő csak "m"-szer lesz nagyobb. "m" értéke Bockelberg szerint a következő:

n	1	2	3	4	5	6	7	8
m	1	1.96	2.61	3.20	3.65	3.84	3.85	3.92

Igy tehát a vonó állatok szaporításával a vonóerő bizonyos fokig növelhető, pl. nagyobb emelkedőkön előfogatok segítségével, de a vonó állatok számának emelése mindig hátrányosan befolyásolja a vontatási költséget. - E szerint az általános képlet volna:

$$V = \frac{n.S}{5} = Q.(\mu + e) + n.S.e \quad \text{és ebből}$$

$$e = \frac{V - Q.M}{Q+n.S} = \frac{n.S - 5.Q.M}{5(Q + n.S)}$$

*V = Qμ + Qe + S*  
*e = (V - Qμ) / (Q + nS)*

Az alkalmazandó lovak száma tehát a gazdaságosság nézőpontjából 2, legfeljebb 4.

A szállítás irányába levő nem káros esés nagysága pedig  $e = \mu$ , mert ennél nagyobb esés mellett a vonó állatnak kell egyrészt a járóművet, másrészt önmagát lefékeznie, - (a járómű fékezése esetleg kézi fékkel is történhetik) - ami a lovat fárasztja.

A fentiek alapján lássuk, hogy a különböző szakaszokon mily terhet tudunk felvontatni átlag 300 kg. súlyu lovakkal:

e%	n =	1	2	3	4
0		10	19.6	26.1	32.0
5		5.92	10.42	13.83	16.91
10		3.56	6.98	9.23	11.25
15		2.64	5.17	6.81	8.29
20		2.08	4.06	5.33	6.46
25		1.70	3.31	4.33	5.23
30		1.42	2.77	3.60	4.33
35		1.21	2.38	3.05	3.66
40		1.05	2.03	2.62	3.13
45		0.91	1.78	2.28	2.71
50		0.80	1.56	1.99	2.36
55		0.71	1.39	1.76	2.07
60		0.64	1.24	1.55	1.82

e‰	n =	1	2	3	4	
		lóval	felfelé	vontatható	teher	tonnában
65		0.57	1.11	1.38	1.61	
70		0.51	0.99	1.23	1.42	S = 300 kg.
75		0.46	0.90	1.10	1.26	
80		0.42	0.81	0.98	1.12	V = 60 kg.
85		0.38	0.73	0.88	0.99	
90		0.34	0.66	0.79	0.88	$\mu = 6 \text{ kg./t.}$
95		0.31	0.60	0.70	0.77	
100		0.28	0.54	0.63	0.68	

Ha már most e táblázat adatait tanulmányozzuk, a következő tanulságot vonhatjuk le. Egy tűzifaszállító kocsi mintegy 6 - 8 üm<sup>3</sup>-t rakhatunk fel, vagyis átlag 3-4000 kg.-t; a kocsi önsúlya körülbelül ennek egy harmada, tehát 1 - 1400 kg.; egy tűzifával rakott kéttengelyű kocsi teljes súlya tehát mintegy 3000 + 1000 = 4000 kg., vagyis egy lóval való vontatás esetén a célszerű emelkedő hosszabb szakaszon legfeljebb 8‰ volna; rövidebb szakaszon esetleg 40‰ - előfogattal, vagyis két lóval vontatva a mértékadó emelkedő 20‰; rohamos emelkedő 70-80‰.-  
 Ugyanezen adatok érvényesek, mint az ellenesés határértékei; tönkfaszállító kocsinál a kocsi rakodó súlyának kihasználása erősen függ a szálfák hosszúságától, rövidebb 8 - 10 m. hosszú szálfáknál a rakodó súly sokkal kevésbé használható ki, mint hosszabb (10 - 15 - 20 m.) választékok szállításánál. Első esetben a kocsi önsúlya a hasznos tehernek feléig emelkedhetik, míg, utóbbi esetben annak csak  $\frac{1}{3} - \frac{1}{4} - \frac{1}{5}$  teheti ki.  
 Általában véve lóüzemű pályákon a szállítás irányába eső emelkedő célszerű felső határa 10-15‰, amely emelkedő kivételesen rövid szakaszon 30-50‰-re növelhető.

Ha lóüzemű pályákon a virtuális hosszúságot akarjuk kiszámítani, szintén a tényleges és az átszámított egyenes és vízszintes virtuális hosszudágon felmerülő egyenlő vontatási költségekből indulunk ki. E szerint emelkedőben fekvő pályán a szükséges vonóerő

$$V = \frac{S}{5} = q \cdot (\mu + e) + S \cdot e \quad ; \quad \text{míg vízszintes egyenes pályán a szükséges}$$

$$\text{vonóerő: } V = \frac{S}{5} = q \cdot \mu$$

E szállítási költséget a kifejtett vonóerővel és a megtett uttal arányosnak véve fel

$$V \cdot l = \frac{S}{5} l = [q \cdot (\mu + e) + S \cdot e] l$$

$$V \cdot l_v = \frac{S}{5} l_v = q \cdot \mu \cdot l_v$$

$$[q \cdot (\mu + e) + S \cdot e] l = q \cdot \mu \cdot l_v \quad \text{és ebből} \quad l_v = l \cdot \left[ 1 + \frac{e}{\mu} \left( 1 + \frac{S}{q} \right) \right]$$

$$\frac{S}{q} \quad \text{értéke pedig:} \quad \frac{S}{5} - S \cdot e = q \cdot (\mu + e) \quad \text{ebből} \quad \frac{S}{q} = 5 \frac{\mu + e}{1 - 5e}$$

$$\text{illetve, ha } e = 0; \quad \text{akkor} \quad \frac{S}{q} = 5 \cdot \mu$$

$$\text{Ezt az értéket behelyettesítve a képletbe: } l_v = l \cdot \left[ 1 + \frac{e}{\mu} \left( 1 + 5 \frac{\mu + e}{1 - 5e} \right) \right]$$

$$l_v = l \cdot \left[ 1 + \frac{e}{\mu} \frac{1 + 5 \cdot \mu}{1 - 5 \cdot e} \right] \quad (\text{"}\mu\text{" és "e" tizedes törtben van kifejezve.})$$



Esésben levő pályán két esetünk lehet és pedig  $e < \mu$  vagyis a nem káros esés esete, amikor vonóerőre még szükségünk van és  $e > \mu$  a káros esés, amikor a vonat a nehézségi erő következtében, külön vonóerő igénybevétele nélkül gördül lefelé.

Esésben levő szakasz virtuális hosszúságának kiszámításánál azonban nem követünk el nagy hibát, ha azt egyenlőnek vesszük a szakasz vízszintes hosszúságával. A vonó állat bérét t. i. rendszeren az igénybevétel idejére és nem a kifejtett munkateljesítmény szerint kell fizetni; igaz ugyan, hogy lejtőn lefelé az állat valamivel gyorsabban haladhat, de csak az üzem biztonságára hatóságilag megállapított felső határon belül (12-6 km./óra.) és így a megtakarítás esésben levő szakaszon csekély, sőt nagyobb esésben a vonó állaton kívül alkalmazandó külön fékező bére miatt megtakarítás egyáltalában nem is érhető el.

A virtuális hosszúság átszámítási tényezőjének a mértékadó emelkedővel való változását a következő táblázat mutatja:

Emel- kedő ‰	A virtuális hosszúság szorzó tényezője $\alpha = 1 + \frac{e}{\mu} \frac{1 + 5.\mu}{1 - 5.e}$	Emel- kedő ‰	A virtuális hosszúság szorzó tényezője $\alpha = 1 + \frac{e}{\mu} \frac{1 + 5.\mu}{1 - 5.e}$
1	1.1725	41	9.8532
2	1.3468	42	10.1266
3	1.5228	43	10.4034
4	1.7001	44	10.6838
5	1.8803	45	10.9677
6	2.0619	46	11.2554
7	2.2453	47	11.5468
8	2.4444	48	11.8421
9	2.6178	49	12.1413
10	2.8070	50	12.4444
11	2.9302	51	12.7517
12	3.1915	52	13.0631
13	3.3868	53	13.3782
14	3.5842	54	13.6986
15	3.7838	55	14.0230
16	3.9855	56	14.3519
17	4.1894	57	14.6853
18	4.3957	58	15.0235
19	4.6041	59	15.3664
20	4.8148	60	15.7143
21	5.0279	61	16.0671
22	5.2434	62	16.4251
23	5.4426	63	16.7883
24	5.6818	64	17.1569
25	5.9048	65	17.5309
26	6.1303	66	17.9104
27	6.3584	67	18.2957
28	6.5891	68	18.6868
29	6.8226	69	19.0840
30	7.0588	70	19.4872
31	7.2978	72	20.3105
32	7.5397	74	21.1640
33	7.7844	76	22.0430
34	8.0321	78	22.9508
35	8.2828	80	23.8889
36	8.5368	85	26.3768
37	8.7935	90	29.0909
38	9.0535	95	32.0635
39	9.3168	100	35.3333
40	9.5833		

Ha a pálya a teherszállítás irányában esésben és pedig káros esésben ( $e > \mu + k$ ) fekszik, akkor a lefelé való szállítás minden vonóerőigénybevétele nélkül, a kocsivonatra ható nehézségi erő következtében történik. Az ilyen pályákat gördülő vasutaknak, pályáknak (régebbi nevükön görpályáknak) nevezzük. A gördülő pályákon a nehézségi erőnek a kocsivonat ellenállásának és az esetleges kanyarulati ellenállás leküzdése után fennmaradó többlete gyorsuló mozgást idéz elő, amely az üzembiztonságra nézve veszélyessé válhatnék, miért is ezt az erőfelesleget - bizonyos, az esésnek megfelelően hatóságilag megszabott sebesség után - fékező munkával kell lerontanunk. A rendszeren engedélyezett sebességre és a szükséges fékszázaléokra vonatkozólag az üzemi részben találunk adatokat.

Az ily gördülő pályák esésének egyrészt az üres szerelvény felvontatásának lehetősége és költsége, valamint a biztos fékezés lehetősége szab határt. A vonalvezetésnél a többféle lehetséges megoldás között tehát az lesz a legkedvezőbb, amelynél az üres szerelvény felfelé való szállítása a legolcsóbb, vagyis amelynél az üres vonatra kiszámított virtuális hosszúság a legkisebb. Természetesen a felfelé való gördülés költsége is változik az eséssel, mert minél nagyobb a pálya esése, a telt vonatsúly annál nagyobb része fékezendő, ami a személyzeti és a kocsi fenntartási költségek (féktuskó kicserélés stb.) emelkedését idézi elő.

Az üres szerelvény felfelé vontatása történhetik kis távolságnál kézi erővel, hosszabb pályákon pedig állati vagy gépi vonóerővel és ez utóbbi vonóerő határozza meg, hogy az ily gördülő pályák mily üzemi vasutak közé sorolandók.

### 5.8. Az emelkedő eloszlása a vonalon.

Valamely vonalra vonatkozólag a legkisebb virtuális hosszúságot akkor érünk el, ha a pálya a kezdő és végpont között egyenletes emelkedésű volna s ekkor az átlagos emelkedő adná egyuttal a mértékadó emelkedőt is. Az átlagos emelkedő megvalósítása - eltekintve a felmerülhető építési nehézségektől - gyakran aránytalan beruházási költséget igényelne, ha egyáltalában lehetséges volna, de másrészt vasutüzemi nézőpontból sem volna helyes megoldás. Először is az állomások, kitérők, esetleges kiágazásoknál az emelkedőt lehetőleg a kocsivonat ellenállásának megfelelő emelkedőre, vagyis 2,5 illetve 3‰-re kell csökkentenünk, de másrésztől még egyes kitérők között fekvő hosszabb szakaszon is gyakran szükségesnek mutatkozik enyhébb lejtőt beiktatni, mert a mértékadó emelkedőjű szakaszon a mozdony rendszerint csak teljes teljesítőképességének igénybevételével vontatja fel a vonatot, ami erőltetett tüzeléssel jár; az élénk tüzelés elsalakosítja a rostélyt, a mozdony nem tud gőznyomást tartani, tehát egész lóerőt teljesítményét sem tudja kifejteni, miért is minden 5 - 6 km. hosszú legnagyobb emelkedővel bíró szakasz után legalább 0,5 - 1 km. hosszú enyhébb lejtőjű szakasz beiktatása szükséges, amelyet a mozdony gőznyomásának emelésére kell felhasználnunk. De a terep alakulata, előforduló építési nehézségek is gyakran szinte előírják a pálya egyes helyén annak magassági fekvését, amely ritkán esik össze az átlagos emelkedő megkívánta magassággal. De egyébként is azt a vonalat tekinthetjük csak helyesen megválasztottnak, ahol az építő költségek és az üzemi költségek tökéletesített értékének összege a legkisebb és ez a feltétel is gyakran az emelkedő megváltoztatására vezet. A pályán tehát nagyobb és kisebb emelkedésű szakaszok, sőt esetleg még elleneséses szakaszok is váltani fogják egymást. Az ellenesést természetesen a lehetőség szerint mindig kerülni kell.

De még ha két kitérő között a mértékadó emelkedőt mindvégig be akarjuk tartani, -minthogy a pályán ívek és egyenesek váltják egymást - az ívekben mindenütt a kanyarulati ellenállás nagyságával csökkenteni kellene a legnagyobb emelkedőt. Ezt a csökkentést természetesen nem végezzük görbülettől görbületig, hanem igyekszünk az erősen kanyargó pályaszakaszokon hosszabb 500 - 1000 m. hosszú egyenletes emelkedőt alkalmazni, amelynek nagyságát az előforduló legkisebb ivre való tekintettel állapítjuk meg.

Az egymásra következő különböző lejtésű szakaszok emelkedője között azonban egyrészt az üzem biztonsága, másrészt építéstechnikai okok miatt csak meghatározott határokon belül mozgó különbségek lehetnek. Ha a pálya nagyobb emelkedőről kisebb emelkedőre lép át, nagy emelkedésbeli különbség esetén a kettőnél több tengellyel bíró járóművek súlya esetleg csak a két tengelyre eshet, míg a többi kerekek felemelkednek a sínek fölé, ami a tengelynyomás nagyban való növekedését és ezzel a sínek kedvezőtlen igénybevételét és a vonat kisiklását idézheti elő, de másrészt ily helyen az átmeneti részen könnyen vonatszakadás is léphet fel; a kisebb emelkedőről a nagyobbba való átmenet különösen ellentétes irányu menetnél, vagyis nagyobb esésből kisebb esésbe való átmenetkor a kocsi súlya csak a szélső kerekre adódna át és ezenkívül a nagyobb lejtőről a kisebbre átmenő vonat kocsijai egymásra torlódnának és a kisebb lejtőre érve ismét széthúzódva, a vonaton rántásokat okoznának, ami ugy az üzembiztonságra, mint a járóművek és felépítményre szerfelett kedvezőtlen befolyással lehet. Igaz az utóbbi hatást jó fékezéssel erősen csökkenteni lehet, míg a kocsi súlyának kedvezőtlen elosztását a csapágys rugós felerősítése enyhíti, de csak bizonyos határok között.

Az átmeneti pontokon egyes tengelyeknek a sínek fölé való emelkedésének meggátlására a különböző emelkedőjű szakaszok között az átmenetet ívesen képezik ki, vagyis u. n. kiegyenlítő görbületet iktatnak be. A kiegyenlítő görbület rendszeren körív, vagy másodfoku parabola, amelynek sugarát illetve félpáraméterét úgy állapítják meg, hogy a leg-hosszabb, kettőnél több merev tengellyel bíró járóműnél a kerekek felemelkedése 1 mm.-t ne haladjon meg, mert azt még a rugójáték ellensúlyozni tudja. E megfontolás alapján a Német Vasuti Egylet fővasutakon a kiegyenlítő görbület sugarát 5 - 10.000 m.-ben szabja meg, amely h.é. vasutakon 2000 m.-ig szállítható le. Keskenyvágányu vasutakon a kiegyenlítő görbület sugarát egészen 1000 m.-ig, 0.60 m. és kisebb nyomköznél 500 m.-ig csökkenthetjük. A két találkozó emelkedő legnagyobb különbségét pedig megszabja az az építéstechnikai feltétel, hogy a kiegyenlítő görbületeket rendszeren tisztán csak a felépítmény megfelelő emelésével, illetve súlyozásával szokás csak kiképezni, az ivtetőpontján tehát a legnagyobb emelés, illetve súlyozás nem lépheti túl a 100 mm., illetve 50 mm.-t, mert különben már az alépítményt megfelelően ki kellene szélesíteni, hogy a magasbitott kavicságy rézsűi ne kerüljenek a korona szélére. Éppen azért egyező irányu emelkedők, illetve lejtők között a különbség a szabványos vasutakon ne haladja túl a 12 ‰-t (keskenyvágányu vasutakon 15 ‰ különbséget is szoktak engedélyezni), továbbá ellenesések közé mindig vízszintes szakasz iktatandó be.

A kiegyenlítő görbület jellemző pontjai (érintési hosszúságok és tetőponttávolság) a következőképen számíthatók ki:

a) körív esetén: legyen a két egymásután következő emelkedő  $e_1$  és  $e_2$  ‰, vagyis

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{e_1}{1000} ; \quad \operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{e_2}{1000}$$

Az általuk közbezárt szög pedig:  $\gamma = \alpha_2 - \alpha_1$

és így az érintő hosszúságok ferdén mérve:  $t = S \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}$

(lásd a 13. ábrát)

Mint hogy a vasút-építésnél előforduló emelkedők kis hajlásszögek, az egyszerűbb kiszámítás végett megközelítéssel szoktak eljárni; és pedig a kis szögekre való tekintettel

$$\text{tg. } \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2} \text{ helyett } \frac{\text{tg}\alpha_2 - \text{tg}\alpha_1}{2} \text{ -t}$$

számításba venni, amikor is a képlet következőleg alakul:

$$E = S \cdot \frac{\text{tg}\alpha_2 - \text{tg}\alpha_1}{2}$$

$$= S \cdot \frac{e_2 - e_1}{2000} \text{ illotve az emelkedőt tizedes törtben fejezve ki}$$

$$E_2 = \frac{e_2}{1000}; \quad E_1 = \frac{e_1}{1000}$$

$$E = S \cdot \frac{E_2 - E_1}{2}$$

Az így elkövetett hiba a vasutaknál, mint maximálisan megengedett 15‰ emelkedő különbség és 2000 m.-es sugárnál csak centiméterekben jelentkezik, mint a példa is igazolja:

legyen  $e_2 = 25‰$ ,  $e_1 = 10‰$ , és az ezeknek megfelelő hajlásszög

$\alpha_2 = \text{arc.tg.} 0.025$ ,  $\alpha_1 = \text{arc.tg.} 0.01$ , szögértékben kifejezve:

$$\alpha_2 = 1^\circ 25' 26''$$

$$\alpha_1 = 0^\circ 34' 32''$$

$$\alpha_2 - \alpha_1 = 0^\circ 50' 54''$$

$$\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2} = 0^\circ 25' 28''$$

$$\text{tg} \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2} = 0.00741$$

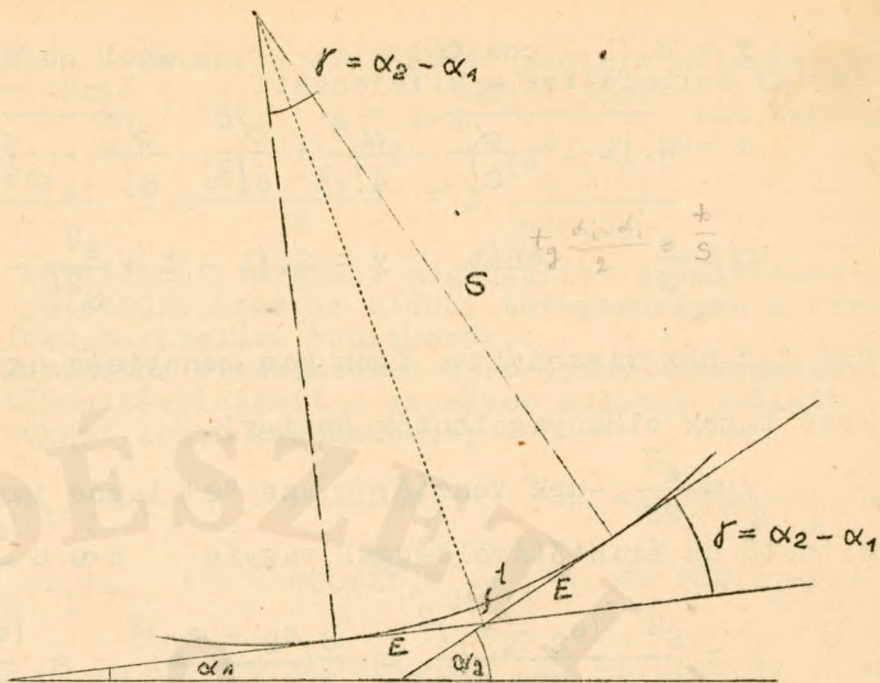
és így  $E = 2000 \cdot 0.00741 = 14.82 \text{ m.}$  megközelítéssel pedig

$$E = 2000 \cdot \frac{15}{2} = 15.00 \text{ m.}$$

az iv laposságánál fogva pedig a 0.18 m. hibahosszusághoz tartozó ordináta mindössze 0.000008 m., vagyis 0.008 mm., ami teljesen elhanyagolható (5000 m. sugárnál helyesen  $E = 37.05 \text{ m.}$ , megközelítőleg  $E = 37.50 \text{ m.}$ , a 0.45 m. hosszúságra eső ordináta különbség pedig  $y = 0.00005 \text{ m.}$ , vagyis 0.05 mm., ami szintén oly kicsiny, hogy ki sem képezhető). A tetőpont távolság pedig a szögfelezőben mérve

$$t = S \cdot \left( \sec. \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2} - 1 \right)$$

Megközelítéssel az ivkitűzésnél használatos elhanyagolást véve, ha "s" a féliv hosszúsága, az ivközepéhez tartozó ordináta lesz:



13. ábra

$y = S \cdot (1 - \cos \alpha)$  ahol  $s = R \cdot \text{arc} \alpha$   
 és így sorbafejtve a kifejezést

$$y = S \cdot (1 - 1 + \frac{\alpha^2}{2!} - \frac{\alpha^4}{4!} + \frac{\alpha^6}{6!} - \frac{\alpha^8}{8!} + \dots)$$

$$\alpha = \frac{s}{S} \quad \text{tehát} \quad y = S \cdot (1 - 1 + \frac{s^2}{S^2 \cdot 2!} - \frac{s^4}{S^4 \cdot 4!} + \frac{s^6}{S^6 \cdot 6!} - \dots)$$

"s" "S"-hez viszonyítva igen kis mennyiség, úgy hogy  $\frac{s^4}{4! \cdot S^4}$  és a következő tagok elhanyagolhatók és így:

$y = \frac{s^2}{2S}$  -nek vehető; de "s" lapos ivről lévén szó, helyettesíthető az érintőtávolsággal, vagyis  $s \sim S \frac{e_2 - e_1}{2000}$

$$y = \frac{s^2}{2 \cdot S} \frac{(e_2 - e_1)^2}{4,000,000} = \frac{s}{2} \left( \frac{e_2 - e_1}{2000} \right)^2 = S \cdot \frac{(e_2 - e_1)^2}{8,000,000}$$

illetve  $y = S \frac{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)^2}{8}$

A hiba értékét kiszámítva előbbi esetre

ha  $S = 2000$   $y = S \cdot (\sec 0^\circ 25' 28'' - 1) = 0.055 \text{ m.}$

$S = 5000$   $y = 0.137 \text{ m.}$

megközelítő számítással pedig:

$y_1 = 0.056 \text{ m.}$   
 $y_1 = 0.140 \text{ m.}$

b) A kiegyenlítő kanyarulatot kiképezhetjük, mint másodfokú parabolát, amelynek paramétere  $p = 2S$

$$E = \frac{x_2 - x_1}{2}$$

$$x_2 = \frac{p}{2} \text{tg} \alpha_2$$

$$x_1 = \frac{p}{2} \text{tg} \alpha_1$$

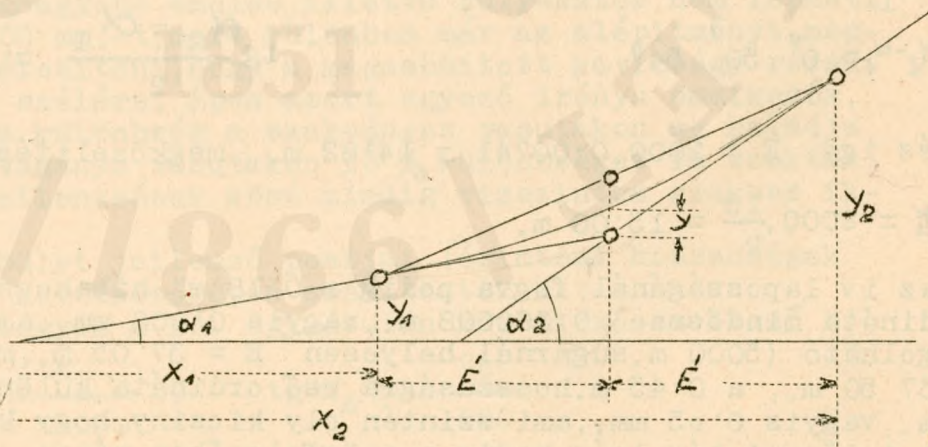
$$E = \frac{p}{2} \frac{\text{tg} \alpha_2 - \text{tg} \alpha_1}{2}$$

$$= \frac{p}{2} \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{2} =$$

$$= \frac{p}{2} \frac{e_2 - e_1}{2000}$$

de  $\frac{p}{2} = S$ ; tehát

$$E = S \frac{e_2 - e_1}{2000} = S \cdot \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{2}$$



14. ébra

Az érintők metszéspontjában a parabola ordinátája pedig a metszésponttól mérve:  $y = \frac{É}{2} \frac{\text{tg}\alpha_2 - \text{tg}\alpha_1}{2}$ ; de  $É = S \frac{\text{tg}\alpha_2 - \text{tg}\alpha_1}{2}$  ezt behelyettesítve  $y = S \frac{(\text{tg}\alpha_2 - \text{tg}\alpha_1)^2}{8} = S \frac{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)^2}{8} = S \frac{(e_2^2 - e_1^2)^2}{8000000}$

Vagyis láthatjuk, hogy a köriveknél tárgyalt megközelítő számítással ugyanarra az eredményre jutottunk, azaz az előbbi tulajdonképpen a körivet helyettesítő másodfoku parabolára vonatkozik.

A kiegyenlítő kanyarulatok vízszintesen mért érintőhosszuságait és függőlegesen mért tetőponttávolságait a szokásos sugarak mellett tehát a következő képletekkel lehet kiszámítani:

$S = 10.000 \text{ m.}; \quad É = 5(e_2 - e_1) \text{ m.}; \quad t = 0.00125(e_2 - e_1)^2 \text{ m.} = 1.25(e_2 - e_1)^2 \text{ mm.}$   
 $S = 5.000; \quad É = 2.5(e_2 - e_1) \text{ m.}; \quad t = 0.000625(e_2 - e_1)^2 \text{ m.} = 0.625(e_2 - e_1)^2 \text{ mm.}$   
 $S = 2.000; \quad É = (e_2 - e_1) \text{ m.}; \quad t = 0.0005(e_2 - e_1)^2 \text{ m.} = 0.25(e_2 - e_1)^2 \text{ mm.}$   
 $S = 1.000; \quad É = 0.5(e_2 - e_1) \text{ m.}; \quad t = 0.00025(e_2 - e_1)^2 \text{ m.} = 0.125(e_2 - e_1)^2 \text{ mm.}$   
 $S = 500; \quad É = 0.25(e_2 - e_1) \text{ m.}; \quad t = 0.000125(e_2 - e_1)^2 \text{ m.} = 0.0625(e_2 - e_1)^2 \text{ mm.}$

Táblázat a kiegyenlítő görbületek érintőhosszuságáról és tetőponttávolságáról:

Emelkedő különbség $e_2 - e_1$	S = 10.000 m.		S = 5.000 m.		S = 2.000 m.		S = 1.000 m.	
	É.	t.	É.	t.	É.	t.	É.	t.
‰	m.	mm.	m.	mm.	m.	mm.	m.	mm.
1	5.00	1.25	2.50	0.63	1.00	0.25	0.50	0.125
2	10.00	5.00	5.00	2.50	2.00	1.00	1.00	0.50
3	15.00	11.25	7.50	5.63	3.00	2.25	1.50	1.13
4	20.00	20.00	10.00	10.00	4.00	4.00	2.00	2.00
5	25.00	31.25	12.50	15.63	5.00	6.25	2.50	3.13
6	30.00	45.00	15.00	22.50	6.00	9.00	3.00	4.50
7	35.00	61.25	17.50	30.63	7.00	12.25	3.50	6.13
8	40.00	80.00	20.00	40.00	8.00	16.00	4.00	8.00
9	45.00	101.25	22.50	50.63	9.00	20.25	4.50	10.13
10			25.00	62.50	10.00	25.00	5.00	12.50
11			27.50	75.63	11.00	30.25	5.50	15.13
12			30.00	90.00	12.00	36.00	6.00	18.00
13			32.50	105.63	13.00	42.25	6.50	21.13
14					14.00	49.00	7.00	24.50
15					15.00	56.25	7.50	28.13
16					16.00	64.00	8.00	32.00
17					17.00	72.25	8.50	36.13
18					18.00	81.00	9.00	40.50
19					19.00	90.25	9.50	45.13
20					20.00	100.00	10.00	50.00

AZ emelkedő változásának, illetve a pályaszintörésnek a kiegyenlítő kanyarulatra való tekintettel nem szabad az iv elejére vagy végére jutni, mert ott a tulemelés miatt a kiegyenlítőgörbület igen nehezen volna kiképezhető, miért is szabály az, hogy a pályaszintörést lehetőleg egyenesbe kell elhelyeznünk, oly távol az ivektől, hogy a kiegyenlítő görbület teljes hosszúságában még a tiszta egyenesbe essék, kivételesen kis pályaszintörés ivbe is iktatható be, de akkor is úgy, hogy a kiegyenlítő görbület teljes hosszúságában a tiszta ivben fekszen.

#### 6.§. A nyomjelzésnél felhasználható térképek és tervek.

A nyomjelzésnél, de különösen az általánosságban való vonalvezetés megállapításánál, a vonal ugynevezett irányításánál nagy segítséget nyújtanak a térképek, tervek, de különösen azok a térképek, amelyek magassági adatok, esetleg rétegvonalak is fel vannak tüntetve.

A nyomkeresésnél tehát általában a következő, rendszeren könnyen beszerezhető, avagy már rendelkezésre álló térképek használhatók:

- 1) a katonai átnézeti térképek (Generalkarte) 1 : 200.000 léptékben, amelyen magassági jegyek is fel vannak tüntetve;
- 2) a katonai 1:75.000 léptékű u.n. tábori térképek (Spezialkarte) 100 m.-es rétegvonalakkal, magassági jegyekkel ellátva, a terep domborlati viszonyait sraffozás szembetűnőbbé teszi;
- 3) a katonai 1:25.000 léptékű topografiai térképek, 20 m.-es (esetleg laposabb helyeken 10, sőt 5 m.-es) rétegvonalakkal, magassági jegyekkel, a régebbiek azonkívül sraffozással is szembetűnőbbé teszik a domborlati viszonyokat, míg az újabbakon a sraffozás hiányzik, de annál jobb áttekintést adnak a hozzáértőnek a jobban feltűnő rétegvonalak;
- 4) a birtokviszonyokat és művelési ág szerint való megoszlást feltűntető kataszteri térképek 1:2880 (1" = 40°) léptékben,
- 5) a vonal által érintendő területről esetleg más célra készült különböző egyéb felvételek, tervek, különböző léptékekben, esetleg geológiai térképek;
- 6) gazdasági térképek és így nevezetesen reánk nézve fontossággal bíró erdőgazdasági térképek, amelyek az erdőgazdaság viszonyait tüntetik fel. Ezek közül különösen jól használhatók az új üzemrendezési előírás szerint készült térképek, amelyek már rétegvonalakkal és a fontosabb magassági pontokkal is el vannak látva. Léptékük rendszeren 1" = 160°, vagy 1" = 320°

#### 7.§. A nyomjelzés végrehajtása.

Mint hogy a vonal keresésénél mindenkor a gazdasági és műszaki nézőpontok az irányadók és ezek egymásra való kölcsönhatásuk alapján találhatjuk meg a leggazdaságosabb vonalat, a gazdasági és műszaki nyomjelzés egymástól időbelileg el nem választható. Mindazonáltal a vonal általános nyomozásánál, a vonal irányításánál inkább a gazdasági nézőpontok lesznek az irányadók, de természetesen a műszaki célszerűség határain belül. A vonal irányítását nagyobb vasutaknál rendszeren 1:200.000 léptékű katonai térképen szokták végezni, de természetesen az így térképen felkeresett vonalat és vonalakat egyuttal a térkép nyomán be is kell utaznunk, hogy a természetben a térképen fel nem tüntetett viszonyokra, mint pl. geológiai viszonyok, különösen építési ne-

hézskéget okozó részek stb.- is tájékozást nyerjünk és ezek alapján a vonalat módosítsuk.

Erdei vasutak általános irányításánál igen jó hasznát vehetjük az erdőgazdasági térképeknek, és a gazdasági terv (üzemterv) megfelelő adatainak. Ha az ily gazdasági térképek - mint általában a régiek - magassági adatokat nem tartalmaznak, igen jó ha katonai 1:25000, vagy 1:75.000 léptékű térképre átvisszük a gazdasági beosztás vonalait és ezenkívül még esetleg különböző színnel stb. feltüntetjük a korosztály viszonyokat, az erdőrészletekbe beírva esetleg a várható fatömegeket is, miáltal egy térképen kapjuk a feltárandó terület gazdasági adatait, valamint a nyomjelzést megkönnyítő magassági adatokat, rétegvonalakat is, különösen szükséges ez a hegyvidéken, ahol a nyomvonal vezetésénél az emelkedő is nagy szerepet játszik, sőt sokszor döntő lehet a vonalvezetésre. Ilyenkor célszerű először térképen megkísérlni a vonalvezetést úgy, hogy a gazdaságilag megengedett emelkedőt túl ne lépjük és ezáltal esetleg nagy költséggel járó külső felvételeket ne végezzünk oly vonal mentén, amely épen az emelkedési viszonyok miatt később elejtendő. A részletekre, kanyarulatokra stb. természetesen ekkor még nem terjeszkedünk ki.

A vonalvezetésnél általában véve a következő irányelvek tartandók szem előtt:

A vasúthoz fűződő gazdasági érdekek nagyjában már meghatározzák a vonal általános irányát, ezen belül igyekeznünk kell az érintendő pontok között minél rövidebb és lehetőleg minél kisebb és egyenletesebb emelkedővel bíró vonalat keresni és főleg az üzemgazdasági nézőpontból káros ellenesést elkerülni.

A vonal egyrészt az építő költségek nagysága, de másrészt főleg az építmény szilárdsága miatt a t a l a j é s g e o l ó g i a i viszonyok tanulmányozása alapján tervezendő. Az építmény szilárdságának biztosítására még anyagi áldozattól sem szabad visszarettenni, így kerülendők a vonalvezetésnél a mocsaras, ingoványos helyek, oly helyek, amelyeken az altalaj rétegződése kedvezőtlen, így pl. a völgy felé hajló rétegzettségű oldalak, amelyeken a csuszástól kell félnünk; az agyagos, csuszásra hajló nyugtalan terep stb. Különösen kerülendők agyagos talajon a nagy bevágások és feltöltések, amelyek a talaj egyensúlyát megbolygatva, könnyen csuszásra szolgáltatnak okot. Az építő költségeknek felesleges növelése végett kerüljük az olyan helyeket, amelyek egyébként aggály nélkül elkerülhetők, mint pl. esetleges szikla orrok stb.

A pálya fenntartása nézőpontjából igyekezzünk a vonalat lehetőleg déli kitettségű oldalakon vezetni, ahol a csapadék viz gyorsan felszárad. Az ily oldalak szárazabbak, mint a gyakran forrásvidékes északi kitettségűek.

Nagy gondot kell fordítanunk a v i z r a j z i v i s z o n y o k r a is, mert a földépitmények legnagyobb ellensége a víz. A vonalat tehát lehetőleg úgy vezessük, hogy - különösen völgyekben tervezendő utaknál és vasutaknál - az árvizek lefolyását a pályatest ne akadályozza. Épen azért nem célszerű völgyekben az utat és vasutat soha sem a folyó, vagy patak és a völgy legmélyebb pontjait összekötő vonal, az u. n. talweg között vezetni, mert ezáltal akadályozzuk egyrészt a hegyoldalokról lefolyó viznek legrövidebb úton a patakba való jutását, de az árvizek lefolyását is gátoljuk, helyezük át tehát a vonalat a hegyoldal lábához, ami már azért is előnyösebb, mert ott kisebb földmunkával és költséggel vezethetjük a vonal pályaszínét a legnagyobb várható árvíz színe felett. Az árvíz színének megállapítása tehát szintén igen fontos teendő, amelynél vagy nagy árvizek után elhelyezett jelzőtáblákra, esetleges feljegyzésekre, idősebb szavahihető emberek bemondására (erre igen kell vigyázni, mert gyakran lehetetlen adatot mondanak az emberek) támaszkodhatunk, esetleg a növényzetből, a beiszapolásból, hordalékból következtethetünk az árvíz színére. Ha a tervezést közel megelőzőleg nagy árvíz lenne, célszerű annak magasságát rögtön az árvíz lefolyása után a vonal mentén minél több helyen megjelölni. Az árvíz magasságánál azonban tekintetbe kell venni a beépítések helyén a beépített építmény okozta duzzasztást is.



Kerülni kell továbbá amennyire lehet, a völgyek gyakori keresztelését a vonallal, mert ily helyen a töltés mindig akadályozza az árvíz természetes lefolyását, annak duzzasztását idézi elő, másrésztől a víz ismét a pályatestet igyekszik megrongálni, ami ellen költséges biztosításokkal kell védekeznünk. Igyekezni fogunk tehát a vonalat lehetőleg a völgy egyoldalán vezetni, és ha a geológiai viszonyok, gazdasági érdekek stb. mégis kívánják a vonalnak a völgy másik oldalára való vezetését, az áthidalásra alkalmas helyet kell keresnünk. Az áthidalás természetes völgyzomulatoknál helyezhető el legcélszerűbben, mert egyrészt ily helyen zavarjuk legkevésbé a víz természetes lefolyását, másrészt a hid is rövidebb, tehát olcsóbb lesz, feltéve, hogy az alapozás nem okoz nagyobb gondot. Széles völgyek áthidalásánál mindig gondoskodnunk kell megfelelő ártéri hidakról is. A hid lehetőleg egyenes legyen és iránya merőleges a vízfolyás sodrára.

Szabálytalan kanyargós patakok mentén a sok áthidalás elkerülése végett szükséges tanulmányoznunk azt is, hogy nem kerülhető-e el a kanyargós patak rész a vonalnak a hegyoldalban való vezetésével (de ilyenkor ügyeljünk, hogy alámosott, forrásvidékes, csuszásra hajlandó terpre ne kerüljön a pálya), avagy egyszerűbb patakszabályozással nem oldható-e meg a vonalvezetés a sok áthidalás helyett. - Oldalvölgyek vizét mindig igyekszünk a lehető legrövidebb uton, kellő számú áteresztővel átvezetni a pálya tulsó oldalára. Természetes, ~~XXXXXXXXXX~~ hogy itt is derékszögű levezetést kell igyekeznünk létrehozni, amit azonban ha kisebb patakokról van szó - inkább kis patakszabályozással oldunk meg, mint kanyargós vonalvezetéssel.

A vonalvezetésnél ügyelnünk kell az utakkal, esetleg más vasutakkal való keresztezésekre. Főelvként lebegjen szemünk előtt, hogy a vonallal lehetőleg minél kevesebb utat, vagy más vasutat keresszünk, de különösen állomások közelében, lehetőleg a be- és kijáratit váltótól legalább 100 - 200 m. távolságra ne essék ut keresztezés. Fővasutakon, ahol nagy sebességű vonatok járnak és élénk a forgalom, célszerű az ut keresztezéseket nem a vasuti pályával egyszintben, hanem felette, vagy alatta való vezetéssel, tehát ut alul illetve felüljáróval megoldani, mert akkor az ut és a vasut forgalma egymást nem zavarja. Még tetemes anyagi áldozatok árán is jobb az ilyen megoldás, mert az üzem biztonságát fokozza és emellett az üzemi költséget (sorompók, sorompóőrök tartásának, elmaradásával) csökkenti. Épen a gyakori utkereszteződések elkerülése <sup>végett</sup> nem célszerű vasutvonalat közut mellett vezetni, mert ily esetben az egyes parcellákra való bejutást a pályatesten keresztül vezetett utátjárókkal kell lehetővé tenni. Nagyon messze a közutól szintén nem jó vezetni a vonalat, mert ez ismét az építési anyagok szállítását nehezíti és így az építő költséget növeli.

A kisebb forgalmu és kis sebességű vonatok által járt gazdasági és erdei vasutaknál már nem okoz oly nehézséget az utaknak pályaszintben való keresztezése, de ezeknél is lehetőleg csökkenteni igyekszünk azokat utszabályozással, párhuzamos utakkal, amelyeket azután nagyobb távolságban vezetünk át a vasuti pályán. Az erdei és a gazdasági vasutaknál épen a kisebb forgalom miatt és az építési költségben való takarékoskodás végett a vasutat gyakran az ut padkáján is vezetjük. Szűk völgyekben lehetőleg a vasutat a patak másik oldalán vezessük, mint amelyik oldalon a közut vezetése ha már más okból egy oldalon az uttal közel párhuzamosan is kell vezetni a vasutat, a költséges korlátok stb. fenntartásának elkerülése végett lehetőleg legalább 2 - 2.5 méter szintkülönbségben vezessük a vasutat.

A birtokviszonyok is lényegesen befolyásolják a vonalvezetést. Már tisztán az építő költségekben való megtakarítás végett kerülni fogjuk az értékeesebb területeket, nehezebben megszerelhető birtokrészeket, az esetleg nehezebben, vagy egyáltalában ki nem sajátítható területeket, mint pl. temetőket stb.; a vonalat az ilyen birtokrészeken is olyképen igyekszünk vezetni, hogy ezáltal a kettészelt birtokrészek megművelése nagyobb nehézséggel ne járjon, mert ezért a birtokost kártalanítani kell. E nézőpontból legelőnyösebb volna a parcellák szélén vezetni a vonalat, de az ismét az utakkal szokott összeütközésre vezet-

ni. Egyáltalában e téren való tulságos takarékoskodás a vonalnak üzemi nézőpontból káros kanyargós vezetését idézhetné elő, amit természetesen kerülni kell. Itt a középut a leghelyesebb. Gazdasági és erdei vasutaknál a birtokviszonyokat általában véve jobban szoktuk tekintetbe a vonal rovására, mint közforgalmu vasutaknál, de itt sem indokolható a tulság. Magánhasználatu erdei és iparvasutaknál még arra is tekintettel kell lenni, hogy azok részére az 1907 évi III. t. c. csak oly területekre adja meg a kisajátítási jogot, amelyek közvagyonot alkotnak, illetve állami, községi és városi ingatlanok, vagy oly magán tulajdonban levő ingatlanok, amelyek kizárólag mezőgazdasági, vagy erdészeti művelés alatt állanak, avagy parlagon hevernek, de ki nem sajátíthatók az egyházi, vallási, közoktatási, tudományos, vagy kegyeletes célokra szolgáló, vagy ilyen rendeltetésű területek. Amennyiben ily területek a vonalba esnének, azok csak magánegyezség útján szerezhetők meg, vagy kikerülendők. Korlátolt közforgalmu vasutakra nézve az 1881 évi XLI. t. c. alapján szerezhető meg a kisajátítási jog.

A vonalvezetésnél ügyelnünk kell gőzüzemű vasutak tervezésénél a tüztávolságra nézve is, amelyet az 1881 évi XLI. t. c. szabályoz. E törvény 16. §-a szerint a tüztávolság a pálya tengelyétől mindkét oldalra mérve:

a) tűzbiztos anyagból készült és ugyanolyan anyaggal fedett épületeknél, amelyeknek összes nyílásai ablakok- vagy ajtókkal elzárhatók, 8 méter.

b) fa- vagy zsindelyes oldalu, vagy fedelű épületeknél, amelyeknek nyílásai szintén fenntebbi módon elzárhatók, 20 méter.

c) szalma, gyékény, sás, vagy náddal fedett, valamint olyan épületeknél, amelyeknek nyílásai ablakokkal, vagy ajtókkal el nem zárhatók, továbbá szalma- vagy szénakazalok lerakására rendszeren használt szérüs kerteknél, 60 m.

d) lobbanékony tárgyak készítésére, vagy eltartására használt épületeknél 100 m.

Ezen távolságok vasutaknál a pályaszin és az épület fedelének gerince, illetőleg a szérüs kertek földszine közötti magasságkülönbség kétszeresével nagyobbítandók, ha az épület fedelének gerince, illetve a szérüs kert földszine 2 méternél mélyebben fekszik a pálya színénél.

A pálya felszínénél 6 méterrel magasabb talajon fekvő épületekre a fenti tüztávolság betartása nem kötelező.

E törvényben előirt tüztávolságokat tehát be kell tartani már a vonalvezetésnél, vagy pedig, ha az nem lehetséges, az épületeket ki kell sajátítani és lebontani, vagy pedig tűzbiztos állapotba hozni. Kivételes esetekben a kereskedelemügyi miniszter az előirt tüztávlatokat csökkentheti.

A vonalvezetésnél természetesen tekintetbe vesszük a kulturális és egyéb nézőpontokat is; így pl. természeti, vagy történeti emlékek mindig kerülendők a vonallal, még ha az áldozattal jár is.

Végül a vonalvezetésre gyakran befolyással birhat egyes anyagnyerőhelyek (mint pl. kavics, vagy kőbánya) fekvése, amelyek érintése, vagy megközelítése az építő költségek csökkentése végett kívánatos.

A fent felsorolt irányelvek alapján igyekeznünk kell tehát a vonalat megtervezni, amely munkát természetesen mindig meg kell előznie a vonal részletekbe menő bejárásának és tanulmányozásának a rendelkezésre álló térképek alapján. Az esetleg szükséges változtatásokat, fontos megjegyezni valókat, hiányzó pótlólagos magasságmérések adatait feljegyezzük és egyuttal igyekeznünk a munkásviszonyokra, a helyi építési anyagárak, munka- és fuvarbérek és az építésre fontossággal bíró más körülményekre adatokat szerezni, illetve ha sok munkanemre nem tudunk a helyszínen utbaigazítást kapni, esetleg a közelben folyó, vagy nemrég befejezett nagyobb építkezés adatait, vagy hasonló jellegű, de másutt végzett építkezés egységárait megszerezni.

Az így szerzett adatok és a bejárás eredménye alapján azután most már véglegesen igyekszünk a vonalvezetést általánosságban megállapítani, hogy a választott vonalra nézve a részletes nyomjelzést eszközölhessük.

A nyomvonalnak általánosságban való meghatározása különbözik a terep alakulata és jellege szerint, amely terepen keresztül kell vezetni a vasutat (utat). A terep alakulata szerint a vasutakat a következőképpen szokták osztályozni:

a) síkvidéki vasutak, enyhe terep hullámok között kis emelkedővel, hosszú egyenesekkel és lapos ívekkel. Nyomjelzés nézőpontjából ide sorolhatjuk a széles és enyhe emelkedésű völgyekben vezető vasutakat is;

b) dombvidéki vasutak már nagyobb, helyenkint tetemes emelkedővel, kedvezőtlenebb irányviszonyokkal, gyakran több hegyháton vezetnek;

c) hegyvidéki vasutak, szűk, nagy emelkedőjű völgyekben, gyakran vízválasztókon keresztül, két vagy több völgyön keresztül vezetnek, irányviszonyaikat sok görbület, kevés egyenes jellemzi rendszeren.

Az általános nyomvonal keresése a terep jellege szerint tehát változik, noha legtöbbször a gyakorlatban a nyomjelzés végrehajtásánál a fenn felsorolt vonalak között éles határt szabni nem lehet. Aránylag legegyszerűbb a síkvidéki, vagy széles enyhe emelkedésű völgyekben vezető vasutak nyomkeresése. A beszerzett adatok és helyszíni szemle alapján legelőször is a rendelkezésre álló térképen (1:25.000 katonai, esetleg a kataszteri térképen is, amelyet előzőleg a magassági adatokkal kiegészítettünk) először is megválasztjuk az állomások helyét és pedig közforgalmu vasutaknál lehetőleg a községek közelében, hogy azok vagy meglevő uttal, vagy esetleg rövid csatlakozó hozzájáró uttal megközelíthetők legyenek. Az állomások magassági fekvését illetően arra is ügyelnünk kell, hogy az azokon szükséges építmények (mint tisztító gödrök, lokomotív színek gödrei stb.) könnyen víztelepíthetők legyenek. Éppen ezért kerülendő az állomásoknak bevágásokban való tervezése. Mozdony és vízállomások közelében a rendelkezésre álló vizet is meg kell vizsgálnunk arra nézve, hogy az alkalmas-e kazán táplálásra. Az állomások lehetőleg vízszintesben fekdjenek, legfeljebb 2,5, illetve keskenyvágányu vasutakon 3‰-ben. Jó, ha a pálya az állomás előtt és után az állomás felé enyhe emelkedőben fekszik, mert az megkönnyíti a vonatoknak az állomásokban való megállítást és a kihaladó vonatok indítását. Erős emelkedő, de különösen az állomás felé való nagy esés veszélyes az állomás üzembiztonságára és amellet a tolatást is rendkívül megnehezíti. Az áttekintés és a forgalom biztonsága végett nem jó, ha az állomáshoz való bejárat előtt a pálya éles ívben fekszik. Maga az állomás is lehetőleg egyenesben fekdjék. Az állomás elhelyezésénél arra is ügyeljünk, hogy a be- és a kijáratához közel pályaszintben való utkereszteződés ne legyen. Továbbá tekintettel legyünk arra is, hogy az állomásnak szükség esetén való kibővítésére elegendő hely álljon rendelkezésre.

Erdei vasutakon az állomások helyét rendszeren a gazdasági viszonyok, pl. nagyobb fatömegeket szolgáltató oldalvölgyek betorkolása és az üzemi viszonyok szabják meg. A kezdő állomás rendszeren meglevő vasút állomása mellett, avagy ipartelepen (pl. fűrésztelepen), farakodón fekszik, míg a végállomás az erdei vasút végén.

Az állomások helyét így megválasztva, megjelöljük a helyszíni szemle alapján az érintendő és elkerülendő helyeket, majd az előbb tárgyalt főelvek figyelembe vételével a térképen berajzoljuk a vonalat, lehetőleg minél hosszabb egyenesekkel. Esetleg szokás iparvasutaknál a vonalat a térképen való részletes kijelölés nélkül, azonnal a terepen kitűzni. Síkvidéki erdőkben e mellett még arra is ügyeljünk, hogy a vonalvezetéssel lehetőleg alkalmazkodjunk a gazdasági beosztáshoz is. Nem túlságosan nagy emelkedőjű völgyekben vezetendő vasutaknál a térképről levett és az esetleg pótlólag barometrikus mérés útján kiegészített magassági adatokból először is megállapítjuk, hogy az emelkedő nem lépi-e túl a megengedett mértéket. És csak abban az esetben, ha az a megengedetten alul marad, végezzük a nyomvonal általános tervezését ép úgy, mint a síkvidéki vasutakon. Ha egyes helyeken az emelkedő túllépné a megengedett határt, e szakaszon a vonal mesterséges megnyújtásával, u.n. vonalfejlesztéssel igyekszünk a vonalvezetést meg-

oldani ugyanolyan elvek szerint, mint a hegyvidéki vasutakon.

A völgyekben vezető vasutaknál még arra is ügyeljünk, hogy a völgyek hosszúsági szelvénye rendszeren konkáv, vagyis a völgy felső vége felé az emelkedő mindinkább nő. Üzemi nézőpontból természetesen az ilyen folyton növekvő emelkedő nem célszerű, hanem leggazdaságosabb az egyenletes emelkedő. Ha egyenletes emelkedőben akarjuk azonban a vonalat vezetni, akkor rendszeren jó részében a hegyoldalra kerül a vasút, ami egyrészt az építő költséget növeli, a községeknek az állomáshoz való jutását megnehezíti, erdei vasutaknál azonkívül megnehezíti a völgy másik oldaláról az erdei termékek kihozását a vasúthoz, tehát gazdaságilag hátrányos. Ily esetekben mindenkor az összes tényezők kellő, különösen gazdaságosság nézőpontjából való mérlegelése után döntenünk kell affelől, hogy a vonalat a völgyfenékhez közel vezessük-e - az erdőgazdasági viszonyoknak legtöbbször ez felel meg legjobban - miáltal a felső szakaszon levő legnagyobb emelkedő lesz a mértékadó az egész vonalra, tehát a teljesítő képesség csökken, vagy esetleg a vonalat két, vagy több vontatási szakaszra osztva, az alsó szakaszon nagyobb, a felső szakaszon kisebb terhelésű vonatokat járassunk, ami az üzemet nehezíti meg, avagy pedig az egyenletes emelkedő mellett maradunk-e. E kérdés eldöntése és a völgy emelkedési viszonyainak jobb megismerése végett célszerű a kitűzés előtt a völgyön végig tájékoztató szintezést végezni, amelynek pontjai a kitűzésnél is jó tájékoztatást nyújthatnak.

Hegy- és dombvidéki vasutaknál a nyomvonal általános megálgapítása nem lesz ily egyszerű az előforduló nagyobb emelkedők miatt. Ily nehezebb terepen, de különösen akkor, ha a völgyet a vonalvezetéssel vonalkifejlesztés végett el kell hagynunk, jó, sőt kell is, ha a vonalvezetés többféleképpen is lehetséges, előbb a vonalat, illetve lehetséges vonalakat rétegvonalakkal ellátott térképen nagyjára felkeresni, e vonalakat bejárni, tüzetesen tanulmányozni, eldönteni, hogy ezek közül melyik a legmegfelelőbb és csak azután a részletes felvételekbe fogni, mert ezáltal rengeteg felesleges munkától és költségtől kimélhetjük meg magunkat. E célból igyekeznünk kell a vidékről magassági adatokkal és lehetőleg rétegvonalakkal ellátott térképet szereznünk. E célra leghozzáférhetőbbek a vidék katonai térképei (A Magyar Állami Térképészeti Intézetnél - Budapest, Retek u. 46. - beszerezhetők) 1:75.000 léptékben, de még jobbak a topográfiai térképek 1:25.000 léptékben, amelyekben a rétegvonalak 20 m.-es szintkülönbséggel vannak feltüntetve. E térképeken megjelölve a gazdasági és műszaki megfontolások alapján az állomások körül-belül való helyét, az érintendő és elkerülendő pontokat, a vonalvezetést a rétegvonalak segítségével megkezdhetjük. Erdei vasutaknál, mint már jeleztük, célszerű e térképekre a gazdasági vonalakat is felrakni, esetleg az üzemtervi adatokat is feljegyezni. A gazdasági vonalak berajzolásánál nem kell pontos mérnöki átvitelre gondolnunk, sőt inkább arra törekedjünk, hogy a gazdasági vonalakat a terep alakulata, tehát gerincek, völgyek alapulvételével helyesen, ha nem is egészen pontosan vigyük át.

Az így felszerelt térképen a gazdasági, vagy más nézőpontokból érintendő és kikerülendő helyeket megjelölve - ami mindig helyszíni bejárással is kapcsolatos - igyekezni fogunk a tárgyalt alapelvek szerint a magassági adatok tekintetbe vételével a vonalat nagyban megtervezni. Az adott fix pontok között a vonalvezetést főleg az emelkedő fogja megszabni. E végből meghatározzuk a mértékadó emelkedő, esetleg két fix pont között ennél kisebb átlagos emelkedő alapján az osztóköz, vagyis azon vízszintes hosszúságot, amely a rétegvonalak között levő magasság különbségnek az adott emelkedővel való legyőzéséhez szükséges. Legyen pl. a rétegvonalak szintkülönbsége "m" méter, a választott emelkedő e ‰, akkor az osztóköz nagysága:

$$k = 1000 \frac{m}{e} \text{ méter.}$$

Jobb azonban, ha hosszabb távolság esetén arra való tekintettel, hogy az éles ívekben az emelkedő csökkentendő, továbbá minden 6 - 7 km. távolságra 2.5 - 3 ‰ emelkedőjü pihenő iktatandó be, továbbá az állomások és kitérők is 2.5 - 3 ‰ emelkedőben feküdhetnek, mely kis emelke-

dőből csak bizonyos átmenet után térnetünk át a nagyobb emelkedőre, az osztóközt 10 %-al nagyobbra vesszük, vagyis a következő képlettel számítjuk azt ki

$$k' = 1100 \frac{m}{e}$$

Ezzel az osztóközzel a két megállapított pont között mindig a jobban kötött pontból kiindulólá rétegvonalról rétegvonalra meghatározzuk a felvett "e" egyenletes emelkedőjü vonalnak a rétegvonallal való metszését, míg a másik ponthoz nem érünk és ezáltal a vonalat is megkaptuk. Természetesen, ha így nem értünk a kívánt ponthoz, akkor az emelkedő változtatásával (mindig csak a mértékadó emelkedőn alul) igyekszünk az így nyert vonalat helyesbíteni. E munkánál még az ívekre és egyenesekre nem vagyunk tekintettel, de természetesen az éles gerinceket és a keskeny völgyeket, amelyek a vonal kifejlesztését úgy sem engedik a megengedett sugárral, egyenessel vágjuk át.

Ha a két összekötendő pont között távolságukhoz viszonyítva nagyobb a magasságkülönbség, mint amelyet a megengedett emelkedővel legyőzni tudnánk, akkor a vonal kinyújtásához, vagyis vonalfejlesztéshez kell fordulnunk. A vonal kifejlesztéséhez önként ajánlkoznak a mellék völgyek, amelyek kihasználásával rendszeren már célt érhetünk; ha ily mellékvölgyeink nincsenek, akkor a vonalfejlesztést csakis kigyózó vezetéssel, szerpentinákkal, fordulókkal, esetleg csucsfordulókkal tudjuk megoldani.

a) A vonalfejlesztésnek a mellékvölgyek kihasználásával való megoldása a legtermészetesebb. Ilyenkor a vonalat bevezetve a mellékvölgybe, alkalmas helyen benne megfordulva, áthidalva a völgyet, annak másik oldalán kifutunk a fővölgybe, miáltal a vonal tetemes meghosszabbodása érhető el.

b) mellékvölgyek hiányában elég lankás hegyoldalon úgy is fejleszthetjük a vonalat, hogy a megfelelő eséssel haladó vonallal alkalmas helyen, ahol az nem jár tulságos földmozgósítással, megfordulunk és ellenkező irányban haladunk tovább, esetleg több ilyen fordulóval a fix pontig. A fordulókra igen jól felhasználható kisebb lapos hegyorok előtt levő terep.

c) A csucsfordulókat akkor alkalmazzuk, ha a hegyoldalban körfordulóra alkalmas helyünk nincsen. Ilyenkor a vonalat, ameddig lehet egy irányban vezetjük, majd kitérőt iktatva be, ellenkező irányban folytatjuk. Az ily csucsfordulókon azonban a vonat mozgonya mindenkor átváltandó, ami a forgalmat rendkívül megbénítja és azért csak mellérendelt pályákon és csak akkor alkalmazzuk, ha másképen gazdaságosan célt érné nem tudunk.

d) Segíthetünk a vonalvezetésen igen nehéz körülmények között úgy is, hogy a fordulókat íves alagutakban képezzük ki, miáltal a csucsforduló elesik, de az építő költségek rendkívül megnövekszenek. Erdei vasutaknál ez a megoldás épen költséges voltánál fogva nem igen fordul elő.

E mesterséges vonalfejlesztést természetesen ilyenkor még nem tervezzük meg részletesen, sőt gyakran a megoldás módját is csak a részletes felvételek alapján tudjuk megválasztani.

Természetesen bármelyik itt felsorolt módját akarjuk a mesterséges vonalfejlesztésnek alkalmazni, azt mindig meg kell előznie, de legalább a részletes felvételek eszközlését, a terep beható bejárásának és tanulmányozásának.

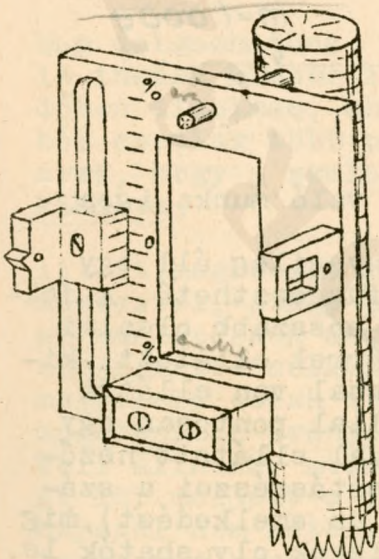
Ha a vonallal egy, vagy több vizválasztón kell áthaladnunk, akkor legelőször is a vizválasztón való áthaladás helyét és magasságát kell meghatároznunk. A vizválasztón való átkelésre önkéntelenül ajánlkoznak a nyergek. Először is az összes számbavehető nyeret kell megnéznünk, valamint a hozzávezető terepet is; a nyergek magasságát, ha arra a katonai térképek nem adnának elegendő részletes adatot, barometrikus uton megmérjük és azután a követő völgy alakulata szerint döntünk, hogy a nyergen át mély bevágással (kis bevágással a hófúvásra való tekintettel soha sem szabad nyergen áthaladni), vagy kis töl-

téssel haladjunk-e át, avagy pedig alaguttal kössük össze a két völgyet, de alagut esetén is még választanunk kell a vonal lehető mélyen való vezetése és hosszú alagut, vagy a vonalnak magasabban való vezetése és rövid alagut között. Hogy melyiket választjuk e megoldások közül, azt csak a számítások eszközlése után döntjük el.

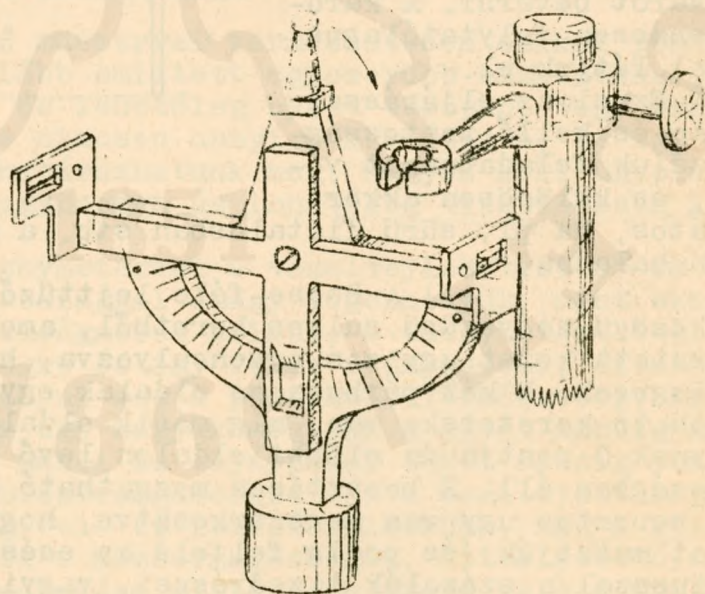
A vonalvezetésnél, de különösen dombvidéken, gyakran több lehetséges megoldást u.n. variánst találunk; ilyenkor mindegyiket berajzoljuk, elbiráljuk először is mindegyiket, vajjon mennyire képesek a gazdasági követelményeknek megfelelni, majd részletesen bejárva minden ily vonalat, variánst, tanulmányozni kell az építésre befolyással bíró összes tényezőket (talaj, altalaj geológiai alakulata, szükséges műtárgyak stb. építő költségek stb.), majd azután a vonalak építésének rövid költség-számítását, az üzemi költségeket a virtuális hosszúságok alapján összehasonlítva döntenünk kell, hogy a részletes tervezés alapjául melyiket válasszuk.

A döntés után következik a választott vonal mentén a terep részletes felvétele. Hogy a felvételnél felesleges munkát ne végezzünk, a felvétellel a valószínű vonal környékére szorítkozunk. Minthogy legtöbbször a 25.000 térképről a vonal körül-belül való nyoma sem vihető át a terepre, de különösen nem erdős, fedett terepen legjobb, ha a térképen megjelölt és a természetben is felkeresett fix pontok között az ott meghatározott emelkedővel semleges vonalat fejlesztünk le. A semleges vonal adott egyenletes emelkedésű, illetve esésű síknak a tereppel való metszésének nyoma, vagyis oly vonal, amelynek hosszúsági szelvényében a tengelyben sem töltés, sem bevágás nincsen. Természetesen itt már a semleges vonal fejlesztésénél ügyelni kell arra is, hogy keskeny völgyekben, éles hegyorrok mentén, ahol az engedélyezett sugaru ívekkel megfordulni nem tudunk, a semleges vonalat sem szabad körül, ill. mélyen bevezetni.

A semleges vonalnak a terepen való felkeresését, mint egyenletesen eső, illetve emelkedő vonal kitűzését, a geodézia szabályai szerint végezzük. Megjegyezni kívánom még azt is, hogy a vonalfejlesztéssel mindig onnan kell indulnunk, amely fixpont kevésbé helyezhető át és így legtöbbször felülről lefelé végezzük e munkát. A semleges vonal fejlesztése történhetik egyszerű libellás léccel (17. ábra), lejtűző kerettel (Boose-féle, 15. ábra), fokives bottal (Robicsek-féle, 16. ábra.), szintező műszerrel és szalaggal, tachymeterrel, sőt esetleg barometrikus uton is.



15. ábra



16. ábra

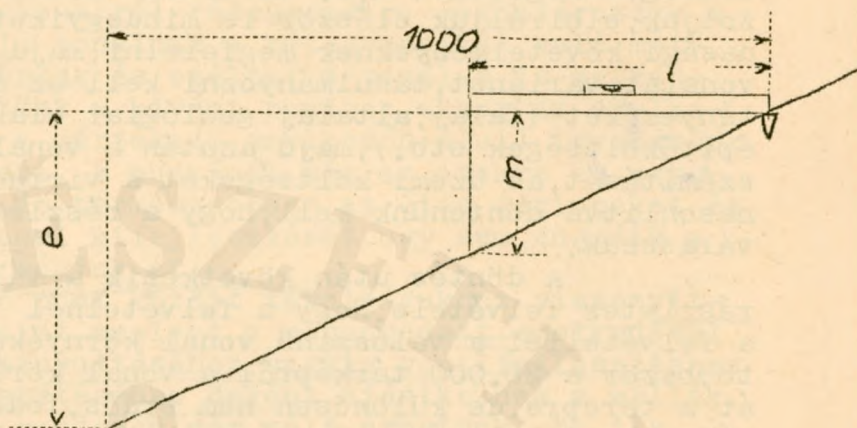
a) A libellás léccel 3 - 4 méter hosszú, mindkét oldalán pontosan egyenesre gyalult léccel, rendszeresen deciméteres beosztással, amelyre közzönséges ácslibellát helyezünk, avagy már libellával felszerelt léccel; jó ha van hozzá egy 2 - 3 m. hosszú, a végén megvasalt és centiméterekre beosztott mérőléccel, a kereszt-szelvények felvételénél szoktunk használni

nálni. A kiindulási fix ponton talajkarót verünk egészen a föld éz-  
néig ( u. n. talajkaró ) és melléje egy oldalt laposra faragott karót,  
vagy zszindelyt szurunk, u.n. iráskarót. Most ismerve a lécs hosszúságát,  
a használandó emelkedőt, kiszámítjuk először is, hogy mekkora a szint-  
különbség legyen a lécs két vége között és pedig a következőképen:

$$\frac{m}{l} = \frac{e}{1000}, \text{ amiből}$$

$$m = l \frac{e}{1000} = 1.0 \cdot 00e$$

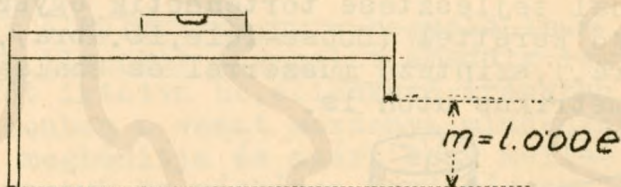
Rátéve a lécs egyik vé-  
gét a levért karóra, a lé-  
cet addig mozgatjuk, míg a  
lécs másik vége és a talaj  
között, vízszintesre beját-  
szó libella mellett a ki-  
számított magasságkülönb-  
özetet nem mérjük. Ez lesz  
a következő pont, most is-  
mét erre téve a lécs egyik  
végét, folytatjuk az eljá-  
rást, míg a másik meghatározott ponthoz nem érünk. Ha alulról felfelé  
kell valamely okból dolgoznunk, akkor a bejátszó libella mellett a lécs  
egyik vége a bevert karó felett mutatja a kiszámított szintkülönbsé-  
get, míg a lécs másik vége a terepen fel nem fekszik. A leolvasásoknál  
könnyen előfordulható tévedések elkerülése, de a gyorsabb haladás vé-  
gett is célszerűbb a lécs két végére a kiszámított szintkülönbségnek  
megfelelő, különböző hosszúságú léceket csavarunk és az akkor bejátszó  
libella mellett ott találjuk meg a következő pontot, amikor az egyik  
lécecske a karón, a másik a terepen nyugszik.



17. ábra

Ternészetesen nem  
minden pontot kell karóval  
jelölnünk, hanem a terep  
nyugtalansága szerint elég  
minden 3 - 5 lécs hosszúság  
után karót beverni. A karó-  
kat rendszeren folytatólagos  
számmal látjuk el.

Ezzel az eljárással  
gyorsan és kellő pontosság-  
gal tudjuk feladatunkat vé-  
gezni, és különösen akkor  
ajánlatos, ha pl. sűrű fiatalosban stb. a műszerrel való munka igen  
lassan haladna.



18. ábra

b.) A Boose-féle lejtűző keret lényegileg áll egy  
derékszögű négyszögű, súlyos keretből, amely botra függeszthető. A fel-  
függesztett keret úgy van egyensúlyozva, hogy annak hosszabb oldalai  
függőlegesek. E két párhuzamos oldalak egyikén lószőrrel ellátott, ki-  
hajlítható keretecske van, míg másik oldala beosztással van ellátva,  
amelynek 0 pontja az előbbi oldalon levő lószőrszállal pontosan egy  
magasságban áll. E beosztáson mozgatható a noniusszal ellátott néző-  
ke. A beosztás úgy van megszerkesztve, hogy annak osztásrészei a szá-  
zalékot mutatják (és pedig felfelé az esést, lefelé az emelkedést), míg  
a noniusszal a százalék tizedrészei, vagyis az ezrelékek olvashatók le.  
A bot vége rendszeren megvasalt hegyű, hogy a földbe szurhassuk. A mű-  
szerhez tartozik egy vízszintes és függőleges vonással 4 részre oszt-  
ott, felváltva piros és fehérre festett tárcsa, amelynek középvonala  
époly magasságban rögzíthető a boton, amely magasságban van a másik  
botra felfüggesztett keret 0 pontja.

Az adott hajlású vonal kitűzése a következő: A kezdő,  
vagy már meghatározott pont mellett beszurva a műszert tartó botot, meg-

várjuk, míg a keret megnyugszik, és most a már előre a megfelelő emelkedésre, áll. esésre beállított nézőkén és lószórszálon keresztül irányozva addig küldjük a hegyoldalón felfelé a munkást, míg a kezében tartott második bot tárcsájának középső vonala nem vágja az irányt. Itt karót verve, áthozzuk ide a keretet és haladunk tovább. Minthogy e műszer közvetlenül a hajlásszöget tüzi ki, hosszúságmérésre nincsen szükség.

c.) A Robicsek-féle fokives bot hasonló elven készül. A műszer fémből készült és százalékos, gyakran még e mellett fokbeosztással bíró félkör, amelynek beállítását súly segíti elő. A félkör középpontján át foroghatóan van egy két végén nézőkével és lószórkerecskével ellátott fémlap ágyazva, amelynek lefelé nyuló karján a körív beosztása mellett csuszó és rögzíthető nonius van. A beosztás 0 pontjára állítva a nonius 0 pontját, e fémlap vízszintes helyzetben van. A fokív, az emelkedőnek megfelelő beosztására állítva a noniust, a fémlap nézőkéje a kívánt hajlásszögnek megfelelő irányt adja. A műszer gömbcsuklóval van botra függesztve. Hozzá tartozik egy botra erősített tárcsa, amelynek vízszintes (rendesen fehér-pirosra festett) felező vonala a nézőkével egy magasságban van a talajtól. A vele való munka azonos a Boose-féle keretnél leírttal.

d.) Az egyenletes hajlásu. vonalat kitűzhetjük szintező műszerrel és szalaggal is. Először is ráállítjuk a léceket a már meghatározott pontra, bejátszott libella mellett elvégezzük a lécleolvasást, majd 20 vagy 30 m hosszú szalagot, vagy zsinórt feszítünk ki a már meghatározott ponttól és a léceket a szalag vagy a zsinór végéhez állítjuk, és addig mozgatjuk a szalaggal együtt a léceket a hegyoldal fel, illetve lefelé, míg a távolságnak és az emelkedőnek megfelelő lécleolvasást nem kapjuk.

A lécleolvasások (hátra és előre irányzásnál) különbségét következőképpen számíthatjuk ki:

s = a szalag hosszúsága  
e = az emelkedő

$$(l_h - l_e) \text{ illetve } (l_e - l_h) = k = s \cdot \frac{e}{1000}$$

$$k = s \cdot 0,00e$$

Szintező műszerrel természetesen sokkal pontosabban dolgozhatunk, mint az előbb említett egyszerűbb eszközökkel, miért is inkább kisebb lejtésnél, és lehetőleg nyílt terepen, vagy szálerdőben alkalmas, ahol a látás nincsen annyira korlátozva, és egy állásból esetleg több pontot is határozhatunk meg. Nagyon kell ügyelnünk arra, hogy a szalag mindig egyenesen és lehetőleg vízszintesen legyen kihuzva.

c.) Tachymeterrel a vonalfejlesztést 0°-ra beállított magassági körrel és szalaggal éppúgy végezhetjük, mint szintező műszerrel, avagy pedig hosszúságmérés nélkül, a tachymetert beállítjuk az emelkedőnek megfelelő szögre és így ferde irányzással, minden hosszúságmérés nélkül határozhatjuk meg a pontokat. Természetes, hogy a megfelelő esésű vonalat csak úgy kapjuk meg, ha a léceket mindig műszermagasságban irányozzuk meg. Ennél az eljárásnál tehát mindig pontra kell állnunk, megmérnünk a műszermagasságot, és a beállított magassági kör mellett a léceket addig fel- és lefelé küldjük, míg a középső hajszál nem metszi le a léceket a műszermagasságot. Áttekinthető, nyílt terepen a hosszúságmérés elmaradása miatt igen gyors vele a munka, és a mellett pontos is.

f.) A semleges vonal keresésére, de csak ily előzetes célra, jól használható a barometrikus eljárás, habár a pontosságához szó férhet. E célból jó, lehetőleg rekompensált barometerrel felállnunk először a kiinduló ponton, leolvassuk a barometer magasságát, majd a vonal irányában lemérve, vagy csak lelépve bizonyos távolságot, a hegyoldalban addig mozgunk fel és le, természetesen a távolságot betartva, míg a távolságnak megfelelő kisebb, vagy nagyobb baro-



méter leolvasást nem kapjuk. Csakis állandó, nem változó időjárás és nem nagy pontosságot kívánó méréseknél használható, de erdőben gyakran igen jó szolgálatot tehet és amellet gyors is.

Ily módon a terepen lefejlesztve és rendszeren folyószámmal ellátott karókkal megjelölve a semleges vonalat a következő fix pont felé, a legritkább esetben fogunk a kívánt fix pontra jutni, hanem a vonallal, vagy alatta, vagy felette maradunk és ekkor, ha a fix pont nem helyezhető át (épen ezért indulunk mindig el a jobban helyhez kötött fix pontból), a vonalat helyesbiteni kell. A helyesbités, ha a fixpont előtt érünk, lefelé való fejlesztéskor, le, vagy felfelé való fejlesztéskor, fel, akkor egyszerűen az utolsó szakaszt kisebb emelkedéssel egyenlítettük ki a fixpontig; ha azonban a fix vonallal lefelé való fejlesztéskor a fixpont felett, vagy felfelé fejlesztésnél a fixpont alatt érünk ki és az emelkedőt már nem növelhetjük, a fejlesztést a vonal meghosszabbítása végett újból kell kezdenünk. És épen ezért hangsúlyoztuk előbb, hogy felesleges munka elkerülése végett mindig arról a pontról kell kiindulnunk a munkával, amely pont magassági fekvése jobban van kötve. Vagyis biztosan akkor érünk a célhoz, ha a céltól indulólag végezzük a munkát.

Az így nyert, többnyire igen erősen kanyargó, tört vonalat legtöbbször nem használhatjuk fel a pálya tengelyvonalául, de mégis tájékozást ad, hogy merre kell azt befektetni, a mellett meg van még az az előnye is, hogy a vonalfejlesztéssel kapcsolatban jól és tüzetesen megismerhetjük a vonalat, (a terepet, esetleges nehézségeket, kikerülendő helyeket stb.) amely ismereteket azután a végleges vonal befektetésénél jól értékesíthetünk.

Már most a terep tagozottsága, nehézsége és a tervezendő vonal által követelt pontosságra való tekintettel, a vonal fejlesztése után - természetesen csak nagyobb gyakorlattal - azonnal kitűzhetjük a végleges tengelyt, avagy a semleges vonalat, csak arra használjuk fel, hogy ennek közelében, hozzá lehetőleg minél jobban simulva kitűzzünk egy polygont, amely a végleges terepfelvételekhez alapul szolgál. Megjegyzendő, hogy fedett terepen, de különösen erdőben a végleges tengelynek közvetlen való kitűzésével nem érünk el mindig munka- és költségmegtakarítást, mert hiszen építés előtt a vonalba eső fák stb. eltakarítása után legtöbbször, amikor a kitűzést fák stb. már nem akadályozzák, sokkal könnyebben és jobb irányviszonyokkal tűzhetjük ki a vonalat, és ezt az új kitűzést amúgy sem kerülhetjük el, még ha az eredeti vonalat meg is tartjuk, mert a karók jó része kivész, elmozdul, a mellett az így közvetlenül kitűzött vonalnak irányviszonyai, sőt gyakran még a földmozgósítás mennyisége és eloszlása, még nagy gyakorlat mellett is majdnem mindig kedvezőtlenebbek, mint az előbb a részletes felvétel alapján papíron megtervezetté, pedig a vonalnak azonnal való végleges kitűzése, az ivék stb. kitűzése miatt sokkal időt rablóbb, mint a felvételi polygon kijelölése. Alárendeltebb mellékpályákon, vagy erdei utaknál természetesen sokszor célszerű lehet a közvetlen kitűzés is.

A részletes felvétel alapjául szolgáló polygon kitűzésénél ügyeljünk arra, hogy az egyenesekkel lehetőleg közel maradjunk a semleges vonal pontjaihoz és azokat, mintegy kiegyenlítőleg úgy fektessük be, hogy a pontok között feküdjék az egyenes. A polygon oldalai lehetőleg hosszúak legyenek, az egyenesek összemetszésénél keletkező szögpontok, vagy sarokpontok lehetőleg oly helyre essenek, amelyekben jó műszerállás kínálkozik, és amelyekről a polygon szomszédos szögpontjai jól megirányozhatók legyenek és a környező telepre is kilátás nyílják.

Az egyeneseket a terepen kitűző rudakkal keressük fel, azokat összemetszük, kapjuk az egyenes metszéspontjain az u.n. szögpontokat, vagy sarokpontokat. A szögpontok jelzése rendszeren 5-6 cm. átmérőjű, lehetőleg tölgyfakaróval történik, amelyet teljesen a föld színéig hajtunk be, a közepére szöget verünk be, hogy azáltal a műszer központosítása és a megirányzás pontosan történhessék. A talajkátó mellé azután iráskarót, vagy zszindelyt verünk be, amelynek a ta-

laj fölött maradó részére ráírjuk a szögpont számát, azonkívül a szögpontok könnyebb megtalálása végett a karótól mintegy 1.0 m. távolságban, a földből mintegy 1.20 m.-re kiálló erősebb, 15 - 16 cm. átmérőjű jelző karót helyezünk el, amelynek felső meghajkolt részére szintén ráírjuk a szögpont számát.

A szögpontok kitűzését követi a polygon bemérése. E célból először is szögpontról-szögpontra haladva központosított tachymeterrel vagy theodolittal megmérjük a polygon oldalak által bezárt szöveget, esetleg hosszabb egyenesekben gondoskodunk minden 100 - 200 m. távolságban az egyenesben pontosan beintett és szöggel ellátott iránykaróról. Az iránykarót szintén a föld színéig verjük be, az irányt rajta pontosan pontszöggel megjelölve, melléje íráskarót, vagy zsindelet helyezünk el "l.rk." felirással. A zsindelet, vagy íráskarót jobb átnézetesség kedvéért a talajkarótól mindig állandó, 20 - 30 cm. távolságra oldalt verjük be, írással mindig a kezdőpont felé fordítva.

A szögpontokon végzett szögmérés adatait u.n. szögpont jegyzőkönyvbe vezetjük be, amelyet amellet minden szögpont környékéről való vázlattal is kiegészítünk. Hogy a felhordásnál kételyünk ne támadjon, célszerű a szögpont száma mellé még azt is megjelölni, hogy a pálya végpontja felé haladólag a polygon jobbra, vagy balra kanyarodik-e. Sokan a szögpontnál nem a polygon oldalak által bezárt szöveget, hanem annak 180°-ra való kiegészítő szögét, az u.n. középponti szöveget szokták kiszámítani. A szögmérést mindig pontosan központosított és vízszintes limbuskörrel kell végezni és célszerű amellet a megirányzást - különösen csak egy oldali noniussal felszerelt műszereknél - átcsapott távcsővel is végezni.

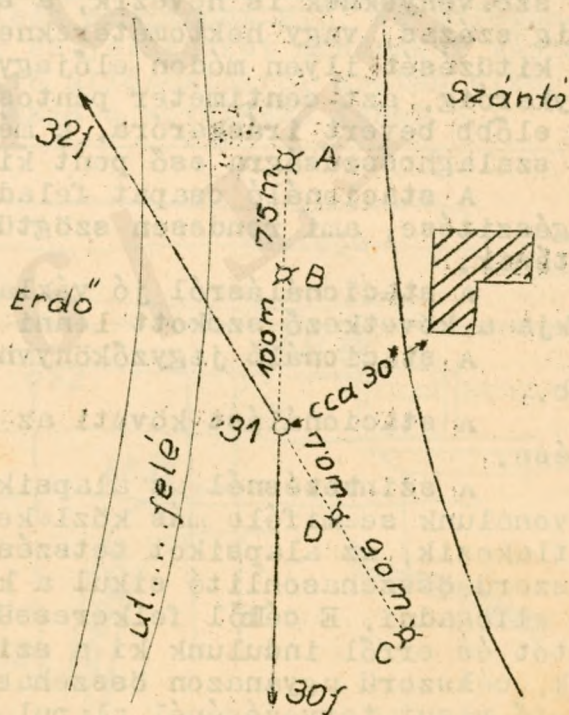
A szögpontokat - esetleges kihuzás esetére - még biztosítani is szokták 2 vagy 4 biztosító pont szöges karóval, amelynek a szögponttól való távolságát centiméter pontossággal megmérjük és feljegyezzük. A biztosító karókat, ha a szög nem tulságosan lapos, jó a polygonoldal meg hosszabbításában kitűzni, esetleg csak az előző polygon oldal meg hosszabbításában kettőt és kettőt a szögfelezőbe, de természetesen lehet azokat másképen is elhelyezni, csak arra ügyeljünk, hogy a biztosító karókról az elveszett szögpont lehetőleg összemetszés útján, minden szög- és hossz mérés nélkül rekonstruálható legyen. A biztosító karókat szintén a föld színéig hajtjuk be, pontszöveget irányozunk be rajtuk, míg íráskaróikat írással a szögpont felé fordítva, a szögpont számával és betűkkel jelezzük.

Szögpont jegyzőkönyv mintája alant látható:

31.sz. Szp.- bal

	I.		II.
1.32 -	108° 35'	288° 35'	
1.30 -	310° 40'	130° 40'	

$$\alpha = 202^{\circ} 05'$$



A vázlatnál rendszeren az előző polygon oldalt a könyv hosszúságoldalával párhuzamosan, a követő oldalt pedig az elhajlásnak megfelelően rajzoljuk meg.

A pontos és átnézetes jegyzőkönyv vezetés, a hibátlan belső fel-dolgozás a tévedések elkerülésének legfőbb biztosítója.

A polygon szögeinek bemérését és a szükséges iránykarók kitü-zését követi a polygon oldalak hosszúság mérése, a közbenső pontok ki-tűzése és a helyszinrajzi adatok bemérése, az u.n. s t a t i o n á l á s E munkát végezhetjük a szögpont méréssel egyidejűleg, avagy külön cso-porttal is. A hosszúságmérést és az egyenesek részlet kitűzését első esetben a szögpontra, vagy iránykaróra álló műszerrel eszközöljük, avagy, ha külön csoporttal dolgozunk, akkor kitűző rudakkal, mérőszalaggal és függélyezővel. E végből a kezdőpontra, vagy már bemért szögpontra és a követő szögpontra, esetleg iránykaróra kitűzőrudat állítunk fel és a szalagméréssel egyidejűleg kitűző ruddal beintjük a közbenső ponthat. A szalag 20, vagy 50 méter hosszú szokott lenni és a mérésnél mindig arra kell ügyelnünk, hogy a szalag vízszintesen, jól ki legyen huz-va, a szalag egyik végét a már bemért karóhoz tartva, másik végéhez be-intés után szalag szöveget tűzünk be, meredekebb terepen esetleg lépcsős mérést végzünk (nehéz terepen libellás lécs segélyével). A tévedések elkerülése végett mindig teljes szalag hosszúsággal dolgozunk és az esetleg szükséges közbenső pontok hosszúságát a kifeszített teljes szalag mellett olvassuk le. Közbenső pontot tűzünk ki lehetőleg min-den szalag hosszúság végére, a terep törési pontjain és ott is, ahol ha az egyenesben nincs is tereptörés, a keresztiszelvény változik, azonkívül bemérendők az összes birtok és művelési ág határai is. Árkokon, vagy töltéseken áthaladva, mindig a rézsűk alsó és felső lábánál is kell ka-rót kitűznünk. (20. ábra)

Egyenletes esésű terepen elég min-den 20 - 50 m.-re egy közbenső pon-tot kitűzni. A közbenső pontokat szíten talajkarókkal jelöljük és mel-léljük mindig ugyanazon oldalra 20-30 cm. távolságban iráskarót, vagy zsin-delyt. verünk le. A közbenső karókat nem szoktuk folyószámmal ellátni, ha-nem minden karót a kezdőponttól való távolsággal jelöljük meg olyképen, hogy a százmétereket a + jellel választjuk

el. Pl.  $15 + 85.30 = 1585.30$  m. a kezdőponttól. A százméteres szakaszokat szelvényeknek is nevezik, a száz-as szakaszok végén levő pontokat pedig száz-as, vagy hektométereknek. A százast és egyuttal részletpon-tok kitűzését ilyen módon előjegyzik a következő szögpontra, vagy i-ránykaróra, azt centiméter pontosan lemérve, stacionálását ráírjuk a már előbb bevert iráskaróra, a mérést mindig először kitűzve, a tel-jes szalag hosszúságra eső pont kitűzése után folytatjuk tovább.

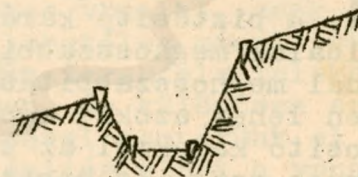
A stacionáló csapat feladata azonkívül a helyszinrajzi adatok kiegészítése, ami rendszeren szögtükörrel és derékszögű koordinátákkal történik.

A stacionálásról jó vázlattal ellátott jegyzőkönyv vezetendő. Alakja a következő szokott lenni (lásd a 21. ábrát).

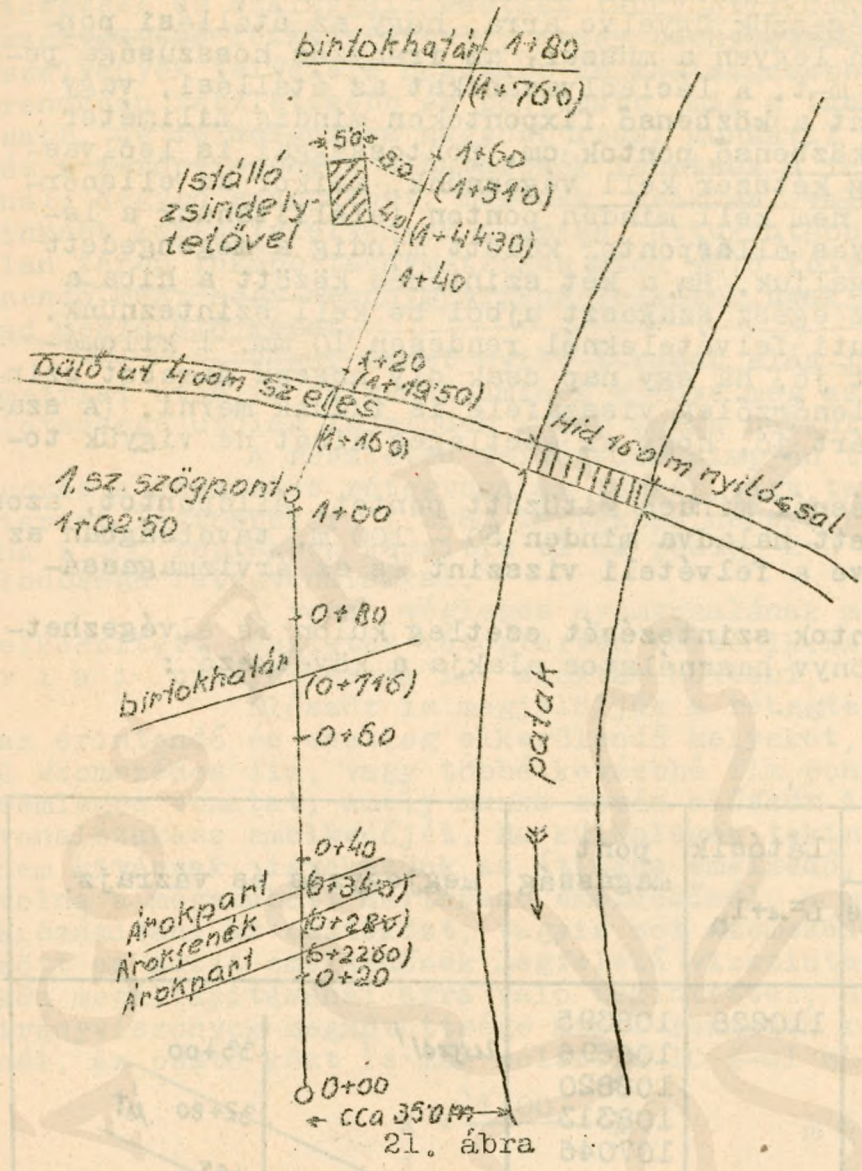
A stacionáló jegyzőkönyvnel a jó és tiszta vázlat a legfonto-sabb.

A stacionálást követi az összes kitűzött polygonpontok beszin-tezése.

A szintezésnél az alapsík megválasztása lesz az első dolgunk. Ha vonalunk semmiféle más közlekedési uthoz, vasúthoz, folyóhoz nem csatlakozik, az alapsíkot tetszés szerint vehetjük fel, bár akkor is célszerű összehasonlító sikkal a katonai térképek összehasonlító sikk-ját elfogadni. E célból felkeressük a vonalhoz közel eső katonai fix-pontot és erről indulunk ki a szintezéssel. Ha más vasúthoz csatlako-zunk, célszerű ugyanazon összehasonlító sikkal dolgoznunk, amely az illető vasút tervezésénél alapul szolgált, hogy a becsatlakozásánál



20. ábra



21. ábra

az átszámításokat elkerüljük. Fixpontot kaphatunk az illetékes osztálymérnökségtől renáesen.

Ezenkívül kaphatunk esetleg fixpontot a kulturmérnökségtől (ezek igen pontosak szoktak lenni).

A szintezést a nyert, vagy adott fixponttól kiindulólal kezdjük meg, és minden kitűzött pontot bemérünk. A szintezés történhetik, akár szintező műszerrel, akár távcsőlibellával ellátott bármely szögmérő műszerrel is (0-ra beállított magassági kör mellett). A tachymetrikus után való magasságmérés nem eléggé pontos. Hosszabb vonalak beszintezésénél e mellett még célszerű a pálya mellett, de az építés során meg nem bolygató, biztos fekvésű, állópontokat is bemérni, legalább minden kilométer távolságban, de különösen ott, ahol nagyobb mű-

tárgyak létesítendőek, vagy állomások közelében. Állópontul választhatjuk pl. valamely ház lábazati falának magasságát, kilométerkő tetejét, sőt esetleg öreg, vastag fák gyökfőjében hajkot készítünk, és ebbe sinzeget verünk, amikor a sinszeg teteje lesz a fixpont stb. Az állópontokat rendszeren római számokkal jelezzük és jelzésüket mindenkor vázlatban is feltüntetjük. A vonal mentén fekvő állópontokról azután elkészítjük az u.n. állópontok jegyzékét. Alakja a következő lehet :

Az álló pont		Leírása	Vázrajz
száma	tengerszin felett való magassága		
XV.	108.395	32-33 szelvények között jobbra cca 30 m-nyire, közuti, vasbeton hidak község feletti bal korlátoszlopának teteje	

A szintezést a geodesia szabályai szerint, lehetőleg közbenső műszerállással végezzük ügyelve arra, hogy az átállási pontoktól egyenlő távolságban legyen a műszer, az irányzás hosszúsága pedig ne haladja meg a 60,0 m-t. A lécleolvasásokat az átállási, vagy kapcsoló pontokon, valamint a közbenső fixpontokon mindig miliméter pontossággal végezzük, a közbenső pontok cm. pontossággal is leolvashatók. A szintezést mindig kétszer kell végeznünk, amikor az ellenőrző (második) szintezésnél nem kell minden ponton felállítanunk a léceket, a magasságokat az egyes állópontok között mindig a megengedett hiba határain belül korrigáljuk. Ha a két szintezés között a hiba a megengedettnél nagyobb, az egész szakaszt újból be kell szinteznünk. Megengedett hibahatár vasuti felvételeknél rendszeren 10 mm. 1 kilométer távolságra. Éppen azért jó, ha egy nap csak oly hosszú darabot szintezünk be, amelyet még ellenőrzőleg visszafelé is tudunk mérni. (A szakasz újbóli szintezése azért jó, hogy az esetleges hibát ne vigyük tovább),

A szintezésnél minden kitűzött pontot, állópontot, azon kívül ut, vagy patak mellett haladva minden 50 - 100 m. távolságban az ut közép magasságát, illetve a felvételi vízszint és az árvizmagasságot is be kell mérnünk.

Az állópontok szintezését esetleg külön is elvégezhetjük. A szintezési jegyzőkönyv használatos alakja a következő:

Megírányzott pont	Lécleolvasás			Látósik $L = m + l_h$	pont magasság	Megjegyzés és vázrajz.
	hátra $l_h$	közép $l_k$	előre $l_e$			
F.P.XV.	1'833			110228	108395	
32+60		1'532			108696	
+65		1'408			108820	
32+80		1'915			108313	
33+80		3'182			107046	
u.o. árvizmag.		2'853			107375	
32+15		3'762			106466	
32+40	0'138		3'816	106550	106412	
+60		1'125			105425	

A polygon bemérését követi erről, mint alapvonalról a környező terep részletes felvétele. Rendszeren vasutaknál a terepfelvétel kiterjed a polygon mindkét oldalán 100-100 m. széles sávra, noha erre így biztos adatot adni nem lehet, mert a terepalakulata azt erősen befolyásolja. Keskenyvágányú vasutak tervezésénél, ha a semleges vonalhoz elég közel tüztük ki a polygont, a vonalnak a terephez való jobb simulása végett, sokkal kisebb szélességű terepsáv részletes felvételével is megelégedhetünk, így nem nagyon változó terepen jobbra-balra 20 m. széles sáv is elegendő, míg szerpentinák, csucsfordulók, szélesebb és mély völgyek mentén sokkal nagyobb területrésze kell kiterjeszkednünk. A felvételnél való tulságos szűkkeblőség könnyen költséges, kiegészítő felvételeket tehet szükségessé, míg a szükségesnél nagyobb területre kiterjedő felvétel nagy külső- és munka- és így költség-többletet jelent.

A terepet részletesen felvehetjük <sup>E</sup> polygonnal minden egyes kitűzött pontjain át fektetett kereszttszelvényekkel (akár szín-

tezéssel és szalaggal, esetleg tachymetrikusan, de leginkább kereszt-szelvényező léckészlettel), avagy tachymetrikus mérésekkel. A kereszt-szelvények felvétele hosszabb és költségesebb külső munkát igényel, de rendszeren részletesebb és pontosabb, míg a tachymetrikus felvétel gyorsabb, de feldolgozása nagyobb irodai munkával jár. A terep fedettsége és a terepviszonyok elhatározók lehetnek a felvételi módmegválasztásánál. Nagyon szaggatott, meredek, sziklás, valamint erősen fedett terep inkább kereszt-szelvények alapján, áttekintőbb, nyílt, kevésbé nyugtalan terep inkább tachymetrikus uton való felvételre alkalmas. Megjegyzendő még, hogy a tachymetrikus felvétel csak gyakorlott mérnök kezében ad megfelelő képet.

Végül lehet nyílt terepet elég jól és gyorsan photogrammetriai uton is felvenni, aminek előnye még az is, hogy a felvétel részletessége utólag is, minden külső munka nélkül pótolható.

A részletes felvételek alapján történik azután a feldolgozás, a részletes rétegvonalas térkép, vagy terv elkészítése. A rétegtervet legtöbbször 1:2880 léptékben, nehezebb részokról 1:1000, sőt néha 1:500 léptékben készítik el és pedig 2.0 m., ill. 1.0 m. szintkülönbségű rétegvonalakkal.

A vonal végleges nyomvonalának megállapítása most az így elkészített részletes rétegterven történik. Ezt a műveletet geometriai nyomjelzésnek is szokták nevezni.

Először is megjelöljük a rétegterven a kezdő, a végpontot, az érintendő és esetleg elkerülendő helyeket, majd az így meghatározott 2 szomszédos fix, vagy többé-kevésbé fix pont között keressük fel a semleges vonalat, amely munka során először is megállapítjuk az illető vonalszakasz emelkedőjét. Ha különleges tekintetek más vonalvezetést nem kívánnak, igyekezünk az átlagos emelkedő, illetve, ha az nagyobb volna a megszabott mértékadó emelkedőnél, a mértékadó emelkedő alapján kiszámítani az osztóközt, vagyis két szomszédos rétegvonal között az adott emelkedőnek megfelelő vízszintes hosszúságot. Az osztóköz megállapításánál arra való tekintettel, hogy a végleges vonal az irányviszonyok megkötöttsége miatt rendszeren rövidebb a semleges vonalnál, az osztóközt is már célszerű 10 %-al növelni, vagyis

$$k = \frac{1100}{e} m \quad m = \text{a rétegvonalak magasságkülönbsége}$$

E távolságot körzöbe véve mindig a jobban helyhez kötött ponttól a másik fix pont felé haladunk, tehát legtöbbször felülről lefelé, rétegvonalról-rétegvonalra, és a metszéspontok összekapcsolásával kapjuk meg a semleges vonalat. A semleges vonal lefejlesztésénél természetesen mindig ügyelnünk kell arra is, hogy a mellékvölgyekbe csak addig haladunk be, illetve sziklaorrok megkerülésével is csak addig vezetjük a vonalat, ameddig a legkisebb görbületi sugárral az iv kiképezhető. Így szűk völgyekben, ha azt látjuk, hogy tovább haladva a semleges vonallal, megfordulni már nem tudnánk, a semleges vonalat már nem vezetjük tovább rétegvonalról-rétegvonalra, hanem a völgyet átmetszve, annak tulsó oldalán keressük fel az adott emelkedő, illetve eső vonalnak a tereppel való dőféspontját és onnan folytatjuk a vonalfejlesztést. Ez az u.n. földfeletti vonal. Éles hegyorokon pedig, amelyeket a legkisebb, illetve az illető helyen legcélszerűbb kanyarulati sugárral bíró ivekkel megkerülni nem tudunk, az orr megkerülése helyett, azt átvágjuk, keresve az orr másik oldalán az emelkedő vonalnak a tereppel való dőféspontját, ahonnan ismét folytatható a nyomozás.

Ha a két állandó pont között az átlagos emelkedő nagyobb, mint a megállapított mértékadó, akkor a vonal mesterséges meghosszabbítására kell törekednünk vonalfejlesztéssel. A vonalfejlesztés az általános nyomjelzésnél leírt módokon eszközölhető, csak természetesen most az már részletesen tervezendő meg.

A semleges vonalat így felkeresve az egész vonalra be-tervezzük a végleges vonalat olyképen, hogy az lehetőleg simuljon az előbbihez. Ecélből rendszeren először megrajzoljuk az egyeneseket, ezeket összemetszve a szögpontokat, ahol azután a terepnek megfelelő su-

gárral ivet rajzolunk be. Hosszu iveknél azonban gyakran előbb a semleges vonalhoz simuló ivet rajzoljuk meg, amelyet azután érintősikkal kapcsolunk a szomszédos ivekhez, és csak az érintők összemetszése adja a szögpontokat. Minthogy a nagy sugaru ivek körzövel nehezen volna berajzolhatók, e célra használatosak az u.n. ivvonalzók (Radiengarnitura), vagyis a rajz léptékének megfelelő, és különböző sugaru ivek szerint kivágott karton vonalzó. E munkánál természetesen vigyázunk arra, hogy a megengedett legkisebb görbületi sugárnál és a legkisebb közbenső egyenesnél kisebb sugarat, vagy rövidebb egyenest ne tervezünk. A végleges vonal befektetésénél minél jobban simulunk a semleges vonalhoz, annál kedvezőbb hosszúságu szelvényt kapunk s így rendszeren annál kisebb földmozgósítást is érünk el, de nem szabad ennek az irányviszonyok rovására mennie. Ha a végleges vonal tengelye a semleges vonal felett fekszik, akkor bevágás, ha alatta halad, töltés válik szükségessé, és ennek tekintetbe vételével már akkor ügyelünk arra, hogy lehetőleg a bevágásokat megfelelő töltések kövessék (lehetőleg felülről lefelé). Itt csak arra akarom felhívni a figyelmet, hogy a bevágás szelvényterülete nagyobb lévén a töltésénél, a semleges vonaltól való kb. egyenlő fel- és lefelé való eltérés rendszeren több bevágási földtömeget eredményez. Igaz, hogy még a hosszúsági szelvényben a pályabefektetésénél ezen némileg segíthetünk is.

A vonalalkotó egyeneseket és iveket berajzolva, az ivek középpontját keressük fel (ha lehet), és az abból, a két érintőre bocsátott merőleges adja az iv elejét és végét.

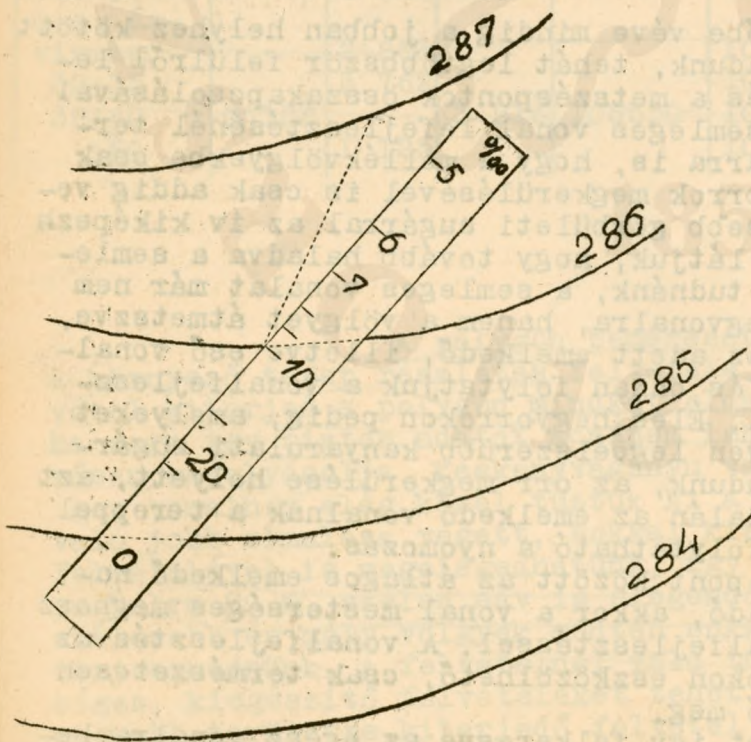
Sokan a geometriai nyomozásnál nem tartják célszerűnek a semleges vonal előző felkeresését, hanem tekintettel arra, hogy ivekben amúgy is mérsékelni kell az esést, a vonalkeresésnél azonnal a végleges vonalat fektetik be az esésváltozásra való tekintettel, ami sokszor felesleges munkától óv meg, de természetesen a rétegvonalas térképen való tájékozódásban nagyobb gyakorlatot kíván meg. Ennél az eljárásnál mértékadó, és annál több kisebb emelkedőre határozzuk meg az osztóközöt, és azokat egy közös pontból mérve az emelkedő ráírásával egy papírszalagra rajzoljuk fel, és a vonal keresésénél a papírszalag 0 pontját az előző rétegvonal metszéspontjához helyezve a szükséges emelkedőnek megfelelő osztóközzel haladunk rétegvonalról-rétegvonalra, a végleges vonal egyidejű berajzolásával ellenőrizzük, hogy a berajzolt végleges vonallal nem lépjük-e túl a megfelelő emelkedőt. (22. ábra)

Az osztóközök kiszámításánál ez esetben azonban a 10 %-os biztonságtól eltekintünk, vagy is az osztó köz nagysága

$$k = \frac{1000 \text{ m.}}{e}$$

A vonal befektetését itt is követi az ivek elejének és végének megszerkesztése.

Az így nyert vonalat azután a kezdőponttól kezdődőleg stacionáljuk, és a száz-as pontokat nullkörökkel és melléirt számokkal megjelöljük. A stacionálásnál a kezdő pontot mindig a kezdő állomás (vagy csatlakozó állomás) felvételi épületének tengelyében, illetve nem állomásoktól, illetve közelében kiágazó mellékvonalaknál az elágazási pontban veszszük fel (utaknál gyakran az ut elágazástól).



22. ábra

A rétegtervbe berajzolt vonal alapján azután elkészíthetjük a részletes terveket. A pálya végleges letüzését a terepen a felvételi polygon alapján rendszeresen csak az építés előtt végezzük.

Síkvidéki, valamint nem tulságosan nagy emelkedésű völgyekben vezetett vasutak nyomjelzésénél az előzetes terepfelvétel elmaradhat, a vonalat előbb általánosságban megtervezve, közvetlenül a tengelyvonal kitüzéséhez foghatunk. A kitüzésnél mindenekelőtt meghatározzuk a vonalat alkotó egyenesek helyét térkép alapján, vagy közvetlenül a természetben, avagy vonalfejlés esetén a lehasított semleges vonal pontjai alapján kiegyenlítő egyeneseket fektetve; az egyeneseket összemetszve kapjuk az u.n. sarok-, vagy szögpontot. Semleges vonal fejlesztése esetén jobb irányviszonyok nyerése végett esetleg a semleges vonal pontjait bussolával felmérhetjük, majd felhordva a mérés eredményeit e térképen fektetjük be az egyeneseket és ivateket, meghatározzuk a szögpontok helyét, és azokat a semleges vonal pontjairól kimérjük a terepen. Felölése pontszöggel ellátott és teljesen a föld színéig vert, 7-8 cm. átmérőjű, lehetőleg tölgyfakaróval és tőle mintegy 25-30 cm-nyire, mindenkor irással az iv felé fordított iráskaróval, vagy zsindeellyel jelöljük meg, amelyre ráírjuk a szögpont folyószámát. A szögpontokat biztosítanunk is kell biztosító karókkal, lehetőleg az egyenesek meghosszabbításában, esetleg a szögfelezőben. Hosszu egyenesek jelölésére a sarokponton túl meghosszabbított egyeneseket biztosító karók helyére deszkákat (8-12 cm. belső oldalnagyságú) ásunk be, amely tokba 5-7 m. hosszú, felső végén 2 keresztben álló és a szögpontszámával ellátott deszkácskával ellátott póznát helyezünk. Minthogy az egyenesek adják a vonal irányát, az egyenesek és a szögpontok kitüzése mindig nagy gyakorlatot kíván.

A szögpontok kitüzését követi mindenegyik szögpontra a szögmérés és az iv kitüzése. Az ivateket ilyenkor rendszeren átmeneti görbék nélkül tüzzük ki. A szög megmérése után, ami rendszeren kétszeres irányzással történik, kiszámítjuk az iv jellemző pontjainak (mint iv eleje, iv vége, ivközepe) távolságát a szögponttól, kitüzzük őket, majd ezt követőleg az iv közbenső pontjait. Minden kitüzött pontot talajkaróval, a műszerrel kitüzötteket ezen kívül ebbe vert pontszöggel állandósítjuk, és melléjük mindig ugyanazon oldalra, irással a kezdőpont felé fordított iráskaróval, vagy zsindeellyel jelöljük meg. Az iráskaróra kezdőbetűivel ráírjuk a kitüzött pont nevét, mint pl. I.E. iv eleje, I.K. = iv közepe, I.V. = iv vége, I.P. = ivpont, de úgy, hogy alatta még elegendő hely maradjon a stacionálás felírására. Az iv elejének iráskarójának a hátsó (lapjára) oldalára azonkívül még ráírjuk a választott sugár nagyságát és az iv kiszámított hosszúságát. Az iv jellemző pontjainak kitüzéséhez legtöbbször ivtáblázatokat használunk, így nálunk leghasználatosabbak a Sarazzin és Oberbeck-féle "Kurventabellen", amely a különböző középponti szögekhez (bezárt szög kiegészítő szögéhez) tartozó adatokat egységnyi sugárra vonatkoztatva tartalmazza. A szögmérés, valamint a kitüzésről áttekintő és vázattal ellátott u.n. szögpont-jegyzőkönyvet vezetünk (hasonló a polygon szögpont jegyzékéhez, de még tartalmazza a választott sugár mellett az ivpontok számítását is). Adott szögpontnál az iv sugarának megválasztása mindig így történjék, hogy az iv lehetőleg minél jobban simuljon a terephez. Kezdő mérnöknek jó tájékozásul szolgálhat az iv közepének (a tetőpont) a szögponttól való távolsága.

A szögpontokon az ivatek kitüzésével egyidejűleg hosszabb egyenesekben lehetőleg minden 2-3000 méter távolságra pontszöggel ellátott iránykarót is verünk be. (Jelöljük az iráskarón I.r.k.)

Az ivatek kitüzésével egyidejűleg, vagy külön csoporttal végezzük a vonal hosszúságmérését és közbenső pontjainak kitüzését, amellyel mindig a kezdő pontból indulunk ki. Az eljárás ugyanaz, mint azt a polygon stacionálásánál láttuk azzal a különbséggel, hogy a stacionálást mindig csak az iv elejéig végezzük, amelyet centiméter pontossággal bemérünk, míg az iv többi pontjainak és az iv végének a stacionálását kiszámítjuk (erre szolgál az iv sugarának és az iv hosszúságának az iv elején a karó hátoldalán való feltüntetése). A sta-



cionálással egyuttal a helyszinrajzi adatokat is kiegészitjük, mint azt már a polygon felvételenél láttuk. A jó vázlattal ellátott jegyzőkönyv itt is elengedhetetlen követelmény.

A következő feladat az összes kitűzött pontok, magassági állópontok és a vonal mentén a pályaszinbefektetésre irányadó magasságok (mint árviz szine, utközépmagasság stb.) beszintezése ugyanolyan módon, mint azt a polygon felvételenél láttuk. Megjegyezni kívánom azonban még azt, hogy építés alá való kitűzésnél célszerű az ellenőrző szintezésnél is minden kitűzött karóra felállítani a léceket a hibák elkerülése végett. A szintezéssel egyidejűleg megállapítjuk és a jegyzőkönyvbe beírjuk a keresztezett vízfolyásoknál, utaknál stb. szükséges nyílás nagyságát, illetve az utátjárás szélességét is. Erre vonatkozólag jó tájékozásul szolgálhatnak a vonal mentén hafiadó közutaknak ugyanazon vízfolyások felett való áthidalásai. Nagyobb műtárgyak nyílásának megállapítása a hydrologiai tényezők alapján külön történik.

A szintezés befejeztével, illetve azt követőleg felvesszük minden kitűzött ponton a keresztaszelvényeket.

Utolsó teendőnk pedig a műtárgyak, nagyobb építmények helyén a terep részletes felvétele (akár tachymetrikus uton, akár egy bázisra felvett kereszt és hosszúsági szelvények alapján), hogy a műtárgy megtervezhető legyen.

## 8. §. A terműveletek elkészítése.

Az előmunkálatok, vagy nyomjelzés feladatai közé tartozik még a belső és külső munkálatok eredményeül a vonatkozó terművelet elkészítése is.

Az általános előmunkálatok során kell elkészítenünk az u.n. általános terműveletet, amely a vonalvezetés végleges megállapításának az alapjául szolgál. E terművelet áll:

1.) Katonai térképből (rendesen 1:75,000 léptékben, amelybe a vonalat cinóberrel rajzoljuk be és a vonalat kilométeraljuk. A kilométerek helyét a vonalra derékszögben rövid, vékonyabb cinóber vonalkákkal jelöljük. Az állomásokat szintén megjelöljük megvastagítással és névvel látjuk el. Ez a térkép csak az általános tájékoztatásul szolgál.

2.) Az általános helyszinrajzból, legtöbbnyire 1:25,000 léptékű katonai térkép alapján, amelyből már a vonalvezetés részletesebben megítélhető. A vonalat szintén cinóberrel rajzoljuk, és kilométeres beosztással látjuk el, esetleg az iveket is berajzoljuk. Ha nagyobb léptékű térképet tudunk szereznii, mint pl. 1:10,000 léptékűt, akkor jobb ezt az általános helyszinrajz alapjául használni. Ebben már az ivek is pontosan berajzolhatók és a vonal szelvényezhető, a szükséges műtárgyak, rézsübiztosítások jelölhetők stb. A szelvényezés nullkörökkel jelölendő. Sikvidéki pályák általános helyszinrajza már a kataszteri léptékben is készülhet a felvétel alapján.

3.) Az általános hosszúsági szelvény, amelynek hosszúsági léptéke lehetőleg egyezik a helyszinrajz léptékével, míg a magasságok tízszeres torzítással tüntetendők fel. Így például, ha a hosszúsági lépték 1:25,000, illetve 1:10,000, akkor a magassági lépték 1:2500, illetve 1:1000-nek választandó. Általános hosszúsági szelvényekben néha még nagyobb 20, illetve 50-szeres torzítást találunk.

4.) A pálya szerkezetét ábrázoló, jellemző keresztaszelvényeket, és pedig egy töltésben, bevágásban és szeletszelvényben fekvő pályarészről, rendesen 1:1000 léptékben.

5.) Műszaki leírás, amely az általános termű-

művelet egyik legfontosabb része. A műszaki leírás tartalmazza; a létesítmény céljának megnevezését és a létesítmény rövid jellemzését (üzem, nyomtávolság stb.), a mértékadó emelkedőt a legkisebb kanyarulati sugarat, az alépitmény szabványos koronaszélességét, a rézsűhajlást a műtárgyak szerkezetét, a felépitmény rövid leírását (vasutaknál sin-szelvény, aljzat, ágyazás méretei), a tervezett magasépitményeket, a pályabeosztást és elzárást, a járóműveket stb., a birtokviszonyokat és végül az építésre befolyással bíró egyéb tényezőket. A műszaki leírás egyúttal tartalmazza a jövedelmezőségi számítás, több variáns esetén mindegyik rövid leírását, esetleg a virtuális hosszúságszámítás eredményét és végül kellő indokolással a kivitelre ajánlott vonalvezetés megjelölését.

6.) Az általános költségvetés, amely egyúttal a jövedelmezőség-számítás alapjául is szolgál. Az általános költségvetés összeállítása utaknál, vasutaknál a háboru előtt más építkezésekből leszűrt átlagos, a hosszúságegységre vonatkoztatott költséggel volt beállítható, bár csak igen nagy gyakorlat után. Sokkal jobb, a tényleges költségeket megközelítő eredményhez jutunk, ha a munkamé-  
ket főcsoportokba különválasztva igyekszünk az összes költségeket megállapítani. A nagyobb munkával, költséggel járó építványokat, mint pl. nagyobb hidakat, nagyobb sziklabevágásokat, esetleg alagutakat stb. külön költségeljük. Ily esetben az építőkölttségeket a következő tétel-  
lekbe foglalva származtathatjuk le:

I. Műszaki munka, az egészkölttségnek 5-8 %-a.

II. Területek megszerzése.

III. Alépitmény: földmunka a folyóméterenkénti átlagos tömegmozgósítás alapján, esetleg a hosszúságszelvényben végzett gyors grafikus tömegszámítás alapján, elkülönítve, hogy ebből mennyi esik kedvező és kedvezőtlen anyagra és sziklára,

műtárgyak darabszáma szerint, vagy pedig 1 km. pályahosszúságra vonatkoztatva,

a különösen költséges nagyobb műtárgy költsége  
részbiztosítások stb. fm. szerint;

IV. Felépitmény.

V. magasépitványok.

VI. Járóművek.

VII. Pályabeosztás, biztosítás, felszerelés kilométerenkénti átalányárral.

VIII. Előre nemlátott kiadások és kikerekítés, az egész építési költség cca 5 %-a.

Az általános tervművelet célja tájékoztatást nyújtani a tervezett vonal építési és üzemi költségeiről, a vonal jövedelmezőségére vonatkozólag, hogy annak alapján az építkezés kivitelét re eldöntsük, a több variáns vonal közül a legmegfelelőbbet kiválasztjuk, egész hálózat fokozatos kiépítése esetén, előre programot is nyerjünk.

A részletes előmunkálatokat, minthogy azok már több munkát és költséget igényelnek, már csak az általános terv alapján kiválasztott vonalra fogjuk megejteni és pedig az előbb tárgyalt eljárásokkal. A részletes előmunkálatok, illetve részletes nyomjelzés során már a vonalvezetést részleteiben is megállapíthatjuk. Ezen munka eredményét az u.n. részletes tervműveletben foglaljuk össze.

Oly vonalaknál, amelyek építése már előre elhatározott dolog, és amelyeknél a vonalvezetés általánosságban nem enged variánst, avagy gazdasági, vagy más okok csak egy variáns kivitelét kívánják, gyakran általános tervet nem is készítünk, hanem csak részletes tervet. Másrésztől különösebb nehézséggel nem járó, előzetes hatósági engedélyhez nem kötött, kisebb jelentőségű, erdei utaknál stb., az építkezést gyakran az általános terv alapján határozzuk el, és a részletes terveket csak az építés alá való vonalkitűzéssel együtt készítjük el, amelyek egyúttal kiviteli tervül is szolgálhatnak.

A részletes tervművelet a következő terv- és irásmelléletekből áll:

1.) 1 : 75,000 léptékű katonai térkép (Speciálkarte), amelybe a vonalat kilométerrel cinóberrel berajzoljuk és az állomásokat megjelöljük.

2.) Részletes hosszúsági szelvény a helyszinrajz léptékével egyező hosszúsági léptékben, a magassági mérték tízszeres torzítással, és pedig a legtöbbször 1:2880 hosszúsági és 1:288 magassági léptékben. Rövidebb iparvágányok terveit gyakran 1:1000, illetve 1:100 léptékben készítjük. A hosszúsági szelvény a pályatengelyén át történt függőleges hosszúsági metszet. Tartalmazza fekete tussal kihuzva a 100 m-es szelvényekre osztott alapvonalat és e felett a terepnek a vonal, vagy pálya tengelyében való hosszúsági metszetét. A pályaszint cinóber-vörös (1-2 mm. vastag) vonal jelzi. A pályaszint jelentő egyenes (mely az emelkedő változása szerint lehet többszörösen tört vonal is) alatt a töltéseket, illetve a bevágásokat karmin, illetve gummitű festéssel jelöljük. Az egyes tereppontok szelvényezési adatait, mérőjegyeit fekete tussal, valamint a pályaszin mérőjegyet, minden egyes ponton a bevágás és töltés mérőjegyet cinóberrel írjuk be a hozzá tartozó ordinátán. Az emelkedési viszonyokat a lap felső oldalán két vastag cinóber párhuzamos egyenes között írjuk be és pedig az emelkedő, illetőleg az esés nagyságát % -ben, avagy tört alakban és az illető emelkedő szakasz hosszúságát. A pályaszinttörésekhez a pályaszin vonalától a legfelső párhuzamos cinóber mellett e vonalhoz huzott ordinátára írjuk rá azonkívül a pályaszinttöréspont stacionálását és a tengerszin (esetleg szabadon felvett összehasonlító sík) felett való magasságát is. A pályaszint jelző vonallal párhuzamosan vékonyabb vonalal szokták néha az alépitmény koronának szintjét is megjelölni. A pálya irányviszonyait szintén cinóberrel kihuzott tört vonal jelöli a lap felső oldalán és pedig olyképen, hogy az egyenes szakaszoknak megfelelő vonal a közepén, a szelvényezés irányában nézve azon iverket, amelyek középpontja jobbra esik az u.n. jobb iverket felül, azon iverket, amelyek középpontja a pályától balra esik az u.n. bal iverket alul párhuzamos, az ivhosszusággal egyező vonal jelzi. E tört vonalra ráírjuk az egyenesek hosszúságát, az iverknél pedig a kanyarulati sugarat, az ivhosszuságot és esetleg az ivhez tartozó középponti szög nagyságát is. A törtvonal végeit összekötő vékonyabb vonalakra pedig szokás az iv elejének és végének szelvényezését ráírni. Ezen kívül megfelelően feltüntetjük a hosszúság-szelvényen, amennyiben a pálya folyóvíz mellett, vagy ártérben halad, ugyancsak minden nagyobb műtárgynál, kék szaggatott vonallal az árvizmagasságot, továbbá előírt jelzéssel az állomásokat, felírva azok hosszúságát és nevét, valamint jellegét is, a szükséges műtárgyakat is, beírva azok nyílásait, az utátjárókat, beírva szélességüket (a keresztezett ut megnevezése fekete tussal történik, a keresztezési ponthoz tartozó ordinátán), a szükséges ut- és patakszabályozásokat, párhuzamos utakat, más vasutakkal pályaszintben való keresztezéseket, rézsübiztosításokat (mindig beírva hosszúságukat és hogy a pálya melyik oldalán fekszenek), esetleges elágazásokat. A községi és törvényhatósági határokat a hosszúsági szelvényen megfelelő pont-vonással jelöljük annál a pontnál, ahol a pálya a határt metszi. Ezenkívül a hosszúsági szelvény elején megfelelő jelmagyarázatot csatolunk. A hosszúsági szelvényt mindig rendes ivnagyság- (21 x 34 cm) ben hajtjuk össze.

A hosszúsági szelvény megszerkesztésénél a legnagyobb körültekintést és gyakorlatot kívánja a pályaszinlefejtése. Ezt megelőzőleg fel kell rajzolnunk, és lehetőleg azonnal tussal kihuznunk a kitűzött, avagy a rétegvonalas terven megállapított vonal hosszúsági szelvényét az előbb ismertett módon, tehát a hosszúsági léptéken a szelvényezést minden bemért, vagy a térképről levett jellemző közbenső pont helyét, ráírva stacionálását és magasságát, az ezen pontokon emelt függőlegesekre a megfelelő magassági léptékben a pont magasságát és az így kapott pontok összekötésével a térszin vonalát. Ezzel együtt, vagy azt követően megrajzoljuk az irányviszonyokat feltüntető törtvonalat az adatok bejegyzésével együtt. A térszin vonal mentén berajzoljuk az esetleg lement árvizszinmagasságot (rendesen

kék színnel), különösen vízfolyások keresztezésénél, valamint vízfolyások mellett vezetett vonalrészek mentén fontos; ut mellett való vonalrészek mentén, valamint ut kkal, vasutakkal való keresztezések helyén a párhuzamosan haladó, vagy szelt ut pályaszínmagasságát. Az így előkészített hosszúsági szelvénybe fertetjük le a pályaszínvonalat.

A pályaszín befektetésénél mindig azon pontoktól indulunk ki, amelyek pályaszíne többé-kevésbé kötve van, így először rendszeren berajzoljuk az állomások pályaszínét, tekintettel az állomások helyének megválasztásánál előírt feltételekre. Az állomások lehetőleg vízszintesben, de legfeljebb a menetellenállásnak megfelelő emelkedőben (tehát fővonalaknál 2.5 ‰, helyi érdekű vasutaknál, továbbá keskenyvágányu vasutaknál 3 ‰) fehetnek, de hosszú állomásoknál legalább az állomások azon részén, ahol a vonatok megelőzése, keresztezése stb. történik. Vigyázzunk arra is, ha lehet, hogy az állomások bevágásba ne kerüljenek, pályaszínük oly magas legyen, hogy az állomásokon létesítendő magasépítmények közül a tisztító és javító görök stb. könnyen vízteleníthetők legyenek; ha az állomásokon a pályaszínt valami okból változtatni kell, a pályaszíntörés ne essék a vonatok keresztezésére, megelőzésére szolgáló szakaszba, sük vidéken az állomásokra be-, illetve kifutó vágányok a könnyebb vonatinítás, illetőleg fékezés végett az állomás felé emelkedőt mutassanak. Hegyvidéki vasutakon, ahol ez esetleg csak óriási költséggel volna elérhető, a pálya az állomások felé nagy esésben ne feküdjék. A megálló az előírt hosszúságban (legalább egy vonathosszúságnyra) vízszintesben, illetve legfeljebb 2.5-3 ‰-ban legyenek. Vízfolyásokkal való keresztezésnél a hidszerkezet alsó éle és a legnagyobb árvíz között előírt távolság (általában 1.0 m., tutajozható folyókon 2.5 m., hajózható folyókon pedig az illetékes folyammérnökség által megállapított magasság pl. hazánkban a Dunán 6.5 m.) betartassék, a hidakon az emelkedő mérsékeltséssék, ha már nem sikerül azokat vízszintesben elhelyezni. Ut- és vasutkereszteezéseknél döntenünk kell, hogy azokat az ut, vagy vasut színében, vagy a tervezendő vasut felett, vagy alatt vezessük-e, amikor is a pályaszín megállapításánál az áthidalt utak, vagy vasutak úrszelvényének kell szabadon maradnia a műtárgy tartó szerkezetének alsó éle alatt. Természetesen tekintettel az alul-, vagy felüljárón átvezetett utak, vagy vasutak csatlakozó részeinek megengedett, illetve célszerű emelkedőjére. Vasutaknál a nyílt pályán pályaszínbén keresztezni általában nem szabad. Két alárendeltbb jelentőségű vonal pl. két iparvasut metszésénél a pályaszínbén való keresztezést meg szokták engedni, de mindig megfelelő biztosító berendezések előírása mellett, ami nemcsak építési költségtöbbletet jelent, hanem egyuttal az üzemi költséget (állandó őrtartása, többé-kevésbé kellemetlen forgalmi akadály stb) is emeli. Ezen kívül vízfolyásokkal való párhuzamos vezetés esetén a pályaszínbén a várható legnagyobb árvíz színe felett legalább 1.00 m., keskenyvágányu vasutaknál 0.60 m. magasságban kell feküdnie, utakkal párhuzamos vezetés esetén a költséges korlátok elkerülése végett igyekeznünk kell lehetőleg 2.5 m. szintkülönbséggel vezetni a vonal pályaszínét. Gyakran már a tervezésnél is az említettekén kívül más helyeken adódnak a pályaszínbefektetésénél betartandó magasságok.

Miután ezeket megjelöltük, a pályaszín befektetésénél ügyelnünk kell arra is, hogy az építésnél mozgósítandó tömegek lehetőleg kiegyenlitsék egymást, a tökéreket lehetőleg a magasabban fekvő bevágásokból fedezhessük (építőköltség kiméltése végett). A pályaszínvonalat az előbb felsorolt fixpontok között most már főleg a földmozgósításra való tekintettel igyekeznünk megállapítani, de csakis az előre megállapított, vagy előírt legnagyobb mértékadó emelkedő határain belül. Természetesen a pályaszínt nem sikerül az adott fixpontok között egy egyenessel megtalálnunk, hanem az többnyire tört vonal lesz, mert a kanyarulatokban, még ha a terepviszonyok meg is engednék azt, mint-hogy a mértékadó emelkedőt nem szabad túllépnünk, az ellenállásra való tekintettel az emelkedőt amugy is csökkentenünk kell. Mindazonáltal igyekeznünk kell a pályaszínvonalat lehetőleg minél hosszabb 5-600 méter hosszú, egyenlő emelkedővel bíró szakaszokban befektetni, az ellenesések, de főleg a káros ellenesések kikerülésével. Rohamos emelkedőt

csak ritkán szabad beiktatni, mert ily szakasz mindenkor kényes része marad a vasuti üzemnek. Rohamos emelkedő esetén a megelőző és követő szakasz hosszúsága és enyhébb emelkedője az általános részben tárgyalt számítások alapján állapítandó meg. A pályaszintöréseknél ügyelnünk kell arra, hogy az egymás után következő emelkedők különbsége az "emelkedők elosztása a vonalon" című fejezetben tárgyalt értéknél kisebb maradjon (vagyis egyező irányú emelkedő között legfeljebb 12, illetve iparvasutaknál 15 % különbség legyen; emelkedésből esésbe mindig csak legalább vonathosszúságu vízszintes szakasz közbeiktatásával mehetünk át). A pályaszintörések lehetőleg egyenesbe kerüljenek oly messze az ivektől, hogy a kiegyenlítő kanyarulatok érintői ne kerüljenek az ivékbe. Ha másképen nem találunk megfelelő megoldást, inkább lapos ivékben helyezzük el a nem nagy pályaszintörést, de természetesen úgy, hogy a kiegyenlítő kanyarulatok ne kerüljenek az átmeneti ivékbe.

Ezen előírások betartása mellett a pályaszint most lehetőleg úgy fektessük be, hogy lehetőleg minél kisebb legyen a földmozgósítás, és a mozgatandó tömegek lehetőleg felülről lefelé szállítva találjanak kiegyenlítést. A földtömegek kiegyenlítésére a hosszúsági szelvény nem ad jó átnézetet, mert egyrészt a pályaszin nem az alépitmény koronavonalát, hanem a felépitményi kereszt, vagy hosszúsági gerendák felső élét, illetve utaknál az ut korona legmagasabb pontjait jelzi. E magasságból tehát, hogy az alépitmény koronamagasságát kapjuk, le kell vonnunk a kavicságy vastagságát, illetve utaknál a kiegyenlített alépitményi szelvény koronájának és az utfelépitmény legmagasabb pontja között való, a későbbiekben "d"-vel jelölt különbséget. Ez tehát nem jelentene különös nehézséget, mert az alépitmény koronaszínét befektetve ceruzával, attól a kavicságy vastagságára, illetve "d" távolságra felette húzott párhuzamos vonal adná a pályaszin vonalát. A hosszúsági szelvényben a pályaszin, illetve alépitményi koronának és a térszin között való függőleges távolság adja a bevágások, illetve feltöltések magasságát, illetve mélységét, amellyel egyenlő koronaszélesség és rézsühajlás mellett vízszintes térszinű kereszt-szelvényben a kereszt-szelvény területe is arányos ( $T = k \cdot m + m^2 \vartheta$ ) és így az alépitmény koronavonala és a térszin által bezárt terület nagyjából arányosnak vehető a mozgósítandó tömegekkel. Minthogy azonban a bevágások koronaszélessége a kétoldali árokkal nagyobb a töltés koronaszélességénél, töltés magassága a töltés szelvényterületével, illetve töltésrészeknek az alépitményi koronavonal és a térszin által határolt területével más arányban áll, mint a bevágások mélysége a megfelelő bevágási szelvényterülettel, illetve a bevágásrészek a térszinvonal és az alépitményi koronavonal által határolt területével. Egyenlő töltésmagasság, illetve bevágási mélység és egyenlő rézsühajlás mellett a bevágási szelvényterület az árokterületek elhanyagolása után, is mindig nagyobb a töltésszelvény területénél és pedig ( $T_b = (k+2a)m + m^2 \vartheta$ ;  $T_t = k \cdot m + m^2 \vartheta$ ;  $T_b - T_t =$ )  $2am$  értékkel. Ferde térszin mellett a különbség még nagyobb. Kevésbé gyakorlott mérnök, ha a bevágási és töltés tömegek kiegyenlítését célzó pályaszin vonalat akar elérni, tájékozásul előbb az alépitményi koronavonalat úgy, hogy a töltés, illetve bevágási részeknek a koronavonal fölé, illetve alá eső területei egymással egyenlők legyenek, megrajzolhatja (elég csak szemérmérték szerint) és ezen vonalat utólag felfelé tolja bizonyos  $\Delta$  értékkel, amelynek értéke a következőkép számítható ki:

$$k \cdot m + m^2 \vartheta = (k + 2a) \cdot (m - \Delta) + (m - \Delta)^2 \vartheta = k' (m - \Delta) + (m - \Delta)^2 \vartheta$$

$$\Delta = \frac{k+2a - 2m\vartheta}{\vartheta} \pm \sqrt{\frac{(k+2a-2m\vartheta)^2}{\vartheta^2} - 2am\vartheta} =$$

$$= \frac{k+2a-2m\vartheta \pm \sqrt{(k+2a-2m\vartheta)^2 - 2am\vartheta}}{\vartheta}$$

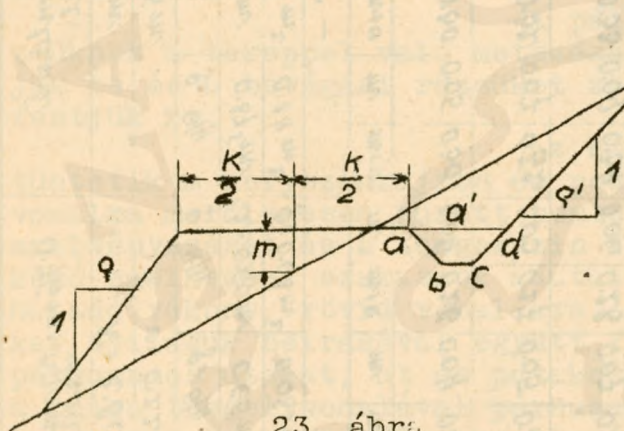
$$\Delta' = \frac{k' - 2m\varrho \pm \sqrt{(k' - 2m\varrho)^2 - 2am\varrho}}{S}$$

$\Delta = \Delta' + v$ ; ahol  $v$  a kavicságy vastagsága, illetve utaknál a fentemlitett "d" érték.

A meglehetősen hosszadalmas számítás helyett célszerűbb, ha az egyenlő szelvényterületekhez tartozó töltésmagasság és bevágásmélység különbségét  $\Delta'$ -t a területmérő parabolából vesszük le körzővel, avagy táblázatból közbesítés útján. Ilyenkor a lazulásra is tekintettel lehetünk akként, hogy a bevágási mélységnek megfelelő szelvényterületet megszorozzuk a " $1 + \frac{1}{100}$ " tényezővel és az így nyert területtel egyenlő szelvényterületű töltés megfelelő magasságát keressük ki, illetve a mélység és a magasság különbségét vesszük  $\Delta'$ -nek. Ferde térszin esetén is elegendő pontosságot ad, ha a  $\Delta$  értékeket a vízszintes térszin esetére kiszámítottal vesszük egyenlőnek, mert a tömegelosztás más tekintetből úgy is módosul (legkisebb költség elve a teljes kiegyenlítés helyett).

A pályaszin befektetésénél még szem előtt tartjuk azt is, hogy még vízszintes terep esetén - ha egyébként még lehetséges volna is - se haladjon az alépitmény koronája a térszinben, hanem inkább töltésben a pálya szárazabb fekvése, az alépitmény jobb víztelenítése végett. De még a tömegkiegyenlítés is a kétoldali árok miatt, szintén töltést eredményez.

Ferde térszin esetén sem akkor fekszik legkezevezőbben az alépitmény koronavonala, ha a tengelyben sem töltés, sem bevágás nincsen, mert ilyenkor a bevágási rész területe az árok miatt mindig nagyobb, mint a töltési része. A kereszttszelvényben a bevágási és töltési részek akkor lesznek egyenlők, ha a tengelyben töltés jelentkezik; e töltés magassága kiszámítható, ha  $a$  az árok felső szélessége,  $k$  a koronaszélesség,  $\lambda$  a terep hajlása tizedestörtben kifejezve,  $g$  az árok keresztmetszet területe,  $l$  a lazulási százalék  $\frac{1}{2}$



23. ábra

area abcd = g

$$T_t = \frac{\left(\frac{k}{2} + \frac{m}{\lambda}\right)^2 \lambda}{2(1 - \lambda\varrho)} = T_b = \frac{\left(\frac{k}{2} + a - \frac{m}{\lambda}\right)^2 \lambda}{2(1 - \lambda\varrho)} + g$$

$$m = \frac{a \cdot \lambda}{2} + \frac{g(1 - \lambda\varrho)}{k + a}$$

illetve  $k + 2a = k'$

$$m = \frac{(k' - k) \cdot \lambda}{4} + \frac{2g(1 - \lambda\varrho)}{k + k'}$$

illetve az árok szelvényterületének az elhanyagolásával:

$$m = \frac{a \cdot \lambda}{2} \quad \text{illetve, ha } k' = k + 2a, \quad m = \frac{(k' - k) \cdot \lambda}{4}$$

Az így kiszámított "m" értékhez még hozzáadva a kavicságy vastagságát, kapjuk azt a töltésmagasságot, amely mellett a kereszttszelvényben a bevágás és töltésterületek kiegyenlítődnek. Ha a bevágásban a lazulást is tekintetbe akarnók venni, a képletek igen nehézkesé válnának anélkül, hogy velük a gyakorlat megkívánta pontosság nézőpontjából tekintetbe veendő különbséget kapnánk.

Az "m", illetve "m+v" értékeit néhány, a gyakorlatban sokszor előforduló szelvényre a következő táblázat mutatja:

A terep oszása

Szabó. nyomtételű szőlő.		100 m. nyomtételű szőlő.		0,76 m. nyomtételű szőlő.		0,60 m. nyomtételű szőlő.																										
Nyomást.	Ter. oszt.	N. & w. oszt.	N = 350 m.	w = 0,25 m.	N = 2,80 m.	w = 0,22 m.	N = 2,20 m.	w = 0,20 m.																								
N = 490 m.	N = 440 m.	N = 400 m.																														
w = 0,30 m.	w = 0,25 m.	w = 0,25 m.																														
g = 6/4	g = 6/4	g = 4/4	g = 4/4	g = 5/4	g = 6/4	g = 4/4	g = 5/4	g = 6/4																								
d = 160 m	d = 142,5 m	d = 0,95 m	d = 0,75 m	d = 0,81 m	d = 0,875 m	d = 0,60 m	d = 0,65 m	d = 0,60 m																								
g = 0,40 m <sup>2</sup>	g = 0,25 m <sup>2</sup>	g = 0,21 m <sup>2</sup>	g = 0,12 m <sup>2</sup>	g = 0,13 m <sup>2</sup>	g = 0,14 m <sup>2</sup>	g = 0,08 m <sup>2</sup>	g = 0,085 m <sup>2</sup>	g = 0,08 m <sup>2</sup>																								
m & t c r -																																
m.	m+w.	m.	m+w.	m.	m+w.	m.	m+w.	m.																								
005	010	040	007	032	006	031	007	032	005	030	005	030	004	026	004	026	004	024	005	025												
010	013	043	009	034	009	034	009	034	010	035	006	034	007	032	005	027	005	025	006	026												
015	017	047	012	037	041	036	041	036	042	037	008	033	008	033	009	034	006	028	007	027	007	027	008	028								
020	020	050	014	039	013	038	014	039	014	039	010	035	010	035	011	036	008	030	009	031	008	028	009	029	009	029						
025	024	054	017	042	015	040	016	041	017	042	012	037	012	037	013	038	009	031	010	032	010	032	010	032	010	030	010	030	011	031		
030	027	057	019	044	017	042	018	043	019	044	013	038	014	039	015	040	011	033	011	033	012	034	011	034	012	034	012	032	012	032		
035	031	061	022	047	019	044	021	044	022	047	015	040	016	041	017	042	012	034	013	035	013	035	013	035	013	035	013	032	013	033	014	034
040	034	064	024	049	022	047	023	048	024	049	017	042	018	043	019	044	013	035	014	036	015	037	014	034	014	034	014	034	015	035		
045	038	068	027	052	024	049	-	-	027	052	018	043	020	045	021	046	015	037	016	038	017	039	015	035	016	036	016	036	017	037		
050	042	072	029	054	-	-	-	-	029	054	020	045	-	-	023	048	016	038	017	039	018	040	016	036	019	037	018	038	019	038		
055	045	075	032	057	-	-	-	-	032	057	-	-	-	025	050	-	-	-	020	042	018	038	-	-	020	037	018	038	020	040		
060	049	079	034	059	-	-	-	-	034	059	-	-	-	027	052	-	-	-	021	043	019	039	-	-	021	039	021	041	021	041		

A pályaszinbefektetést legcélszerűbb már tussal kihuzott térszinvonal mellett, vagy átlátszó vonalzókkal, vagy pedig cérnával megkeresni, és pedig gyakorlattal nem bíró tervező jobban teszi, ha előbb az alépitmény koronavonalát fekteti be az előbb tárgyaltak szem előtt tartásával, és azután vele párhuzamosan huzza meg a pályaszin vonalát. A régebbi hosszúsági szelvényeken megtaláljuk a korona és a pályaszin vonalát is cinoberrel kihuzva, a közöttük levő köz pedig rendszeren semleges tintával kifestve. Az egyes pontok pályaszinmérő-jegye mindig számítással határozandó meg. Nálunk a bevágás, illetve a töltés mérőjegyét mindig a pályaszinvonala vonatkoztatva szokás kiszámítani és a rajzon beírni.

(Meg kell még jegyezni, hogy a pályaszinvonala a kavicságyvastagsággal feljebb huzandó az alépitmény koronavonala felett).

A hosszúsági szelvény kivitele látható az ábrából úgy, hogy további magyarázatot nem igényel.

3.) A részletes helyszinrajz rendszeren a kataszteri léptékben (1 : 2880) készül, csak kivételes esetben, amikor a vonalvezetés különösen nehéz, vagy községek belsősegein 1:1000 léptékben. A helyszinrajz alapjául rendszeren a kataszteri térkép szolgál (ha van). A helyszinrajz a pálya és a környező terep vízszintes vetületét tünteti fel. A helyszinrajzon a meglevő létesítmények, határok fekete tussal, a tervezett létesítmények cinoberrel rajzolandók és irandók be. A helyszinrajzon fel kell tüntetnünk a pálya mentén elterülő terepet, a kataszteri birtokhatárokat, azok kataszteri helyrajzi számait, az épületeket, utakat stb. A pálya tengelyét kis körökkel százszelvényekre osztott vastag cinober vonal jelöli meg, az ívek elejének, végének megjelölése és az ívhosszuság, kanyarulati sugár beírásával együtt. Az ív elején, illetőleg végén szaggatott vonallal meghuzott sugárra szokás még az ív elejének, illetve végének szelvényezését beírni.

A pálya koronáját 2 vékonyabb vonal, a rézsüknek a tereppel való metszését szintén vékonyabb vonallal rajzoljuk be és a bevágási rézsüket zölddel, a töltési rézsüket sepiával festjük ki.

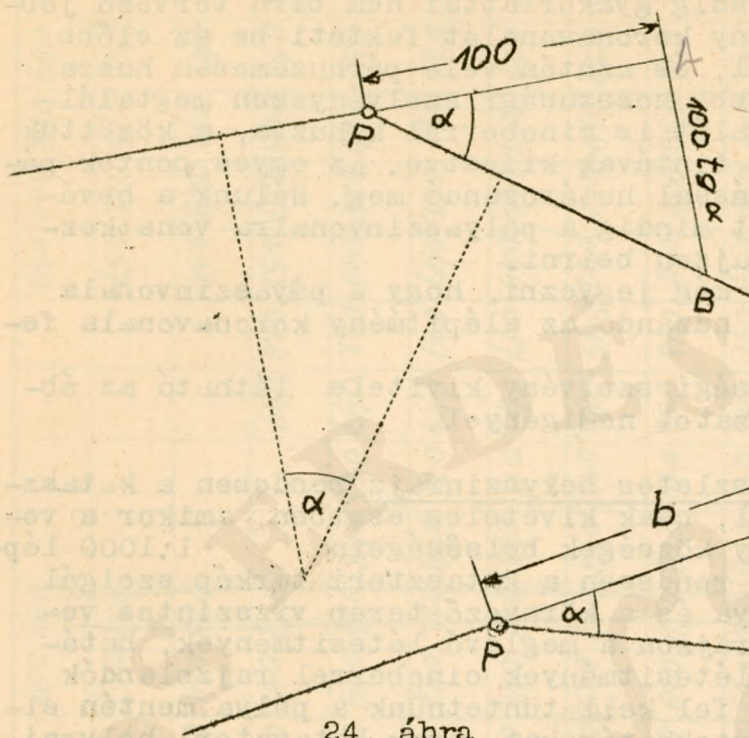
Az emelkedési viszonyokat is gyakran feltüntetik a helyszinrajzon és pedig a pályaszintörési ponttól a pályavonalra merőlegesen huzott pontozott vonallal, amelyre a törési pont szelvényezését és a tengerszin feletti magasságát írjuk rá, a csatlakozó emelkedési szakaszok adatait (%-t és hosszúságot) erre szögben haladó vékony, rövid vonalakra. A helyszinrajzon az összes műtárgyakat nyilásuk beírásával együtt feltüntetjük, azonkívül az utátjárókat, párhuzamos utakat, ut és patakszabályozásokat. A rézsübiztosításokat a pálya tengelyvonalával párhuzamos vastag vonal jelzi, amely mellé a hosszúság bejegyzendő. Az állomásokat az állomási fensik határvonalával és állomási vágánzzal jelöljük és természetesen a magassépitményeket, vízdarukat stb. is. Az állomások neve és hosszúsága szintén feltüntetendő. A pályaelzárás, mint pl. semaforok stb. szintén jelölendők.

Minden jó helyszinrajzon ezenkívül mindenütt ott, ahol a terep már nagyobb nehézségeket okoz a vonalvezetésnél, a rétegvonalak is megfelelően berajzolandók (legtöbbször 2, illetve 5 m. szintkülönbséggel).

A helyszinrajz készítése, ha lehet a kataszteri térkép alapján történik. A megfelelően összeillesztett kataszteri térkép másolatba átvisszük a pályatengelyét a kitűzési jegyzőkönyvek alapján. A vonalat alkotó polygont vagy tangensekkel, vagy hurokkal, esetleg pontos transporteurrel hordjuk fel, és a bemért kataszteri fixpontok alapján illesztjük be, és természetesen a kataszteri térkép állapottal szemben előfordult változásokat helyesbítjük. A polygon felhordásánál igen jó hasznát vehetjük az ívkitűzésitábláknak. Ha például a polygont tangensekkel hordjuk fel, akkor a közép-



ponti szög tangensét megtalálhatjuk az ivkitüzési táblázatban a kétszeres szög érintőhosszuságának ( $tg 2\alpha$ ) rovatában.



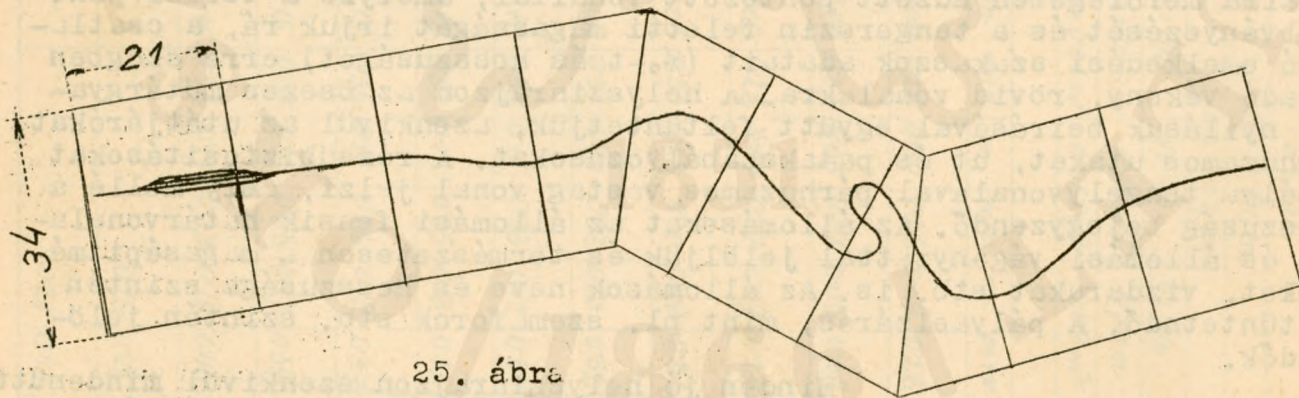
24. ábra

A szögponton túl meghosszabbítottjuk az előző érintőt, és a szögponttól kezdődően rámérünk 10, vagy 100 egységet (24. ábrában A pontig); ezen távolság szögpontjára merőlegest húzva, rámérjük a középponti szögnek 10, vagy 100-szoros tangensét B pontig, a P és B pontot összekötő egyenes adja a következő érintő irányát. Ha felhordásánál az ivkitüzési táblázatokat használjuk fel, akkor a szögfelhordás még egyszerűbben, t. i. merőleges bocsátása nélkül is elvégezhető. T. i. , ha a szögpontból 1, vagy 10, vagy 100 egységnyi sugárral körívet húzunk, és az előző érintő és a körív metszéspontjától, H pontból a középponti szöghöz

tartozó félhur kétszeresét ( $2b \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$ ) körzível lemetszük, e B pont és a szögpont összekötője adja a következő érintő egyenes irányát. A gyorsabb munka kedvéért célszerű két körzível dolgozni, és pedig az egyik körzöt állandóan a választott egységre, illetőleg annak 10-, vagy 100-szorosára beállítva, ezzel húzzuk a szögpontból az ívet, míg a másik körzível a változó hur hosszúságát mérjük rá.

A transporteurrel való felhordás a geodéziából ismeretes.

A helyszínrajzot szintén egész 21x34 cm. méretű iv-nagyságra kell összehajtanunk (formatizálni), mindig ügyelve arra, hogy a pálya vonala lehetőleg az iv közepéhez közel feküdjék. (25. ábra)



25. ábra

4.) A pálya jellemző keresztmetszései, rendszeresen 1:100 léptékben torzítás nélkül, és pedig mindig egy töltésben, egy föld és egy sziklabevágásban és egy fél feltöltésben és félbevágásban levő szelvény. A terepet vastag fekete vonal jelzi, míg a pályát tervezett keresztmetszetét, az u. n. műszelvényt cinóberrel szokták (esetleg szintén tussal) berajzolni. E keresztmetszvényben a földmunka koronaszélességét, a rézsűk hajlását, a bevágásban a kétoldali vízvezető árok fenékszélességét és mélységét be kell méretezni, azonkívül utaknál az út felépítmény (kőpálya stb) szélesség, vastagság, oldalesés stb., vasutaknál a felépítményi kavicsagy koronaszélessége, vastagsága a talpfák és sinek beméretezendők.

5.) A kereszt-szelvények rendszeresen 1:100, esetleg 1:200 léptékben mindazon tengelypontokra vonatkozólag, ahol a kereszt-szelvény felvételre kerül. E kereszt-szelvényeknél a terep fekete tussal, a műszelvény cinóberrel lesz kihuzva. A műszelvénynél elegendő az al-épitmény határvonalait feltajzolni, míg a pályaszín a koronával párhuzamos rövid vonallal jelölhető. Minden kereszt-szelvényen fel kell tüntetni a tengelypont szelvényezését, tengerszín feletti magasságát és a pályaszín magasságát. Oly kereszt-szelvényekben, ahol támfal, vagy más rézsűbiztosítás szükséges a támfal határvonalait (de lapvonal nélkül, mert az alapozási mélységet még nem ismerjük), a rézsűk és a támfal koronaméreteivel együtt fel kell tüntetni, ezenkívül folyó mellett, vagy ártéri kereszt-szelvényekben az árvízmagasság is. Esetleg a töltési, illetve bevágási szelvényterület nagysága is beírható. Különösen figyellem helyezendő azon kereszt-szelvényekre, ahol a pálya folyó, vagy ut mentén halad, hogy az esetleg szükséges mederbeépítés, utszűkítés, vagy szabályozás mérve jól látható legyen, tehát ilyenkor a szelvény mindig az ut, vagy folyó teljes szélességén át veendő fel.

6.) A rézsűbiztosítások (sövényfonások, rézsűburkolatok, támasztó és bélésfalak stb.) szabványtervei. Hazánkban a vasutaknál a rézsűbiztosítások rendszeresen a MÁV fővonalára, illetve helyi érdekúvasutakéhoz vonatkozó szabványtervek szerint készítendőek már a hatósági előírás folytán. Ily szabványtervek a MÁV igazgatóságtól beszerezhetők és csatolhatók.

7.) A kisebb műtárgyak szabványtervei (nyílásonként és pedig külön a csövek, külön a boltozott és külön a nyílt átvezetők tervei).

8.) Esetleg előforduló nagyobb műtárgy részletterve.

9.) Felépitményi szabványtervek, u.m. a tervezett sinszelvény és kapcsoló szerek terve, a váltók és kitérők, vágánykapcsolások tervei, a talpfa és alátétlemező elosztás terve egyesben és különböző sugarú ívekben.

10.) Utátjárók szabványtervei.

11.) A pályabeosztást és elzárást jelző százszáz és szeszes karok (hektométer és kilométerkarok), a lejtmutató és figyelmeztető táblák, kisajátítási határkarok, vágányzáró karok, állomás jelzők, fűtyfák, lassúmenetjelzők, esetleg karos jelzők szabványtervei.

12.) Magasépitmények (u.m. lokomotív-színnek, őrházak, felvételi épületek és melléképületeinek, vízállomási berendezések stb.) tervei.

13.) Járóművek tervei.

Írásmellékletek:

14.) Műszaki leírás, hasonlóan az általános tervművelethez, de nagyobb részletességgel, különösen a műtárgyak részlet-számításánál alapul vett terhelési séma feltüntetésével, és a tartó szerkezet méretszámítása, továbbá a felépitmény számítása. A jövedelmezőségi számítás a tervművelethez tartozó költségvetés alapulvétele mellett stb.

15.) A műtárgyak kimutatása községenként elkülönítve a haladás irányában való sorrendben a szelvényezés, a nyílás megjelölése, valamint a szerkezet rövid leírása mellett.

15 a.) Álló pontok jegyzéke (A szintezésnél bekapcsolt, vagy elhelyezett magassági fixpontok jegyzéke, leírás és vázrajzzal együtt).

15 b.) Írott hosszúsági szelvény, a hosszúsági szelvény adatait táblázatosan tünteti fel.

15 c.) Emelkedési viszonyok kimutatása, amely a hosszúsági szelvény emelkedési viszonyait tünteti fel táblázatosan.

15 d.) Irányviszonyok kimutatása (a pálya irányviszonyainak táblázatos kimutatása).

16.) Utátjárók kimutatása szintén községenként elkülönítve, a szelvényezés, utátjárószélesség és a pályaszíntben kereszttezett ut megnevezésével.

17.) Párhuzamos utak kimutatása.

18.) Utszabályozások kimutatása községenként, mint

19.) Párhuzamos szabályozások kimutatása, mint 16.a.

20.) Rézsübiztosítások kimutatása, a haladás irányában való sorrendben, a szelvény, a pálya oldala, a biztosítás hosszúsága és neme szerint megjelölve.

21.) Községi és törvényhatósági határok kimutatása, esetleg egy kimutatásban.

22.) Részletes költségvetés.

A részletes költségvetés a részlettervek alapján állítandó össze és pedig munkanemenként elkülönítve. Az egyes munkanemek mennyisége a részletes tervekől megállapítható, az egységárak pedig az illető vidéken a közelmúltban véghez vitt hasonló építkezések adatai alapján, esetleg építési tájékoztatók és a helyi anyag-, fuvar- és munkabérek alapján származtatandók le. Az egységárak felvételénél a legnagyobb gondossággal kell eljárni, mert a részletes költségvetés szabja meg az építéshez szükséges tőkét és ugyancsak ennek alapján történik a jövedelmezőségi számítás, amely gyakran döntő, vajjon kivitelre kerül-e a terv, vagy sem. A valóságnál kisebb egységárak felvétele veszélyezteti a költségvetési hitel elfogytával az építés nyugodt befejezését, túlnagyságú árak pedig esetleg túlnagy tőkét vonnak el más gazdaságilag fontos rendeltetéstől és végül mindkét esetben a jövedelmezőségi számítás racionálítása szenved. A háboru előtt eléggé megállapodott egységárak álltak rendelkezésre, de a jelenlegi viszonyok között az egyes anyagárak között való nagy eltolódások a munkabérek változása, a munkateljesítmény csökkenése stb. gyakran igen nagy és nehéz feladat elé állítják a költségvetés összeállítóját.

A költségvetések összeállítása régebben a következő négy műveletre tagozódott:

I. Előmérlet, amely a munka és anyagmennyiség megállapítását célozta.

II. Árjegyzék.

III. Árelemzés az egyes munkanemek egységárait a felhasznált anyag és munkabér alapján legtöbbször valamely építési tájékoztató felhasználásával elemezte és állapította meg.

IV. A tulajdonképeni költségvetés, amely az előmérésben lezármaztatott munkamennyiségeknek az árelemzésben levezetett egységárakkal való beszorzásával állított össze.

Ma inkább egyszerűbb, u.n. összevont előméréses költségvetést szoktak összeállítani, amelynél a munkanemek ugyanazon szövegének háromszor való leírása elmarad és a költségvetés egyben tartalmazza az előmérést, árelemzést és költségvetést. Az árjegyzék a helyi fuvar-, munkabérekéről és anyagárakról természetesen ily költségvetéshez csatolandó.

A költségvetést rendszeren munkanemenként elkülönítve több cím alatt szokás összeállítani. Ily használatos csoportosítás a következő:

1. Műszaki munkák. Ide sorolandók az építés alá való kitűzés, a szelvényvázolás, az építésnél előforduló összes kitűzések, részlettervezések és egyéb műszaki munkák, az építési részlettervek elkészítése, a kiviteli költségvetés és termévelet elkészítése, építésvezetés ellenőrzése, építési iroda fenntartása, munkasbarakok, anyagraktárak építése stb. Rendszeren kilométerenkénti átalánnyal szoktuk a munkák költségeit a költségvetésbe beállítani. Műszaki munkák címén kedvező viszonyok között mintegy az egész építési költség 5 %-át, nehezebb terepen 8 %-át szoktuk felvenni.

II. Területek megszerzésének címén a tervezett vasútvonal által igénybeveendő idegen területek megszerzésénél felmerülő összes költségeket fel kell tüntetni. Az igénybeveendő területek pontos meghatározása az u.n. kisajátítási terv alapján történik, amelyről részletesen, külön lesz szó. Fővasutakon az a szabály, hogy a kisajátított terület határa: töltéseknel a részük szélétől mindkét olda-

lon 1.0 - 1.0 m.-re essék, bevágásoknál pedig 1.5 - 1.5 m.-re. Ha a töltések, illetve bevágások mentén vízvezető árkok vannak, akkor ezek részüinek szélétől kell a határt 1-1 m. távolságra kitűzni. A párhuzamos utak kijelölésénél azokat a töltések részüinek a lábától 1.0 m., a bevágások részüinek szélétől 1.5 m. távolságra kell kijelölni. Az anyagárkok nyitásánál a töltés részü lábától 1.0 m. padkát kell hagynunk. Az anyagárkot, ha mély, vagy vizet vezet, vagy 4.0 m-nél keskenyebb, egészében ki kell sajátítani; ha az anyagárok még művelhető marad, akkor is kisajátítandó az anyagárokknak a töltés felé eső részüjétől 1.0 m.-nyire. Természetes, ha nem is sajátítjuk ki az anyagárkot, akkor is az elhordott földért kártalanítással tartozunk. Ut-, patak szabályozások stb. területei szintén kisajátítandók. Az állomások, őrházak, valamint ezek mellett a személyzet részére kiadandó kárt, szántó stb. területei természetesen megszerzendők. Helyi érdekű és keskenyvágányú vasutakon a kisajátítás védőszalagja 0.80 m.-re csökkenthető, noha magas töltések, illetve mély bevágások mentén célszerűbb itt is az előbbi nagyobb méreteket betartani. Keskenyvágányú ipar- és erdei vasutakon az anyagárkok mellett rendszerint csak 0.60 m. padka van előírva.

E cím alá tartozik tehát az idegen területek megváltási árán kívül a kisajátítási terv elkészítésének költsége a házzá szükséges összes mészaki munkákkal együtt, a területek határainak kitűzése, a határoknak a terepen való állandósítása, meglevő kerítések át-helyezése, új kerítések építése stb. A kisajátítási és kártalanítási eljárás költségei. **A tűztávlatok rendezésének költségei.**

### III. Alépitmény.

Ezt a címet rendszeren több alcimre osztjuk és pedig

a.) Alépitményi föld- és sziklamunka, amely magában foglalja az előkészítőmunkákat (fák irtása, talajtakaró eltávolítása, töltések alapozása), a folyó pályatest állomási és őrházi fennsíkok, utátjárók, párhuzamos utak földmunkáinak (tehát anyagfejtés, szállítás stb.), végül az utómunkák (egyengetés, rézsük humuszosítása, befűvesítése) költségeit részletezve.

b.) Víztelenítés és részübiztosítások, tehát támfalak, részüburkolások, egyéb részübiztosítások munkáit, továbbá a felépitmény szivárgók költségeit (földmunka nélkül).

c.) Műtárgyak, a vízfolyásokkal és esetleg más közlekedési utakkal való keresztezéseknél szükséges műtárgyak építési költségei. A kisebb műtárgyakat, u.m. felépitmény-technőket, csöveket darabszám és folyóméterben csőátmérő szerint, a nyílt és boltozott áteresztőket nyílások szerint, darabszám szerint való egységárral vesszük fel. A nagyobb költséget igénylő műtárgyak külön-külön költségelendők. Ugy szintén ez alá a tétel alá soroljuk az utátjárók, utszabályozások, párhuzamos utakon szükséges uti műtárgyakat is.

### IV. Felépitmény.

Utaknál az utpálya előállításához szükséges anyag és munkabér feltüntetésével rendszeren utpálya folyóméterenkint.

Vasutak költségvetésében e címet rendszeren 3 alcimre osztjuk :

a.) Felépitményi acél-, vas- és faanyag költsége és pedig a sinek, kapcsoló szerek rendszeren súlyegység szerint való árban, az építés helyére való szállítás, raktározás, kezelés és őrzés költségeinek betudásával, váltók, keresztezések, egyéb vágánykapcsoló berendezések darabszám szerint, keresztaljak (talpfák) beszerzési, szállítási, raktározási és őrzési költségei darabszám szerint, váltó különfák csoport és m<sup>o</sup> szerint. Az utátjárók felépitmény anyaga szerint amint a vezető keret fából, vagy sinből készül, az első, vagy második csoportnál tárgyalandók.

b.) A felépitmény fektetése, és pedig a folyópálya felépitményének fektetési (tehát sinhajlítás, a beépítés helyére való szállítás, kiosztás, fektetés és irányítás költségeivel együtt) költsége folyóméterenkint, épügy az állomási vágányok is. Ez utóbbiaknál a

keresztezések lefektetésénél fellépő munkatöbblet miatt az összes fő és mellékvágányok hosszúsága váltócsucstól váltócsucsig számítandó. A váltók és kitérők, keresztezések, valamint más vágánykapcsoló berendezések elhelyezése darabszám szerint. Az átjáró vezető sínek folyóméter, illetve vezérgerendakeretek darabszám szerint. Nagyobb műtárgyak felépítményének fektetését külön szoktuk számításba venni, épügy külön tüntetendő fel a folyóvágány fektetése is, ha a sinszelvény változik.

c.) A felépítmény ágyazása alcim magában foglalja a felépítmény ágyazási anyag költségeit (tehát kitermelést és az építés elejére való szállítást), továbbá a felépítményi ágyazási anyagnak a pályán való szétosztásának költségeit, a vágány háromszori emelésének, irányításának költségeit, az állomási vágányközök kavicslása és burkolása, és vállalatban való építésnél még sz első 20 nap alatt való fenntartási költségét is. A folyóvágány és az állomási és egyéb mellékvágányok folyóméterben költségelendők, míg a kitérők, váltók, keresztezések darabszám szerint, az alapozás költségeivel együtt.

V. Pálya elzárás és beosztás cím alatt tárgyaljuk a kilométer és hektométer kövek előállítási és elhelyezési költségeit, továbbá a lejtmutató, figyelmeztető táblák, lassumenetjelzők, állomásjelzők (tárcsák), fűtyjelzők, kitérőknél a biztonsági határjeltek összes költségeit is, mindegyik darabszám szerint, előírt kerítések stb. folyóméterben. Ide tartoznak továbbá a vágányzáró bakok, vágányelzáró készülékek, váltózártak, állomási és egyéb jelzők (tárcsás és karos jelzők), utátjárók sorompóinak összes költségei.

#### VI. Magasépitmények.

Ha a magasépitmények jóváhagyott szabványterv szerint készülnek, akkor az állomási felvételi épületek, raktárak, rakodók, őrházak és melléképületei, blokkbódék stb. darabszám szerint vehetők fel, a rakodópontokat folyóméter szerint. Különleges, nagyobb szabásu épületeket mindig külön tüntetjük fel és költségeljük. Utak költségvetésénél ide tartoznak az esetleg szükséges utkaparó házak és melléképületek költségei, erdei utaknál és vasutaknál az állandó munkáslakások stb.

E címnél tárgyalandók a mozdonyszínek, javító műhelyek, kocsitároló fébszerek költségei, továbbá a vízállomási berendezések, tisztító és javító gödrök költségei is.

VII. Üzemi távbeszélő, táviró és esetleg egyéb akusztikai jelzőberendezések, kilométer egységárban a vezeték és oszlopok, állomások darabszám szerint.

VIII. A pálya berendezése és felszerelése. Ide tartoznak az őrházak, váltóőrházak, pálya és táviró felágyazók, hidmeszterek, állomások, pályafenntartási munkások, mozdonyszínek, a forgalmi és vonatkiszérő személyzet, vonatgarnitúrák felszerelése, ruházata, az irodák felszerelése, állomások világítási berendezések stb.

IX. Járóművek. Ide tartoznak a lokomotivok, kocsik, hóekék, tviszelvény ellenőrző kocsi, hajtányok, pályakocsik beszerzési és az építés helyére való szállítási költsége a járóművek műszakrendőri bejártásának költségeivel együtt.

X. Az építési tőke időközi (intercalaris) kamata, ha az építéshez szükséges tőke előre biztosítva van.

XI. Bizottsági eljárások, előre nem látható kiadások és kikerekítés címen a közigazgatási, műtanrendőri, utépítmények átadási bizottságok eljárási költségei, valamint előre nem látható kiadásokra felvett összeg (lehetőleg úgy, hogy a végösszeg kikerekítették). Az építési költség 2-5 %-a vehető fel.

## 9. §. A mozgósítandó földtömegek megállapítása.

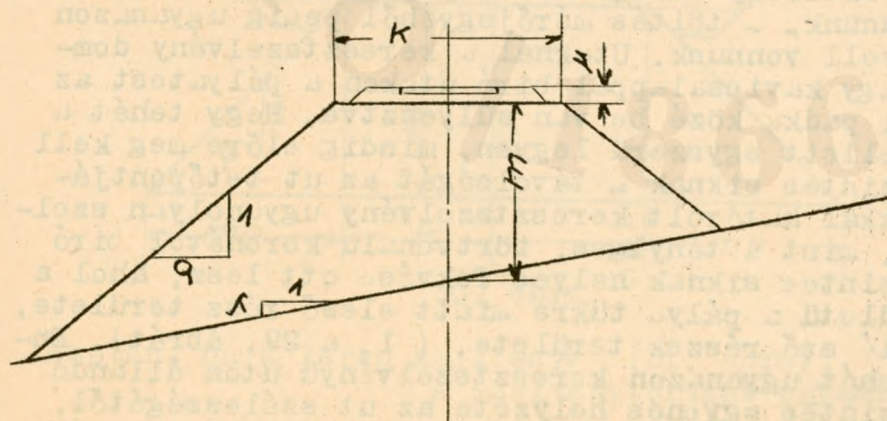
A részletes költségvetés összeállításához szükségünk van az egyes munkanemek mennyiségi ismeretére, továbbá amunkanemek egységárára. A munkanemek mennyiségére vonatkozólag a részletes tervművelet ad felvilágosítást, míg az egyes munkanemek költségeit az egyes munkák ismertetése után ott fogjuk elemezni.

Az alépitményi föld- és sziklamunka mennyiségére a fentiek szerint összeállított részletes terv nem nyújt közvetlenül számszerű adatokat, tehát a költségvetés összeállítása előtt, avagy annak előméréseben először is a mozgósítandó földtömegeket kell meghatározni, és egyuttal a szállítási távolságokat és emelési magasságot is, hogy ezek alapján a költségvetés, illetve előmérés összeállítható legyen.

A mozgósítandó földtömegek mennyiségét a töltések, illetve bevágások köbtartalmából állapítjuk meg. A köbtartalom számítás alapját pedig az egyes keresztaszelvények területe és a szelvényeknek egymástól való távolsága szolgáltatja.

Első teendőnk tehát a keresztaszelvények területének a meghatározása lesz és ezt követi a köbtartalom számítása.

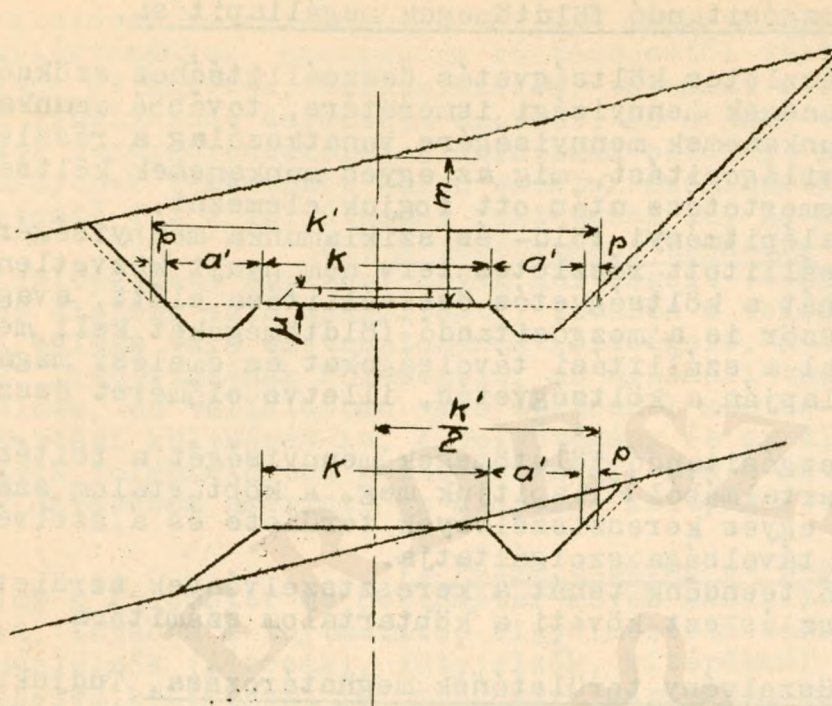
10 §.) A műszelvény területének meghatározása. Tudjuk, hogy az utak és vasutak alépitményének műszelvénye a keresztaszelvényekben, vagy teljes töltést, vagy teljes bevágást, vagy pedig egy keresztaszelvényben töltést és bevágást is mutathat. A keresztaszelvény területének nagysága több tényezőtől függ és pedig: a.) az alépitmény koronaszélességétől, amely a pálya szerkezete szerint más és más, de minden egyes pályánál adott mennyiség. Koronaszélességen értjük az alépitmény, vagyis a földmunka felső szélességét. Ugyanazon pályánál állandó szokott lenni bizonyos határok között, így például más lehet a koronaszélesség földes, és más sziklás talajban. Méretét a jellemző szabványaszelvényből ismerjük. Bevágásoknál az alépitmény koronája mellett mindkét oldalon még két oldali vízvezető árkot kell létesítenünk, amely árok szelvényterülete többé-kevébbé állandó, és így a köbtartalom számításnál egyszerűbb eljárás végett, az oldalárkok köbtartalmát rendszeren folyóméterenkint fejezzük ki és adjuk hozzá a bevágás köbtartalmához, és így a szelvényterület nagyságát az árokszélvények területe nélkül szoktuk megállapítani. Am ekkor már nem számíthatunk ugyanazon koronaszélességgel, mint a töltéseknél, hanem az u.n. ideális koronaszélességgel, amely a kétoldali árok felső szélességének kétszeres értékével nagyobbított koronaszélesség. Bevágásokban gyakran földes talajban a rézsű humusszal való betérítésére még két oldalt 10-10 cm. széles u.n. humuszpadkát is szokás hagyni, és így természetesen az ideális koronaszélességbe e humuszpadkák szélességét is be kell számítanunk. Tehát az ideális koronaszélesség



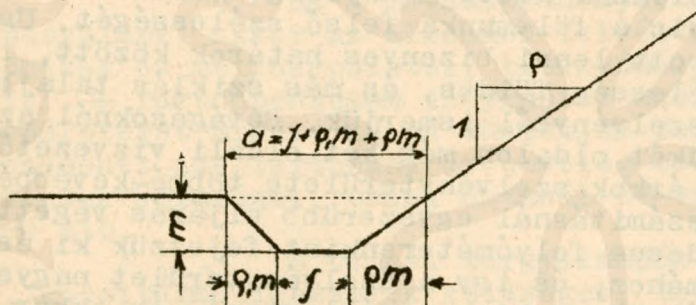
$$k' = k + 2a (+ 2p)$$

Még megjegyzendő, hogy az árok felső szélessége a bevágási rézsűhajlásával változik, t.i. szabványároknak rendszeren fenékszélessége és mélysége van megadva; a korona felőli rézsű a talajnem szerint állandó (földben 1:1, vagy 1:  $\frac{1}{4}$  sziklásban 1:  $\frac{1}{2}$ ), míg a másik rézsű hajlása mindig ugyanolyan, mint a bevágás rézsűhajlása. E szerint, ha pl. a C. 76 m

26. ábra



27. ábra



28. ábra.

pályaszínén a talpfa felső élének szintjét, az utak pályaszínén pedig az utkorona legmagasabb pontjának szintjét jelzi. Az alépitmény koronája vasutaknál mindig a kavicsagy vastagságával mélyebben fekszik, tehát, hogy a földmunka tényleges bevágási, illetve töltési magasságát kapjuk, a hosszúsági szelvény bevágási mérőjegyéhez a kavicsagy magasságát hozzá kell adnunk, a töltés mérőjegyéből pedig ugyanazon kavicsagy-magasságot le kell vonnunk. Utaknál a keresztmetszvény domború és azonkívül kő-, vagy kavicsalappal bíró utakon a pályatest az alépitménybe, a kétoldali padka közé be van süllyesztve. Hogy tehát a számításunk helyes és emellett egyszerű legyen, mindig előre meg kell határozni annak a vízszintes sikknak a távolságát az ut tetőpontjától, amely vízszintes sikkal határolt keresztmetszvény ugyanolyan szelvényterületet eredményez, mint a tényleges, törtvonalú koronával bíró keresztmetszvény. E vízszintes sikknak helyes fekvése ott lesz, ahol a sikk alatt ugyanolyan területű a pálya tükre miatt eső rész területe, mint a padkából a sikk felé eső rész területe. (1. a 29. ábrát). Ennek a sikknak a fekvése tehát ugyanazon keresztmetszvényű uton állandó lesz. A kiegyenlítő vízszintes egyenes helyzete az ut szélességétől, a kőpálya szélességétől és az ut oldalesésétől függ, meghatározható grafikusan, vagy számítás útján is. Az állami utakra vonatkozó előírás szerint az ut pályaszintje és a kiegyenlítő egyenes között való különbség a következő képlettel számítható ki:

nyamtévu erdei vasut mentén 0.25 m. fenékszélességű és 0.25 m. mély vízvezető árok van előírva, akkor földes talajnem esetén a korona felőli rézsút 1:1 véve fel, a szabványárok felső szélessége 1:1 bevágási rézsűhajlás esetén

$$\begin{aligned}
 a &= 0.25 + 0.25 + 0.25 \cdot 1 = \\
 &= 0.75 \text{ m. ; } \frac{5}{4} \text{ lábás} \\
 \text{rézsű esetén } a &= 0.25 + \\
 &0.25 + 0.25 \cdot 1 \cdot 25 = 0.81 \text{ m.} \\
 \text{és } \frac{6}{4} \text{ lábás rézsű esetén} \\
 a &= 0.25 + 0.25 + 0.25 \cdot 1.50 \\
 &= 0.88 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

Fél bevágás és fél feltöltés esetén a bevágási rész területe a fél ideális koronaszélesség ( $\frac{k'}{2}$ ), a töltési rész területe a fél koronaszélesség ( $\frac{k}{2}$ ) alapján állapítandó meg. b.) a töltés, illetve bevágás mélységétől. Ez a mérőjegy a részletes hosszúsági szelvényekben, illetve írott hosszúsági szelvényben mindig a pályaszínre vonatkozólag van megadva. Már pedig tudjuk, hogy a vasutak

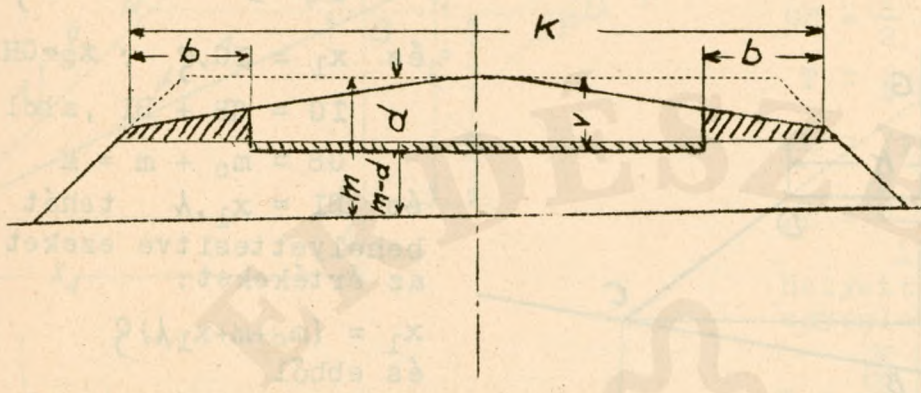
$$d = \frac{(k - 2b) \cdot v}{k} + 0 \cdot 0p \frac{k}{4}$$

E képlet megközelítőleg helyes, mert az ábra szerint kis elhanyagolással

$$ka = (k - 2b) \cdot v + 2 \frac{k}{2} \frac{k}{2} \cdot \frac{0 \cdot 0p}{2}$$

Amely képletben az ábra szerint :

$k$  = az ut koronaszélessége  
 $b$  = a padka szélessége  
 $v$  = a kőpályaégy magassága  
 $p$  = az utoldall esése



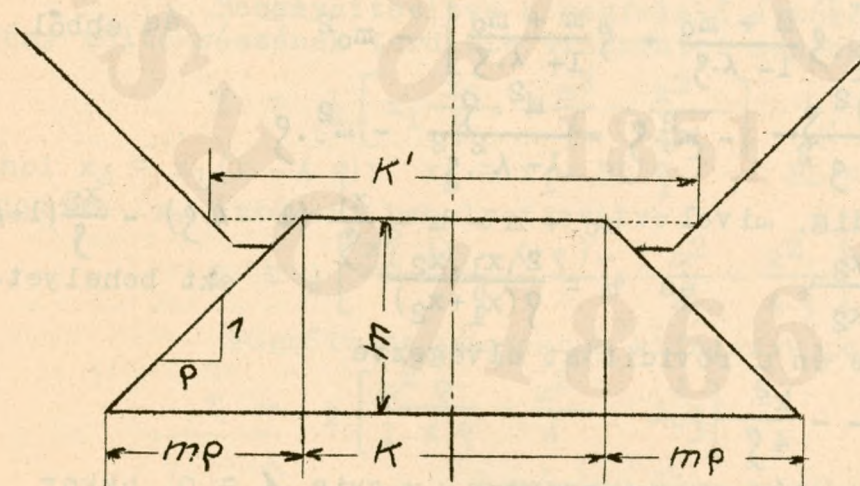
29. ábra

Ez a számítás már annyival is inkább indokolt, mert az utolsó építményt rendszeren ennek a kiegyenlítő egyenesnek megfelelően készítik el és az ut végleges szelvényét az ülepedés után, a kőpályaából kikerülő anyagnak a padkába való feltöltésével érik el.

c.) a rézsühajlástól, amelyet rendszeren a rézsű és a vízszintes által bezárt szög  $\cotg$ -vel fejezünk ki.  $\xi = \cotg \alpha$ ; vagyis a hosszúságegységnyi emelkedőhöz tartozó vízszintes távolsággal, és eszerint nevezzük az  $1/1 = \cotg \alpha$  hajlásu rézsüt egy lábás, az  $1:1'25 = 1:1\frac{1}{4} = \cotg \alpha$  hajlásu rézsüt  $\frac{5}{4}$  lábás stb. rézsűnek. A rézsű hajlása a talajnemtől és a töltés magasságától függ.

d.) a terep hajlásától, amelyet a terepnek a vízszintessel bezárt szögének  $tg$ -ével, rendszeren tizedestörtökben fejezünk ki  $tg \beta = \frac{k}{1} = k$ . Így  $1m$ . vízszintes távolságra  $k m$ -t emelkedő terep hajlása lesz:  $tg \beta = \frac{k m}{1 m} = k$ .

A keresztmetszvények területe többféleképpen állapítható meg és pedig: számítás útján, tábléza tokból, szerkesztéssel grafikusán és területmérő műszerekkel.



30. ábra

A.) A keresztmetszvények területének számítás útján való megállapítása :

a.) Vízszintes térszin esetén a szelvény trapez, területe tehát

$$T = k \cdot m + m^2 \xi$$

illetve bevágásnál

$$T_b = k' \cdot m + m^2 \xi$$

b.) Ferde térszin

esetén, ha a terep hajlása  $k$  (31. ábra).

A szelvényterület egyenlő :

$$T = \text{area ABCDEF} = \text{area ABG} + 2 \text{area BGC} - \text{FGD}$$

$$\text{area ABG} = \frac{x_1 \cdot (m + m_0)}{2} = \frac{x_1 \cdot M}{2} ; \text{ ha } m + m_0 = M$$



$$\text{area BGC} = \frac{x_2 \cdot (m + m_0)}{2} = \frac{x_2 \cdot m}{2}$$

$$\text{area FDG} = \frac{k \cdot m_0}{2} ; \text{ vagyis}$$

$$T = \frac{M}{2} (x_1 + x_2) - \frac{k}{2} m_0 = \frac{m + m_0}{2} (x_1 + x_2) - \frac{k}{2} \cdot m_0$$

$$\text{de } \frac{k}{2} = \vartheta m_0 ; m_0 = \frac{k}{2\vartheta}$$

$$\text{és } x_1 = IG \cdot \vartheta ; x_2 = GH \cdot \vartheta$$

$$IG = GB + BI, \text{ ahol}$$

$$GB = m_0 + m = M$$

és  $BI = x_1 \cdot \lambda$  tehát behelyettesítve ezeket az értékeket:

$$x_1 = (m_0 + m + x_1 \cdot \lambda) \vartheta$$

és ebből

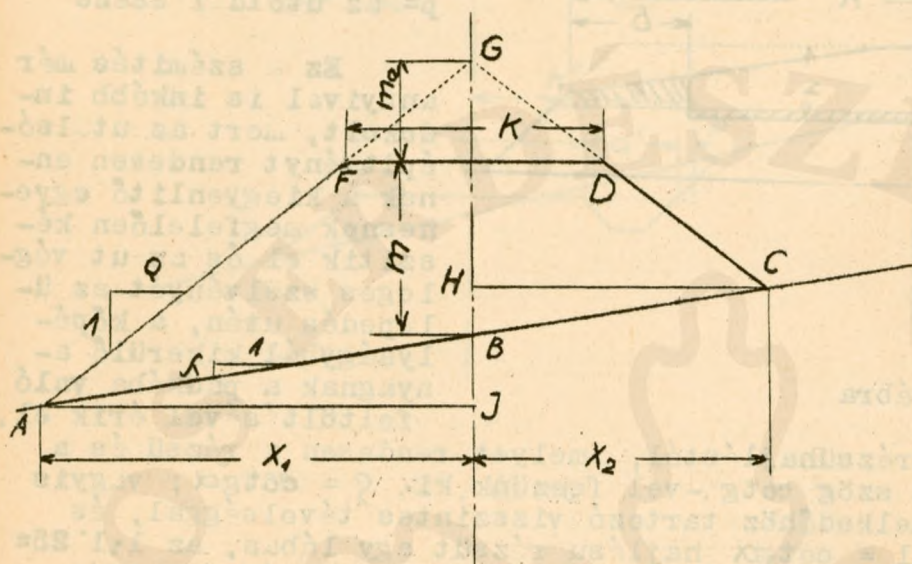
$$x_1 = \frac{(m_0 + m) \vartheta}{1 - \lambda \cdot \vartheta} = \frac{M \cdot \vartheta}{1 - \lambda \cdot \vartheta} ;$$

$$M = \frac{x_1 \cdot (1 - \lambda \cdot \vartheta)}{\vartheta}$$

éppúgy

$$x_2 = GH \cdot \vartheta =$$

$$= \vartheta (GB - HB)$$



31. ábra

$$GB = m + m_0 = M ; HB = x_2 \cdot \lambda, \text{ behelyettesítve}$$

$$x_2 = \frac{\vartheta \cdot M}{1 + \lambda \cdot \vartheta} \text{ és } M = \frac{x_2}{\vartheta} (1 + \lambda \cdot \vartheta)$$

A szelvényterület nagyságát tehát kifejezhetjük vízszintes ( $x_1, x_2, k$ ), avagy függőleges ( $m_0, m$ ) adatokkal, csak a fenti alapképletbe kell  $M$ , illetve  $x_1$  és  $x_2$  értékeit behelyettesíteni. Ezek szerint lesz, függőleges adatokkal kifejezve:

$$T = \frac{m + m_0}{2} \left[ \vartheta \frac{m + m_0}{1 - \lambda \cdot \vartheta} + \vartheta \frac{m + m_0}{1 + \lambda \cdot \vartheta} \right] - m_0^2 \text{ és ebből}$$

$$T = \frac{(m + m_0)^2 \vartheta}{1 - \lambda^2 \vartheta^2} - m_0^2 \vartheta = \frac{M^2 \cdot \vartheta}{1 - \lambda^2 \vartheta^2} - m_0^2 \cdot \vartheta$$

vízszintes adatokkal pedig, mivel  $m_0 + m = M = \frac{x_1}{\vartheta} (1 - \lambda \cdot \vartheta) = \frac{x_2}{\vartheta} (1 + \lambda \cdot \vartheta)$

$$\text{és ebből } \lambda = \vartheta \frac{x_1 - x_2}{x_1 + x_2} \text{ és } M = \frac{2 \cdot x_1 \cdot x_2}{\vartheta (x_1 + x_2)} \text{ ezt behelyet-}$$

tesítve az alapképletbe és a rövidítést elvégezve

$$T = \frac{x_1 \cdot x_2}{\vartheta} - \frac{k^2}{4\vartheta}$$

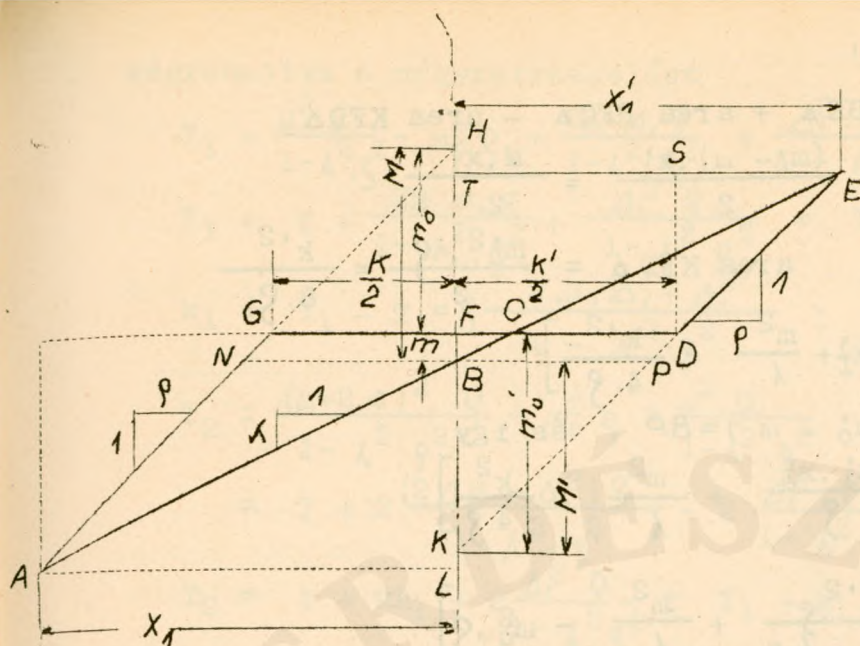
Ha a térszín vízszintes, vagyis  $\lambda = 0$ , akkor az előbbi képletek így egyszerűsödnek:

$$T = \frac{x^2}{\vartheta} - \frac{k^2}{4\vartheta}$$

$$T = m^2 \vartheta - m_0^2 \vartheta = \vartheta (m + m_0)^2 - m_0^2 \vartheta ; T = m^2 \vartheta + 2m_0 m \vartheta ;$$

de mivelhogy

$$m_0 = \frac{k}{2\vartheta} ; T = m^2 \cdot \vartheta + k \cdot m$$



32. ábra

képen is :

$$T = \text{area ABH} - \text{area GFH} + \text{area FBC}$$

$$\text{area ABH} = \frac{(m_0 + m) \cdot x_1}{2} = \frac{M \cdot x_1}{2}$$

$$\text{area GFH} = \frac{k \cdot m_0}{4} = \frac{k^2}{8 \cdot \vartheta} = \frac{m_0^2 \cdot \vartheta}{2} \quad ; \quad m_0 = \frac{k}{2 \cdot \vartheta}$$

$$\text{area FBC} = \frac{m \cdot m}{2 \cdot \lambda} = \frac{m^2}{2 \cdot \lambda} \quad ; \quad \frac{k}{2} = m_0 \cdot \vartheta$$

$$T = \frac{1}{2} \left[ M \cdot x_1 + \frac{m^2}{\lambda} - m_0^2 \right] ;$$

de  $M = m + m_0 = \frac{NB}{\vartheta} = \frac{x_3}{\vartheta} = \frac{x_1}{\vartheta} - x_1 \cdot \lambda = x_1 \frac{1 - \lambda \cdot \vartheta}{\vartheta}$

NB = x<sub>3</sub> a 32. ábra szerint

Behelyettesítve a megfelelő értékeket, a vegyes szelvény töltésrészének területe vízszintes adatokban kifejezve

$$T = \frac{1}{2} \left[ x_1 \frac{x_3}{\vartheta} + \frac{m^2}{\lambda} - \frac{k^2}{4 \cdot \vartheta} \right] ;$$

ahol  $x_3 = x_1 (1 - \lambda \cdot \vartheta)$ ;  $x_3 = x_1 - BL \cdot \vartheta$ ;  $BL = x_1 \cdot \lambda$

illetve x<sub>3</sub> értékeit behelyettesítve

$$T = \frac{1}{2} \left[ \frac{x_1^2 \cdot (1 - \lambda \cdot \vartheta)}{\vartheta} + \frac{m^2}{\lambda} - \frac{k^2}{4 \cdot \vartheta} \right]$$

Függőleges adatokban kifejezve pedig

$$T = \frac{1}{2} \left[ \frac{m^2 \cdot \vartheta}{1 - \lambda \cdot \vartheta} + \frac{m^2}{\lambda} - m_0^2 \right]$$

A bevágási rész területe pedig :

$$T_b = \text{area CDE} = \frac{CD \cdot SD}{2} ; \quad CD = \frac{k'}{2} - \frac{m}{\lambda}$$

$$SD = \left( SD \cdot \vartheta + \frac{k'}{2} - \frac{m}{\lambda} \right) \cdot \lambda = \frac{\frac{k'}{2} - \frac{m}{\lambda}}{1 - \lambda \cdot \vartheta}$$

$$T_b = \left( \frac{k'}{2} - \frac{m}{\lambda} \right)^2 \cdot \frac{\lambda}{2(1 - \lambda \cdot \vartheta)}$$

Vegyes szelvényeknél külön kell meghatározni a töltés és külön a bevágás területét.

A 32. ábra szerint a töltésrész területe :

$$\text{area ABCFG} = T = \frac{GC \cdot FL}{2}$$

$$GC = \frac{k}{2} + \frac{m}{\lambda}$$

$$T = \frac{1}{2} \left( \frac{k}{2} + \frac{m}{\lambda} \right) \cdot FL$$

$$FL = \left( FL \cdot \vartheta + \frac{k}{2} + \frac{m}{\lambda} \right) \cdot \lambda ; \text{ ebből}$$

$$FL = \frac{\left( \frac{k}{2} + \frac{m}{\lambda} \right) \cdot \lambda}{1 - \lambda \cdot \vartheta} \quad \text{Ezt be-}$$

helyettesítve a kiinduló egyenletbe :

$$T = \frac{\left( \frac{k}{2} + \frac{m}{\lambda} \right)^2 \cdot \lambda}{2(1 - \lambda \cdot \vartheta)}$$

De kiszámítható a következő-

Illetve másképen:

$$T_b = \text{area KBE}\Delta + \text{area BFC}\Delta - \text{area KFD}\Delta$$

$$\text{area KBE}\Delta = \frac{(m'_0 - m) \cdot x'_1}{2} = \frac{M \cdot x'_1}{2}$$

$$\text{area BFC}\Delta = \frac{m^2}{2 \cdot \lambda} ; \quad \text{area KFD}\Delta = \frac{m'_0{}^2 \cdot \varrho}{2} = \frac{k'^2}{8 \cdot \varrho}$$

$$T_b = \frac{1}{2} \left[ M' \cdot x'_1 + \frac{m^2}{\lambda} - \frac{k'^2}{4 \cdot \varrho} \right]$$

vagy, ha  $M' \cdot \varrho = x'_3 = \varrho (m'_0 - m) = 8\rho$  és így

$$T_b = \frac{1}{2} \left[ \frac{x'_1 \cdot x'_3}{\varrho} + \frac{m^2}{\lambda} - \frac{k^2}{4 \cdot \varrho} \right]$$

illetve függőleges adatokkal

$$T_b = \frac{1}{2} \left[ \frac{M'^2 \cdot \varrho}{1 - \lambda \cdot \varrho} + \frac{m^2}{\lambda} - m_0^2 \cdot \varrho \right]$$

Ezek a képletek érvényesek, ha  $m$  akár, mint töltés (+ $m$ ), akár, mint bevágás (- $m$ ) mérőjegye szerepel a tengelyben. Természetesen ügyelnünk kell a tengelyben adott  $m$  előjélére, mert ha pl.  $m$  pozitív, vagyis a tengelyben töltés jelentkezik, akkor  $M = m_0 + m$  ( $M > m_0$ ), és  $M' = m'_0 - m$  ( $M' < m'_0$ ) és viszont, ha a tengelyben bevágás van,  $m$  tehát negatív

$$M = m_0 + (-m) = m_0 - m ; \quad (M < m_0), \quad \text{és} \quad M' = m'_0 - (-m) = m'_0 + m \quad (M' > m'_0)$$

Ha ezeket a képletekbe  $\lambda = 0$  helyettesítünk be, vagyis vízszintes térszin esetén

$$T = \frac{1}{2} (M^2 - m_0^2 \cdot \varrho) = \frac{1}{2} [(m + m_0)^2 \cdot \varrho - m_0^2 \cdot \varrho] = \frac{1}{2} (m^2 \cdot \varrho + 2m \cdot m_0 \cdot \varrho) - \\ = \frac{1}{2} (m^2 \cdot \varrho + k \cdot m)$$

kapjuk a teljes töltésű félszelvény területét, ami természetes is, mert vízszintes térszin esetén vegyes szelvény nem lehetséges.

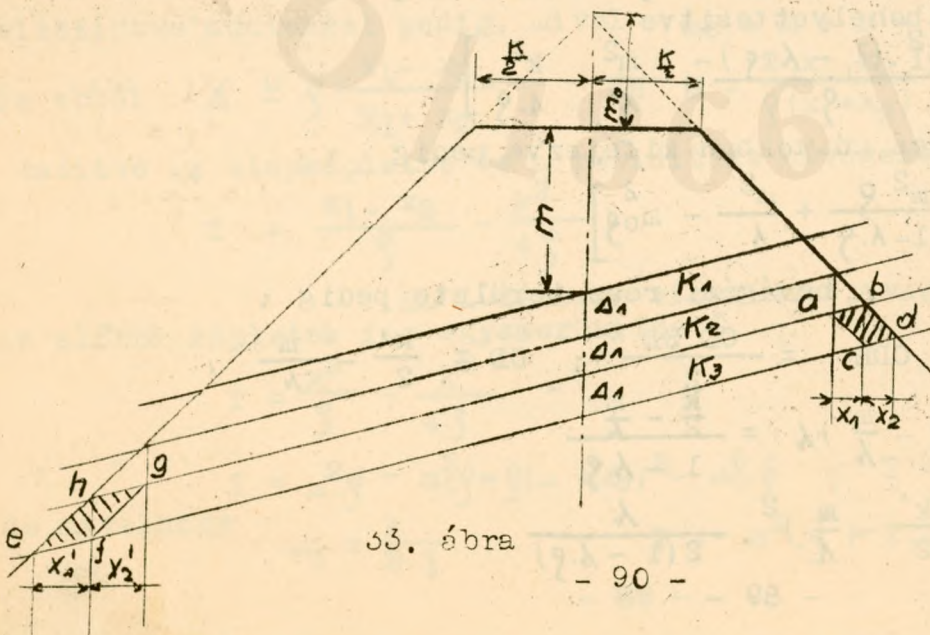
B.) Keresszszelvényterületek meghatározása táblázatokból. Az előbb levezetett képletekkel való területszámítás igen hosszadalmas, azért jó, ha a koronaszélességre, illetve ideális koronaszélességre vonatkozólag 5, vagy 10 cm.-enkint emelkedőleg előre táblázatokban kiszámítjuk az előforduló  $\varrho$  és  $\lambda$  értékek mellett a hozzátartozó területeket, avagy már ilyen összeállított táblázatot használunk. Ily táblázatok a Dr. Grundner-félék, és továbbá ily táblázatot találunk az 1927. évben megjelent Fekete-féle erdőmérnöki segéd táblákban. A táblázatok kiszámítása egyszerűsíthető, ha felhasználjuk az ugyanolyan  $m$ , magasságkülönbséggel emelkedő szelvények területei között fellépő törvényszerűséget.

Legyen a már kiszámított tetszés szerint való  $m$  magasságú töltés kereszt-szelvény területe ismeretes:

$$T = \frac{M^2 \cdot \varrho}{1 - \lambda^2 \cdot \varrho^2} - m_0^2 \cdot \varrho$$

A következő  $\Delta_1$ -el magasabb töltés területe lesz.

$$T = \frac{(M + \Delta_1)^2 \cdot \varrho}{1 - \lambda^2 \cdot \varrho^2} - m_0^2 \cdot \varrho$$



33. ébra

végrehajtva a négyzetreemelést

$$T_1 = \frac{M^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2} - m_0^2 \cdot g + \frac{2M \cdot \Delta \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2} + \frac{\Delta^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2} \quad \text{tehát:}$$

$$T_1 = T + \frac{2M \cdot \Delta \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2} + \frac{\Delta^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2} = T + k_1;$$

$$k_1 = T_1 - T = g \frac{2M \cdot \Delta + \Delta^2}{1 - \lambda^2 \cdot g^2}; \quad M_2 = M + 2\Delta$$

$$T_2 = \frac{(M+2\Delta)^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2} - m_0^2 \cdot g = \frac{M^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2} - m_0^2 \cdot g + \frac{4M \cdot \Delta \cdot g + 4\Delta^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2} =$$

$$= T + 2 \frac{(2M\Delta + \Delta^2) \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2} + 2 \frac{\Delta^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2}; \quad \text{de } \frac{(2M\Delta + \Delta^2) \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2} = k_1$$

$$T_2 = T + 2k_1 + 2 \frac{\Delta^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2} = T_1 + k_1 + 2 \frac{\Delta^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2}$$

$$k_2 = T_2 - T_1 = k_1 + 2 \frac{\Delta^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2}; \quad M_3 = M + 3\Delta; \quad T_2 = T_1 + k_2$$

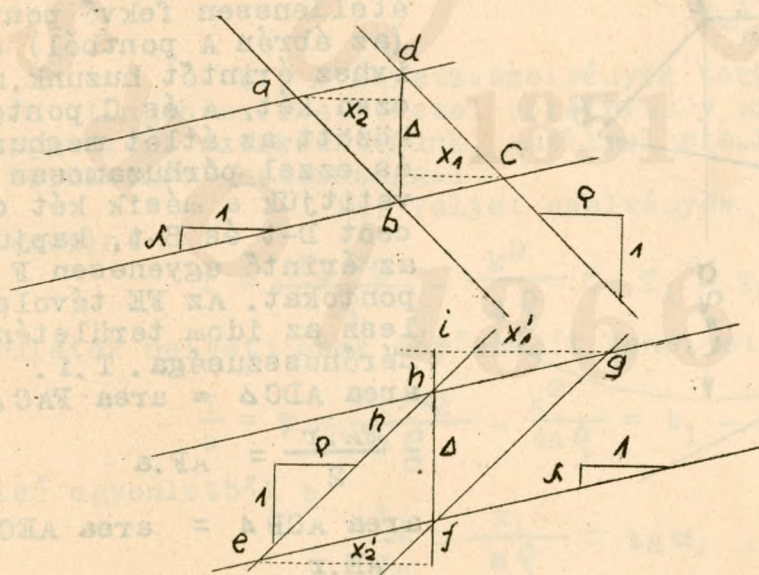
$$T_3 = \frac{(M+3\Delta)^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2} - m_0^2 \cdot g = \frac{M^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2} - m_0^2 \cdot g + \frac{(6M\Delta + 9\Delta^2) \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2}$$

$$T_3 = T_2 + k_3 = T_2 + k_2 + 2 \frac{\Delta^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2}; \quad k_3 = k_2 + 2 \frac{\Delta^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2}$$

és így tovább  $T_n = T_{n-1} + k_{n-1} + 2 \frac{\Delta^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2}$

vagyis bármelyik következő szelvényterület különbsége egyenlő a közvetlenül előtte levő szelvényterületek különbségének

2  $\frac{\Delta^2 \cdot g}{1 - \lambda^2 \cdot g^2}$  - el növelt értékével. Ezt a törvényszerűséget a rajz is mutatja, ha a  $\Delta$ -val növelt pontokban a terep-pel párhuzamosat húzunk, látjuk, hogy a következő szelvényterülete egyenlő az előző szelvényterület + előző különbség + abcd + efgh idomok területe.



34. ábra

Az abcd idomnak területe pedig (2 háromszögre bontva):

$$\frac{x_1 + x_2}{2} \Delta = t_1$$

de a háromszögek egybevágósága folytán:

$$x_1 = x_2;$$

$$t_1 = \Delta \cdot x_1$$

de

$$\Delta = \frac{x_1}{g} + x_1 \lambda;$$

amiből

$$x_1 = \frac{\Delta \cdot g}{1 + \lambda \cdot g}$$

$$t_1 = \frac{\Delta^2 \cdot g}{1 + \lambda \cdot g}$$

az efgh idom területe pedig (ismét 2 egybevágó háromszögre bontva):

$$x_1' = x_2$$

$$t_2 = \frac{x'_1 + x'_2}{2} \Delta = x' \Delta \quad ; \quad \text{de} \quad \Delta = \frac{x'}{g} - x' \lambda$$

és ebből  $x' = \frac{\Delta g}{1 - \lambda g}$  tehát  $t_2 = \frac{\Delta^2 g}{1 + \lambda g}$

A különbség növekedése pedig egyenlő 2 idom területének összegével, tehát

$$t_1 + t_2 = \frac{\Delta^2 g}{1 + \lambda g} + \frac{\Delta^2 g}{1 - \lambda g} = \frac{\Delta^2 g (1 - \lambda g + 1 + \lambda g)}{1 - \lambda^2 g^2} = 2 \frac{\Delta^2 g}{1 - \lambda^2 g^2}$$

Vízszintes térszin esetén,  $\lambda = 0$ , tehát a különbségek növekedése lesz  $t_1 + t_2 = 2 \cdot \Delta^2 \cdot g$ .

A vegyes szelvények a töltési és bevégési részek területei külön-külön a  $(\frac{k}{2} + m \lambda)$ , illetve  $(\frac{k'}{2} - m \lambda)$  hosszúságok alapján olvashatók ki a Grundtner-féle táblázatából. Az  $m \lambda$  szorzat gyors képzésére egy segédtáblázat szolgál.

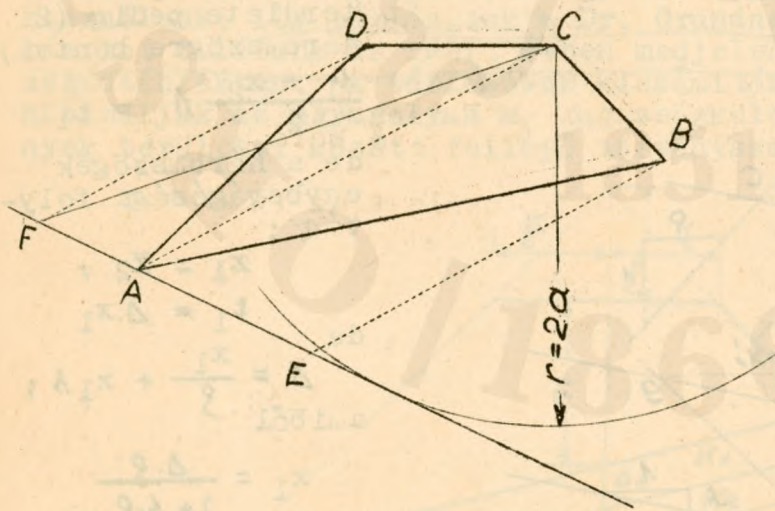
A Fekete-féle erdőmérnöki segédtáblákból vegyes szelvényeknél is közvetlenül olvasható ki a bevégési és töltési rész területe.

C.) A keresztiszelvények területének meghatározása szerkesztés útján többféleképpen történhetik.

a.) Ha a keresztiszelvények fel vannak rajzolva, akkor területüket legegyszerűbben oly háromszöggé való átalakítással határozhatjuk, amelynek alapja, vagy magassága valamely kerek egészszámu hosszúság kétszerese. Ez esetben t. i. a háromszög magasságát, vagy alapját kell a rajzleptékben lemérnünk, és az átalakításnál felvett egyszerűsített alaphosszúsággal megszoroznunk, hogy megkapjuk a háromszög területét. A szerkesztés útján nyert a területtel arányos magasság, vagy alap hosszúságát nevezzük a terület mérőhosszágnak

$T = \frac{B \cdot m}{2}$  ; ha az átalakított háromszög magassága  $2a$ , akkor ennek területe  $T = \frac{2a \cdot t}{2} = a \cdot t$  ; tehát a terület mérőhossza  $t = \frac{T}{a}$

Az átalakítást legegyszerűbben a következőképpen végezhetjük. A keresztiszelvényt alkotó trapezoid egyik csucsból a felvett kétszeres alaphosszúsággal, mint sugárral huzunk (pl. a 35. ábrán C pontból,  $r=2a$ ), a vele átellenesen fekvő pontból (az ábrán A pontból) ezen ívhez érintőt huzunk, majd ezen két, A és C pontok között az étlőt meghuzzuk, és ezzel párhuzamosan levetítjük a másik két csucst D-t és B-t, kapjuk az érintő egyenesen F és E pontokat. Az FE távolság lesz az idom területének mérőhosszága. T. i.



35. ábra

$$\text{area } ABCD \Delta = a (AF + AE) = a \cdot FE$$

$$\text{tehát} \quad FE = t = \frac{T}{a}$$

$$\begin{aligned} \text{area } ADC \Delta &= \text{area } FAC \Delta = \\ &= \frac{FA \cdot r}{2} = AF \cdot a \end{aligned}$$

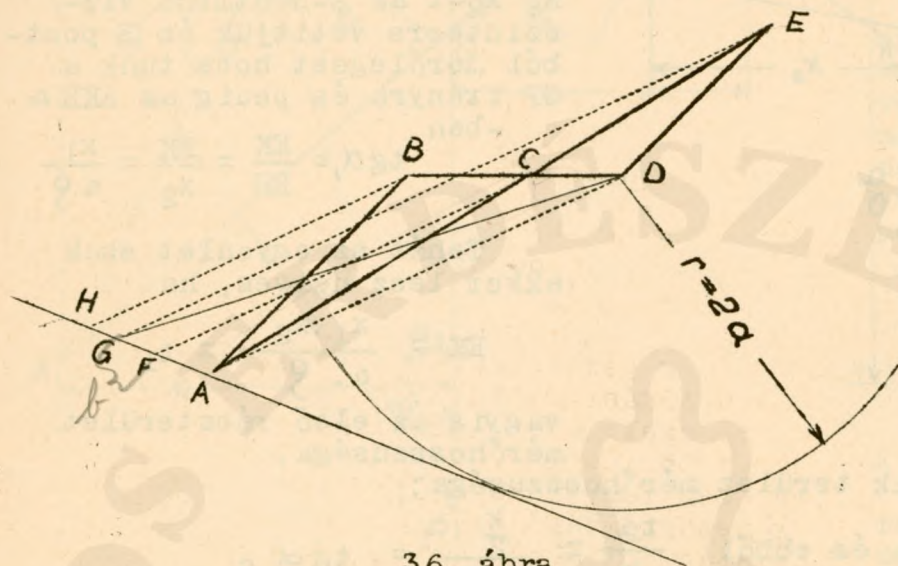
$$\begin{aligned} \text{area } ACB \Delta &= \text{area } AEC \Delta = \\ &= \frac{AE \cdot r}{2} = AE \cdot a \end{aligned}$$

E két terület összege:

Ha a terepet tört egyenes jelöli, akkor előbb átalakítjuk a szelvényt vele azonos területű négyszöggé, amelynek mérőhosszúságát az előbbi eljárással megszerkesztjük.

Hasonló egyszerű szerkesztéssel megállapíthatjuk a egyes szelvényekben a töltési és bevágási rész területének mérőhosszúságát is. (36. ábra). Ismét az egyik csucsból (de sohasem a közös C csucsból)

pl. D -ből  $r=2a$  sugaru körívet húzunk, amelyhez a szűben fekvő csucsról, tehát pl. A-ból érintőt szerkesztünk, majd összekötve D pontot A-val, a B, C és E pontokat rávetítjük az érintőre, kapjuk H, F, G pontokat. A bevágási rész (CDEΔ) területének mérőhosszúsága a GF = b egyenes lesz, mert



36. ábra

$$\begin{aligned} \text{area CDE}\Delta &= \text{area AEDA} - \text{area ACDA} \\ \text{area CDE}\Delta - \text{area GAD}\Delta &= \text{GA} \cdot \frac{r}{2} - \text{GA} \cdot a \\ \text{area ACDA} &= \text{area FADA} = \text{FA} \cdot \frac{r}{2} = \text{FA} \cdot a \end{aligned}$$

$$B = \text{area AEDA} - \text{area ACDA} = a(\text{GA} - \text{FA}) = a \cdot \text{GF} ;$$

tehát  $\text{GF} = b = \frac{B}{a}$  a bevágás mérőhosszúsága.

Ép úgy a töltés mérőhosszúsága  $t = \frac{T}{a} = \text{FH}$  mert

$$T = \text{area ABD}\Delta - \text{area ACD}\Delta; \quad \text{de } \text{area ABD}\Delta = \frac{\text{HA} \cdot r}{2} = \text{HA} \cdot a$$

és  $\text{area ACD} = \text{AF} \cdot a$

$$T = a(\text{HA} - \text{AF}) = a \cdot \text{FH}$$

b.) A kereszt-szelvények területe meghatározható az u. n. tangensszerkesztéssel (Ziellin-szabály szerint), T. i. oly háromszöget kell szerkesztenünk, amellyel szembenfekvő befogó egyenlő a területmérő hosszúsággal.

1.) Teljes szelvények területe az ismert képlet szerint

$$T = \frac{x_1 \cdot x_2}{g} - \frac{k^2}{4g} = T_1 - T_2$$

a területek helyett azok mérőszámát behelyettesítve

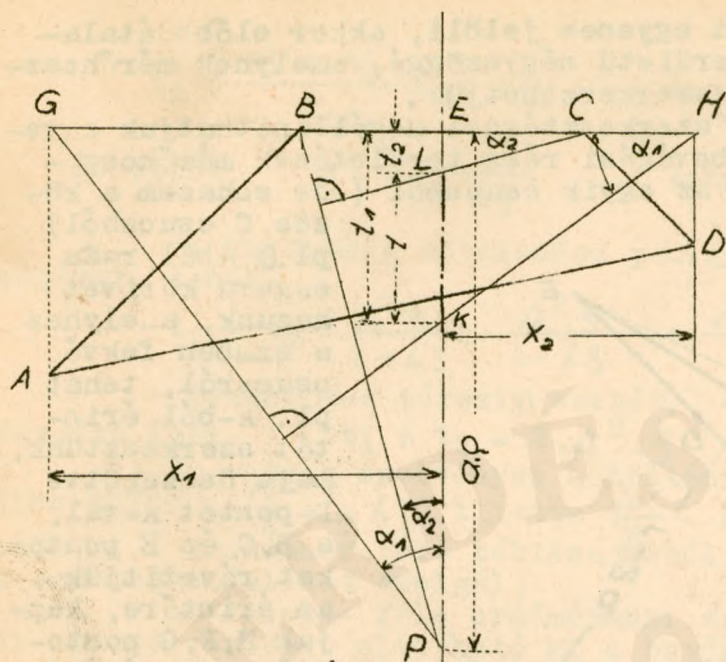
$$\frac{T}{a} = \bar{T} = \frac{x_1 \cdot x_2}{a g} - \frac{k^2}{4a g} = t_1 - t_2 ; \quad t_1 = \frac{x_1 x_2}{a g} ; \quad t_2 = \frac{k^2}{4a g}$$

az első egyenletből

$$\frac{t_1}{x_2} = \frac{x_1}{a g} = \text{tg} \alpha_1, \quad \text{vagyis megszerkesztendő}$$

az az  $\alpha_1$  szög, amelynek tangense e feltételnek megfelel.

A szöveget a következőképpen rajzolhatjuk meg: (37. ábra) T. i. az E pontból felhordjuk "a.g" értéket, és az A pontot felvetítjük az E ponton átmenő vízszintesre G-ig; G pontot öss-



37. ábra

A második terület mérőhosszúsága:

$$t_2 = \frac{k^2}{4a \cdot \varrho} \quad \text{és ebből} \quad \frac{t_2}{\frac{k}{2}} = \frac{\frac{k}{2}}{a \cdot \varrho} = \operatorname{tg} \alpha_2$$

Ezt az  $\alpha_2$  szöget megkapjuk, ha a korona szélét, B pontot összekötjük P ponttal, mert a P-nél levő szög tg.-e

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{\frac{k}{2}}{a \cdot \varrho} \quad ; \quad \text{de ugyanazon szög keletkezik, ha BP}$$

irányra a korona másik széléről C pontból bocsátunk merőlegest és pedig az  $ELC\Delta$  -ben

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{EL}{\frac{k}{2}} = \frac{\frac{k}{2}}{a \cdot \varrho} \quad ; \quad \text{amiből} \quad EL = \frac{k^2}{4a \cdot \varrho} = t_2$$

vagyis EL a  $t_2$  terület mérőhosszúsága, amelyet levonva a  $t_1 = EK$  hosszúságból, LK lesz az egész terület mérőhosszúsága

$$t = t_1 - t_2 = EK - EL = LK$$

2.) Vegyes szelvényeknél a töltésrész területe:

$$T = \frac{1}{2} \left( \frac{x_1 \cdot x_3}{\varrho} + \frac{m^2}{h} - \frac{k^2}{4 \cdot \varrho} \right)$$

a bevágás rész területe

$$B = \frac{1}{2} \left( \frac{x_1 \cdot x_3}{\varrho} + \frac{m^2}{h} - \frac{k'^2}{4 \cdot \varrho} \right)$$

a területek mérőhosszúságai pedig

$$\frac{T}{a} = t = \frac{x_1 \cdot x_3}{2a \cdot \varrho} + \frac{m^2}{2ah} - \frac{k^2}{4a \cdot \varrho \cdot 2}$$

$$\frac{B}{a} = b = \frac{x_1 \cdot x_3}{2a \cdot \varrho} + \frac{m^2}{2ah} - \frac{k'^2}{4a \cdot \varrho \cdot 2}$$

A szerkesztésnél ismét mindenegyes tagot külön fogunk megszerkeszteni, e szerint tehát:

$$t = t_1 + t_2 - t_3 \quad ; \quad b = b_1 + b_2 - b_3$$

$$t_1 = \frac{x_1 \cdot x_3}{2a \cdot \varrho} \quad \text{és ebből} \quad \frac{t_1}{x_3} = \frac{x_1}{2a \cdot \varrho} = \operatorname{tg} \alpha_1$$

$\alpha_1$  szöget megszerkeszthetjük, ha  $2a$  hosszúságot az

szekőtte P-vel kapjuk az utóbinnél a kereset  $\alpha_1$  szöveget, amelynek tg.-e

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{GE}{EP} = \frac{x_1}{a \cdot \varrho}$$

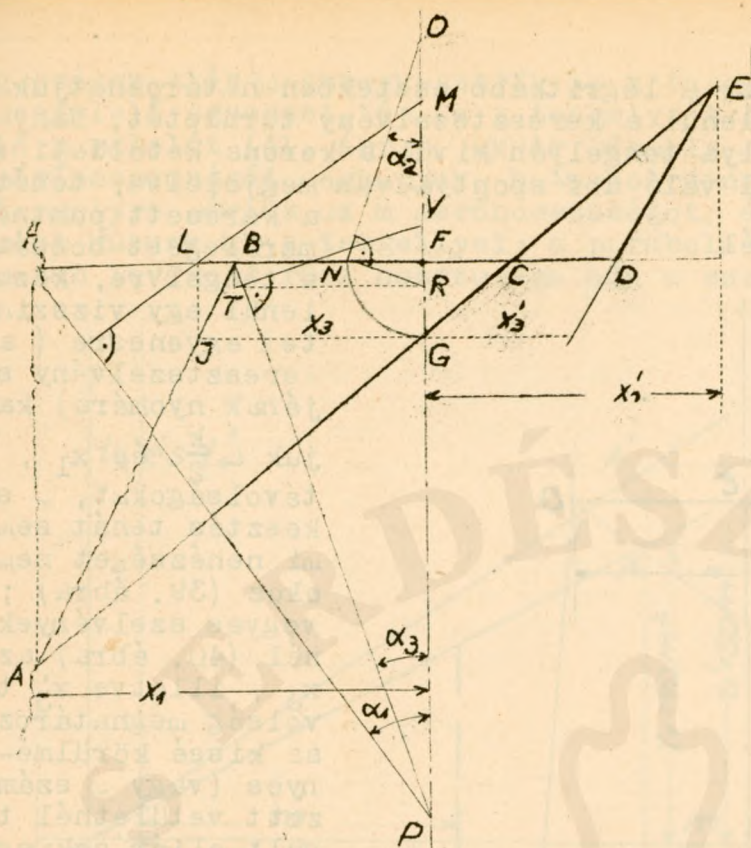
De ugyanazon szöget megkapjuk, ha  $x_2$ -t az E-n átmenő vízszintesre vetítjük és H pontból merőlegest bocsátunk a GP irányra és pedig az  $EKH\Delta$  -ben

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{EK}{EH} = \frac{EK}{x_2} = \frac{x_1}{a \cdot \varrho}$$

Tehát sz egyenlet csak akkor lesz helyes, ha

$$EK = \frac{x_1 \cdot x_2}{a \cdot \varrho} = t_1$$

vagyis az első részterület mérőhosszúsága.



38. ábra

F pontból a tengelyre felmérve az így kapott P pontot az A pontnak a koronán átmenő vízszintes egyenesre vetített H pontjával összekötjük, mert

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x_1}{2a\vartheta} ;$$

Ugyanezt a szöveget kapjuk, ha az  $x_3$  1 pontját rávetítjük a koronán átmenő vízszintesre, és az L ponton át merőlegest bocsátunk HP egyenesre, és pedig FLM. 4 -ből

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{MF}{x_3} = \frac{x_1}{2a\vartheta} ;$$

$$MF = \frac{x_1 \cdot x_3}{2a\vartheta} = t_1$$

A  $t_2 = \frac{m^2}{2a\lambda}$  meghatározásáramegszerkesztjük az

$\alpha_2$  szöveget, amelynek tg.-e

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{m}{2a\lambda} = \frac{t_2}{m}$$

és az  $m$  távolságot körzőbe véve leforgatjuk a HD vízszintesre és F pontból a tengelyre felmérjük a  $2a\lambda$  távolságot O pontig; az O-nál levő szög  $\alpha_2$ , mert

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{m}{2a\lambda} .$$

Ha már most az N ponton át az ON irányra merőlegest húzunk, ez a tengelyen lemetszi  $FR = t_2$  hosszúságot, mert N-nél ugyanazon  $\alpha_2$  szög jelentkezik, melynek tg.-e az NFR  $\Delta$ -ből

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{FR}{m} = \frac{m}{2a\lambda} ; \quad FR = \frac{m^2}{2a\lambda} = t_2$$

A  $t_3 = \frac{k^2}{8a\vartheta}$  meghatározására keressük azon szöveget, amelynek tg.-e

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \frac{\frac{k}{2}}{2a\vartheta} = \frac{t_3}{\frac{k}{2}}$$

Vagyis B-t összekötve P ponttal, P-nél lesz az  $\alpha_3$  szög, mert a

PBF háromszögből

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \frac{\frac{k}{2}}{2a\vartheta} ,$$

de ugyanezen szöveget kapjuk, ha az R ponton át húzott vízszintesre rávetítjük a B pontot (kapjuk T-t), és ezen a T ponton át merőlegest bocsátunk a BD irányra. Ez a merőleges a tengelyen lemetszi az RV darabot, de az RVT -ben

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \frac{RV}{\frac{k}{2}} = \frac{\frac{k}{2}}{2a\vartheta} ; \quad RV = \frac{k^2}{8a\vartheta} = t_3$$

A töltésrész területe pedig  $T = a \cdot t$ , ahol  $t = T_1 + t_2 - t_3$ , vagyis  $t = FM + mR - RV = mV$ .

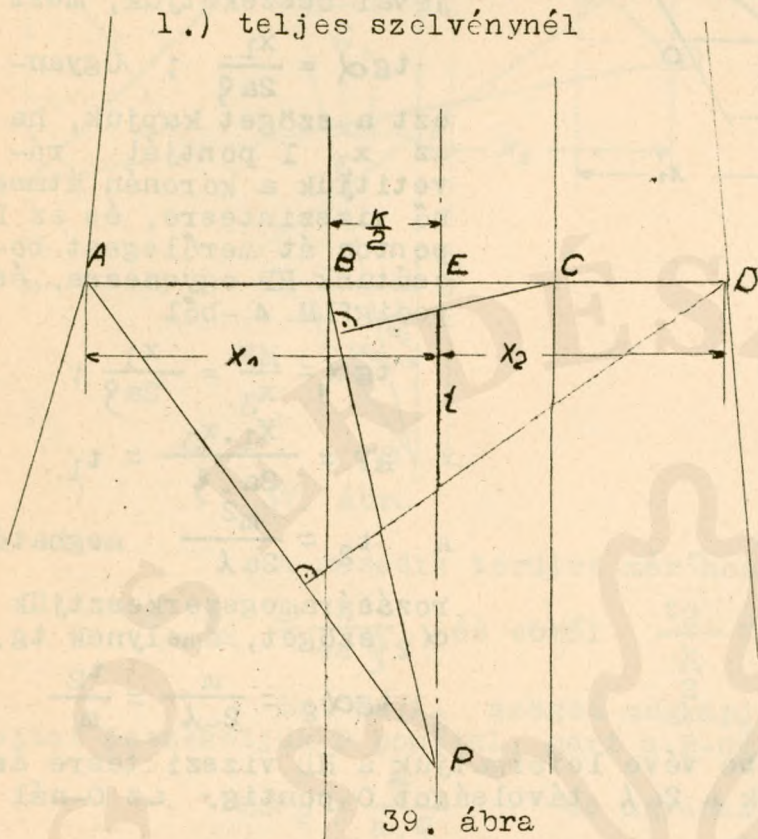
A bevágás rész területét épen úgy szerkeszthetjük meg.

g.) A keresztmetszvények területe meghatározható szerkesztéssel anélkül is, hogy a keresztmetszvényeket felhordanók, közvetlenül a részletes helyszínrajzban és hosszúsági szelvényből.

1.) Mithogy a részletes helyszínrajz a pálya vízszintes vetülete, a keresztmetszvények területe a tangensszerkesztéssel határozható meg, de természetesen csak akkor, ha a helyszínrajz kellő nagy léptékben van rajzolva, hogy a szerkesztéssel még elfogadható pontosságot kapjunk.

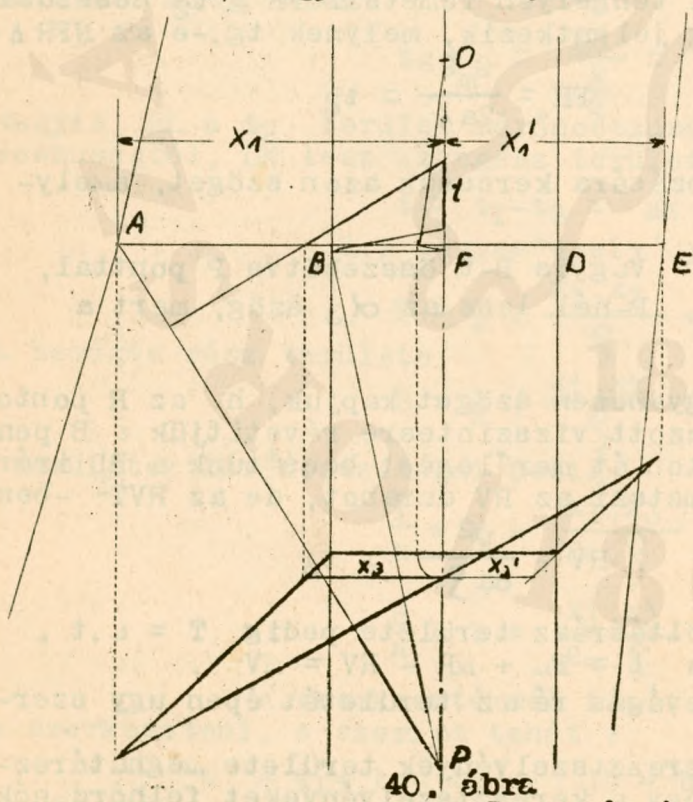


Épen ezért ez oknál fogva csak a legritkább esetekben határozhatjuk meg a helyszínrajzból közvetlenül a keresztmetszvény területét. Nagy léptékű helyszínrajzban a pálya tengelyén kívül a korona kétoldali széle, és a rézsűknek a tereppel való dőléspontja van megjelölve, tehát



a keresett pontnál merőlegest bocsátva a tengelyre, közvetlenül egy vízszintes egyenesre (a keresztmetszvény síkjának nyomára) kapjuk a  $\frac{k}{2}$  és  $x_1$ ,  $x_2$  távolságokat, a szerkesztés tehát semmi nehézséget nem okoz (39. ábra); vegyes szelvényeknél (40. ábra) az  $x_3$ , illetve  $x_3'$  távolság meghatározása kissé körülményes (vagy a számított vetületnél tanult eljárások egyikeivel, vagy egyszerű leforgatással határozható meg.) A szerkesztés menetét az ábrából könnyen kivehetjük.

2.) vegyes szelvényénél



2.) A részletes hosszúsági szelvényből a keresztmetszvények területe a következő szerkesztéssel határozható meg. Tudjuk, hogy vízszintes térszín esetén a keresztmetszvény területe:

$$T = k \cdot m + m^2 \varphi \quad \text{és}$$

$$t = \frac{T}{a} = \frac{k \cdot m}{a} + \frac{m^2 \varphi}{a}$$

illetve bevágásnál

$$b = \frac{k' \cdot m}{a} + \frac{m^2 \varphi}{a}$$

Ha a tagokat külön vesszük, akkor

$$t = t_1 + t_2 ;$$

$$t_1 = \frac{k \cdot m}{a} ; \quad t_2 = \frac{m^2 \varphi}{a}$$

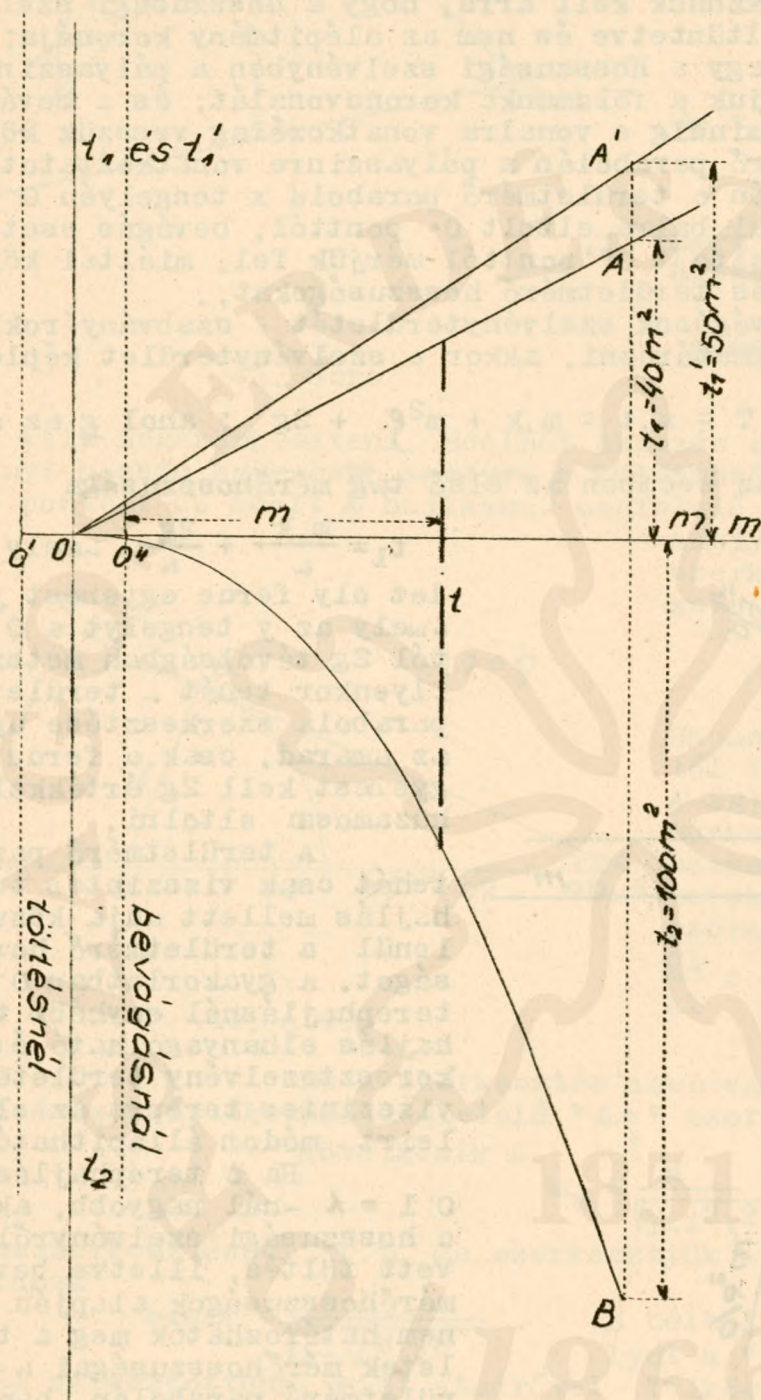
koordináta-rendszer kezdőpontján átmenő egyenes egyenlete, amelynek hajlásszöge

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{x} = \frac{t_1}{m} = \frac{k}{a} ;$$

az első tag egy a koordináta-rendszer kezdő pontján

átmenő parabola csúcsponti egyenlete, amelynek tengelye a koordináta-rendszer egyik tengelye. Ha tehát pl. az  $x$  tengelyre felhordjuk a má-

gasságokat és megszerkesztjük az x tengelytől felfelé az első tagnak megfelelő egyenest, és az x tengelytől lefelé a második tagnak megfelelő parabolát (41. ábra), akkor bármely m magasságnak megfelelő terület mérőhosszuságát megkapjuk, ha a koordinata rendszer 0 pontjától az x tengelyre mérjük az m mérőhosszuságot, és ennek végpontján át párhuzamosan húzunk az y tengellyel; a parabola és az egyenes által a párhuzamosan levágott rész hosszúsága adja a szelvényterület mérőhosszuságát.



41. ábra

től lefelé hordjuk fel. Ezáltal már megszerkesztjük az egyenest, mert csak a 0 pontot kell az A, illetve A' ponttal összekötnünk; a parabolának ismerjük a csúcspontját 0-ban és egyik pontját B-ben, valamint a tengelyét az y tengelyt, amelynek alapján a parabola már megszerkeszthető.

Például legyen a legnagyobb előforduló töltés, illetve bevágás 10 m.-nél kisebb; felvéve  $m = 10$  m., a koronaszélesség legyen 4.0 m, bevágásban az ideális koronaszélesség 5.0 m;  $\xi = 1$  és az akarom, hogy a rajzban 1 cm =  $10$  m<sup>2</sup>-el, vagyis  $a = 100,000$ , tehát

$$T_1 = m \cdot k = 10 \cdot 4 = 40 \text{ m}^2; \text{ és így } t_1 = 4 \text{ cm}$$

A terület mérőhosszuságának meghatározására szolgáló ezen parabolát és egyenest együttvéve területmérő parabolának nevezzük. Amint a képből látjuk, a parabola csak  $\xi$ -vel változik, tehát minden  $\xi$ -nek más és más parabola felel meg, míg az egyenes a koronaszélességgel változik, tehát minden koronaszélességnek más és más hajlásu egyenes fog megfelelni. Minthogy egy pályán a töltés koronaszélessége és a bevágás ideális koronaszélessége más, elég e két megfelelő egyenest megrajzolni, míg parabolát annyit rajzolunk, ahányféle rézsűhajlás előfordulhat. A gyakorlatban a területmérő parabolaszerveztést leegyszerűbben olyképen végezhetjük, hogy felvéve a koordinata rendszert, a 0 ponttól az x tengelyre felhordjuk a hosszúsági szelvény egyszerűs, vagy kétszeres léptékében az előforduló legnagyobb bevágás, illetve töltés mérőjegyét (mindig kerek métert), és ennek végpontjára merőlegest bocsátva, kiszámítjuk a

$$t_1 = \frac{k \cdot m}{a},$$

illetve

$$t_1' = \frac{k' \cdot m}{a}$$

értéket, és ennek hosszúságát erre a mérőlegesre az x tengelytől felfelé hordjuk fel, és kiszámítva a

$$t_2 = \frac{m^2 \xi}{a} \text{ értéket, ennek mérőhosszuságát, az x ten-}$$

gelytől lefelé hordjuk fel.

$$T_1 = m \cdot k' = 10.5 = 50 \text{ m}^2 ; \text{ és így } t_1 = 5 \text{ cm.}$$

$$T_2 = a \cdot t_2 = m^2 \varphi = 100.1 = 100 \text{ m}^2 ; \quad t_2 = 10 \text{ cm.}$$

Ha a szerkesztést elvégeztük, a hosszúsági szelvényből körzővel levéve a bevágás és töltés mérőjegyét, és rámérve azt az 0 pontból az x tengelyre, itt merőlegest bocsátva az egyenes és a parabola által a merőlegeSBől lemet szett darab mérőhosszúsága lesz a szelvényterületnek. De itt vigyáznunk kell arra, hogy a hosszúsági szelvényben a pályaszínvonal van feltüntetve és nem az alépitmény koronája; most tehát úgy járunk el, hogy vagy a hosszúsági szelvényben a pályaszínvonalával párhuzamosan berajzoljuk a földmunka koronavonalát, és a bevágás és töltés mérőhosszúságait mindig e vonalra vonatkozólag vesszük körzőbe, avagy pedig a területmérő parabolán a pályaszínre vonatkoztatott mérőhosszúságokat töltés esetén a területmérő parabola x tengelyén 0 ponttól a kavicságy vastagságával balra, eltolt 0' ponttól, bevágás esetén pedig ugyanannyival jobbra eltolt 0'' ponttól mérjük fel, miáltal közvetlenül tudjuk lemérni a helyes területmérő hosszúságokat.

Ha a bevágások szelvényterületét a szabványérokkal együtt akarjuk egyszerre meghatározni, akkor a szelvényterület képlete következőképpen alakul át :

$$T = a \cdot t = m \cdot k + m^2 \varphi + 2g ; \text{ ahol } g \text{ az árok szelvényterülete.}$$

Ebben az esetben az első tag mérőhosszúsága

$$t_1 = \frac{m \cdot k}{a} + \frac{2g}{a} \text{ amely kép-}$$

let oly ferde egyenest jelent amely az y tengelyt a 0 ponttól  $2g$  távolságban metszi, ilyenkor tehát a területmérő parabola szerkesztése ugyanaz marad, csak a ferde egyenest kell  $2g$  értékkel párhuzamosan eltolni.

A területmérő parabola tehát csak vízszintes terephajlás mellett adja közvetlenül a területmérő hosszúságot. A gyakorlatban  $0.1 = \lambda$  terephajlásnál enyhébb terephajlás elhanyagolható és a keresztaszelvény területe a vízszintes terepre az előbb leirt módon állapítható meg.

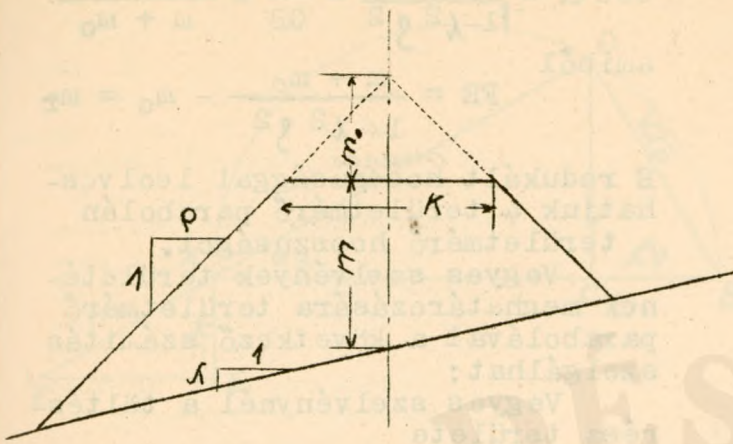
Ha a terephajlás  $0.1 = \lambda$  -nál nagyobb, akkor a hosszúsági szelvényről levett töltés, illetve bevágás mérőhosszúságok alapján már nem határozható meg a terület mérőhosszúságai a területmérő parabolán, hanem

előbb a töltés, illetve bevágás magasságot redukálnunk kell. A redukció elvileg úgy történik, hogy a szelvényterületet átalakítjuk vele egyenlő területű vízszintes terepen levő szelvényre és ennek magassága adja az u.n. redukált magasságot, amelynek segítségével a szelvényterület a már ismertetett módon lemérhető a területmérő parabolán.

Az átalakítást Zielinszky nyomán a következőképpen végezhetjük : ( 43. ábr.)

$$T = \frac{m^2 \varphi}{1 - \lambda^2 \varphi} - \varphi \cdot m_0^2$$

A szelvényvel egyenlő területű, de vízszintes tereppel bíró keresztaszelvényterülete pedig :



43. ábra

$T = M_r^2 \cdot \xi - m_0^2 \cdot \xi$   
 A területek egyenlősége folytán

$$M_r^2 \cdot \xi - m_0^2 \cdot \xi = \frac{M^2 \xi}{1 - \lambda^2 \xi^2} - \xi \cdot m_0^2$$

és ebből

$$M_r = M \frac{1}{\sqrt{1 - \lambda^2 \xi^2}}$$

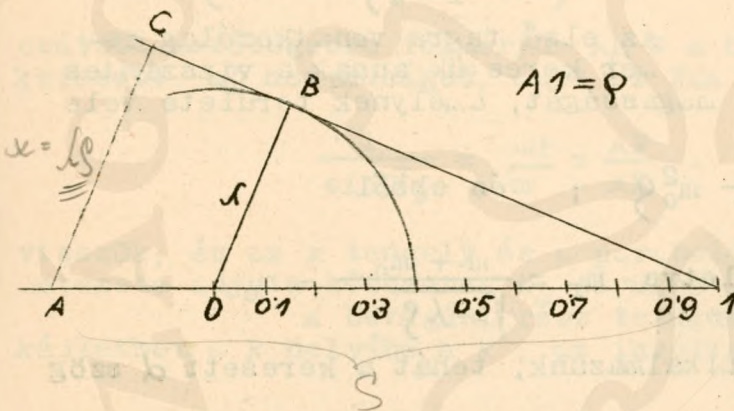
$$M_r = m_0 + m_0; \text{ tehát}$$

$$m_r = M_r - m_0 = M \frac{1}{\sqrt{1 - \lambda^2 \xi^2}} - m_0$$

$M_2$  mindig nagyobb, mint  $M_1$ , mert  $\lambda^2 \xi^2$  mindig kisebb az egységnél. T.i.

$\lambda < \frac{1}{\xi}$ , hogy metszés egyáltalában létrejöhessen. Legelőször is a  $\lambda \cdot \xi$  érté-

ket kell megszerkeszteni. Ecélből tetszés szerint való léptékben egységnyi hosszú egyenesre, amelyre a különböző  $\lambda$  értékeket felhordjuk, majd a 0 pontból az adott  $\lambda$  hajlásnak megfelelő sugaru körívet húzunk (44. ábra) amelyhez az 1. pontból érintőt szerkesztünk, ezáltal az 1. pontnál keletkező  $\alpha$  szög sinus-a



44. ábra

$$\sin \alpha = \frac{\lambda}{1} = \lambda$$

Ha most egy *arany* léptékben 1-től felhordjuk a  $\xi$  értéket (pl. A-ig) és ennek végpontjából párhuzamosot húzunk a  $\lambda$ -val (OB egyenessel), a két szögcsár által lemetezett AC egyenes adja a  $\lambda \xi$  szorzatot (OB ~ AC, tehát

$$\frac{OB}{AB} = \frac{AC}{AC} = \frac{1}{\xi} = \frac{\lambda}{x} \text{ és ebből}$$

$$x = AC = \lambda \cdot \xi$$

Ez a szerkesztés igen egyszerű, és egy ábrán különböző  $\lambda$  és  $\xi$  értékeknek megfelelő " $\lambda \cdot \xi$ " szorzatot lehet megszerkeszteni.

Következik a

$$m_r = \frac{M}{\sqrt{1 - \lambda^2 \xi^2}} - m_0 \text{ kifejezés megszerkesztése, és pedig}$$

sinusszerkesztéssel. T.i. megszerkesztjük azt a  $\alpha$  szöget, amelynek secansa

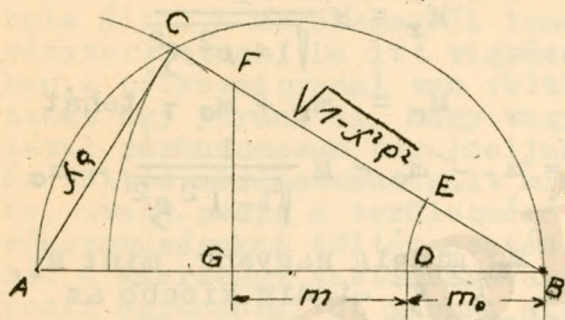
$$\sec \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 - \lambda^2 \xi^2}}$$

E célból ugyanazon egységgel, amelyet a " $\lambda \xi$ " szorzat megszerkesztésénél választottunk, mint átmérővel félkört írunk le (45. ábra) és körzöbe véve a " $\lambda \xi$ " szorzatot, az átmérő egyik végpontjáról az ivre rámérjük (kapjuk a C pontot), és megszerkesztjük a félkörben fekvő derékszögű négyszöget, amelynek átfogója az egység, egyik befogója a " $\lambda \xi$ " szorzat, a másik befogója (CB) pedig  $\sqrt{1 - \lambda^2 \xi^2}$ .

A B-nél keletkező szög secansa

$$\sec \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 - \lambda^2 \xi^2}}$$

B pontból körívet húzunk az  $m_0$  hosszúsággal (a magassági léptékben), majd az AB egyenesen az " $m_0$ " végpontjától, D-től kezdve felmérjük az " $m$ " magasságot, és ennek végpontjából merőlegest húzunk F-ig, akkor EF lesz a keresett redukált magasság, mert



45. ábra

térszinü teljes szelvény (redukált) magasságát, amelynek területe vele azonos, tehát

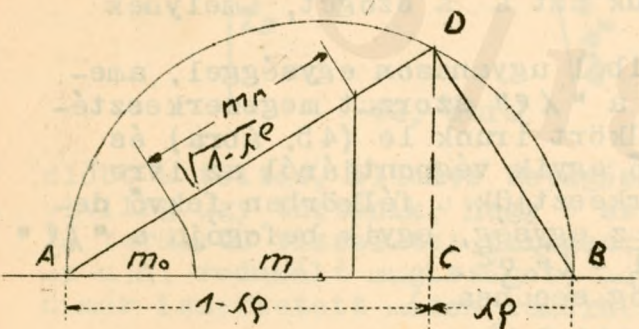
$$\frac{M^2 \rho}{1 - \lambda \rho} - m_0^2 \rho = M_R^2 \rho - m_0^2 \rho ; \text{ és ebből}$$

$$M_R = \frac{M}{\sqrt{1 - \lambda \rho}} , \text{ illetve } m_R = \frac{m + m_0}{\sqrt{1 - \lambda \rho}} - m_0$$

Ismét sinus-szerkesztést alkalmazunk, tehát a keresett  $\alpha$  szög secansa

$$\sec \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 - \lambda \rho}}$$

mét ugyanazon egység fölé félkört rajzolunk, majd lemetszve az átmérőn



46. ábra

$$\sec \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 - \lambda^2 \rho^2}} = \frac{BF}{GB} = \frac{m_0 + FE}{m + m_0}$$

amiből

$$FE = \frac{m + m_0}{1 - \lambda^2 \rho^2} - m_0 = m_R$$

E redukált <sup>magas</sup> hosszúsággal leolvashatjuk a területmérő parabolán a területmérő hosszúságot.

Vegyes szelvények területének meghatározására területmérő parabolával a következő számítás szolgálhat:

Vegyes szelvénynél a töltésrész területe

$$T = \frac{1}{2} \left[ \frac{M^2 \rho}{1 - \lambda \rho} - m_0^2 \rho + \frac{m^2}{\lambda} \right]$$

$$t = \frac{T}{a} = \frac{1}{2} \left[ \frac{M^2 \rho}{a(1 - \lambda \rho)} - \frac{m_0^2 \rho}{a} + \frac{m^2}{a \rho} \right]$$

A zárójelben levő kifejezést ismét 2 tagra bontjuk, az első tag lesz

$$t_1 = \frac{M^2 \rho}{1 - \lambda \rho} - m_0^2 \rho$$

Az első tagra vonatkozólag ismét keressük annak a vízszintes

magasságát, amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

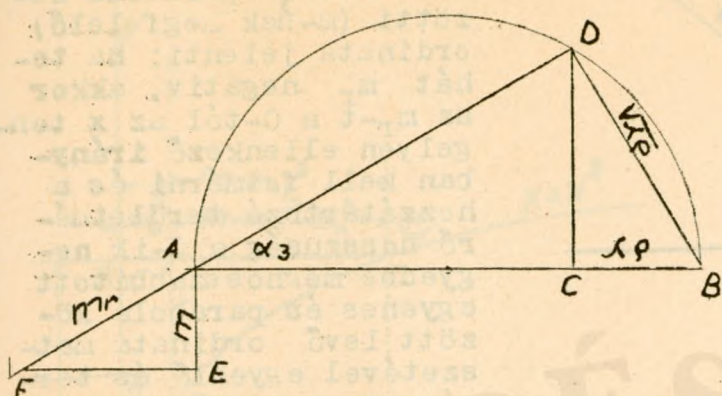
amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele

azonos, tehát

amelynek területe vele



47. ábra

kör átmérőjére (C pontig) és e C ponton merőlegest bocsátva a kör kerületéig, a DB egyenes  $= \sqrt{k\beta}$ ; A pontot D-vel összekötve pedig, az ADB derékszögű háromszögben az A-nál levő szög:

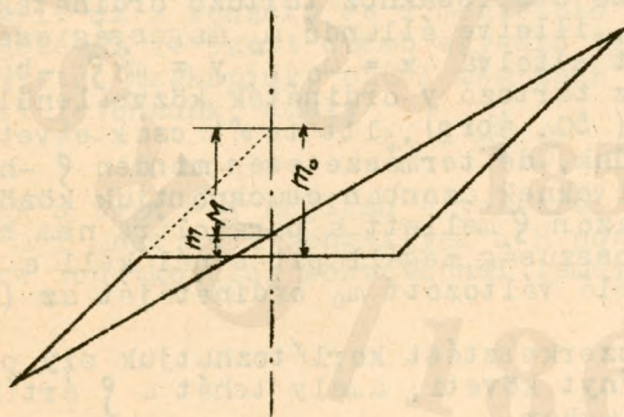
$$\frac{1}{\sin \alpha_3} = \frac{1}{\sqrt{k\beta}} = \frac{m_r}{m}$$

csátott merőlegesre felmérjük AE = m hosszúságot, az FA egyenes adja a keresett  $m_r$  hosszúságot, mert az FEA  $\Delta$ -ben az F-nél levő szög

$$\frac{1}{\sin \alpha_3} = \frac{m_r}{m} = \frac{AF}{AE}$$

visszük, és az x tengely és a parabolának az y tengellyel párhuzamos metszete adja a kétszeres  $t_3$  terület mérőhosszuságát.

A bevágási rész területe épúgy határozandó meg, csak a képletben a k helyébe a k', az ideális koronaszélesség kerül.



48. ábra

tagnál, ha a redukált magasságot keressük:

$$m_r = m_r - m_0 = \frac{m}{\sqrt{1-k\beta}} - m_0$$

$m_r$  lehet pozitív, de negatív is aszerint, amint  $m \geq m_0$  ( $m_r$  mindig nagyobb mint  $m$ ). Ha tehát  $m_r$  negatív, vagyis  $m_r = m_r - m_0 = -(m_0 - m_r)$ , akkor ennek a kifejezésnek a következő analitikai értelmezése van: (49. ábra) t. i. az  $m_r$ -hez tartozó területmérő hosszúságot a  $\frac{k \cdot m}{a}$  egyenes

A redukált magasság segítségével az első két tagnak megfelelő kétszeres terület a területmérő parabolából közvetlenül leolvasható.

A zérójelben levő harmadik tag

$$t_3 = \frac{m^2}{k} \text{ szintén átalakítható egy olyan vízszintes térszínű idommá, amelynek területe vele egyenlő.}$$

Ha tehát az átmérőt és az AD irányt meghosszabbítjuk és az A-ból bocsátott merőlegesre felmérjük AE = m hosszúságot, az FA egyenes adja a keresett  $m_r$  hosszúságot, mert az FEA  $\Delta$ -ben az F-nél levő szög

$$\frac{m^2}{k} = m_r^2 \beta \quad \text{amiből}$$

$$m_r = \frac{m}{\sqrt{k\beta}}$$

A már meghatározott szorzatot ( $k\beta$ ) felhordva az ugyanazon egységnyi átmérőjű

Körzöbe véve az  $m_r$  redukált magasságot, a területmérő parabolán az x tengelyre fel-

Vegyes szelvénynél a tengelyben vagy töltés, vagy bevágás lehet és e szerint m pozitív, vagy negatív. Ha a tengelyben töltés van, akkor

$M = m + m_0$ , vagyis  $m_0 < M$ ; ha azonban a tengelyben bevágás van (m negatív), akkor

$M = m_0 - m$ , vagyis  $M < m_0$ . Ez esetben a terület képletében

$T = \frac{1}{2} \left[ \frac{M^2 \rho}{1-k\beta} - m_0^2 \rho + \frac{m^2}{k} \right]$

az  $\frac{M^2 \rho}{1-k\beta}$  tag lehet nagyobb, vagy kisebb, mint  $m_0^2 \rho$  és ebben az esetben az első két

tagnál, ha a redukált magasságot keressük:

$m_r$  lehet pozitív, de negatív is aszerint, amint  $m \geq m_0$  ( $m_r$  mindig nagyobb mint  $m$ ).

Ha tehát  $m_r$  negatív, vagyis  $m_r = m_r - m_0 = -(m_0 - m_r)$ , akkor ennek a kifejezésnek a következő analitikai értelmezése van:

(49. ábra) t. i. az  $m_r$ -hez tartozó területmérő hosszúságot a  $\frac{k \cdot m}{a}$  egyenes

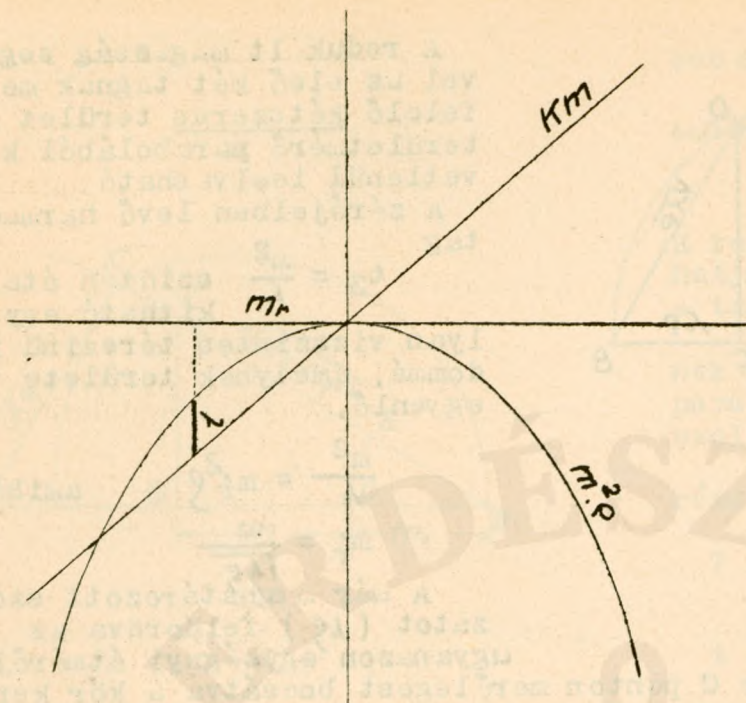
amiből

amiből

amiből

amiből

amiből



49. ábra

és az  $m^2 \varphi$  parabola közötti ( $m$ -nek megfelelő) ordinata jelenti; ha tehát  $m_r$  negatív, akkor az  $m_r$ -t a 0-tól az  $x$  tengelyen ellenkező irányban kell felmérni és a hozzátartozó területmérő hosszúság a 3-ik negyedbe meghosszabbított egyenes és parabola között levő ordinata metszetével egyenlő és természetesen negatív.

A bevégési résznél ezzel szemben pedig, ha a tengelyben bevégés mutatkozik  $M' = m_0 + m$ , tehát  $m_r > m_0$ , és ha a tengelyben töltés van, akkor  $M' = m_0 - m$ , amely esetben  $m_r = M_r - m_0 =$

$= \frac{M}{\sqrt{1-k^2}} - m_0$  lehet pozitív, vagy negatív, tehát az első két tag mérőhosszúsága is ennek megfelelően keresendő fel.

A szelvényterületnek a hosszúsági szelvényből való megállapítására Göring egy más, egyszerűbb szerkesztési módot ajánl. Göring t.i. kiindul a következő képletből:

$$T = M^2 \varphi - m_0^2 \varphi = (m+m_0)^2 \varphi - m_0^2 \varphi = \varphi [(m+m_0)^2 - m_0^2]$$

A zárójelben levő kifejezés parabolát jelent és pedig úgy az első tag, mint a második tag ugyanazon törvényt ( $y = x^2$ ) követő két parabola ordinatáinak különbségét. A szelvényterület tehát tisztán egy a koordinata rendszer csúcspontján átmenő parabolával ábrázolható, amelyeknél az  $m_0$  és  $(m_0 + m)$  magasságokat jelző abszcissákhoz tartozó ordináták különbsége adja a szelvényterületet, illetve állandó  $m_0$  magasság esetén a koordinata rendszer kezdőpontját eltolva  $x = m_0$ ;  $y = m_0^2 \varphi$ -ba, az  $x$  tengelyre felmért  $m$  abszcissákhoz tartozó  $y$  ordináták közvetlenül adják a területek mérőhosszúságát. (50. ábra). Itt tehát csak egyetlen egy parabolát kell megszerkesztenünk, de természetesen minden  $\varphi$ -hoz más és más parabola tartozik, amelyeknek azonban csúcspontjuk közös. A koronaszélesség változása ugyanazon  $\varphi$  mellett a parabolára nem bír befolyással, csak a területmérő hosszúság megállapításánál kell a változott koronaszélességnek megfelelő változott  $m_0$  ordinátáját az  $(m+m_0)$  ordinátájából levonni.

A szerkesztést korlátozhatjuk oly parabolára is, amely az  $x = y^2$  törvényt követi, amely tehát a  $\varphi$  értéktől függetlenül megrajzolható, de akkor

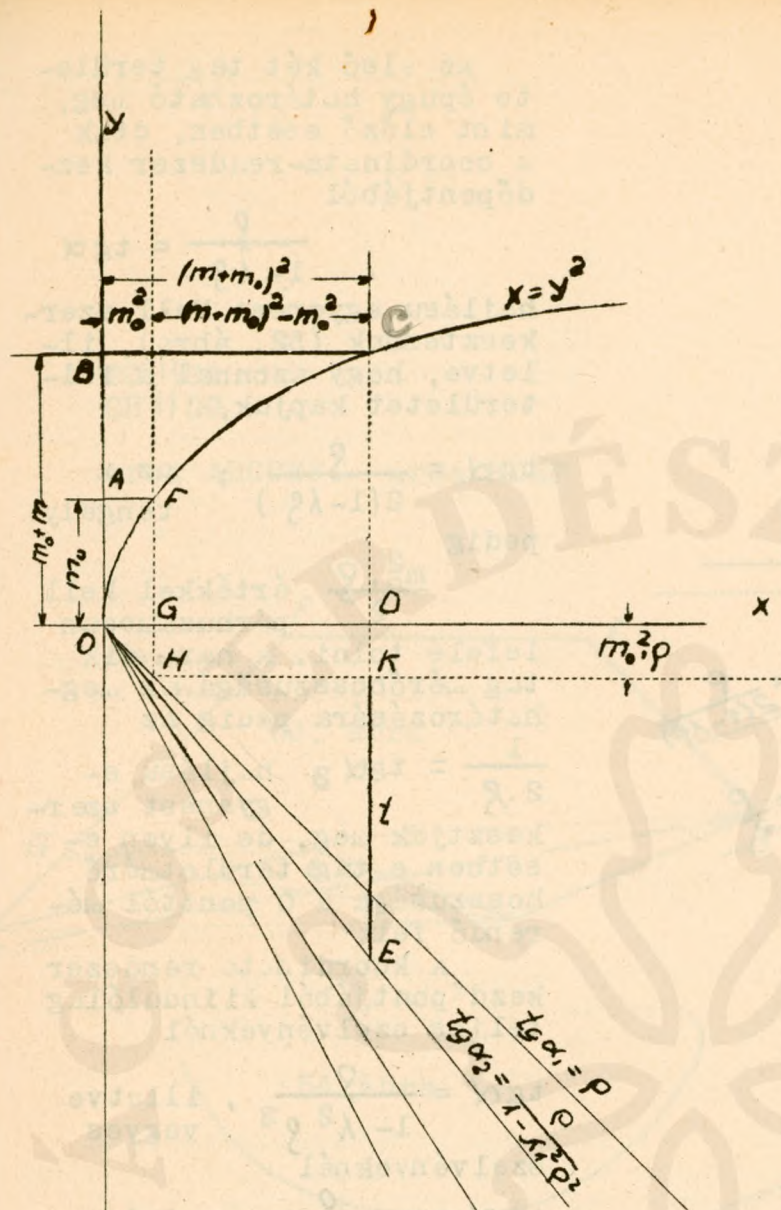
$$T = (m+m_0)^2 \varphi - m_0^2 \varphi = \varphi [(m+m_0)^2 - m_0^2]$$

A parabola pedig a négyzetek görbéjét adja. A keret szelvényterület meghatározására a  $\varphi m^2$  kifejezést kell megszerkesztenünk, illetve ferde térszinnél az

$m^2 \frac{\varphi}{1-k^2 \varphi^2}$  kifejezést, míg az  $m_0^2 \varphi$  kifejezés mindkét esetben egyszerűen levonásba hozandó. A szerkesztés olyképen történik, hogy szerkesztünk egy olyan szöveget, amelynek tangense egyenlő  $\varphi$ -val, illetve

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\varphi}{1-k^2 \varphi^2} = k$$

illetve, ha  $k = 0$ , akkor  $\operatorname{tg} \alpha = k = \varphi$ .



50. ábra

vagyis az x tengely és a megfelelő  $\text{tg} \alpha$  hajlású vonal által a C függőlegesen levágott darab egyenlő  $t_1$  mérőhosszúsággal. Hogy a szelvény területét megkapjuk, ebből még csak a kiegészítő háromszög területét kell levonnunk, amely

$$t_2 = m_0^2 \cdot g$$

csak a  $\text{tg} \alpha = g$  hajlású egyenesre, kapjuk a  $\text{GH} = t_0$  mérőhosszúságot. Ha már most az x tengellyel a H ponton át párhuzamosot húzunk, bármely m-re vonatkozólag közvetlenül lemérhetjük a H vízszintes és a

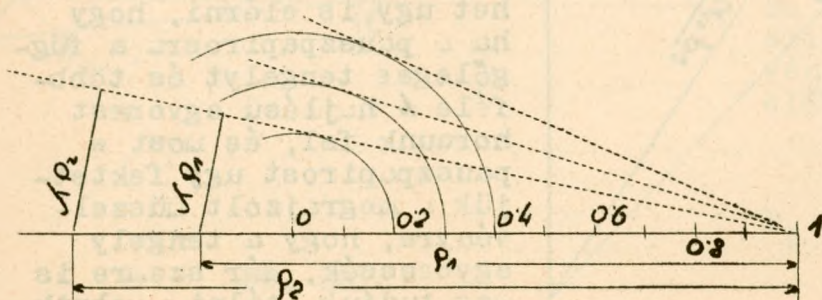
$$\text{tg} \alpha = \frac{g}{1 - k^2 g^2}$$

su egyenes által a C pont függőlegesen lemetezett darabot, mint a  $t = t_1 - t_0$  mérőhosszúságát.

Ez az eljárás tehát úgy vízszintes, mint ferde térszinnél alkalmazható, de csak teljes szelvényeknél.

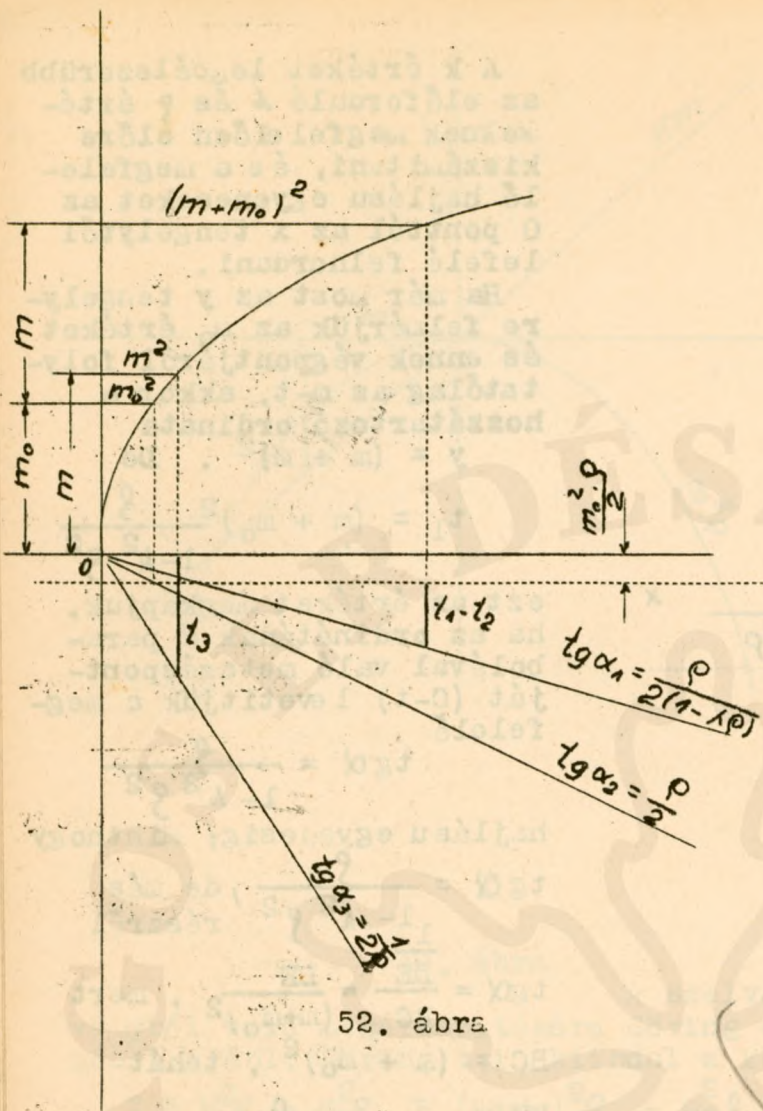
Vegyes szelvények területe:

$$T = \frac{1}{2} \left( m^2 \frac{g}{1 - k^2 g^2} - m_0^2 g + \frac{m^2}{k} \right)$$

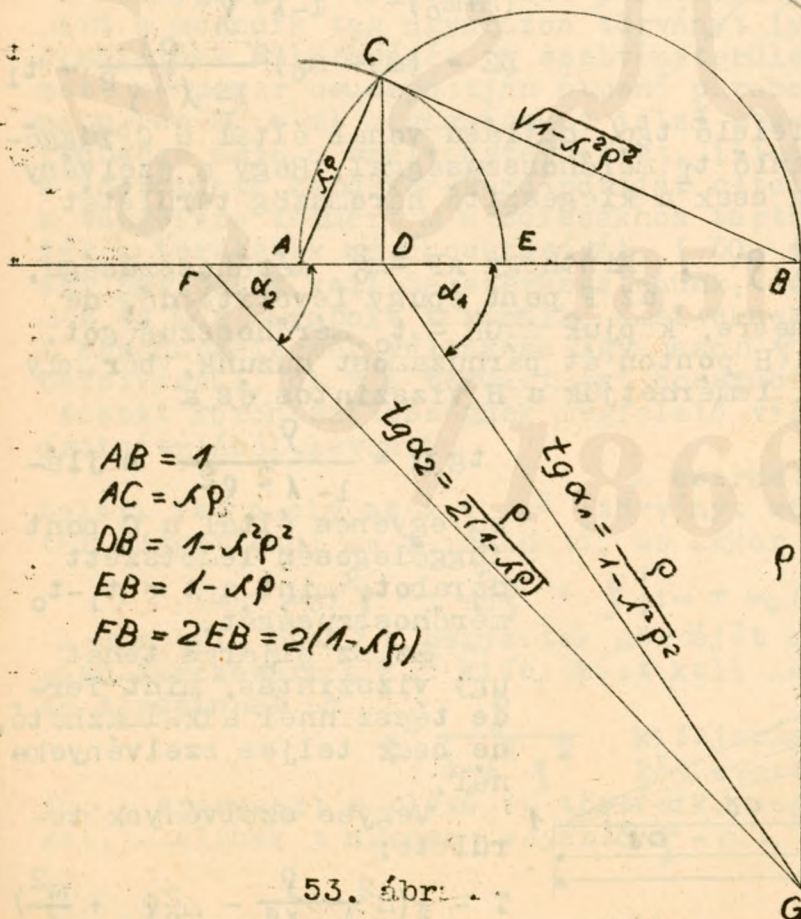


51. ábra





52. ábra



$$\begin{aligned}
 AB &= 1 \\
 AC &= \sqrt{p} \\
 DB &= 1 - \sqrt{p}^2 \\
 EB &= 1 - \sqrt{p} \\
 FB &= 2EB = 2(1 - \sqrt{p})
 \end{aligned}$$

53. ábra

Az első két tag területété egyúgy határozható meg, mint előző esetben, csak a koordinata-rendszer kezdőpontjából

$$\frac{\rho}{1 - \sqrt{p}} = \operatorname{tg} \alpha$$

hajlásu egyenest kell szerkesztenünk (52. ábra), illetve, hogy azonnal a félterületet kapjuk,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\rho}{2(1 - \sqrt{p})}; \text{ az } x \text{ tengelyt}$$

pedig  $\frac{m_0^2 \cdot \rho}{2}$  értékkel kell párhuzamosan lefelé tolni. A harmadik tag mérőhosszuságának meghatározására pedig az

$$\frac{1}{2 \cdot \rho} = \operatorname{tg} \alpha_3 \text{ hajlásu egyenest szerkesztjük meg. de ilyen esetben e tag területmérő hosszúsága a 0 ponttól mérendő fel.}$$

A koordinata rendszer kezdőpontjából kiindulólág teljes szelvényeknél

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\rho}{1 - \sqrt{1 - \rho^2}}, \text{ illetve vegyes szelvényeknél}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\rho}{2(1 - \sqrt{p})} \text{ hajlású szögű egyenesek szerkesztése az 51. és 53. ábrákból kivethető.}$$

Mindene szerkesztéseknél feltételeztük, hogy a terep egyenletes, vagyis a terepet jelölő vonal egyenes. Ha a terep vonala törtvonal lenne, akkor azt előbb helyettesíteni kell egy egyenessel, ami az ismert szerkesztéssel történik: (54. ábra)

Kellő gyakorlat után elég jó eredményt lehet úgy is elérni, hogy ha a pauszpapirostra a függőleges tengelyt és többféle  $\lambda$  hajlásu egyenest horaunk fel, és most e pauszpapirost úgy fektetjük a megrajzolt műszelvényre, hogy a tengely egybeesék. Már szemre is meg tudjuk ítélni, melyik

A hajlásu egyenes felel meg a területegyenlőség elvén a törtvonalnak.

A ferde terepen levő műszelvény területe megállapítható magasság-redukció nélkül még a következő módon is (55. ábra), noha ez az eljárás nehezebb:

T.i. az "E" ponton át vízszintest húzva, és meghosszabbítva a CD részt, kapjuk, hogy  $\text{area DEF} \Delta = \text{area GEH} \Delta$ , amiért is  $\text{area GHEDCD}$  idom = az "m" magas, vízszintes terepep bíró szelvényterülettel; az egész szelvényterületet tehát kapjuk, ha az adott "m" magasságú (vízszintes terepen levő) szelvény területéhez hozzáadjuk az AHG  $\Delta$  területét.

Ez utóbbi terület következőképen számítható ki. (56. ábra)

$\text{area AHG} = \text{area GKA} + \text{area GKH}$ , amelyekben a GK = q oldal közös.

$$\text{area AHG} = q \frac{z_1 + z_2}{2}$$

$$q = \left(m + \frac{k}{2\beta}\right) \beta l = (m + m_0) \beta l = M$$

$$z_1 + z_2 = x_1 - x_2 = \frac{M \cdot \beta}{1 - \lambda \beta} + \frac{M \cdot \beta}{1 + \lambda \beta} = \frac{M \cdot \beta}{1 - \lambda^2 \beta^2} \cdot 2 \cdot \lambda \beta$$

$$\text{area AHG} = M \cdot \beta \cdot \frac{2 \lambda \beta}{1 - \lambda^2 \beta^2} = \frac{M^2 \beta^2 \lambda^2}{1 - \lambda^2 \beta^2} = M^2 \beta^2 \frac{\lambda^2}{1 - \lambda^2 \beta^2}$$

$$= \left(m + \frac{k}{2\beta}\right)^2 \frac{\lambda^2 \beta^2}{1 - \lambda^2 \beta^2}$$

$$T_f = T_v + M^2 \beta^2 \frac{\lambda^2 \beta^2}{1 - \lambda^2 \beta^2}$$

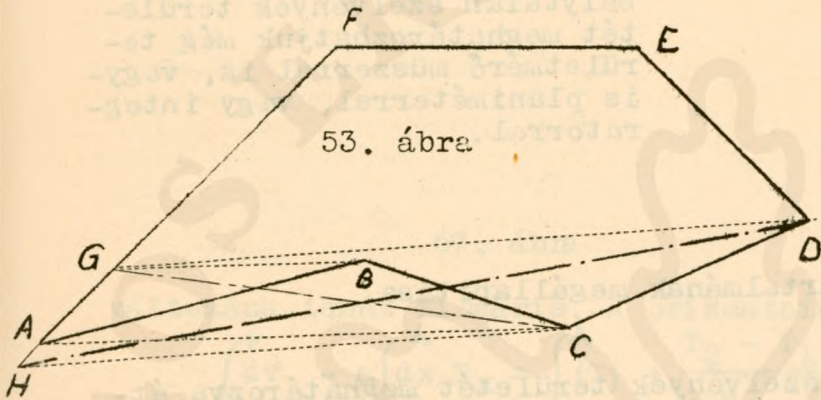
Ha behelyettesítjük a vízszintes terepen levő szelvény területét, kapjuk az előbb felírt képletet:

$$T_v = M^2 \beta - m_0^2 \beta$$

$$T_f = M^2 \beta - m_0^2 \beta + M^2 \beta^2 \frac{\lambda^2 \beta^2}{1 - \lambda^2 \beta^2}$$

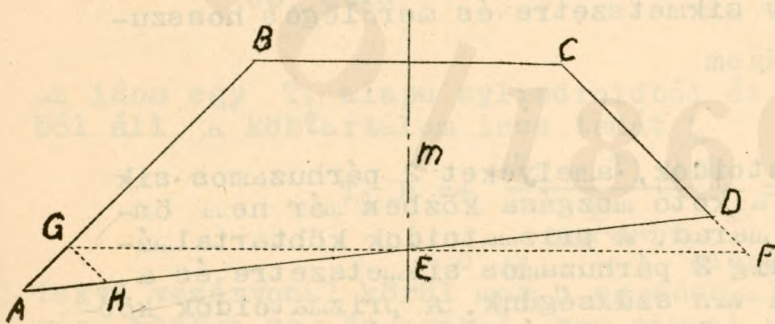
BG // CA  
CH // DG

$$\text{area ABCDEF} = \text{area HDEF}$$

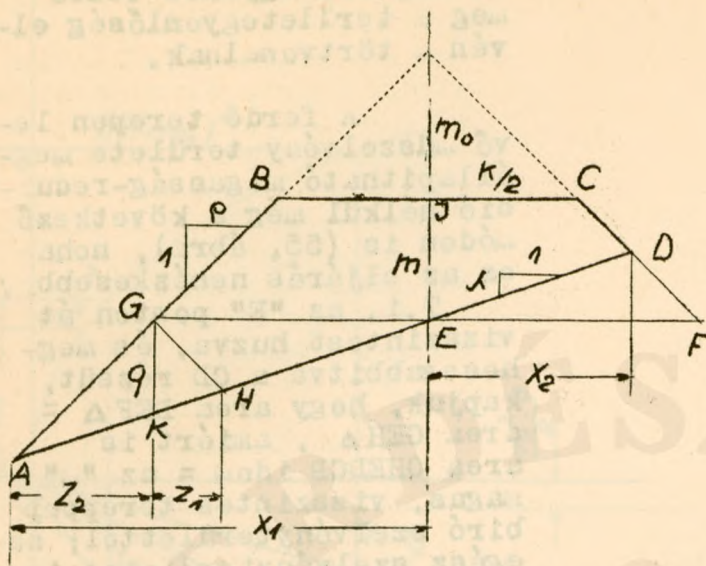


53. ábra

54. ábra.



55. ábra



56. ábra

$$T_f = M^2 \int \frac{1 - \lambda^2 \xi^2 + \lambda^2 \xi^2}{1 - \lambda^2 \xi^2} - m_0^2 \xi =$$

$$= \frac{M^2 p}{1 - \lambda^2 \xi^2} - m_0^2 \xi$$

Nagyon szabálytalan keresztmetsvények területeit végül meghatározhatjuk, vagy párhuzamos sávokra való bontással és a közép magasságok grafikai összeadásával, amely mérőhosszuság szorozva a sáv szélességével adja az egész területet, vagy pedig a Simpson-féle képlettel. Ily szabálytalan szelvények területét meghatározhatjuk még területmérő műszerrel is, vagyis planiméterrel, vagy integrátorral.

### 11. §. A folyó pálya köbtartalmának megállapítása.

A keresztmetsvények területét meghatározva, átérhetünk a mozgósítandó földtömeg kiszámítására. Ebből a célból legelőször is a pályatest kiképzéséhez szükséges töltések és bevágások köbtartalmát kell meghatározni, és ennek alapján a mozgósítandó földtömeget állapítjuk meg.

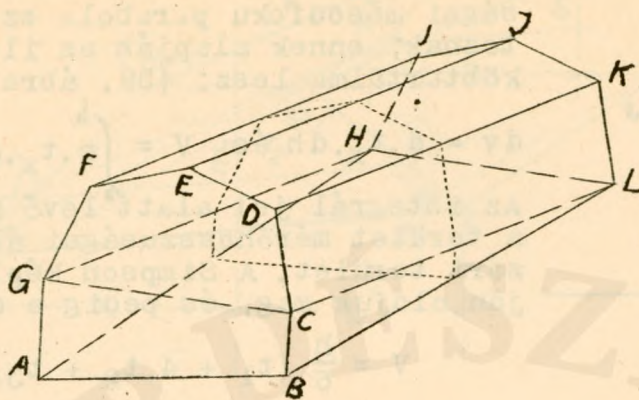
A töltések és a bevágások megállapításánál azok köbtartalmát számítással és megközelítőleg grafikusán határozhatjuk meg. A folyó pályatestet lehetőleg az egyes keresztmetsvények között oly testekre bontjuk, amelyek köbtartalmát a stereometriai képletekkel meg tudjuk határozni. A pályatest-köbtartalom számításánál a következő testek szoktak előfordulni:

a.) **cylindroidok**, vagyis oly testek, amelyeket 2 párhuzamos síkon fekvő vezérvonal körül önmagával párhuzamosan mozgó egyenes alkotó zár be. Ilyen testek a hasáb, a henger stb. E testek köbtartalma egyenlő a vezérvonal alkotta síkidom területe szorozva e síkra merőleges magassággal. A cylindroidokat tehát az jellemzi, hogy a párhuzamos síkok metszete egybevágó idomot ad. A köbtartalom számításához tehát ily esetben csak egy síkmetszetre és merőleges hosszúságra van szükségünk.

$$K = T \cdot h$$

b.) **prizmatoidok**, amelyeket 2 párhuzamos sík között mozgó alkotó zár be, amely alkotó mozgása közben már nem önmagával, de egy síkkal párhuzamos marad. A prizmatoidok köbtartalmának meghatározására tehát már mindig 2 párhuzamos síkmetszetre és a síkmetszete merőleges távolságára van szükségünk. A prizmatoidok köbtartalmát mindig felbontjuk egy cylindroid és egy fél cylindroid köbtartalmára.

Például az 57. ábrán látnakó test vezérvonala mozgás közben a test hosszúsági tengelyével párhuzamos függőleges síkkal marad párhuzamos. Bármely párhuzamos síkmetszet, tehát felbontható egy egybevágó idom, és egy bizonyos törvényszerűség szerint a "h" távolsággal arányosan változó hasonló idom területére. Ha tehát a cylin-

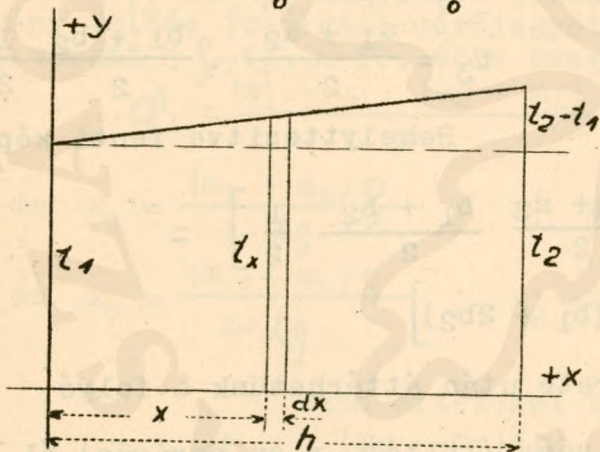


57. ábra

droid egyik párhuzamos síkmetszetét (pl. az HIJKL idomot)  $T_1$ -el, a másik párhuzamos síkmetszetet  $T_2$ -vel (az ábrán ABCDEFG idom) jelöljük, látjuk, hogy ez utóbbi  $T_2$  áll a  $T_1$ -el teljesen egybevágó CDEFG idom és az AGCB idom összegéből. Ha bárhol veszünk fel másutt síkmetszeteket, a síkmetszet ismét egy a  $T_1$ -el egybevágó és egy az AGCB idomhoz hasonló idomból áll. A hasonló idomoknak két párhuzamos oldala a  $T_1$ -től való távolsággal arányosan nő a  $T_2$  felé, és így az egész síkidom területe is  $T_1$ -től való távolság arányában nő a  $T_2$ -ig. A párhuzamos síkmetszetek területének

változása tehát lineáris. A prizmatoid területe tehát :

$$\int_0^h dv = a \int_0^h dx \cdot T_x = \int_0^h \left( T_1 + \frac{T_2 - T_1}{h} \cdot x \right) dx = \frac{T_1 + T_2}{2} \cdot h$$



58. ábra

mert (l. az 58. ábrát)

$$\frac{t_2 - t_1}{h} = \frac{t_x - t_1}{x} \quad \text{és ebből}$$

$$t_x = \frac{t_2 - t_1}{h} \cdot x + t_1 \quad \text{azonban}$$

$$t_1 = \frac{T_1}{a} \quad \text{és} \quad t_2 = \frac{T_2}{a} \quad \text{ennélfogva}$$

$$T_x = T_1 + \frac{T_2 - T_1}{h} \cdot x \quad \text{tehát}$$

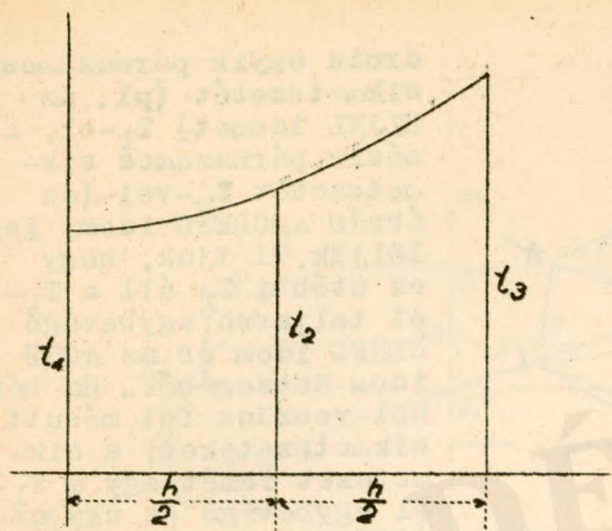
$$V = \frac{T_1 + T_2}{2} \cdot h$$

Ezt a képletet egyszerűbben is megkaphatjuk, ha meggondoljuk, hogy az idom egy  $T_1$  alapú cylindroidból és egy  $T_2 - T_1$  alapú félcylindroidból áll. A köbtartalom lesz tehát :

$$T_1 \cdot h + \frac{(T_2 - T_1) \cdot h}{2} = \frac{T_1 + T_2}{2} \cdot h$$

c.) A piramida oldalaikat amelyeket 2 párhuzamos síkon

fekvő vezérvonal körül mozgó egyenes alkotó zár be, amely alkotó mozgása közben sem önmagával, sem síkkal nem marad párhuzamos. Hogy a test meg legyen határozva, tehát még egy harmadik párhuzamos síkmetszetre, és a metszetek egymástól való távolságára is van szükségünk, hogy ezáltal a párhuzamos síkmetszetek változásának törvényét megállapíthassuk. (Egyes matematikusok e testeket nevezik prizmatoidoknak, míg az előbbiekre külön megnevezést nem tartanak szükségesnek, mert az 2 prizma bontható fel). A 2 vezérvonal síkjával párhuzamos síkmetszetek területei általában a távolság négyzeteivel arányosak. Az



59. ábra

Az arány megállapítható tehát, ha a két vezérvonal síkján kívül még egy párhuzamos síkmetszetet ismerünk. E síkmetszetek területeinek mérőhosszúságai másodfoku parabola szerint változnak; ennek alapján az ily testek köbtartalma lesz: (59. ábra)

$$dv = a \cdot t_x \cdot dh \text{ és } V = \int_0^h a \cdot t_x \cdot dh = a \int_0^h t_x \cdot dh$$

Az integrál jel alatt levő kifejezés a terület mérőhosszúságai által bezárt terület. A Simpson képlet alapján oldjuk meg, és pedig e szerint

$$V = \frac{h}{6} (t_1 + 4 \cdot t_2 + t_3)$$

A piramitoidok csoportjába tartozik a torz-ék is, amelynek két párhuzamos síkon fekvő vezérvonala háromszög, oldallapjai közül kettő sík, egy pedig torzfelület. (60. ábra).

Köbtartalma tehát :

$$V = \frac{h}{6} (t_1 + 4t_3 + t_2)$$

$$t_1 = \frac{a_1 b_1}{2}; \quad t_2 = \frac{a_2 b_2}{2}$$

$$t_3 = \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \frac{b_1 + b_2}{2} \cdot \frac{1}{2}$$

Behelyttesítve fenti képletbe, lesz

$$V = \frac{h}{6} \left[ \frac{a_1 b_1}{2} + \frac{a_2 b_2}{2} + 4 \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \frac{b_1 + b_2}{2} \cdot \frac{1}{2} \right] =$$

$$= \frac{h}{12} \left[ a_1 (2b_1 + b_2) + a_2 (b_1 + 2b_2) \right]$$

Az alapképlet ismerete után áttérhetünk a folyó pályatest köbtartalmának a számítására.

A.) Két teljes szelvény (töltés, vagy bevágás) által határolt test köbtartalma :

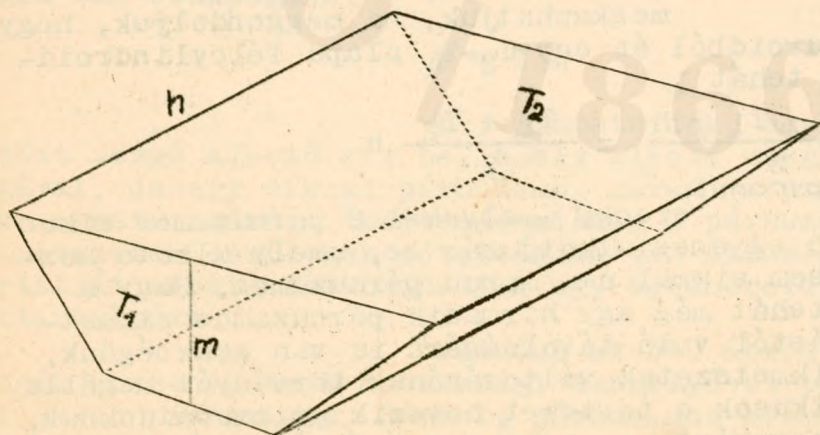
a.) ha mindkét szelvény töltés, illetve bevágás magassága, valamint a terep hajlása és a rézsű ugyanaz, vagyis a két szelvény egybevágó, akkor a test cylindroid, tehát köbtartalma :

$$V = T_1 \cdot h = T_2 \cdot h$$

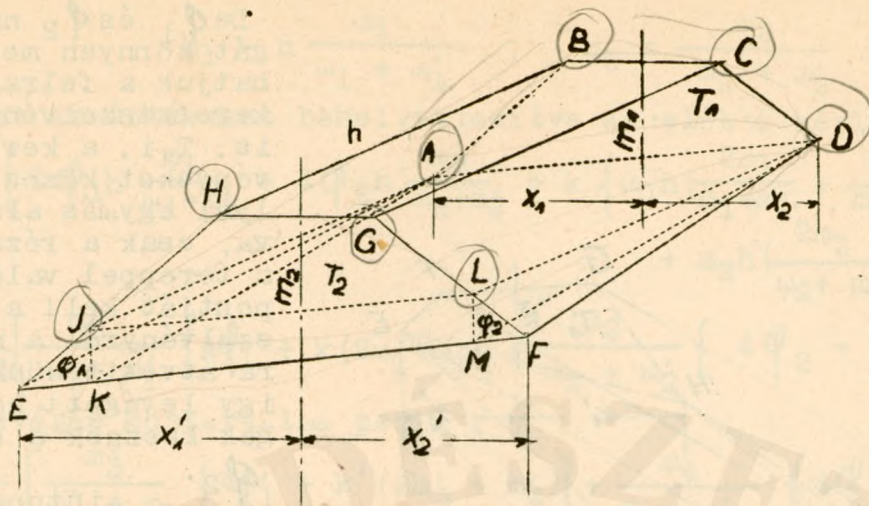
$$T_1 = T_2$$

(61. ábra)

b.) ha a két szomszédos szelvény bevágás, illetve töltés mérőjegye és így a két szelvényterület is különböző, akkor, ha a két kereszt-



61. ábra



szelvényben a terep hajlása közel egyenlő ( $\lambda \sim \lambda'$ ) a két szelvény között levő pályatest felbontható egy, a kisebb szelvényterülettel egyenlő alapu,  $h$  hosszúságu hasábra, és egy a két szelvényterület különbségével egyenlő alapu félhasábra és két gúlára. A pályatest tehát prizmatoid.  
 $ABCDILGH = ha-$

62. ábra  
 sáb ; IKLMAD = félhasáb ; EIKA és LMFD = gúla  
 A köbtartalom tehát lesz:

$$V = T_1 \cdot h + [T_2 - T_1 - (q_1 + q_2)] \frac{h}{2} + (q_1 + q_2) \frac{h}{3}$$

$$V = h \cdot \left( \frac{T_1 + T_2}{2} - \frac{q_1 + q_2}{6} \right)$$

$q_1$ -és  $q_2$  nagyságát kiszámíthatjuk, ha ismerjük mindkét szelvény töltés (bevágás) mérőjegyét, a terephajlást ( $\lambda$ ) és a rézsük talpasságát ( $\beta$ -t). A 62. ábra szerint:

$$q_1 = \frac{(x_1' - x_1) \cdot (m_2 - m_1)}{2} ; q_2 = \frac{(x_2' - x_2) \cdot (m_2 - m_1)}{2}$$

$$\text{de } x_1 = \frac{(m_1 + m_0) \beta}{1 - \lambda \beta} ; x_1' = \frac{(m_2 + m_0) \beta}{1 - \lambda \beta} ; x_1' - x_1 = \frac{(m_2 - m_1) \beta}{1 - \lambda \beta}$$

$$\text{és } x_2 = \frac{(m_1 + m_0) \beta}{1 + \lambda \beta} ; x_2' = \frac{(m_2 + m_0) \beta}{1 + \lambda \beta} ; x_2' - x_2 = \frac{(m_2 - m_1) \beta}{1 + \lambda \beta}$$

Ezen értékeket behelyettesítve a fenti képletekbe :

$$q_1 = \frac{(m_2 - m_1)^2 \beta}{2(1 - \lambda \beta)} ; q_2 = \frac{(m_2 - m_1)^2 \beta}{2(1 + \lambda \beta)}$$

vagy vízszintes adatokban:

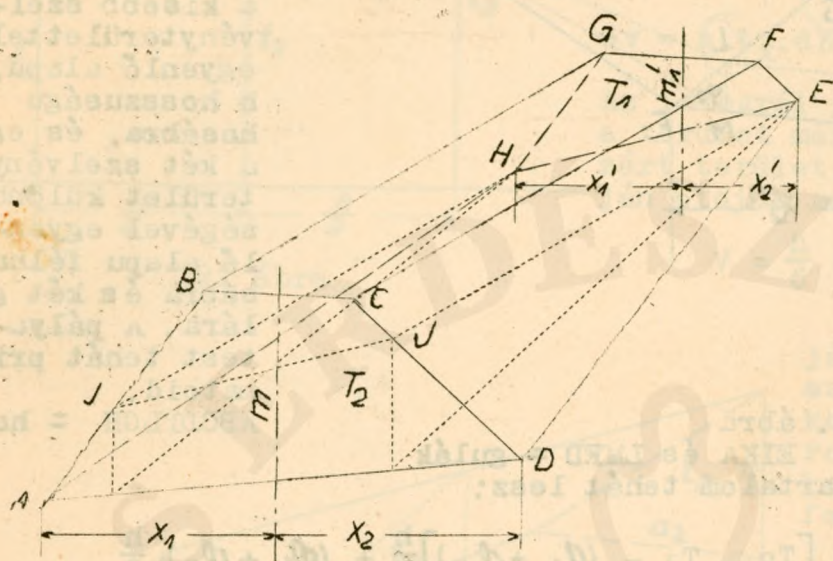
$$q_1 = \frac{(x_1' - x_1)^2}{2} \frac{1 - \lambda \beta}{\beta} \text{ és } q_2 = \frac{(x_2' - x_2)^2 (1 - \lambda \beta)}{2 \beta}$$

$$q_1 + q_2 = \frac{(m_2 - m_1)^2 \cdot \beta}{1 - \lambda^2 \beta^2}$$

Ha a két keresztaszelvényben a terep hajlása nagyon eltér, akkor is helyes az előbbi képlet, csak a  $q_1$  és  $q_2$  számítása lesz más és pedig (63. ábra) :

$$q_1 = \frac{x_1 - x_1'}{2} [x_1 \cdot (\lambda_1 - \lambda_2) + m - m_1]$$

$$q_2 = \frac{x_2 - x_2'}{2} [x_2 \cdot (\lambda_1 - \lambda_2) + m - m_1]$$



63. ábra

De  $q_1$  és  $q_2$  nagyságát könnyen meghatározhatjuk a felrajzolt keresztmetszvényekben is. T.i. a keresztmetszvényeket közös tengellyel egymás alá rajzolva, csak a részüknél a tereppel való dőléspontját kell a kisebb szelvényről a nagyobbra átvetíteni. Az így levágott háromszögek lesznek a  $q_1$  és

$q_2$ . Mintnogy a köbtartalom számításánál megelégszünk 1/100-nyi pontossággal, azért, ha a két szomszédos keresztmetszvény között a magasságok aránya  $\frac{5}{4} m_2 > m_1 > \frac{1}{4} m_2$  illetve fordítva  $\frac{1}{4} m_1 > m_2 > \frac{5}{4} m_1$

akkor  $- h \frac{q_1 + q_2}{2}$

tagot elhanyagolhatjuk és a köbtartalmat a következő képlettel számíthatjuk ki:

$$V = \frac{T_1 + T_2}{2} h$$

a két szomszédos keresztmetszvényterület számtani közepét szorozzuk meg vízszintes távolságukkal.

b.) Ha teljes szelvényü töltés után teljes szelvényü bevágás következik, vagy fordítva, akkor u.n. egyszerű átmeneti test keletkezik. (64. ábra).

Ugy a töltés, mint a bevágásrész külön-külön felosztható a következő testekre:

- 1.) a töltésrész APDN és RBCD gulákra és PDNOCR torzékra (piramitoid).
- 2.) a bevágásrész pedig EFIL és GHKM gulákra és LIFMGK torzékra.

A töltésrész köbtartalma lesz tehát:

$$\text{area ADP} = q_1; \text{ area CBR} = q_2$$

$$V = \frac{q_1 h_1}{3} + \frac{q_2 h_2}{3} + \frac{k}{12} [m_1 (2 \cdot h_1 + h_2) + m_2 (2 \cdot h_2 + h_1)]$$

de  $\frac{h_1}{h - h_1} = \frac{m_1}{m_1'}$  és  $\frac{h_2}{h - h_2} = \frac{m_2}{m_2'}$  és ebből

$$h_1 = h \frac{m_1}{m_1 + m'_1} ; \quad h_2 = \frac{m_2}{m_2 + m'_2} \cdot h$$

Ezeket az értékeket behelvettesítve az előbbi képletbe :

$$V = \frac{1}{12} \left[ 4\varphi_1 h \frac{m_1}{m_1 + m'_1} + 4\varphi_2 h \frac{m_2}{m_2 + m'_2} + k \left\{ m_1 h \left( \frac{2m_1}{m_1 + m'_1} + \frac{m_2}{m_2 + m'_2} \right) + m_2 h \left( \frac{2m_2}{m_2 + m'_2} + \frac{m_1}{m_1 + m'_1} \right) \right\} \right]$$

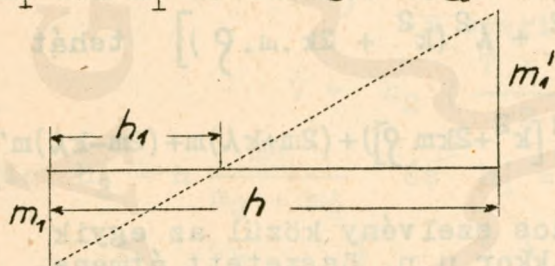
$$V = \frac{h}{12} \left[ \frac{m_1}{m_1 + m'_1} \{ 4\varphi_1 + k(2m_1 + m_2) \} + \frac{m_2}{m_2 + m'_2} \{ 4\varphi_2 + k(2m_2 + m_1) \} \right]$$

A bevágás köbtartalma pedig :

$$V = \frac{h}{12} \left[ \frac{m'_3}{m'_3 + m_3} \{ 4\varphi'_1 + k'(2m'_3 + m'_4) \} + \frac{m'_4}{m'_4 + m'_3} \{ 4\varphi'_2 + k'(2m'_4 + m'_3) \} \right]$$

A köbtartalom számításához tehát a megrajzolt kereszt-szelvényben meghatározzuk a töltés korona szélén a töltésmagasságokat ( $m_1$  és  $m_2$ -t) és ugyancsak a bevágásban a töltéskorona szélességének megfelelő bevágás mélységeket ( $m'_1$  és  $m'_2$ -t). A gúlák magasságát  $h_1$  és  $h_2$ -t az előbb közölt arány segítségével ki tudjuk számítani (ugyanis

$h_1 = h \frac{m_1}{m_1 + m'_1}$  és  $h_2 = h \frac{m_2}{m_2 + m'_2}$ ), vagy pedig grafikusán is meghatározhatjuk  $h_1$  és  $h_2$  értékét olyképen, hogy egy "h" hosszúságú egyenes egyik végpontján az  $m_1$  értéket lefelé, az egyenes másik végpontján az  $m'_1$  értéket fölfelé hordjuk fel, ezek végpontját összekötő egyenes, a "h" egyenest az  $m_1$ -től  $h_1$  távolságra fogja metszeni. (65. ábra)



65. ábra

Ha a kereszt-szelvényeket nem hordtuk fel, akkor az átmeneti testek köbtartalmának képletében az  $m_1$ ,  $m'_1$  és  $m_2$ ,  $m'_2$ , továbbá  $\varphi_1$  és  $\varphi_2$  értékeket a terep esése  $\lambda$  és a részűhajlás alapján lehet kiszámítanunk.

Legyen a töltésrészben a terep hajlása  $\lambda$ , a bevágási részen  $\lambda'$ ; a részük hajlása ugyan szintén  $\varrho$  és  $\varrho'$ , akkor

a.) a töltésrészben

$$m_1 = m + \frac{k}{2}\lambda ; \quad m'_1 = m' - \frac{k}{2}\lambda' ; \quad m_2 = m - \frac{k}{2}\lambda ; \quad m'_2 = m' + \frac{k}{2}\lambda'$$

$$m_1 + m'_1 = m + m' + \frac{k}{2}(\lambda - \lambda') ; \quad m_2 + m'_2 = m + m' - \frac{k}{2}(\lambda - \lambda')$$

$$h_1 = \frac{m_1}{m_1 + m'_1} = \frac{2 \cdot m + k \cdot \lambda}{2(m + m') + k(\lambda - \lambda')} ; \quad h_2 = \frac{m_2}{m_2 + m'_2} = \frac{2 \cdot m - k \cdot \lambda}{2(m + m') - k(\lambda - \lambda')}$$

továbbá  $x_1 - \frac{k}{2} = \frac{m \varrho}{1 - \lambda \varrho} ; \quad x_2 - \frac{k}{2} = \frac{m \varrho}{1 + \lambda \varrho}$

$$\varphi_1 = \frac{m_1 (x_1 - \frac{k}{2})}{2} = \frac{(m + \frac{k}{2}\lambda) \cdot m \cdot \varrho}{(1 - \lambda \varrho) \cdot 2} = \frac{m \cdot \varrho (2 \cdot m + k \lambda)}{4(1 - \lambda \varrho)}$$

$$\varphi_2 = \frac{m_2 (x_2 - \frac{k}{2})}{2} = \frac{(m - \frac{k}{2}\lambda) \cdot m \cdot \varrho}{2 \cdot (1 + \lambda \varrho)} = \frac{m \cdot \varrho (2 \cdot m - k \lambda)}{4(1 + \lambda \varrho)}$$

b.) a bevágási részben :

$$m_3 = m + \frac{k'}{2}\lambda' ; \quad m'_3 = m' - \frac{k'}{2}\lambda' ; \quad m_4 = m - \frac{k'}{2}\lambda' ; \quad m'_4 = m' + \frac{k'}{2}\lambda'$$



$$m_3 + m'_3 = m + m' + \frac{k'}{2} (\lambda - \lambda') ; \quad m_4 + m'_4 = m + m' - \frac{k'}{2} (\lambda - \lambda')$$

$$h'_1 = \frac{m'_3}{m_3 + m'_3} = \frac{2 \cdot m' - k' \lambda'}{2(m+m') + k'(\lambda - \lambda')} ; \quad h'_2 = \frac{m'_4}{m_4 + m'_4} = \frac{2 \cdot m' + k' \lambda}{2(m+m') - k'(\lambda - \lambda')}$$

$$\varphi'_1 = \frac{m'_3 (x_1 - \frac{k'}{2})}{2} = \frac{m' \cdot g' (2 \cdot m' - k' \cdot \lambda')}{4(1 + \lambda' g')}$$

$$\varphi'_2 = \frac{m'_4 (x_2 - \frac{k'}{2})}{2} = \frac{m' \cdot g' (2 \cdot m' + k' \cdot \lambda')}{4(1 - \lambda' g')}$$

A köbtartalom pedig :

$$V = \frac{h}{12} \left\{ \frac{2m+k\lambda}{2(m+m') + k(\lambda - \lambda')} \left[ 4\varphi_1 + k \left( 2m+m' + k \left( \lambda - \frac{\lambda'}{2} \right) \right) \right] + \frac{2m - k \cdot \lambda}{2(m+m') - k(\lambda - \lambda')} \left[ 4\varphi_2 + k \left( 2m' + m - k \left( \frac{\lambda}{2} - \lambda' \right) \right) \right] \right\}$$

Ha a két szelvényen a terephajlás közel egyenlő, vagyis, ha kis elhanyagolással feltehetjük, hogy  $\lambda = \lambda'$ , akkor

$$V = \frac{h}{12} \left\{ \frac{2m+k\lambda}{2(m+m')} \left[ 4\varphi_1 + k \left( 2m+m' + \frac{k\lambda}{2} \right) \right] + \frac{2m-k\lambda}{2(m+m')} \left[ 4\varphi_2 + k \left( 2m' + m + \frac{k\lambda}{2} \right) \right] \right\}$$

$$\text{De } 4\varphi_1 (2m+k\lambda) = \frac{m g (2m+k\lambda)^2}{1 - \lambda g} ; \quad 4\varphi_2 (2m-k\lambda) = \frac{m g (2m - k\lambda)^2}{1 + \lambda g}$$

$$4[\varphi_1 (2m+k\lambda) + \varphi_2 (2m-k\lambda)] = \frac{2m \cdot g}{1 - \lambda^2 g^2} (4m^2 + k^2 \lambda^2 + 2km \lambda^2 g) =$$

$$= \frac{2m \cdot g}{1 - \lambda^2 g^2} [4 \cdot m^2 + \lambda^2 (k^2 + 2k \cdot m \cdot g)] \quad \text{tehát}$$

$$V = \frac{h}{24(m+m')} \left\{ 4mk \left( m+m' + \frac{k \cdot \lambda}{2} \right) + \frac{2m \cdot g}{1 - \lambda^2 g^2} (4m^2 + \lambda^2 [k^2 + 2km g]) + (2m+k\lambda)m + (2m-k\lambda)m' \right\}$$

c.) A két szomszédos szelvény közül az egyik vegyes szelvény, a másik teljes szelvény, akkor u.n. összetett átmeneti test keletkezik, Külön-külön véve a bevágási és a töltési részt, a

bevágási rész (66. ábra)

CDEF = gúla

$$V_b = \text{area CDE} \cdot \frac{h_1}{3}$$

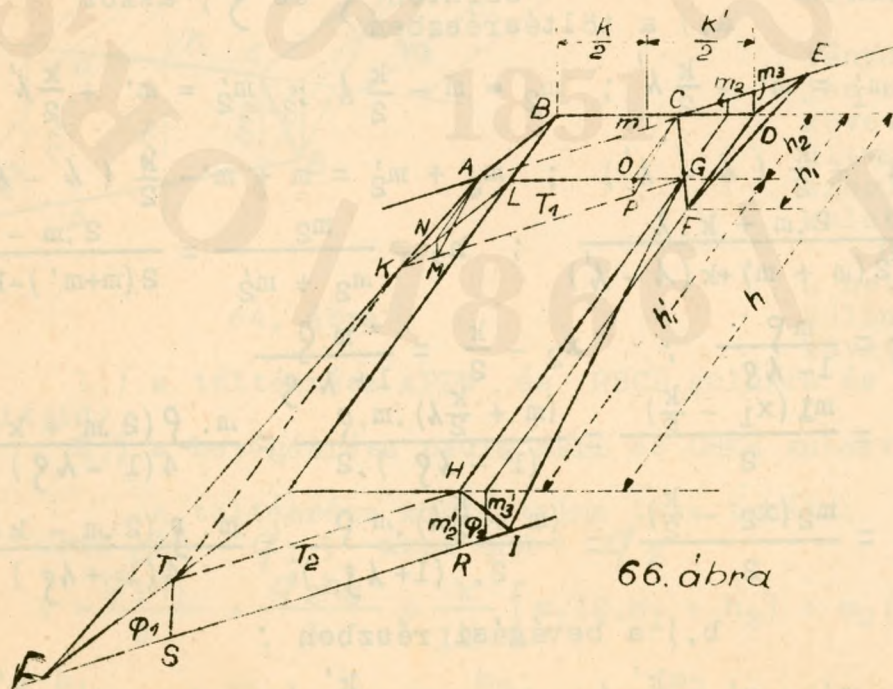
ahol

area CDE = B

$$h_1 = \frac{m_3}{m_3 + m'_3} h$$

area CDE pedig ez ismert módon kiszámítható, mint a vegyes szelvény bevágási részének területe, vagyis

$$B = \frac{\left( \frac{k'}{2} - \frac{m}{\lambda} \right)^2 \lambda}{2(1 - \lambda g)}$$



66. ábra

A töltésrész pedig felbontható: először az ABCOPN<sub>1</sub> prizmatoidra és KN<sub>1</sub>MA, OPGC gulákra.

Mind e három test hosszúsága

$$h_2 = h \frac{m_2}{m_2 + m'_2}$$

a prizmatoid egyik alapterülete

$$T = \frac{\left(\frac{k}{2} + \frac{m}{2}\right)^2 \lambda}{2(1 - \lambda \vartheta)}$$

másik alapterülete

$$T_1 = \frac{k^2 \lambda}{2(1 - \lambda \vartheta)} - (\varphi'_1 + \varphi'_2)$$

$$\varphi'_1 = \frac{\varrho}{2(1 - \lambda \vartheta)} \left(\frac{k}{2} \lambda - m\right)^2$$

$$\varphi'_2 = \frac{k^2}{8} \lambda - \frac{m}{2} \left(k - \frac{m}{\lambda}\right)$$

és továbbá KLGHSTG' prizmatoidra

FTSK és HRIG gulákra. Mind a három test hosszúsága

$$h'_1 = h \frac{m'_2}{m'_2 + m_2} = h - h_2 \quad \text{A prizmatoid egyik alapterülete}$$

$$T_1 = \frac{k^2 \lambda}{2(1 - \lambda \vartheta)} \quad ; \quad \text{másik alapterülete: } T_2 = (\varphi_1 + \varphi_2)$$

E szerint tehát a töltésrész köbtartalma lesz:

$$V = h_2 \left( \frac{T + T_1}{2} - \frac{\varphi'_1 + \varphi'_2}{6} \right) + h'_1 \left( \frac{T_1 + T'}{2} - \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{6} \right)$$

de  $h_2 = h \frac{m_2}{m_2 + m'_2}$  és  $h'_1 = h \frac{m'_2}{m_2 + m'_2}$  ; tehát

$$V_t = \frac{h}{m_2 + m'_2} \left[ m_2 \left( \frac{T + T_1}{2} - \frac{\varphi'_1 + \varphi'_2}{6} \right) + m'_2 \left( \frac{T_1 + T'}{2} - \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{6} \right) \right]$$

ahol  $\varphi_1 = \frac{\varrho}{2(1 - \lambda \vartheta)} \left(m' - \frac{k \cdot \lambda}{2}\right)^2$  és  $\varphi_2 = \frac{\left(\frac{m' \varrho}{1 + \lambda \vartheta} - \frac{k}{2}\right) \left(m' - \frac{k \lambda}{2}\right)}{2}$

továbbá

$$V_t = \frac{h}{2(m_2 + m'_2)} \left[ m_2 T + m'_2 T' + T_1 (m_2 + m'_2) - \frac{m_2 (\varphi'_1 + \varphi'_2) + m'_2 (\varphi_1 + \varphi_2)}{3} \right]$$

akkor  $m_2 + m'_2 = m + m'$  és ekkor

$$V_t = \frac{h}{2(m+m')} \left[ (m + \lambda \frac{k}{2}) T + T' (m' - \lambda \frac{k}{2}) + T_1 (m + m') - \frac{\varphi'_1 + \varphi'_2 + \varphi_1 + \varphi_2}{3} \right]$$

A folyó pályatesten kívül az ut-, vagy vasutépítésnél azonban még más földmunkák is ~~szükségesek~~ válnak szükségessé, így pl. utátjárók földmunkája stb., amelyeknek köbtartalmát szintén meg kell határoznunk.

Például meghatározandó egy e %<sub>0</sub> emelkedésű utátjáró földmunkája, amelynek szélessége "b"; az utátjáró helyén a terep esése λ; a pályatest töltésmagassága m; a pályatest és az utátjáró részűje ϑ. (67. ábra). (e-t tizedes törtekben fejezzük ki.)

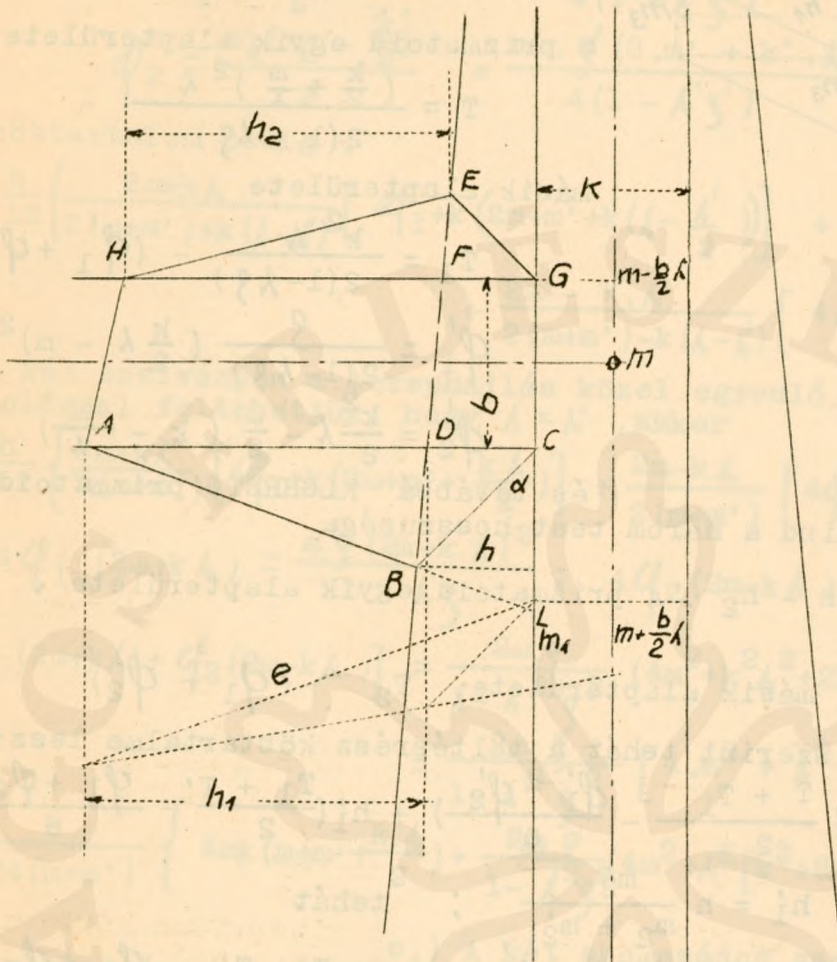
ACDGFH idom prizmatoid, EFGH és BDCA gulák.

A prizmatoid egyik párhuzamos síkterülete;

$$\text{area ADC} = T_1 = \frac{h_1 \cdot m_1}{2} \quad ; \quad T_2 = \frac{h_2 \cdot m_2}{2} \quad ; \quad T_3 = \frac{h_1 + h_2}{2} \frac{m_1 + m}{2} \frac{1}{2}$$

$$V = \frac{b}{6} \left[ \frac{h_1 \cdot m_1}{2} + \frac{h_2 \cdot m_2}{2} + \frac{(h_1 + h_2)(m_1 + m_2)}{2} \right]$$

$$V = \frac{b}{6} \left[ h_1(2 \cdot m_1 + m_2) + h_2(2 \cdot m_2 + m_1) \right]$$



$$m_1 = m + \frac{b}{2} \lambda_1 + \frac{k}{2} \lambda$$

$$m_1 = m + \frac{1}{2}(b \lambda_1 + k \lambda)$$

$$m_2 = m - \frac{b}{2} \lambda_1 + \frac{k}{2} \lambda$$

$$m_2 = m - \frac{1}{2}(b \lambda_1 + k \lambda)$$

$\lambda_1$  a terep esése a pálya tengelye irányában,

$$h_1 = \frac{m_1}{e - \lambda} - \frac{m_1 \varrho}{1 - \lambda \varrho} = m_1 \frac{1 - \lambda \varrho - e \varrho + \lambda \varrho}{(e - \lambda)(1 - \lambda \varrho)}$$

$$h_1 = m_1 \frac{1 - e \varrho}{(e - \lambda)(1 - \lambda \varrho)}$$

$$h_2 = \frac{m_2}{e - \lambda} - \frac{m_2 \varrho}{1 - \lambda \varrho} = m_2 \frac{1 - e \varrho}{(e - \lambda)(1 - \lambda \varrho)}$$

A két gúla köbtartalma pedig:

$$V_{(ABCD)} = \frac{m_1}{3} (\text{area ACL} - \text{area BCL})$$

$$\text{area ACL} = \frac{AC \cdot LC}{2}$$

67. ábra

$$AC = \frac{m_1}{e - \lambda}; \quad LC = \frac{m_1 \cdot \varrho}{1 - \lambda_1 \varrho}; \quad T_{ACL} = \frac{m_1^2}{2(e - \lambda)(1 - \lambda_1 \varrho)}; \quad \text{továbbá}$$

$$T_{BCL} = \frac{CL \cdot h}{2}; \quad CL = \frac{m_1 \cdot \varrho}{1 - \lambda_1 \varrho}; \quad h = CD \cdot \sin \alpha; \quad \text{ahol } \tan \alpha = \frac{\varrho}{\varrho_1}$$

ha, mint a felvett esetben  $\varrho = \varrho_1$ ,  $\tan \alpha = 1$ ,  $\alpha = 45^\circ$ .

$$h = CD \cdot \sin \alpha, \text{ de } \sin 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}; \quad CD = \frac{m_1 \cdot \varrho'}{1 - \lambda' \varrho'}; \quad \lambda' = \frac{\lambda_1}{\lambda}; \quad \varrho' = \varrho \sqrt{2}$$

$$h = \frac{m_1 \cdot \varrho \sqrt{2}}{1 - \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda^2} \cdot \varrho \sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{m_1 \cdot \varrho}{\sqrt{2}(1 - \lambda' \varrho' \sqrt{2})} \quad \text{illetve} = \sqrt{\varrho^2 + \varrho_1^2}$$

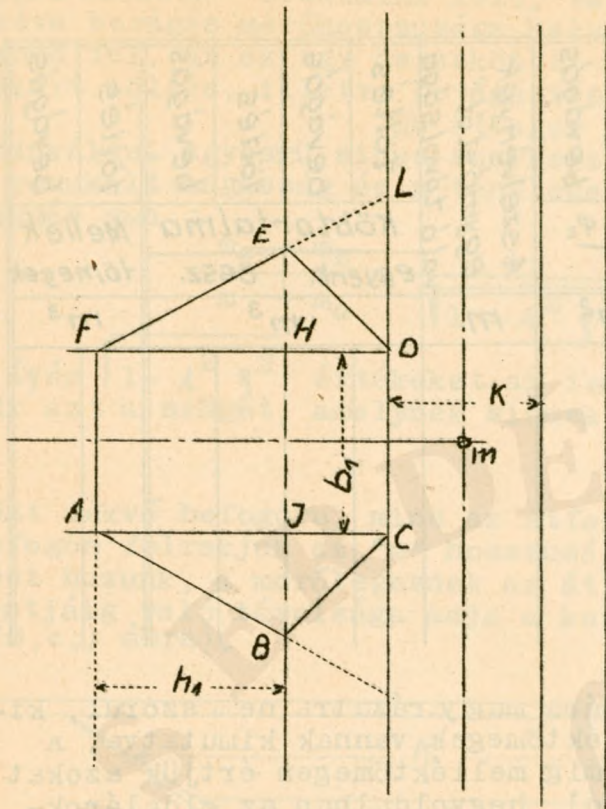
$$T_{BCL} = \frac{m_1 \varrho}{1 - \lambda_1 \varrho} \frac{m_1 \varrho}{\sqrt{2}(1 - \lambda' \varrho' \sqrt{2})} = \frac{m_1^2 \varrho^2}{2\sqrt{2}(1 - \lambda \varrho - \lambda_1 \varrho + \lambda_1 \lambda' \varrho \sqrt{2})}$$

Természetesen sokkal egyszerűbb, ha a hossz adalmas számítás helyett a megfelelő adatokat a rajzból vesszük le.

Ha  $\lambda = 0$ , akkor sokkal egyszerűbb a megoldás, mert ekkor

$$m_1 - m_2 = m \quad \lambda_1 = 0, \quad h_1 = h_2 = \frac{m}{e - \lambda}, \quad \text{az egész test pedig egyetlen}$$

egy piramitoidnak tekinthető, vagy az egyszerűbb számítás kedvéért: (lásd 68. ábrát)

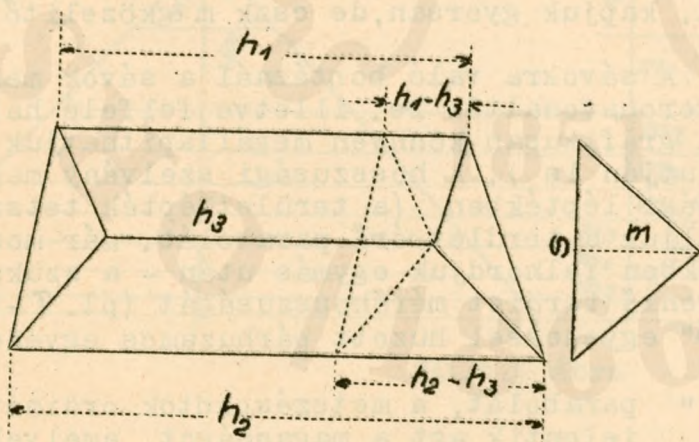


68. ábra

$$V = \frac{m^2}{2(e-k)} \left( b + \frac{2m\varrho \frac{m}{e-k}}{\frac{m}{e-k}(1-k\varrho) + m\varrho} \right) = \frac{m^2}{2(e-k)} \left( b + \frac{2 \cdot m \cdot \varrho}{1 - \varrho(2k - e)} \right)$$

Ha pedig  $k = 0$   $V = \frac{m^2}{2e} \left( b + \frac{2m \cdot \varrho}{1 + e\varrho} \right)$

Igen gyakran előfordul, hogy a kavicsprizma köbtartalmát kell meghatározni, miért is célszerű arra vonatkozólag egyszerű képletet vezetni.



69. ábra

vagyis a kavicsprizma köbtartalmát kapjuk, ha a prizma merőleges keresztmetszélyterületét megszorozzuk a három hosszúsági oldal számtani közepesével.

A köbtartalom számítás eredményét táblázatba az u.n. tömegszámítási táblázatba foglaljuk. Jól bevált mintája a következő:

FHDCIA = hasáb  
ALCB és FEDH gulák

$$V = b_1 \cdot \frac{h_1 \cdot m}{2} + 2 \cdot \frac{h_1 m}{2} \cdot \frac{EH}{3}$$

$$EH = LD \frac{h_1}{h_1 + HD} \text{ de } HD = LD$$

$$EH = LD \frac{h_1}{h_1 + LD} = \frac{LD \cdot h_1}{h_1 + LD}$$

$$LD = DH = \frac{m \cdot \varrho}{1 - k\varrho}$$

$$EH = \frac{\frac{m \cdot \varrho}{1 - k\varrho} \cdot h_1}{h_1 + \frac{m \cdot \varrho}{1 - k\varrho}} =$$

$$= \frac{m \cdot \varrho \cdot h_1}{h_1 - h_1 k\varrho + m\varrho} = \frac{m \cdot \varrho \cdot h_1}{h_1(1 - k\varrho) + m\varrho}$$

behegyettesítve

$$V = \frac{h_1 m}{2} \left( b + \frac{2m\varrho h_1}{h_1(1 - k\varrho) + m\varrho} \right)$$

de  $h_1 = \frac{m}{e - k}$

A kavicsprizma felbontható (69. ábra) egy  $\frac{s \cdot m}{2}$

alapu prizmára, amelynek hosszúsága  $h_3$  és egy  $m$  magasságú gulára, amelynek alapja egy "s" szélességű,  $h_1 - h_3$  és  $h_2 - h_3$  párhuzamos oldalhosszúságú trapéz. E szerint tehát

$$V = h_3 \frac{m \cdot s}{2} + \frac{m}{3} \frac{s}{2} (h_1 - h_3 + h_2 - h_3)$$

$$= \frac{m \cdot s}{2} \left( h_3 + \frac{h_1 + h_2}{3} - \frac{2h_3}{3} \right)$$

$$V = \frac{m \cdot s}{2} \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3}$$

Szelvényezés	töltés	bevágás	töltés	bevágás	lazult, bevágás	töltés	bevágás	töltés	bevágás	töltés	bevágás	A szelvények egymástól való távolsága	töltés	bevágás	töltés	bevágás	töltés	bevágás
	mérő-jegy	kereszt-szelvény terület	szelvényterületek összege		közép-szelvény terület	$\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{6}$	Köbtartalma		Mellék tömegek									
			egyenk.	össz.			egyenk.	össz.										
m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>									

A táblázat összeállítása magyarázatra nem szorul, kivéve az utolsó rovatot, amelyben a melléktömegek vannak kimutatva. A folyó pályatest köbtartalma a földtömeg, míg melléktömegeken értjük azokat a tömegeket, amelyek a vízvezető árkokból, hegyoldalban az oldalárok-ból, átterestőkből, utátjárókból kerülnek, avagy pl. állomási fennsíkok, utátjárók feljáróinak stb. kiképzésére szükségeltetnek.

Általános költségvetések összeállításánál legtöbbször szükségünk van a mozgósítandó földtömeg megközelítő és gyors meghatározására. A hosszadalmas tömegszámítások helyett, vagy szerkesztések helyett a mozgósítandó földtömeget a hosszúsági szelvényből a területmérő parabola segítségével is megállapíthatjuk anélkül, hogy minden szelvény területét meghatároznánk. A hosszúsági szelvénybe berajzoljuk az alépitmény koronavonalát, majd pályaszínnel párhuzamos egyenesekkel a töltés, illetve bevágásrészek területét sávokra bontjuk, amely sávok szélessége úgy van megállapítva, hogy a hozzá tartozó állandó szelvényterület egyenlő legyen. Már most nem kell egyebet tennünk, mint a sávok középhosszuságát (esetleg grafikusán) összeadnunk és szoroznunk az állandó szelvényterülettel, kapjuk gyorsan, de csak megközelítő pontossággal a földtömeget.

A sávokra való bontásnál a sávok magasságát (illetve szélességét) a koronavonaltól le, illetve felfelé haladólag a területmérő parabolából grafikusán könnyen megállapíthatjuk. (DE természetesen lehet számításutján is). A hosszúsági szelvény magassági léptékével egyező magassági léptékben (a területlépték tetszős szerint választható) megrajzoljuk a területmérő parabolát. Már most az x tengelyre a területléptékben felhordjuk egymás után - a szükséghez mérten - a választott egyenlő terület mérőhosszuságát (pl.  $\tau$ -t), majd az osztásrészekből a " $\frac{k \cdot m}{a}$ " egyenessel húzott párhuzamos egyenesekkel metszésbe hozzuk a

" $\frac{\rho \cdot m^2}{a}$ " parabolát, a metszéspontok ordinátái jelentik azt a magasságot, amelyeknek

$\tau, 2\tau, 3\tau, 4\tau \dots$  stb. kereszt-szelvényterület felel meg, illetve az ordináták különbségei adják a sávoknak a koronavonaltól való sorrendben következő magasságait, amely mellett a szelvényterület állandó ( $\tau$ ) marad. (70. a, és b, ébrák).

Mint hogy a területmérő parabola a szoké-

sos " $t = \frac{m^2 \rho}{a} + \frac{k \cdot m}{a}$ " alakban csak vízszintes terepre érvényes, el nem hanyagolható terephajlás mellett ( $\lambda > 0.1$ ) előbb a hosszúsági szelvényben a terepvonalat a vízszintes

oldal esésére redukálni kell, vagyis az egyes pontokban a töltés, illetve bevágás mérőhosszúsága helyett a megfelelő redukált magasság mérendő fel, és az így összekötött redukált terep és a koronavonal által bezárt töltés, illetve bevágásrész osztandó sávokra stb.

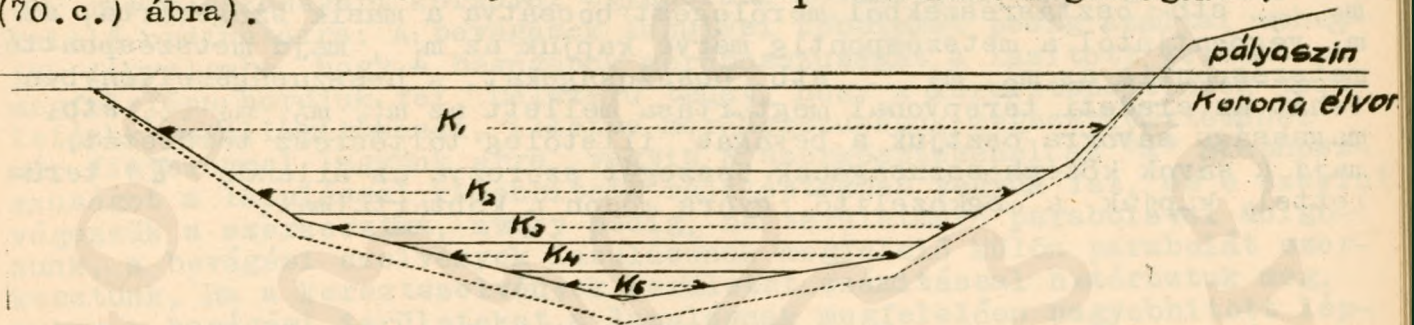
Ha átlagos "λ" vehetünk fel, akkor a magasságok redukálása egyszerű sinus-szerkesztéssel történhetik. T.i. tudjuk, hogy a redukált magasság és a tényleges magasság között a következő összefüggés van:

$$\frac{m_p + m_0}{m + m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \lambda^2 \rho^2}} = \frac{1}{\sin \alpha} = \operatorname{cosec} \alpha$$

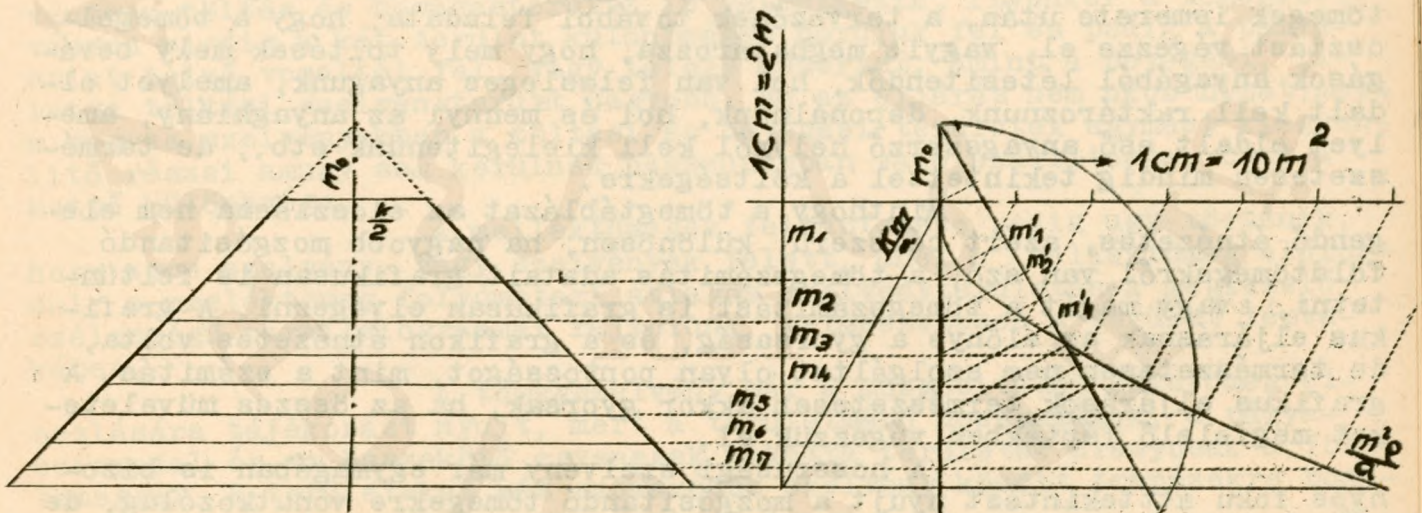
és  $\sqrt{1 - \lambda^2 \rho^2}$  értékeket az ismert módon meghatározva, megszerkesztjük azt a szöveget, amelynek sinusa

$$\frac{m + m_0}{m_r + m_0} = \sqrt{1 - \lambda^2 \rho^2}; \text{ és most } m_0\text{-t, mind a szöggel szem-}$$

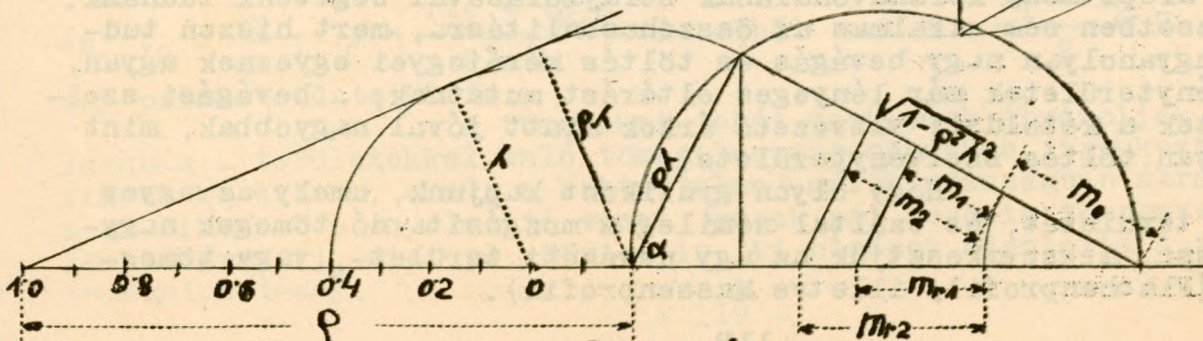
közt fekvő befogóra, mind az átfogóra felhordva, annak végpontjától a befogón felrakjuk az "m" hosszúságokat, és párhuzamosot, tehát merőlegest húzunk, a merőlegesnek az átfogón levő metszéspontjának az  $m_0$  végpontjáig való távolsága adja a keresett "m<sub>r</sub>" redukált magasságokat. (70.c.) ábra).



70.a.) ábra



70.b.) ábra



70.c.) ábra

Ha átlagos terephajlást veszünk fel az egész töltés, illetve bevágás mentén, akkor a hosszúságszelvény terepvonalának redukálása nélkül, már a területmérő parabolán a "τ" egyenlő területeknek megfelelő  $m_1, m_2 \dots$  stb. magasságok helyett a fenti sinus-szerkesztéssel megállapíthatjuk azon  $m_1', m_2' \dots$  sáv szélességeket, amelyek ferde terepen ugyanazon "τ" állandó területet adják, mint vízszintes terepen az  $m_1, m_2 \dots$  stb. magasságok. A szerkesztés tehát megfordította a redukált magasság számításnak, mert a területmérő parabola a terület mérőhosszuságát vízszintes terep mellett adja különböző  $m$  (tehát redukált) magassághoz, és most e redukált magasságokhoz kell megszerkesztenünk "λ" terephajlás mellett ugyanolyan területet adó magasságokat. Vagyis  $\frac{m_0 + m_1}{m_0 + m} = \sin \alpha = \sqrt{1 - \lambda^2 \vartheta^2}$ . A szerkesztést a területmérő parabolán vé-

gezhetjük, t. i. az "y" tengelyre a 0 ponttól kezdve ellenkező irányban felmérjük az "m<sub>0</sub>" magasságot, majd ennek végpontjánál oly szöget szerkesztünk, amelynek cosecansa  $= \frac{1}{\sqrt{1 - \lambda^2 \vartheta^2}} = \frac{m_0 + m_1}{m_0 + m_1}$ ; már most a szög másik szárára is rávisszük az  $m_0$

értéket, majd pedig a területmérő parabola tengelyén felhordott  $m_1, m_2, m_3, \dots$  stb. osztásrészekből merőlegest bocsátva a másik szögszárra, az  $m_0$  végpontjától a metszéspontig mérve kapjuk az  $m_1'$ , majd metszésponttól metszéspontig az  $m_2', m_3' \dots$  stb. hosszúságokat. A hosszúságszelvényben tehát az eredeti terepvonal megtartása mellett az  $m_1', m_2', m_3' \dots$  stb. magasságu sávokra osztjuk a bevágás, illetőleg töltésrész területét, majd a sávok középhosszuságának összegét szorozva az állandó "τ" területtel, kapjuk a megközelítő, gyors módon a köbtartalmat.

## 12. §. Tömegelosztás.

A köbtartalom, vagyis az összes mozgósítandó tömegek ismerete után, a tervezőnek további feladata, hogy a tömegelosztást végezze el, vagyis meghatározza, hogy mely töltések mely bevágások anyagából létesítendőek, hol van felülleges anyagunk, amelyet oldalt kell raktározni, deponálni, hol és mennyi az anyagihiány, amelyet oldalt eső anyagszerző helyről kell kielégítenünk stb., de természetesen mindig tekintettel a költségekre.

Mint hogy a tömegtáblázat az eloszlásra nem elegendő átnézetes, azért célszerű, különösen, ha nagyobb mozgósítandó földtömegekről van szó, a tömegszámítás adatait grafikusán is feltüntetni, vagy magát a tömegszámítást is grafikusán elvégezni. A grafikus eljárásnak az előnye a gyorsaság, és a grafikon átnézetes volta, de természetesen nem szolgáltat olyan pontosságot, mint a számítás. A grafikus eljárások természetesen akkor gyorsak, ha az összes műveleteket megfelelő léptékben végezzük el.

A hosszúsági szelvény már egymagában is bizonyos fokú átttekintést nyújt a mozgósítandó tömegekre vonatkozólag, de részletesebb következtetésekre nem alkalmas. A hosszúsági szelvényen t. i. a pályaszín vonala szokott legtöbbször jelezve lenni, habár ezen a bajon az alépitmény koronavonalának berajzolásával segíteni tudnánk. De még ez esetben sem alkalmas az összehasonlításra, mert hiszen tudjuk, hogy ugyanolyan nagy bevágás és töltés mérőjegyei egyeznek ugyan, de a szelvényterületek már lényeges eltérést mutatnak, a bevágási szelvényterületek a kétoldali vízvezető árkok miatt jóval nagyobbak, mint az ugyanolyan töltés szelvényterülete.

Hogy olyan grafikont kapjunk, amely az egyes szelvények területét, és ezáltal némileg a mozgósítandó tömegek nagyságát mutassa, megszerkesztjük az úgy nevezett terület-, vagy tömegszelvényt (Flachenprofil, illetve Massenprofil).

A hosszúsági szelvény léptékébe felhordjuk a pályaszín vonalát, és most az egyes szelvényezési pontokon a pályaszín vonalától felfelé hordjuk fel a pont ordinátáján a bevágási, és lefelé a töltési kereszt-szelvények területeinek mérőhosszuságát, és az ordináták végpontjait összekötve oly grafikont kapunk, amelyen az így nyert törvonal és a pályaszín által határolt területek  $\frac{5}{4} m_2 > m_1 > \frac{1}{4} m_2$  esetén - a töltések, illetve bevágások köbtartalmával arányos. Pí. két szelvény között levő pályatest köbtartalma

$$V = \frac{T_1 + T_2}{2} H, \text{ az ábrán pedig a megfelelő ordináták között fekvő terület } t \text{ trapéz, tehát } f = \frac{t_1 + t_2}{2} h, \text{ de } T_1 = at_1$$

$$T_2 = at_2; \quad h = \frac{H}{b}; \quad \text{értékeket behelyettesítve: } f = \frac{T_1 + T_2}{2a} \frac{H}{b} = \frac{V}{a \cdot b}$$

ahol "a" a területek mérőhosszusága megállapításánál felvett alaphosszúság, "b" pedig a hosszúsági szelvény léptéke, arányszáma. Már ez is mutatja, hogy mily fontos a léptékek megfelelő megválasztása. T. i., ha a területek mérőhosszuságait ugyanazon "a" alaphosszúság felvételével szerkesztettük meg, mint ahogy felhordtuk a tömegszelvényen, a területek mérőhosszuságait körzővel egyszerűen átvihetjük a tömegszelvény megfelelő ordinátáira. A bevágások lazulási többletét pedig azáltal vehetjük figyelembe, hogy a bevágások mérőhosszuságát a lazított területnek megfelelően hordjuk fel. Célszerű tehát, hogy a kereszt-szelvények területének megállapításánál, illetve mérőhosszuságuk megszerkesztésénél már figyelemmel legyünk erre, vagyis a szerkesztésénél az "a" alaphosszúságot a lazulással kisebbitett rajzléptékben vegyük fel, és e szerint végezzük a szerkesztést, vagy pedig, ha területmérő parabolával dolgozunk, a bevágási szelvények lazulásának megfelelő külön parabolát szerkesztünk. Ha a kereszt-szelvények területét számítással határoztuk meg, akkor a bevágási területeket a lazulásnak megfelelően nagyobbított léptékben hordjuk fel, miáltal a bevágások szelvényterületei a töltések területléptékében mérve, már a lazulásnak megfelelő nagyobbított területet mutatják.

Vegyes szelvényeknél azonban ugyanazon kereszt-szelvényben töltés és bevágásterület is jelentkezik. Ilyenkor a tömegszelvényen mindig a két terület különbségét hordjuk fel és pedig a pályaszint jelző vonalától fel, vagy lefelé aszerint, amint a bevágási, illetve töltési szelvényterület nagyobb. Ez az eljárás nem okoz hibát, mert a vegyes szelvényekben a töltési és bevágási területek egymást kiegyenlítő részei amugy sem kerülnek hosszúságban való szállításra, csak a kettő különbsége.

A melléktömegek feltüntetése pedig ugy történik, hogy azon szelvény, vagy szelvények felett, ahol a melléktömeg előfordul, a melléktömeg folyóméteri átlagos szelvényterületének megfelelő szélességű paralelogrammát rajzolunk, természetesen a terület léptékében.

A tömegszelvény már a mozgósítandó földtömeg eloszlására tájékoztatást nyújt, mert a területmérő hosszúságok, a pályaszínvonal és az összekötő egyenesek alkotta területek arányosak a földtömegeg. E területeket két szomszédos szelvény között trapézokra bonthatjuk, amelyek területe:

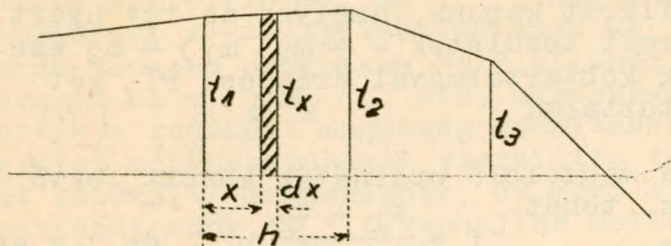
$$F = \frac{t_1 + t_2}{2} h, \text{ minthogy } H = B \frac{H}{a}, \quad t_1 = \frac{T_1}{a}$$

$$\text{és } t_2 = \frac{T_2}{a}; \quad F = \frac{(t_1 + t_2)h}{2 \cdot a \cdot b} \text{ és ebből } a \cdot b \cdot F = \frac{T_1 + T_2}{2} H, \text{ vagyis}$$

egy prizmatoid területe.

A tömegeket tehát területek ábrázolják. Minthogy azonban a területekkel való tömegelosztás nehézkes, igyekeztek oly grafikont készíteni, amely a köbtartalmat mérőhosszuságban ábrázolja. Ez a grafikon az u. n. elosztó vonal (mások ezt nevezik tömegszelvénynek (Massenprofil), mint pl. Göring is, ki elsőnek ajánlotta a grafikus tömegelosztást).





71. ábra

Ha a töltések és bevágások tömegét ábrázoló területet a szelvények ordinátaival (amelyek egyuttal a szelvényterületek mérőhosszuságai is) trapézokra bontjuk, és egy ilyen trapéz területét vizsgáljuk, akkor a következő összefüggést fogjuk találni. (71. ábra). Pl.  $t_1$  és  $t_2$  egymástól  $h$  távolságra levő szelvények között levő területrészt, differenciális szélességű sávokra képzeljük bontva

$$df = t_x \cdot dx \quad , de$$

$$t_x = t_1 + (t_2 - t_1) \frac{x}{h}$$

behelyettesítve az előbbi képletbe :

$df = \left[ t_1 + (t_2 - t_1) \frac{x}{h} \right] dx$  . Ezt integrálva  $x = 0$  és  $x = h$  között, kapjuk az egész trapéz területét, vagyis

$f = \int_0^h \left[ t_1 + (t_2 - t_1) \frac{x}{h} \right] dx = \frac{t_1 + t_2}{2} h$  . Ha azonban egy közé eső rész területét akarom ismerni, akkor az :

$$f = \int df = \int \left( t_1 + \frac{t_2 - t_1}{h} x \right) \cdot dx \quad , \text{ vagyis az a vonal, amely}$$

a terület változását jelenti az integrál-kifejezés; a tömegszelvény egyes szelvényei közé eső területek változását fenti görbe, az  $u.n.$  integrál-görbe fejezi ki, és pedig két szelvény közötti területet az integrál-görbe ordinátáinak különbsége adja meg.

Mint ahogy azonban a fentiek szerint

$$t_1 = \frac{T_1}{a} \quad \text{és} \quad t_2 = \frac{T_2}{a} \quad , \text{ a hosszúság } h = \frac{H}{b} \quad , \text{ a köbtartalmat kapjuk}$$

$$\int dV = \int \left( t_1 a + \frac{(t_2 - t_1)a}{h \cdot b} x \cdot b \right) \cdot dx = a \cdot b \int \left( t_1 + \frac{t_2 - t_1}{h} x \right) \cdot dx$$

Ha mi most a köbtartalom mérőhosszuságát "c" alapterületre vonatkoztatva akarjuk kapni, vagyis, hogy  $V = c \cdot v$  ; ahol "v" a köbtartalom mérőhosszusága, és "c" a felvett alapterület, például  $1 \text{ cm} = 20 \text{ m}^3$ , amikor  $c = 20.000.000 \text{ cm}^2 = 2000 \text{ m}^2$ .

Ezt behelyettesítve az előbbi egyenletbe:

$$\int dv \cdot c - c \int dv = a \cdot b \int \left( t_1 + \frac{t_2 - t_1}{h} x \right) dx \quad , \quad \text{amiből}$$

$$\int dv = v = \frac{a \cdot b}{c} \int \left( t_1 + \frac{t_2 - t_1}{h} x \right) dx \quad ; \quad \text{ahol } \frac{a \cdot b}{c} = \frac{1}{\lambda} \quad \text{és ebből}$$

$\lambda = \frac{c}{a \cdot b}$  kifejezést, amely mindig a választott léptéktől függ, nevezük az integrálás bázisának, jelöljük  $\lambda$ -val.

Ha most az integrálást végrehajtjuk :

$$v = \frac{a \cdot b}{c} \int \left( t_1 + \frac{t_2 - t_1}{h} x \right) dx = \frac{a \cdot b}{c} \left[ t_1 x + \frac{t_2 - t_1}{2h} x^2 + c \right]$$

vagyis az integrál-görbe másodfokú parabola. Szerkesztését elvégezhettük érintők segítségével, az érintő hajlásszögének tangensét az első differenciálhányados adja, tehát

$$\frac{dy}{dx} = tg \alpha_x = \left( t_1 + \frac{t_2 - t_1}{h} x \right) \frac{a \cdot b}{c} = \frac{1}{\lambda} \left( t_1 + \frac{t_2 - t_1}{h} x \right)$$

Hogy a parabola kezdő és végső pontjához huzott érintőit megszerkeszthessük  $x_0 = 0$  és  $x = h$  határokra vonatkozólag kell az érintők hajlását meghatároznunk. Tehát, ha  $x = 0$ , akkor

$$\text{ha } x_0 = h, \text{ akkor } \text{tg} \alpha_h = \lambda (t_1 + t_2 - t_1) = \frac{1}{\lambda} t_2 \quad \text{tg} \alpha_0 = \frac{1}{\lambda} t_1$$

Mint hogy pedig  $t_2$  egyuttal a következő szakasz első pontjának területmérő hosszúsága, azért a következő parabola kezdeti érintőjének a hajlása  $\text{tg} \alpha_0 = t_2 \lambda$ , vagyis az első szakasz végérintőjével összeesik, az elosztó vonal folytonos görbét ad, noha a görbe egyenlete minden szakaszon más és más.

Másrészről tudjuk, hogy a másodfoku parabolához tartozó érintők egymást a pontok felező távolságának függőlegesében metszik, tehát már megszerkeszthetjük az integrál-görbét.

Az integrál-görbe szerkesztését bárhol megkezdhetjük, de célszerűségi nézőpontból, hogy a rajzpapíron az ábra elférjen, legjobb, ha a szerkesztést az integrál-görbe kulminációs pontján kezdjük meg, ahol az érintő hajlásszöge 0, vagyis párhuzamos az alapvonallal. A tetőpontok a köbtartalom relatív maximumát, illetve minimumát jelentik, tehát csak ott lehetnek, ahol a bevágás töltésbe, illetve töltésből bevágásba megy át, vagyis az átmeneti pontokon; és pedig legjobb annál az átmeneti pontnál kezdeni a szerkesztést, amely a legnagyobb töltés, illetve bevágás határán van. Előbb természetesen arra is megállapodásra kell jönnünk, hogy a töltés, vagy bevágás mérőhosszuságát vesszük-e pozitívnak. Rendesen a töltések mérőhosszuságát vesszük pozitívnak és a bevágásokat negatívnak, és így a maximumok mindig a töltést követő átmeneti pontban, a minimumok a bevágást követő átmeneti pontban fognak jelentkezni; a töltésnek pedig a felmenő, a bevágásnak pedig a lemenő ágak felének meg. Mint hogy az elosztó vonal ordinátája tetszőleges szelvénypontok között fellépő tömegek algebrai összegét jelenti, amikor a határozatlan integrál-állandója két ordinata-különbség képzésénél kiesik, teljesen mindegy, mily magasságban vesszük fel az integrál-görbe szerkesztési kiindulási pontját.

Az elosztó vonalat a tömegszelvény alatt szerkesztve meg, az integrál-görbe (elosztó vonal) első pontját a töltés és bevágás között levő átmeneti pont függőlegesén fogjuk felvenni. Tudjuk, hogy ezen a ponton az érintő párhuzamos a koordináta-rendszer x tengelyével, tehát a mi esetünkben vízszintes (merőleges az átmeneti pontok függőlegesére).

Már most a felvett ponttól balra a vízszintesen felmérjük a " $\lambda$ " mérőhosszuságot, majd a tetőpont függőlegesére a tetőponttól kiindulólólag fölfelé a bevágások, lefelé a töltések mérőhosszuságait, és a mérőhosszuságok végpontjait összekötve a  $\lambda$  végpontjával, kapjuk az integrál-görbe érintőinek az irányát (a 0 pontnál

$$\text{tg} \alpha_1 = \frac{t_1}{\lambda}; \quad \text{tg} \alpha_2 = \frac{t_2}{\lambda}$$

stb.) Ezután tudjuk, hogy a másodfoku parabola végérintői a pontok felező függőlegesén metszik egymást, már a szerkesztést könnyen elvégezhetjük.

Az egyes szakaszok középvonalait levetítve, a tetőpont vízszintes érintője, a következő pl.  $t_1$  mérőhosszuságnak megfelelő szelvénypontra huzott érintőt a felező függőlegesén metszi, tehát a felező függőleges és az első (vízszintes) érintő metszéspontjáról párhuzamosan húzunk a  $\frac{t_1}{\lambda}$  vezérsugárral a következő szakasz felező egyeneséig, ahonnan a  $\text{tg} \alpha_2$  hajlásszögű vezérvonallal húzunk párhuzamosot és így tovább. Az érintők alkotta sokszögbe most beírjuk az elosztó vonal görbéjét. Az elosztó vonalon bármely két szelvényhez tartozó ordináták különbsége arányos a két szelvény között levő köbtartalom algebrai összegével, és pedig

$$v_1 - v_2 = v = \frac{a \cdot b}{c} \int_{x_1}^{x_2} \left( t_{n-1} + \frac{t_n - t_{n-1}}{h} x \right) dx; \quad \frac{a \cdot b}{c} = \frac{1}{\lambda} \quad \text{és} \quad \lambda = \frac{c}{a \cdot b}$$

és ebből a köbtartalom

$$V = v \cdot c$$

Itt kétféle eset lehetséges, t.i. vagy  $\lambda$ -t vettük fel kerek egész számmal, és akkor keresnünk kell  $c$  értékét, vagy pedig kerek egészszámu " $c$ "-ból számítjuk a  $\lambda$ -t.

Lássuk ezt egy példán. Legyen a hosszúsági lépték 1:2880, vagyis

$$h = \frac{H}{2880}; H = h \cdot 2880; b = 2880, 1 \text{ cm} = 28.80 \text{ m.}$$

A területek mérőhosszuságának léptéke legyen  $1 \text{ cm}^2 \approx 2 \text{ m}^2$ , vagyis  $a = 20,000 \text{ cm}$ .

$$t = \frac{T}{a}; T = a \cdot t = 20,000 \cdot t \text{ cm}^2$$

és felvettük  $\lambda = 5 \text{ cm}$ , akkor kérdés mily léptékben kapjuk a köbtartalmat, vagyis  $c$ -t.

$$c = a \cdot b \cdot \lambda = 2880 \cdot 20000 \cdot 5 \text{ cm}^2 = 288000000 \text{ cm}^2 = 28800 \text{ m}^2$$

tehát  $1 \text{ cm} = 0.0128, 800 \text{ m}^2 = 288 \text{ m}^3$ .

Ha azonban  $c$ -t ugyanazon léptékben rajzolom fel, mint  $b$ -t és felteszem, hogy például

$$\lambda = \frac{\lambda'}{b}, \text{ akkor } c = \frac{a \cdot b \cdot \lambda'}{b} = a \cdot \lambda'$$

Például:  $a = 20000 \text{ cm} = 200 \text{ m}$ ,  $b = 2880$ ,  $\lambda' = 100$  és  $\lambda = \frac{\lambda'}{2880}$

$c = 20000 \text{ cm}^2$ , vagyis  $1 \text{ cm} = 200 \text{ m}^3$ , tehát például  $\lambda' = 100$  méter a hosszúság léptékében.

$$c = 20000 \cdot 10000 = 200000000 \text{ cm}^2 = 20,000 \text{ m}^2$$

és  $1 \text{ cm} = 200 \text{ m}^3$

Avagy például ugyanolyan hosszúsági és területlépték mellett azt akarjuk, hogy a köbtartalom léptéke  $1 \text{ cm} = 100 \text{ m}^3$  legyen. Kérdés mekkorának kell felvenni a  $\lambda$ -t.

$$1 \text{ cm} = 100 \text{ m}^3 \text{ esetén } c = 100.000.000 \text{ cm}^2 = 10,000 \text{ m}^2$$

$b = 2880 \text{ cm} = 28.80 \text{ m}$

$$1 \text{ cm} = 2 \text{ m}^2; a = 20,000 \text{ cm} = 200 \text{ m.}$$

$$\lambda = \frac{c}{a \cdot b} = \frac{10000}{200 \cdot 28.80} = 0.0176 \text{ m} = 1.76 \text{ cm}$$

ha pedig keressük  $\lambda'$ -t, vagyis  $\frac{\lambda'}{b}$ ; akkor  $\lambda' = \frac{c}{a} = \frac{100.000.000}{20,000} = 5000 \text{ cm} = 50 \text{ m}$  ( $\frac{1}{2880}$ -as léptékben.)

Egyszerűbb a meghatározás, ha a léptékek arányszámait vizsgáljuk; ha például a területléptékben

$1 \text{ cm} = 2 \text{ m}^2$  ( $a = 2000 \text{ cm}$ ), a hosszúság lépték 1:2880, vagyis  $1 \text{ cm} = 28.80 \text{ m}$ . és  $\lambda$ -t centiméterben vesszük fel, akkor  $1 \text{ cm}$ -nek hány  $\text{m}^3$  felel meg:

$$c = a \cdot b \cdot \lambda, \text{ ha } c = 1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}$$

$$0.01 \text{ m} = 1 \text{ cm} = 2.28 \cdot 8.5 = 288 \text{ m}^3 \text{ illetve, ha}$$

$\lambda'$  a hosszúság léptékében van és pedig  $\lambda' = 100$  méter, akkor  $1 \text{ cm} = 2.100 = 200 \text{ m}^3$

Az elosztó vonal kulminációs pontjai ott vannak, amint láttuk, ahol töltések bevágásokba, vagy viszont átmennek, a töltésrésznek a felmenő, a bevágásoknak a lemenő ágak felelnek meg. Ameddig a töltésekben a keresztmetszvény-területek mérőhosszuságai nőnek a görbe konkáv, amint a területek mérőhosszuságai csökkennek, a görbe konvex alakot vesz fel. A konkávból a konvex részre való átmenet az ún. inflexios pontoknál van. (Az inflexios pontok analitikai meghatározása a következő: Tudjuk, hogy ahol valamely függvény első differenciálhányadosa 0, azon ponton maximum, vagy minimum van (vagyis kulminációs pont), ha a második differenciálhányados negatív (vagyis az érintők hajlásának változása (+)-ból (-)-ba megy át), akkor maxi-

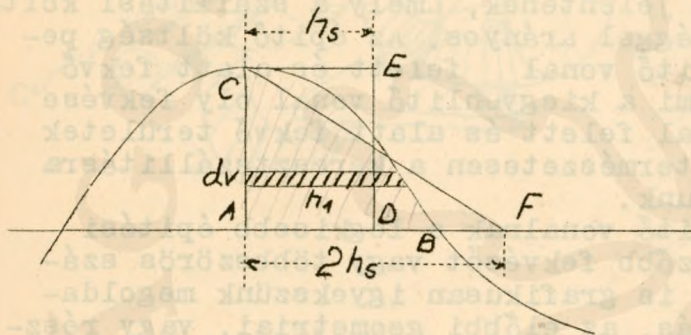
mum, ha pozitív, akkor minimum van az illető pontján a görbének. Ha valamely görbe második differenciálhányadosa zéró (vagyis azon a ponton az érintő hajlásszögének változása 0, azaz az érintő iránya nem változik), a görbének inflexió pontjai vannak).

Az elosztó vonal ordinátáinak különbsége mutatja a 2 szelvény között fellépő földtömeget. Ha tehát azt akarjuk tudni, hogy valamely bevágás bizonyos szelvényétől kezdve a bevágás anyaga mily távolsáig fedezi a következő töltést, csak az illető bevágási szelvénynek megfelelő pontjához az elosztó vonalon vízszintes vonalat húzunk, míg a töltési ágat nem metszi. A metszési pontnak megfelelő szelvény adja azt a határt, ameddig a bevágási földtömeg elegendő a töltés képzésére. Ha t.i. vízszintest húzunk, akkor a két pont ordinátái között a különbség nulla, tehát a tömegek kiegyenlítik egymást. Épen ezért az ily vonalat kiegyenlítő vonalnak nevezzük.

Az elosztó vonal segélyével például a bevágási tömeget 2, vagy több előre meghatározott arányú részekre is oszt-hatjuk, és megállapíthatjuk, hogy ezen részek mily szelvényekig alkal-masak a csatlakozó töltések képzésére stb.

Az elosztó vonal segélyével egyuttal az egymás kiegyenlítésére szánt töltések és bevágások súlypontjainak tá-volságát is könnyen meghatározhatjuk. T.i. az elosztó vonalnak a kiegyen-lítő vonal által határolt területe az egyes mozgósítandó földtömegrészek szállítási nyomatékainak összegével arányos. Az elosztó vonal egyes pont-jainak ordinatákülönbsége az illető

pontok között mozgósítandó tömeget jelenti. Pl. 2 egymástól  $dx$  távolsá-g-ra fekvő szelvény között mozgósítan-dó tömegnek az elosztó vonalon meg-felel  $dv$ , az ordinata-különbséggel arányos tömeg; ennek a  $dv$  tömegnek az átmeneti pontig való távolságá-val való szorzata  $hdv$  e tömeგრész szállítási nyomatéka, amely a 72. áb-ra szerint egyenlő az  $abcd$  trapéz te-rületével. Az egész bevágási, illetve töltési rész elosztó vonala, a ki-egyenlítő vonal és az átmeneti pon-ton húzott függőleges között való te-rülete



72. ábra

$$\text{area ABC} = \int h_1 dv = V \cdot h_s$$

vagyis a mozgósítandó tömeg a súlypont távolságával való szorzatával, és ebből a súlyponttávolság:

$$h_s = \frac{\text{area ABC}}{V} \quad \text{Ha tehát az ABC idom területét átalakítjuk}$$

oly derékszögű négyszöggé, amelynek egyik oldala  $V$ -vel arányos, tehát az átmeneti ponton mért  $AC$  ordinata-különbséggel, akkor e derékszögű négyszög másik oldala adja a bevágási, illetve töltésrész súlypont-tá-volságát az átmeneti ponttól:  $CE = AD = h_s$ . Az egész tömeggel arányos  $AC$  ordinátával egyenlő magasságu háromszögre való átalakításnál pedig a háromszög  $AF$  alapja adja a kétszeres súlyponttávolságot, mert

$$\text{area ABC} = \text{area AFC} = \frac{AC \cdot AF}{2} = V \cdot h_s \text{ amiből}$$

$$h_s = \frac{\text{area ABC}}{2 \cdot V}$$

Épen így állapítható meg a töltésrésze is, és e kettő távolsága adja a súlypont távolságát, amely egyuttal közép szállítási távolság (erre a költségvetés összeállításánál van gyakran szükségünk).

Ha most az egész vonalra vonatkozólag akarjuk a tömegelosztást elvégezni, akkor keressük azon legkedvezőbb víz-szintes vonal, az u.n. kiegyenlítő vonal fekvését, amelynek az elosztó vonallal való metszéspontjai adják a tömegek kiegyenlítésének határszel-vényeit. A kiegyenlítő vonal által az elosztó vonal két végén lemetsett

darabok anyaghiányt, vagy felesleget jelentenek, amelyet tehát vagy oldalról kell pótolnunk, vagy raktározunk.

A teljes vonalra ritkán találunk oly kiegyenlítő vonalat, amely mellett az összes bevágások és feltöltések egymást kiegyenlitenék. De ha találunk is oly vonalat, az sem lesz mindig gazdaságilag a legkedvezőbb, mert hiszen hosszú távolságon való kiegyenlítés mellett az anyagnak igen nagy távolságra való szállítása többbe kerülhet, mint, ha a kiegyenlítést rövidebb szakaszokon végezzük el, vagyis több kiegyenlítő vonallal, és a közéjük eső földtömeget oldalról pótoljuk, illetve oldalt raktározzuk. De még ilyen részleges kiegyenlítő vonal esetén is előfordulhat, hogy e kiegyenlítő vonalnak az elosztó vonallal való két metszéspontja között az elosztó vonalnak még közbül is vannak kulminációs pontjai. Ilyenkor az általános elosztáson kívül még egy másodlagos kiegyenlítő vonalat állapítunk meg, ami annyit jelent, hogy előbb a másodlagos kiegyenlítő vonal mentén állítjuk helyre az alépitményt és ennek megtörténte után végezzük el a többi tömeg hosszúságban való szállítását.

Mint már említettük az ilyképen való tömegelosztásnál nem csak az a célunk, hogy a töltések a bevágásokból fedeztessenek, hanem inkább az, hogy az alépitmény megépítése a lehető legkevesebb költséget igényeljen. Erre vonatkozólag természetesen az elosztó vonal nem ad kellő alapot, de némi tájékozást mégis nyújt erre vonatkozólag is. T. i. a földmunka költségei részben a szállítási távolsággal arányosak; az elosztó vonalnak pedig a kiegyenlítő vonal által elhatárolt területei szállítási nyomtérket jelentenek, amely a szállítási költséggel és így némileg az építő költséggel arányos. Az építő költség pedig akkor a legkisebb, ha a kiegyenlítő vonal felett és alatt fekvő ily területek összege a legkisebb, ami a kiegyenlítő vonal oly fekvése mellett érhető el, ha az elosztó vonal felett és alatt fekvő területek összege egymással egyenlő. De akkor természetesen a keresztzállításra eső tömegek költségeivel nem számoltunk.

A kiegyenlítő vonalnak a legkisebb építési költsége nézőpontjából való legkedvezőbb fekvését vagy többszörös számítás útján állapítjuk meg, vagy azt is grafikusán igyekszünk megoldani. Ez az u. n. általános tömegelosztás, az előbbi geometriai, vagy részletes tömegelosztással szemben.

Mint hogy az általános, vagy legkisebb költség alapján való tömegelosztáshoz a földmunka természetének és költségének teljes ismerete szükséges, azzal csak később fogunk foglalkozni.

### III. fejezet.

#### Utak nyomjelzése.

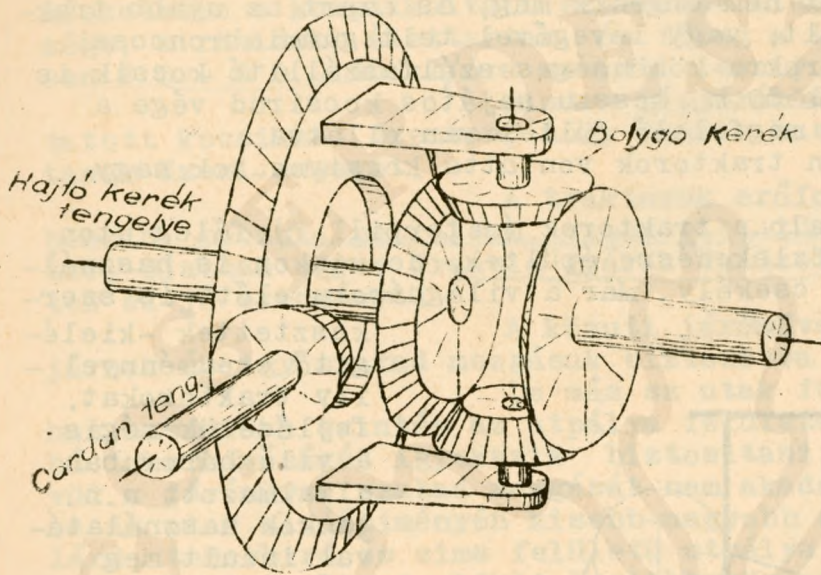
#### 13. §. A közuti járóművekről.

Az utak nyomjelzése nagyjában hasonló elvek szerint, -- de a közuti forgalom és járóművek természetének tekintetbe vételével -- történik, mint a vasutaké.

Az általános előmunkálatok az utak oly vonal vezetését célozzák, hogy a tervezett vonal gazdaságilag a legkedvezőbb legyen, vagyis az uthoz fűzött követelmények lehető teljes kielégítése mellett, az ut építési költségeinek évi amortizációja az évi fenntartási és üzemi költségek összege a legkisebb legyen. Ezen cél elérésére természetesen a gazdasági és műszaki megfontolások, kutatások és az azokból leszűrt következtetések lesznek az irányadók, hasonlóan, mint azt a vasutak nyomjelzésénél láttuk, de azon módosításokkal, amelyeket a közuti forgalom természete megkövetel.

A részletes tárgyalás megkezdése előtt tehát előbb az uti járóművekkel és a forgalommal kell megismerkednünk.

Az uti járóművek szerkezetük, céljük és a vonóerő tekintetében igen különbözők, u.m. élő motorral vontatott személyszállító kocsik, teherszállító járóművek (szekerek) és gépi járóművek. Az élő motorral vontatott járóművek a vasuti járóművektől főleg abban különböznek, hogy a kerekek a kocsi tengelyére nincsenek szilárdan ráerősítve, hanem a fix tengely körül forognak; a járóművek első tengelye a vele szoros összeköttetésben levő kocsiruddal a kocsi tengelyéhez képest csap körül elfordítható. A gépi járóműveknél az elülső, elforgatható tengelyre erősített kerekek függetlenek a tengelytől, a körül végeznek forgó mozgást, de a hátulsó, a hajtóművel összekötött tengelyre a kerekek szilárdan vannak ráerősítve, és a gépmű által hajtott tengellyel együtt forgó mozgást végeznek. A hátulsó tengely a vasuti



járárművektől eltérőleg két darabból áll, amelyek egymással kupos kerékpárral és a szintén kupos u.n. bolygó kerékpár segítségével vannak összekötve. (73. ábra). E szerkezet erős, a tengelyre erősített tokban van elhelyezve, és a tengely meghajtása vagy a burkon kiképzett tárcs fogába kapaszkodó hajtólánc segítségével, vagy a burok oldalára erősített kupos fogaskerék az ebbe kapaszkodó, a motor hajtotta kupos kerékkel történik. Ez az u.n. differenciális hajtómű teszi lehetővé, hogy a hátulsó tengelyre erősített kerekek egymástól független körülforgása biztosítva legyen.

73. ábra

(ekék, boronák stb.), esetleg a járóműre nem helyezett tehernek vontatására használunk, traktoroknak (vontatóknak) nevezzük. A traktorokkal tehát egy, vagy több kocsiból álló sort, vagy kocsivonatot továbbíthatunk, szerepük tehát ugyanaz, mint a vasutakon a lokomotivoké.

Az olyan gépi járóműveket, amelyeket más járóművek, vagy gazdasági gépek

A traktoroknak ma két fő fajtát különböztetjük meg, úgy mint az u.n. kerekes és láncalpas traktorokat. A kerekes traktorok lényegileg azonos szerkezetűek, mint a gépi teherjárművek, de sokszor a teher felvételére szükséges kocsiszekrény nélkül. A különböző gyárak a legváltozatosabb típusokat szerkesztik. Legtöbb szerkezetnél azonban az egyéb gépjárművekkel egyező tulajdonsága, hogy a traktor első tengelye elforgatható, és a tengelyre a kerekek nincsenek szilárdan ráerősítve, és így mindegyik kerék külön-külön forgó mozgást végezhet; a hátulsó tengelyre a kerekek szilárdan vannak ráerősítve, és az előbb említett differenciál-hajtómű segítségével hajtathat meg a motor által. Rendszeren a traktor hátsó, kapcsolt kerekei nagyobb átmérőjűek, mint az első, és a súlyelosztás is – a nagyobb tapadási súly elérése végett – olyan, hogy a kocsi súlyának nagyobb része essék erre a hátsó tengelyre, mint az elsőre. A kerekek rendszeren abroncsos kerekek, öntött vasból, vagy szegecselt folyóvasból készülnek. A kerekek járófelülete (keréktalp) vagy sima vasból készült, vagy gummi-abroncsos (utakon az utóbbi jobb); sőt uton kívül, különösen puhább talajon való járhatás végett a hátsó, meghajtott kerekek talpa szögvasból készült nyomkarimával vagy esetleg kapaszkodó lécekkel van ellátva.

Hosszu anyagok, így különösen szálfák vontatására használt traktoroknál rendszeren 2-2 különálló egy-egy tengelyes, forgóalvázzal és rakoncákkal ellátott kerékpár szolgál, amelyek elseje csuklósan kapcsolható a traktorra, míg a két kerékpár között az össze-

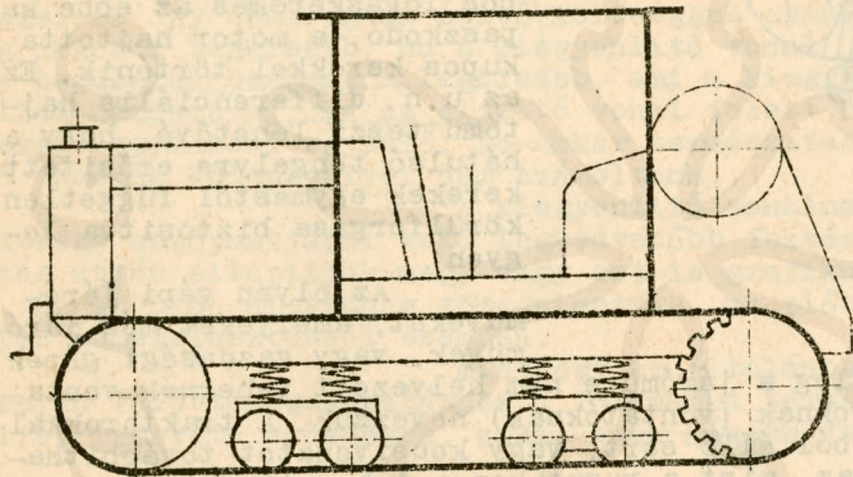
köttetést maga a szálfé alkotja, amely a rakoncákra erősített láncokkal köthető meg. A hátsó kerékpár rendszeren külön kézi fékkel bír, és gyakran külön kormányval is, hogy a tengely a görbületbe megfelelően beállítható legyen. Csak hosszú faszállításra szerkesztett traktoroknál szokás az első kerékpárt elhagyni, és az első forgó zsámolyt magára a traktorra szerelni, miáltal csak egy különálló kerékpárra van szükségünk. A forgó alvázak rendszeren még sodronykötél-csörővel vannak felszerelve a megrakodás könnyítése végett.

A vasabroncsos kerekek, de különösen a kapaszkodó lécekkel ellátott talpak az utakat igen rongálják, azért kevésbé tudtak - az amugy is rendszeren kezdetlegesebben megépített erdei utakon való szállításnál meghonosodni. Ujabban sok helyütt az utak kiméltése végett a vasabroncsok használatát nem engedik meg, és azért az újabb traktorok és mellékkocsijaik is telt, vagy levegővel telt gummiabronccsal bírnak. Természetesen a traktorokra közönséges szálfaszállító kocsik is akaszthatók, amelyeknél a kb. 1,50 m. hosszú sajátos kocsirud vége a traktor kapcsoló szerkezetének megfelelő füllel van ellátva.

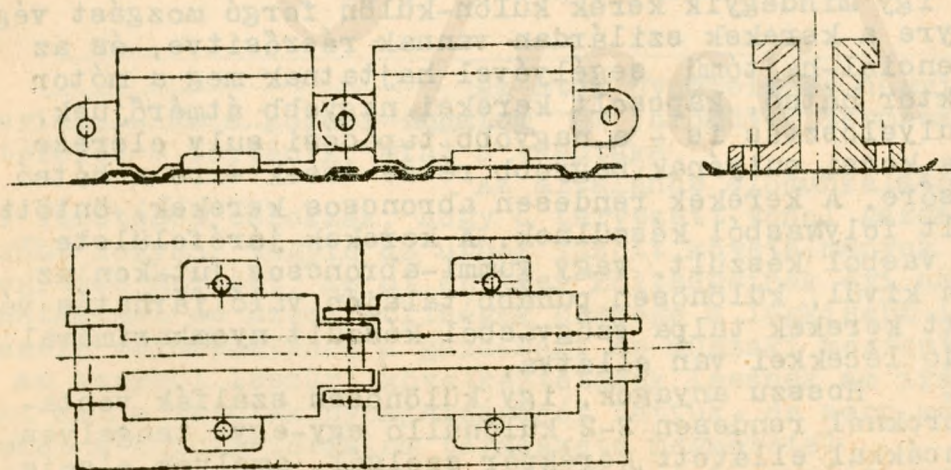
Az ilyen traktorok vontatta kocsivonatok nagy sugarú íveket igényelnek.

A láncotalpas traktorok (caterpillar) főleg uton kívül, a szabad terepen való közlekedésre épültek, de utakon is használhatók, bár vontatási sebességük csekély. Már a világháború előtt is szer-

kesztettek -kielégítő eredménnyel - ily traktorokat, fejlődésük mégis a világháborúban alkalmazott u.n. tankok használatával indult meg erőteljesebben. Lényegileg állanak egy motorral felszerelt járműből, amely erősen rugózott keréken nyugszik; e kerekek végnélküli láncszerkezetű sínpályán mozognak. A lánc csuklósan izelt, belül kettős sindarabokból áll, és 2 nagyobb átmérőjű fogaskerék körül van hajtva. A motor e fogaskerekeket, és így közvetve a láncot hajtja, amelyen a kocsi alátámasztására szolgáló kerekek gördülnek. Ez az elemes szerkezet folytán a lánc, mint igen nagy átmérőjű kerék-talp fogható fel, és mint ilyen kisebb terepegyenetlenségeken könnyen haladhat át. Előnye e szerkezetnek még



74.a.) ábra



74.b.) ábra

az is, hogy az egyik oldalon levő lánc, illetve az azt hajtó fogaskeréktengely fékezésével, a kocsijajáró helyben tud megfordulni. A traktor egész súlyával a láncra nehezedik, tehát aránylag igen nagy a tapadási súlya, továbbá a lánc talp különleges szerkezeté nél (bordált) fogva erős surlódást fejthet ki; épen ezért igen meredek lejtőn is fel tud kapaszkodni. A lánc nagy szélességben és hosszúságban a talajjal érintkezve, a traktor súlyát igen nagy felületre osztja szét, amiért puha talajon is könnyen járhat, az uton pedig kopást, főleg kerékvágást alig okoz. A lánc szerkezeténél fogva a traktor  $\text{cm}^2$ -enkint alig 2.3-3 kg nyomást hárít át az utra (míg a lépésben haladó ló patája mintegy 14 kg nyomást gyakorol  $\text{cm}^2$ -enkint az uttestre), Megfelelő kötél dob rászzerelésével a lefékezett, és legtöbbször még lehorgonyzott traktor motorját, a fának a közelítésére is fel tudjuk úgyesen használni. Hátrányuk természetesen a komplikáltabb szerkezet miatt a nagyobb gondozás szükségessége, a rövidebb élettartam, és főleg a lassu járás. (Sebességük rendszeren 9.0 - 6.0 - 4.5 km/óra szokott lenni).

Minden gépjárműnek előnye az élő motorral vontatott kocsikkal szemben, hogy csakis használatuk tartama alatt fogyasztanak üzemi anyagot.

A traktorok erőforrása rendszeren explosziós motor benzin, benzol, petroleum, szesz stb. tüzelővel, esetleg nyers-olaj motor. Ujabban egyes francia gyárak fatüzelésű szívó gázmotorokkal is értek el jó eredményt.

A közúti járművek nyomkarima nélküli kerekeken járnak és így szabad mozgásuk biztosítva van.

De más sz utak felépítménye is, amely a vasutakhoz hasonlóan szintén az utpálya felületének szilárdságát, többé-kevésbé teherbíróságát igyekszik biztosítani, de az utpálya szélességén kívül a járművek szabad mozgását nem akadályozza. Kétszemeszetben nézve az utak alsóépítményén kisebb-nagyobb szélességű, többé-kevésbé szilárd, teherbíró és sima felületű utpálya (kavicolt, burkolt stb.) foglal helyet, amelyet oldalt legtöbbször az u.n. padka határol.

A járművek és a velük szoros összefüggésben levő utpályaszerkezet különböző volta folytán természetesen módosulnak a vontatással szemben fellépő ellenállások.

A közúti járművek menetellenállását ugyanazon tényezők idézik elő, mint a vonatokét, tehát:

a.) a csapsurlódás, amelynek nagysága a használt csapágak szerkezetétől, kenésétől, a tengely és kerék átmérőjétől függ és arányos a terheléssel. Tehát:

$$E_1 = \mu \frac{d}{D} \cdot Q$$

b.) a gördülő surlódást ugyanazon okok idézik elő, mint a vasúti járműveknél. Minthogy azonban egyrészt az utpálya érdesebb, a ráható nyomással szemben nem oly ellenálló, mint a sínpálya, másrészt a kerekek nagyobb felületen érintkeznek az uttal, a gördülő surlódás jóval nagyobb lesz, mint a vasúti járműveknél. A minél szilárdabb és simább utfelület csökkenti, a kerekek járó felületének szélessége, vagyis a keréktalp szélessége bizonyos fokig, - a terhelésnek nagyobb utfelületre való elosztásával - szintén csökkenti a gördülő surlódást, hiszen a keréknek az ut felszínébe való benyomódása arányos a területegységre ható nyomással, másrészt azonban az érintkező felület nagyobbodása növeli a surlódást. A kerékagy szélessége befolyásolja az ut kopását is, mert a keskeny keréktalp élesebben bevágódik az utpályába és azt hamarabb megbontja. Ez volt az oka annak, hogy egyes országokban a közúti forgalmat szabályozó előírások a keréktalp minimális szélességét a teher arányában szabályozzák. A fellépő surlódás csökkentésére egyrészt a keréktalpat vasabroncsokkal látják el, másrészt pedig az utpályát többé-kevésbé szilárd és sima felülettel képezik ki. A gördülő surlódás tehát a különböző felépítményű utakon más és más lesz.

c.) a rendetlen menettől a kerék körforgatán fellépő ellenállás a kisebb haladási sebesség miatt és a sokkal nagyobb gördülő ellenállás miatt utakon figyelmen kívül hagyható.



d.) szintegy ugyanezen okból a nyugodt levegő ellenállása is elhanyagolható, ez legfeljebb a nagy sebességgel járó személy- és verseny-gépjárműveknél volna számításba veendő. Nagysága

$$E_4 = \lambda F(v \text{ km/óra})^2 \text{ kg, amely képletben } \lambda = 0.054 \text{ átlagértékkel vehető fel.}$$

E tényezők együtthatásából lezármaztatott vízszintes és egyenes pályán fellépő ellenállás kg-ban 1 tonna teherre vonatkoztatva, avagy a teher viszonyában kifejezve, vagyis a fajlagos ellenállás átlagos értékben az utpálya milyensége szerint a következő.

Megjegyzés. A fajlagos menetellenállást kifejezhetjük viszonzyszámmal is, amely azt mutatja, hogy a bármily egységben kifejezett teher hányszorosa szükséges annak vontatásához. E viszonzyszámot közönséges, vagy tizedes törtekben fejezhetjük ki. Az 1 tonnára vonatkoztatott kg-nyi vonóerő viszonzyszámra átalakítható, ha az előbbi 1000-el osztjuk (mert 1 t. = 1000 kg). Pl.  $\mu = 4 \text{ kg/t}$  menetellenállás =

$$= \frac{\mu \text{ kg/t}}{1000} = \mu' \%$$

a.) állati vonóerővel húzott járóműveknél:

földutakon:

száraz, szilárd, sima földutakon	$\mu = 50-200 \text{ kg/t}$	$\mu' = 0.05 = \frac{1}{20}$
rossz földutakon	$\mu = 100 \text{ "}$	$\mu' = 0.10 = \frac{1}{10}$
egészen elhanyagolt, igen rossz földutakon	$\mu = 140-200 \text{ kg/t, } \mu' = 0.14-0.20$	$= \frac{1}{7} - \frac{1}{5}$

le nem hengerelt, frissen kavicsolt utpályán

$$\mu = 100 \text{ kg/t} \quad \mu' = 0.1 = \frac{1}{10}$$

jó, tört kavicsal borított uton az időjárás szerint

$$\mu = 30-50 \text{ "} \quad \mu' = 0.03-0.05 = \frac{1}{33} - \frac{1}{20}$$

igen jó kavicsolt pályán

$$\text{átlagban } \mu = 20 \text{ "} \quad \mu' = 0.02 = \frac{1}{50}$$

kövel berakott uton

$$\mu = 20-25 \text{ "} \quad \mu' = 0.02-0.025 = \frac{1}{50} - \frac{1}{40}$$

rossz, kövezett uton

$$\mu = 40 \text{ "} \quad \mu' = 0.04 = \frac{1}{25}$$

klinker burkolaton

$$\mu = 13 \text{ "} \quad \mu' = 0.013 = \frac{1}{75} - \frac{1}{77}$$

faburkolaton

$$\mu = 15-18 \text{ "} \quad \mu' = 0.015-0.018 = \frac{1}{67}$$

aszfalton

$$\mu = 10-15 \text{ "} \quad \mu' = 0.01-0.015 = \frac{1}{100} - \frac{1}{67}$$

b.) gépteherkocsiknál a Massachusetts Institute of Technologie (Boston) által végzett kísérletek szerint:

Jó kavicsolt uton  $\mu = 24 + 0.67 v + 0.03 v^2 \text{ kg/tonna}$

rossz " "  $\mu = 28 + 0.25 v + 0.02 v^2 \text{ " "}$

gránit kövezeten  $\mu = 17.5 + 0.025 v^2 \text{ " "}$

macskakő burkolaton  $\mu = 29 + 0.67 v + 0.067 v^2 \text{ " "}$

faburkolaton  $\mu = 18 + 0.25 v \text{ " "}$

aszfalton  $\mu = 14.5 + 0.25 v \text{ " "}$

Megjegyzendő, hogy ezek az adatok csakis kerekes járóművek ellenállására vonatkoznak, ha a kerekek mozgásukban

nincsenek akadályozva. Fékezett kerekek esetén és szánoknál gördülő ellenállás helyett csuszó ellenállás lép fel, amely ennél nagyobb. Szánutakra vonatkozó fajlagos ellenállások átlagos értékei Förster szerint:

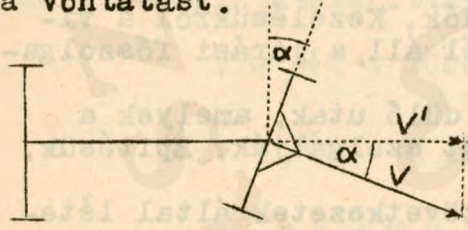
a.) Sima kő, vagy fapályán puhafa szántalpakkal	$\mu = 380 \text{ kg/t}; \mu' = 0.38 = \frac{1}{2.6}$
tölgyfa szántalpakkal	$\mu = 250 \text{ kg/t}; \mu' = 0.25 = \frac{1}{4}$
szappannal kent szántalpakon	$\mu = 150 \text{ kg/t}; \mu' = 0.15 = \frac{1}{6.7}$
faggyuval " "	$\mu = 70 \text{ kg/t}; \mu' = 0.07 = \frac{1}{14}$
havas pályán	$\mu = 35 \text{ kg/t}; \mu' = 0.035 = \frac{1}{30}$
jeges pályán, vasalt szántalpakon	$\mu = 20 \text{ kg/t}; \mu' = 0.02 = \frac{1}{50}$

5.) Az emelkedő az utakon ugyanakkora ellenállást idéz elő, mint vasutakon, vagyis tonnánként annyi kg vonóerő szükséges a felfelé való vontatáshoz, ahány ezrelék (%) az emelkedő. Mint-hogy azonban az utak emelkedőjét rendszeren százalékokban fejezzük ki, az emelkedő okozta ellenállás 1 tonna súlyra vonatkoztatva egyenlő a százalékos emelkedő tizszerese kg-ban, illetve 1 q. súlyra vonatkoztatva annyi kg., ahány százalék.

$$E_5 = q \cdot e = q \cdot 10 \cdot p \text{ kg/t} = q \cdot p \text{ kg/q}$$

illetve viszonzszámban :  $E_5 = q \cdot 10p \text{ kg/t} = q \cdot \frac{p}{100} = q \cdot 0.0p$

6.) Kanyarulatokban az uti járóműveknél is lép fel hegyi ellenállás. Ezt állati erővel húzott uti járóműveknél előidézi az, hogy a kanyarulatokba való lépéskor a kocsi első tengelyét el kell fordítanunk, amihez bizonyos erő szükséges, továbbá pedig főleg az a körülmény, hogy kanyarulatokban a vonó erő hatásvonala nem esik egybe a kocsi tengelyével, és így a kifejtett vonóerőnek, az első tengely elfordulási szögének cosinusával arányos komponense végzi a vontatást.



$$V' = V \cdot \cos \alpha$$

Mínt-hogy az uti járóműveknél ez az elfordulás az éles kanyarulatok következtében számottevő ( $\alpha = 25^\circ - 30^\circ$ ) a tényleges vonóerő, és annak hasznos komponense között való különbség adná a kanyarulati ellenállás nagyságát.

$$E_k = V \cdot (1 - \cos \alpha)$$

75. ábra

A szükséges elfordulás szöge pedig az ut szélességétől és a kanyarulati sugártól függ. Az ívben a külső és belső kerekek által befutandó ut különbsége nem idéz elő külön, számottevő ellenállást, mínt-hogy a kerekek a tengely körül forognak, és így az utkülönbség a kerekek gyorsabb, illetve lassabb körülforogással, csuszás nélkül egyenlithetik ki.

Mínt-hogy azonban az állati vonóerővel vontatott járóművek kanyarulatokban járásukat rendszeren lassítani kénytelenek, a kanyarulati ellenállást egyensúlyozza a kisebb sebesség miatt keletkező vonóerő többlet, és azért utaknál a kanyarulati ellenállást figyelmen kívül hagyhatjuk. A közutak tervezésére vonatkozó szabályok a kanyarulatokban az emelkedő mérséklését is előírják.

A centrifugális erő hatását a kisebb sebességgel haladó állati motorral hajtott járóműveknél elhanyagolhatjuk.

Nagy sebességgel járó gépi járóműveknél a kanyarulatokban fellépő centrifugális erő – rendes utkiképzés mellett – a járóműnek a kanyarulat külső oldalán futó kerekét erősen az uthoz szorítja. Ennek következtében az ut és a külső kerekek egyoldalu kopásnak vannak kitéve (a nagyobb nyomással arányos nagyobb surlódás folytán), továbbá domboru utpályán ugyancsak a centrifugális erő a kocsik oldalcsuszását idézheti elő. Éppen ezért ily utaknak a kanyarulatokban megfelelő tulemelést kell adni.

#### 14.§. Az utak csoportosítása.

Utak tervezésénél az általános előmunkálatok során legelső feladatunk az ut céljának és a várható forgalom megállapítása lesz. Az utakat rendeltetésük szerint feloszthatjuk közforgalomra szolgáló ü.n. közutakra és tisztán magánosok használatára szolgáló magánutakra.

A közutakat hazánkban a közutakról és vámokról szóló 1890. évi I.t.c. a következő csoportokba osztja, u.m.:

1.) Állami utak, az ország politikai, közgazdasági és közigazgatási főbb pontjai között, avagy stratégiai felvonulási vonalakon. Ezeket az állam építi, kezeli és tartja fenn.

2.) A törvényhatósági utak az állami utak hálózatába bekapcsolódva, az egyes vidékek, törvényhatóságok közlekedési szükségleteit vannak hivatva kielégíteni. Építésük, kezelésük a törvényhatóságok feladata.

3.) Vasuti állomásokhoz hozzájáró utak a vasuti állomásokat kapcsolják be az állami, illetve törvényhatósági utahálózatba, illetve az egyes községeket kötik össze a vasuti állomásokkal. Létesítésük és fenntartásuk a törvényhatóság, a községek, érdekelt nagyobb iparvállalatok, birtokosok közös költség hozzájárulásával történik. Kezelésük rendszeresen a törvényhatóságok hatáskörébe tartozik.

4.) Községi közlekedési, ü.n. helyi érdekű, vagy vicinális utak, amelyek az egyes községek között való alárendeltebb forgalom lebonyolítására épülnek, az állami, illetve törvényhatósági utahálózatba való bekapcsolással, és pedig az érdekelt községek, esetleges iparvállalatok, nagyobb birtokosok aránylagos hozzájárulásával. Fenntartásuk költségei is aránylagosan viselendők. Kezelésükről a vicinális utbizottság (az érdekelt képviselőiből áll, a járási főszolgabíró elnöke alatt) gondoskodik.

5.) Községi, illetve községi dülő utak, amelyek a község belső és külső területén való közlekedést szolgálják. Építésük, fenntartásuk a község feladata.

6.) Egyesek, társaságok és szövetkezetek által létesített, kezelt és fenntartott utak, amennyiben azok a közforgalom lebonyolítására is szolgálnak.

A magánutak tisztán a birtokos céljait szolgálják, használati joguk tisztán a birtokost illeti, és így természetesen építésük, fenntartásuk is a birtokost terheli. Magán ut jellegű a legtöbb gazdasági és erdei ut is. Az erdei utak az erdőbirtok feltárását, és legfőképpen az erdei termékek leszállításának lehetővé tételét, és az erdőterületen belül való forgalom lebonyolítását célozzák. Egyes esetekben az erdei utak egyúttal az erdőbirtokkal szomszédos községek, telepek közlekedési érdekeit is hivatva vannak kielégíteni, de ilyenkor már közut jellegével bírnak, és építési, fenntartási költségükhöz az érdekelt a törvényben előírt engedelmző eljárás alapján bevonhatók.

Az erdei utakat ismét fel szokás osztani erdei főutakra, mellékutakra, vontató utakra. Az egyes utnemek között éles határ nem vonható, azok jellegét inkább a forgalom nagysága, és állandósága adja meg, és e szerint készülnek jobb, illetve könnyebb kivitelben.

Az erdei utak tervezésénél szintén a gazdasági szükséglet, a gazdasági nézőpontok az irányadók, természetesen mindig a

műszaki kivihetőség határán belül. A jövedelmezőség az utaknál azonban nem játszik annyira döntő szerepet, mint a vasutaknál, mert ez egyes birtokrészek megközelíthetősége még kisebb forgalom mellett is gyakran elhatározó lehet az ut építésére. Az erdei uthálózatot lehetőleg a gazdasági beosztáshoz simulva kell megterveznünk, sőt, ha lehet, az uthálózatnak olyanoknak kell lennie, hogy az utak egyuttal a gazdasági beosztás határaiul is szolgálhassanak. Ezért erdei uthálózatok tervezésének az erdőrendezéssel kell szoros összefüggésben történnie.

### 15.§. A célszerű emelkedő megválasztása.

Miután az erdei utakon várható forgalmat, a szállításra kerülő tömegek helyét, nagyságát választékok szerint is elkülönítve, a termelő és fogyasztó, illetve csatlakozó helyeket, a helyi fuvarviszonyokat, fuvareszközöket tanulmányoztuk, és ennek alapján az ut jellegét meghatároztuk, még a tervezésre fontos következő megállapításokat kell tennünk :

1.) Ilyen első sorban az utak emelkedőjének megállapítása. Az alkalmazható emelkedő főleg a vonóerő teljesítő képességétől és az egyszerre vontatandó teher nagyságától függ. Állati vonóerő esetén  $Q$  súlyu tehernek a vízszintessel  $\varphi$  szöget alkotó lejtőn való felvontatásához szükséges vonóerő:

$V = \mu Q \cdot \cos \varphi + Q \cdot \sin \varphi$  ; de a vonó állatnak még a saját súlyát is fel kell vontatnia, tehát a vonó állat által kifejtendő vonóerőnek:

$V = \mu Q \cdot \cos \varphi + Q \cdot \sin \varphi + P \cdot \sin \varphi$  nagynak kell lennie.  $\cos \varphi$ -t ismét megközelítőleg egynek véve :

$V = \mu Q + Q \cdot \operatorname{tg} \varphi + P \cdot \operatorname{tg} \varphi$  . Ha  $Q$  és  $P$  tonnákban van kifejezve, akkor az egyenlet első tagja kg.-ot, a második két tag pedig tonnát jelentene. Egynemű mennyiségekre átalakítva:

$$V = \mu Q + 1000 \cdot Q \cdot \operatorname{tg} \varphi + 1000 \cdot P \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad , \quad \text{de } \operatorname{tg} \varphi = \frac{p}{100} \quad ;$$

$$V = \mu Q + Q \cdot 10 \cdot p + P \cdot 10 \cdot p \quad \text{és ebből a megengedett legnagyobb emelkedő lesz}$$

$$p = \frac{V - \mu \cdot Q}{10(Q + P)} \quad \text{illetve, ha } \mu \text{ -t tizedes törtben fejezzük ki}$$

$$V = \mu Q + Q \cdot \operatorname{tg} \varphi + P \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad , \quad \text{de } \operatorname{tg} \varphi = \frac{p}{100}$$

$$V = \mu Q + (Q + P) \cdot 0 \cdot 0p \quad \text{és ebből}$$

$$p = 100 \frac{V - \mu \cdot Q}{(Q + P)} = 100 \frac{02 \cdot P - \mu \cdot Q}{Q + P}$$

Ennél az emelkedőnél azonban nagyobb emelkedőt is alkalmazhatunk rövidebb, legfeljebb 0.5 - 0.75 km. hosszúságban, mert a tapasztalat szerint az élómotor rövidebb ideig eredeti vonóerejének kétszeresét is ki tudja fejteni, de csökkentett sebességgel. Az ily kaptató legnagyobb emelkedője lesz tehát:

$$2 \cdot V = \mu \cdot Q + (Q + P) \cdot 0 \cdot 0p \quad \text{és ebből} \quad p = 100 \frac{2 \cdot V - \mu \cdot Q}{Q + P} \quad \%$$

Az élómotor által kifejtendő vonóerő függ a haladás sebességétől és a munkaidőtől. Helyesen megválasztott sebességnél, munkaidőnél és vonóerőnél az élómotor teljesítő képessége a legnagyobb lesz, míg e célszerű adatoktól való eltérés mindig a munkateljesítmény csökkenését vonja maga után. Az összefüggést e tényezők között az élómotor természete szabja meg. A gyakorlati kísérletek és megfigyelések arra az eredményre vezettek, hogy, ha a vonóerő, illetve a sebesség célszerű értékének hatszorosát éri el, és viszont, ha a rendes munkaidőt a háromszorosára emeljük, a másik két tényező a nullához közeledik, vagyis az élómotor nem tud munkát teljesíteni.

V c t A legnagyobb állandó munkateljesítményt pedig a vonóerő (V), a sebesség (c) és az idő (t) helyes megválasztásával érjük el.

6 0 0 A legcélszerűbb közepes vonóerő az élómotor súlyának mintegy  $\frac{1}{5}$ -e, vagyis

0 6 0 embernél v = 13.3 kg (P = 66  $\frac{2}{3}$  kg)

0 0 3 kis, könnyű lónál v = 57 " (P = 280 " )

nehéz lónál v = 70 " (P = 350 " )

ökörnél v = 60 " (P = 300 " )

a legkedvezőbb sebesség emberi mótonál c = 0.75  $\approx$  1 m sec

könnyű lovaknál c = 1.1 m sec

nehéz - " - c = 1.1 " "

ökörnél c = 0.80 " "

a legkedvezőbb munkaidő pedig t = 8 óra.

A munkateljesítményt, mint a rá befolyással bíró előbb említett 3 tényező függvényét igyekezett több mérnök matematikai képletben kifejezni. Ilyen erő-képlet a Maschek-féle.

$$\frac{V}{v} + \frac{C}{c} + \frac{T}{t} = 3$$

e képletben a nagy betűk a tényleges vonóerőt, sebességet, időt jelentik, míg a kis

betűk a tényezőknek a munkateljesítményre legkedvezőbb értékeit adják. Ez a képlet a tényezők szélső értékeinél nem ad a tapasztalatokkal és kísérletekkel egyező értéket.

Lipthay képlete :

$$\frac{V}{v} + 2 \cdot \sqrt{\frac{C}{c}} + 2 \cdot \sqrt{\frac{T}{t}} = 5$$

már jobb eredményeket ad. Végül legjobban megközelíti a tapasztalati

adatokat Zielinszky dr. erőképlete:

$$\frac{V}{v} + \frac{C}{c} + \frac{T}{t} - \frac{(\frac{T}{t} - \frac{C}{c})^2}{12} = 3$$

E képletek alapján szintén meg lehet állapítani a legnagyobb munkateljesítmény nézőpontjából legkedvezőbb emelkedőt. De e számítások az erőképletek bizonytalansága miatt nem tudtak meghonosodni.

Az élómotor által kifejtett vonóerő legcélszerűbb értékét  $V = \frac{P}{5}$  behelyettesítve lesz az alkalmazható legnagyobb emelkedő :

$$p = 100 \frac{\frac{P}{5} - \mu \cdot q}{q + P} = 100 \frac{P - 5\mu \cdot q}{5(q + P)} \% = 20 \frac{P - 5\mu \cdot q}{q + P} \%$$

illetve a haladási sebesség csökkentése esetén, rövid kaptatón :

$$p = \frac{2 \cdot P - 5 \cdot \mu \cdot q}{5(q + P)}$$

Adott p % emelkedőn felvontatható teher pedig

$$q = \frac{V - P \cdot 0 \cdot 0p}{\mu + 0 \cdot 0p} = \frac{P(1 - 5 \cdot 0 \cdot 0p)}{5(\mu + 0 \cdot 0p)}$$

Ezek a képletek egy állat által vontatott járómű-  
re vonatkoznak. Ha, mint rendszeren, több állatot fogunk be, akkor a vo-  
nóerő tapasztalat szerint nem lesz egy állat vonóerejének az állatok  
száma szerinti többszöröse, hanem aránylag kisebb.

Bokelberg szerint az állatok számával a felvon-  
tatható teher a következőképpen változik:

n = 1 ,	m = 1.00	n = 5 ,	m = 0.73.5 = 3.65
n = 2 ,	m = 0.98.2 = 1.96	n = 6 ,	m = 0.64.6 = 3.84
n = 3 ,	m = 0.87.3 = 2.61	n = 7 ,	m = 0.55.7 = 3.85
n = 4 ,	m = 0.80.4 = 3.20	n = 8 ,	m = 0.49.8 = 3.92

Tehát bizonyos számnál több vonóállat alkalmazá-  
sa már nem gazdaságos.

Az előbbi képletek szerint egyfogatu járóművel  
továbbitható teher (brutto):

$$q = \frac{V - P \cdot 0 \cdot Op}{\mu + 0 \cdot Op} \quad \text{és egy járóműbe fogott több vonó állat}$$

$$q' = m \frac{V - P \cdot 0 \cdot Op}{\mu + 0 \cdot Op} = m \frac{P(1 - 5 \cdot 0 \cdot Op)}{5(\mu + 0 \cdot Op)} \quad \text{és ebből}$$

$$p = 100 \frac{m \cdot V - q' \cdot \mu}{m \cdot P + q} \% , \quad \text{illetve behelyettesítve } V = \frac{1}{5} P$$

$$p = 100 \frac{m \cdot P - 5 \cdot q' \cdot \mu}{5(m \cdot P + q)} \% , \quad \text{illetve a kaptatón, ahol az állat}$$

vonóerejének kétszeresét fejt ki  
 $2 \cdot V = 2 \cdot \frac{P}{5}$

$$p = 100 \frac{2m \cdot P - 5 \cdot q' \cdot \mu}{5(m \cdot P + q)} \% .$$

Hogy a felfelé való vontatásnál alkal-  
mazható legnagyobb emelkedést kiszámíthatjuk, még ismernünk kell a já-  
rómű önsúlyát is, amelyre az illető vidéken alkalmazásban levő járómű-  
vek átlagos súlyát kell felvennünk.

Átlagos adatok:

egyfogatu létrás szekér önsulya	cca	400 - 500 kg	~ 450 kg
kétfogatu " " "		560 - 670 "	~ 600 "
" nehéz teherkocsi "		1100 - 1400 "	~ 1250 "
" hosszufaszállító szekér öns.		1000 - 1400 "	~ 1200 "

Terhelésül vehetünk tüzfánál  $2 - 4 \text{ ürm}^3 = 1.3 - 2.6 \text{ m}^3 = 8 - 16 \text{ q}$   
rönknél  $1 - 2 \text{ m}^3 = 5 - 10 \text{ q}$

Ha tehát valamely hengerelt uton például  $2 \text{ m}^3$   
rönköt akarunk kétfogatu szekéren előfogat nélkül szállítani, az alkal-  
mazható emelkedő lesz:

$$p = 100 \frac{m \cdot P - 5 \cdot q \cdot \mu}{5(m \cdot P + q)} \quad \text{ha } \begin{matrix} \mu = 0.4 \\ m = 1.96 \\ P = 350 \\ q = 1000 + 1200 = 2200 \end{matrix}$$

$$p = 100 \frac{1.96 \cdot 350 - 11000 \cdot 0.04}{5(1.96 \cdot 350 + 2200)} = 1.7 \%$$

Az uton azonban rövidebb darabon ennél nagyobb  
emelkedő is lehet, mert rövid ideig a vonó állat vonóerejének kétsze-  
resét is ki tudja fejteni, tehát a legnagyobb kaptató lesz:

$$p = 100 \frac{2 \cdot m \cdot P - 5 \cdot q \cdot \mu}{5(m \cdot P + q)} = 6.4 \%$$

Az első kiszámított emelkedőnél a vonó állat tel-  
jesítő képességének még a maximumát tudja elérni, de a kaptatónál al-  
kalmazott nagyobb emelkedő esetén a teljesítő képesség csökken, mert

vagy a napi munkaidőt, vagy a vontatás sebességét kell kisebbre vennünk

Ha a fuvarerő maximális teljesítő képességét akarjuk kihasználni, és ennek alapján keressük a legnagyobb emelkedőt, akkor csakis az első emelkedőt volna szabad alkalmaznunk, illetve a nagyobb kaptatónál már előfogatra volna szükség.

Ha a vontatás a lejtőn lefelé történik, akkor a lejtő bizonyos határig elősegíti a vontatást, mert ilyenkor a nehézségi erő folytán a vonó állatnak és a tehernek a lejtő irányába eső összetevője a vonóerőt növeli. Az esés előnyös hatása azonban csak addig nyilvánul, amíg a vonóerőt növelő összetevő nem nagyobb a menetellenállás legyőzésére szükséges erőnél.

$$V + (Q + P) \cdot 0 \cdot Op = M' \cdot Q ; \quad V = M' \cdot Q - (Q + P) \cdot 0 \cdot Op$$

Vonóerőre egyáltalában nem lesz szükség, ha  $V = 0$

$$(Q + P) \cdot 0 \cdot Op = M' \cdot Q, \text{ és ebből } p = 100 \frac{Q \cdot M'}{Q + P}$$

Ennél az emelkedőnél, minthogy erő nem hat a lejtőn levő testre, mozgás-sebességét megtartva egyenletesen fog lefelé haladni.

Ha  $(Q + P) \cdot 0 \cdot Op > M' \cdot Q$ , akkor a fennmaradó  $(Q + P) \cdot 0 \cdot Op - M' \cdot Q$  erő gyorsuló mozgást idézne elő.

Hogy tehát a forgalom biztonsága ne veszélyeztessék, ennek az erőfeleslegnek a hatását fékező munkával kell legyőznünk. Bizonyos határig a vonó állat maga is képes a kocsit visszatarítani, ami természetesen erőkifejtéssel jár. A kocsik azonkívül rendszeren még fékberendezéssel vannak ellátva, amelyek lényegileg mind a kerék szabad gördülését akadályozzák. Ilyen szerkezetek a dörzsfékek, a kerékmegkötés stb. A teljesen lefékezett járóműveknél a gördülő surlódás helyébe, a nagyobb csuszó surlódás lép, és az erőfelesleg által a járóműben felhalmozódott energia, a kerék és féktuskó, vagy a kerék és az utpálya felmelegedésére szükséges hőenergiává változik át. A fékezés azonban ugy az uttestet, mint a kerék anyagát megtámadja, miért is gazdaságilag káros. Hosszabb és forgalmasabb uton lehetőleg kerülendő.

Fékezés szüksége nem lép fel az emelkedő következő határértékéig

$$p = 100 \frac{Q \cdot M'}{P + Q} \text{ . Ezen határértéknél nagyobb ellenesést károsnak, az ennél kisebbet nem káros ellenesésnek nevez-$$

zük. Ha a nem káros ellenesés határértékének képletében az élőmotor súlyát elhanyagoljuk, akkor megközelítőleg

$$\text{tg } \varphi = 0 \cdot Op = \frac{Q \cdot M'}{Q} = M' \text{ , vagyis a fajlagos menetellenállásnál nagyobb ellenesés nem}$$

káros, az annál nagyobb, káros ellenesés.

Az emelkedőt az út egész hosszúságában nem szokás egyenletesen elosztani, hanem arra való tekintettel, hogy a vonó állat felfelé haladtában elfárad, helyenkint legalább a fogat hosszúságával egyenlő kis emelkedőjű, vagy vízszintes pihenő közbeiktatása válik szükségessé. Ily pihenő helyeket domb és hegyvidéki utakon átlag minden 500-600 méter távolságban kell közbeiktatni, de célszerűbb, ha a pihenő helyeknek nem egymástól való távolsága van meghatározva, hanem az egyes pihenő helyek magasságkülönbsége. Így célszerű a pihenő helyeket úgy elhelyezni, hogy minden 30 méter emelkedésre esik egy-egy pihenő. Erdei utakon pihenőül gyakran csak a harántvizáteresztőket használják, amelyekben a hátsó kerék megtámaszkodik, a járóművet a lefelé való gördülésben akadályozza, és így a vonóállat mentesül a teherrel.

Arra való tekintettel, hogy a vonóállat rövid ideig vonóerejének kétszeresét tudja kifejteni, sokan, nevezetesen Uppenbach és Bauernfeind ajánlották az út pályaszíneinek a pihenő helyek között clyképen való kiképzését, hogy az emelkedő szakasz elején a mér-

tékaadó emelkedőnél nagyobb emelkedőt iktatnak be, és ezt az emelkedőt az állat fáradásával lépést tartva fokozatosan csökkentik úgy, hogy a pihenő előtt a mértékaadónál jóval kisebb az emelkedő. Az emelkedő változását fokozatosan végzik, tehát úgy, hogy

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{v}{100 \cdot p} - \frac{dy}{dx} \text{ változása állandó legyen, vagyis } \frac{d^2y}{dx^2} = c,$$

ahol  $c$  állandót jelent. Integrálva e kifejezést, kapjuk:

$$\frac{dy}{dx} = c \cdot x + C \quad \text{Másodszor integrálva}$$

$$y = c \cdot \frac{x^2}{2} + C \cdot x + C_1, \text{ de } C_1 = 0, \text{ mert ha } x = 0, \text{ akkor } y \text{ is } 0, \text{ tehát az emelkedő görbéje}$$

$$y = c \cdot \frac{x^2}{2} + C \cdot x \text{ ami másodfokú parabola képlete, amelyben a } C \text{ és } c \text{ értékeit kell meghatároz-$$

nunk. Legyen az A és B pontoknak (76. ábra), az emelkedő szakasz kezdő és végpontjának, egymástól való távolsága  $l$ , szintkülönbsége  $m$ , az

emelkedő A pontban (viszonyszámában kifejezve)  $\operatorname{tg} \varphi_1 = \tau_1$  és B pontban  $\operatorname{tg} \varphi_2 = \tau_2$ , akkor, ha  $x = 0$ ,

$$\frac{dy}{dx} = c \cdot x + C = \operatorname{tg} \varphi_1 = \tau_1$$

tehát  $C = \tau_1$ , továbbá a B pontra vonatkozólag  $\frac{dy}{dx} = \tau_2$  és  $x = l$  értéket behelyettesítve:

$$\frac{dy}{dx} = \tau_2 = c \cdot l + \tau_1 \text{ és ebből}$$

$$c = \frac{\tau_2 - \tau_1}{l}$$

76. ábra

és ezáltal a parabola meg van határozva:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\tau_2 - \tau_1}{l} \cdot x + \tau_1 \text{ és } \frac{dy}{dx} = \tau_1 - \frac{\tau_1 - \tau_2}{l} \cdot x$$

$$y = \frac{\tau_2 - \tau_1}{l} \cdot \frac{x^2}{2} + \tau_1 \cdot x$$

$$\text{A parabola csúcspontjainál } \frac{dy}{dx} = 0 = \frac{\tau_2 - \tau_1}{l} x_0 + \tau_1$$

$$\text{és ebből a csúcspont abscissája } x_0 = l \cdot \frac{\tau_1}{\tau_1 - \tau_2}$$

$$\text{de } y = m = \frac{\tau_2 - \tau_1}{l} \cdot \frac{l^2}{2} + \tau_1 \cdot l; \quad l = \frac{2 \cdot m}{\tau_2 - \tau_1} \text{ és így}$$

$$x_0 = 2 \cdot m \cdot \frac{\tau_1}{\tau_1^2 - \tau_2^2} \quad \text{De másrésről ugyancsak ezen összefüggésből } x = l$$

$$m = \frac{\tau_2 - \tau_1}{l} \cdot \frac{l^2}{2} + \tau_1 \cdot l = l \cdot \frac{\tau_2 + \tau_1}{2} \quad \text{tehát}$$

$$\frac{m}{l} = \frac{\tau_2 + \tau_1}{2} = \frac{\operatorname{tg} \varphi_2 + \operatorname{tg} \varphi_1}{2}$$

vagyis a  $\tau_2$  és  $\tau_1$  nem választható szabadon, ha-

nem azoknak a fenti törvényszerűségnek meg kell felelniök. Legyen az A és B pontot összekötő egyenes hajlásszöge (az A és B pontok között levő átlagos emelkedő)

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2}{2}, \text{ illetve percentekben kifejezve}$$



$$\operatorname{tg} d = 0 \cdot 0p = \frac{0 \cdot 0p_1 + 0 \cdot 0p_2}{2}, \text{ azaz } p = \frac{p_1 + p_2}{2} = 100 \frac{m}{l}$$

Az emelkedő szakasz elején és végén fellépő emelkedő tehát úgy választandó, hogy a kezdő emelkedő és a végemelkedő összege egyenlő legyen a 2 pontot összekötő átlagos emelkedő kétszeresével. Az emelkedő szakasz kezdő és végső emelkedőjét rendszeren úgy választják, hogy

$$p_1 = 1.5 \cdot p = 100 \cdot 1.5 \cdot \frac{m}{l} \text{ és } p_2 = 0.5 \cdot p = 100 \cdot 0.5 \cdot \frac{m}{l}$$

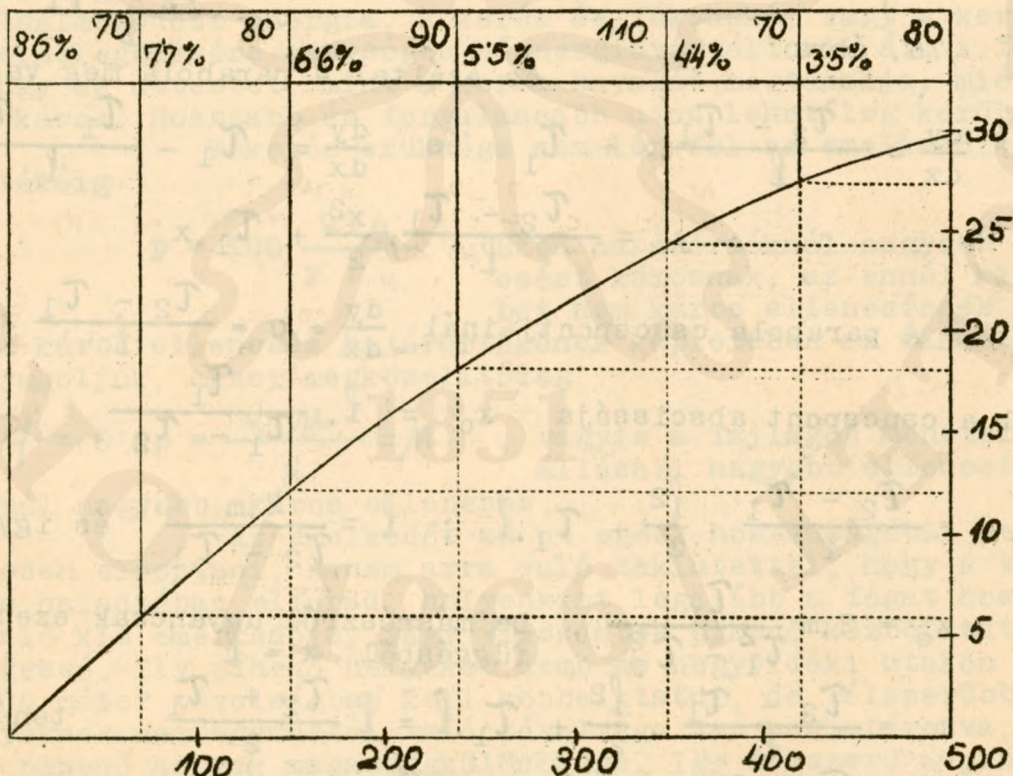
Hogy a pályaszin kiszámítása egyszerűbb legyen, a parabola-alaku pályaszint rendszeren beírt sokszöggel helyettesítik, és így az egyes részek emelkedőjét szokták megadni.

Például legyen az emelkedő szakasz kezdő és végpontja között levő szintkülönbség a pihenő helyekre legcélszerűbb  $m = 30 \text{ m.}$ , és a szakasz hosszúsága  $500 \text{ m.}$ , az átlagos emelkedő

$$p = 100 \frac{30}{500} = 6\%, \text{ akkor válasszuk } p_1 = 1.5 \cdot p = 9\%, p_2 = 0.5p = 3\%; \quad 2p = p_1 + p_2 = 12\%$$

A parabolát helyettesítő egyes részzszakaszok emelkedője lesz tehát :

70 m. hosszúságban	8.57 %	avagy kikerekítve	70 m hosszúságban	8.6 %
78 " "	7.69 %		80 " "	7.7 %
90 " "	6.67 %		90 " "	6.6 %
109 " "	5.5 %		110 " "	5.5 %
68 } 153 m "	4.4 %	} 3.92 %	150 { 70 " "	} 3.9 { 4.4 %
85 }	3.53 %		80 " "	



77. ábra

Ha azt akarjuk, hogy két pihenő szakasz között az emelkedők e törvényszerűség szerint a vonó állat fáradásának megfelelően változzanak, akkor már a semleges vonalat a geometriai nyomjelzés alkalmával a rétegvonalas térképen is ennek megfelelően keressük fel, vagyis az osztóköz a pihenő helyek között rétegvonalról-rétegvonalra változik. A változó osztóközöket egyszerűen grafikusán ha-

tározhatjuk meg olyképen, hogy az emelkedőt jelző parabolát a rétegvonalas térkép léptékének megfelelő hosszúsági léptékben (a magassági léptéket jobb metszések elérése végett célszerűbb torzítva felvenni) felrajzoljuk, és a rétegvonala magasságkülönbségének megfelelő vízszintes egyenesekkel metszük, az egyes metszéspontok távolsága adja az osztóközöt. Gyorsabb munka végett célszerű ezeket az osztóközöket egymás után papírszalagra felhordani, és a rétegvonalas térképen e papírszalag segítségével felkeresni a semleges vonal pontjait. A pihenő hosszúsága legalább a teljes fogat hosszúságával legyen egyenlő és emelkedője 0 - 2 %, de legfeljebb a fajlagos menetellenállással egyenlő. A pihenő szakasz végén és a következő szakasz elején levő emelkedők mindig a csatlakozási ponttól mindkét irányban legalább 10-10 m. hosszú kiegyenlítő kanyarulatokkal egyenlítendő ki. (78. ábra)

Az utaknak ily hosszúsági szelvénye csak a felfelé való teherszállítás és állati vonóerő esetén indokolható gyakorlatilag; gépi járóműveknél az utpálya emelkedőjének ilyképen való kiképzése haszonnal nem jár, a lefelé való szállításnál pedig mindig erős zökkenőt jelent, amely különösen nagyobb sebességű járóműveknél igen hátrányos az utra és a járóműre egyaránt. A gyakorlatban ezért nem is tudott kellőleg érvényre jutni.

Automobilutak mértékadó emelkedőjét a felvontatandó teher, és az automobil effektív lóerőteljesítménye és a haladás sebessége szabja meg.

A lóerő teljesítmény

$$N_{HP} = \frac{V \cdot v}{270} \quad \text{és ebből}$$

$$V = \frac{270 \cdot N_{HP}}{v} \quad \text{ahol } v = \text{Km/óra}$$

$$V = \frac{270 \cdot N_{HP}}{v} = q \cdot (\mu + 0.0p)$$

és ebből

$$p = 100 \left( \frac{270 \cdot N_{HP}}{v \cdot q} - \mu \right)$$

78. ábra

Az utak emelkedője legtöbbször nem egyenletes, hanem különböző lejtésű szakaszok váltakoznak rajta. Az egyes érintkező emelkedési szakaszok között legalább 200 m. sugaru kiegyenlítő kanyarulatattal átmenet létesítendő.

Az utak legnagyobb emelkedője, ha a teherszállítás mindkét irányban egyenlően forgalmas, legcélszerűbben a fajlagos menetellenállásnál kisebbre, de legfeljebb vele egyenlőnek volna veendő. Az ellenesések lehetőleg kerülendők. Természetesen e feltételt legfeljebb enyhén dombos terepen épült utak tervezésénél tudjuk kielégíteni.

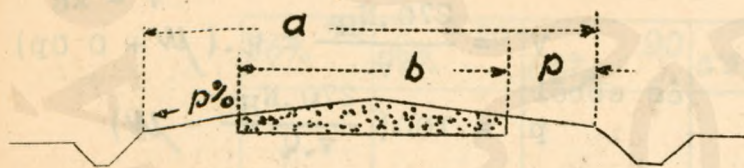
Az állami utak emelkedőjére vonatkozólag hazánkban a következő előírások irányadók. Sik vidéken a legnagyobb emelkedő legfeljebb 2.5 %, dombos vidéken 4 %, hegyes vidéken 5 %, és kivételesen rövid szakaszokon 6 % lehet. Törvényhatósági utakon a legnagyobb emelkedő sik vidéken 4 %, dombos vidéken 6 %, hegyes vidéken 7, kivételesen 8 %. Ha az ut emelkedője 1000 m. hosszúságon felül 5 %-al emelkedik, minden 30 m. szintkülönbségre 20-30 m. hosszú, legfeljebb 1-2 % emelkedésű pihenő iktatandó be. 3 %-nál nagyobb ellenesések közé legalább 10 m. hosszú vízszintes szakasz helyezendő el. Ezen kívül mindazon ívekben, amelyeknek középponti szöge 90°, vagy annál nagyobb, az emelkedő 50 %-al csökkentendő. Ezeket az előírásokat a régebbi állami és törvényhatósági utakon gyakran tullepték.

Magánutakra, és így az erdei utakra nézve ily hátrázott előírásaink nincsenek, de az ut használhatóságát és jókarban tartását szem előtt tartva nem jó tisztán az építési költségek csökkentése végett túlságosan nagy emelkedőket alkalmazni. Ellenesések szin-

tén lehetőleg kerülendők. Erős forgalmu erdei utak emelkedőjét felfelé való szállításhoz célszerűség szempontjából 5-6 %-nál, kivételesen 7 %-nál nagyobbra ne vegyük, lefelé való szállításhoz is jó ezeket a határértékeket betartani, és az esést legfeljebb 8 %-ra, kivételesen rövid szakaszokon 10 %-ra emelni. Ennél nagyobb lejtésű utakon az uttesten lefolyó csapadékvíz már az utpályát alkotó kavicsot is lemossa, továbbá a fékezés, különösen keréksarival, vagy kerékkötéssel, az uttestet tulságosan rongálja, és így fenntartásukat igen költségessé teszi. Erdei mellékutakon, amelyeken csak lefelé történik a szállítás, gyakran találunk az előbbi határértéknél jóval nagyobb esést egészen 12-14 %-ig, habár fenti oknál fogva ez egyáltalában nem gazdaságos. Földutak gazdaságos legnagyobb emelkedője se haladja túl a 7 %-ot, különösen, ha azokat nedves időben is használják. A vontató utak, valamint oly utak, amelyeken kizárólag lefelé, szánnal történik a szállítás, lehetőleg legalább 4 %-os esésben vezetendők. A maximális emelkedő pedig ne haladja túl a 10-12 %-ot. Kivételesen, nem veszélyeztetett helyeken, rövid szakaszokon a 15 % is beiktatható. A csuszató utak esését majd, részletes tárgyalásuknál ismertetjük.

### 16. §. Az utak szélessége.

Az utak szélessége az ut céljától és az uton várható forgalom nagyságától, de még az utak szerkezetétől is függ. Így egészen más elrendezésük a városi utak, mint a helyiségeken kívül fekvő utak. Előbbiek tárgykörünkön kívül esnek, tehát velük részletesebben nem foglalkozunk. A helyiségeken kívül fekvő utak általános kereszt-szelvény alakja a 79. ábrából látható.



79. ábra

gyalogközlekedésre is szolgálnak. Az ut felszíne a csapadékvíz gyorsabb levezetése végett 2 oldalt (avagy csak egy oldalt) eséssel van kiképezve. Az oldalesés nagysága az utpálya anyagától függ.

Az utak szélessége, értve főleg az utpályát, főleg az ut forgalmától függ. Élénk forgalmu utak pályáját rendszeren kétjára készítik, vagyis oly szélesre, hogy azon egymás mellett 2 járómű akadálytalanul elhaladhasson. Míg a kisebb forgalmu utakon, főleg, ha azokon a forgalom inkább egyirányu, gyakran csak egyjára utpálya van, és a szembejövő járművek kitérhetése végett helyenkint (200-300 m.-enkint) kiszélesítik, u.n. kitérőket iktatnak be.

A nagyobb forgalmu, kőpályás utak mellett legtöbbször u.n. nyári utak, vagyis földutak futnak, amelyeknek az a céljuk, hogy száraz időben az üres kocsik részben a vonó állatok, részben a járóművek kimélése végett puhábban járjanak. Az ilyen nyári utak, vagy az utárkon túl, mint önálló párhuzamos utak, vagy pedig közös alépitményen a kőpálya mellett foglalnak helyet. Agyagos talajon

a földut a kőpályánál vagy 50 cm.-el mélyebben mellette, vagy pedig az utiárkon túl vele párhuzamosan vezetendő.

Az utakon, amelyeken nagy a gépjármű-forgalom, célszerű részükre külön 4-5 m. széles pályát építeni.

Az egyjártatu utak utpályájának legkisebb szélessége a jármű ürszelvényével egyenlő, tehát lehetőleg 2.5 m., kivételesen 2.0 m.; míg kétjártatu utakon a kőpálya szélessége 4.50 m., amely kivételesen 4.0, illetve 3.5 m.-re is csökkenthető. Az utpadkák minimális szélessége 1.1 m.

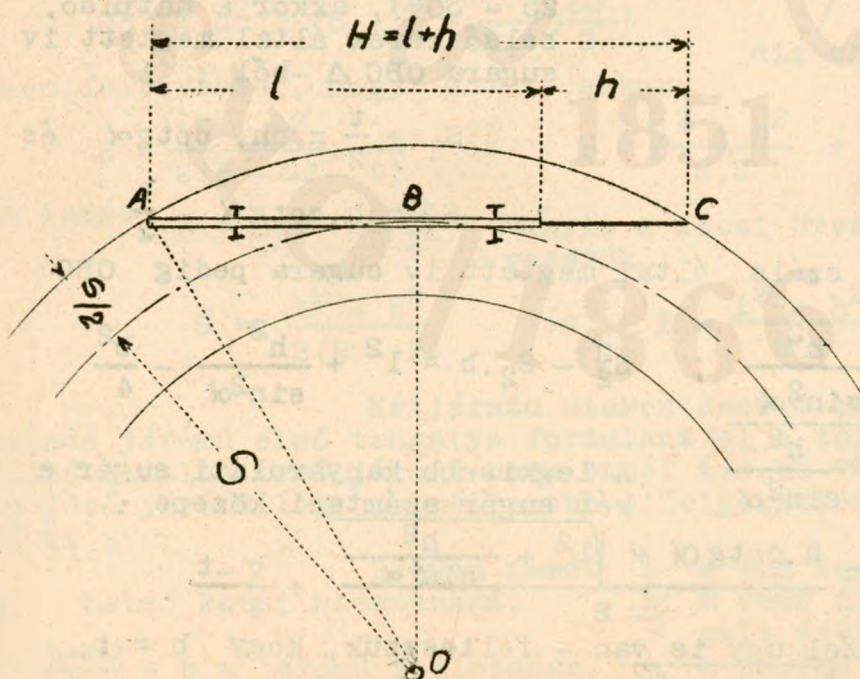
Az állami utakra az utszélesség következőképpen van megszabva: Főutak szélessége sík és dombos vidéken 8.0 m., hegyes vidéken 7.0 m., amelyből az utpályára 4.5 m. esik. Alárendeltebb jelentőségű utak szélessége sík vidéken 7.0 m.-ig, dombos vidéken 6.0 m.-ig, igen nehéz terepen, hegyes vidéken (esetleg támfalak mentén is) 5.0 m.-ig csökkenthető, de ebben az esetben is a kőpálya legkisebb szélessége 4.0 m. legyen.

Erdei utak szélessége függ a forgalom nagyságától. A kezelési főutakat célszerű kétjártatura építeni, 4.0 m., kivételesen 3.5 m. széles kőpályával; a mellékutakat gyakran elegendő egyjártatura építeni, legalább 2.5 m. széles kőpályával, úgy szintén a főutak oly részeit, amelyek igen nehéz, sziklás terepen vezetnek át, ahol tehát a nagyobb szélesség tetemesen növelné az építési költséget. Kőpályával ellátott utakon mindkét oldalt még padkára is van szükségünk (legalább 1.0 - 1.25 m.) úgy, hogy az erdei utak szélessége 6.0 - 4.0 m. szokott lenni. Földutak legkisebb szélessége 3.0 - 4.0 m. Dorongutak rendszeren 3.0 m., 2.0 - 2.5 m. széles utpályával. Vontató utak szélessége kézi vontatásnál 0.80 - 1.20, állati vontatásnál 2.0 - 2.5 m.

### 17.§. Az utak irányviszonyai.

Az alkalmazható legkisebb kanyarulati sugár főként a járművek szerkezetétől, a szállítandó anyag hosszúságától függ és szoros összefüggésben áll az utpálya szélességével.

A legkisebb kanyarulati sugár megállapítására irodalmunkban eltérő számításokat találunk. Így pl. Schuberg nem veszi tekintetbe a jármű első tengelyének elfordíthatóságát, és úgy kívánja megszabni a legkisebb kanyarulati sugár nagyságát, hogy a kanyarulatban a megterhelt jármű teljes hosszúságában (tehát a jármű és a fogat hosszúsága együtvéve) úgy helyezkedjék el, hogy két vége a kanyarulat külső oldalait érje, amikor a jármű középvonala az uttengelyt érinti (80. ábra). E mellett az elhelyezkedés mellett a legkisebb kanyarulati sugár a következőképpen számítható ki:



80. ábra

$$\overline{OB}^2 = \overline{OA}^2 - \overline{AB}^2;$$

$$OA = S + \frac{S}{2}; \quad OB = S$$

$$AB = \frac{l + h}{2} = \frac{H}{2}$$

behelyettesítve

$$S^2 = \frac{H^2 - s^2}{4 \cdot s} = \frac{H^2}{4s} - \frac{s}{4}$$

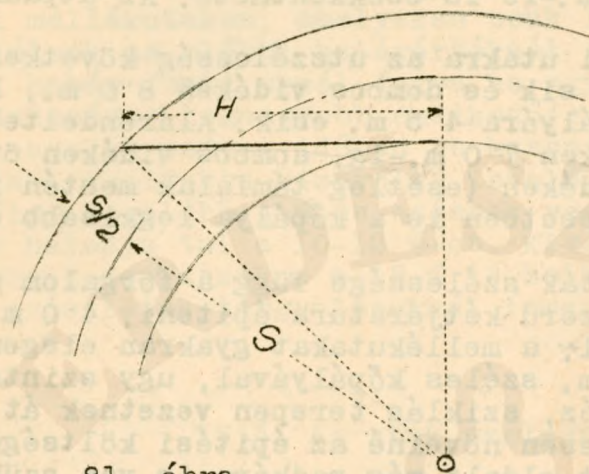
és elhanyagolva az  $\frac{s}{4}$  tagot

$$S = \frac{H^2}{4 \cdot s}$$

Ezzel szemben a régi hannoveri utépitési utasítás a járóművet úgy képzei elhelyezve a kanyarulatban, hogy míg a járómű egyik vége a belső, a másik vége a külső szélét érje az utnak, és az így lezármaztatott képlet:

$$H^2 + (S - \frac{s}{2})^2 = (S + \frac{s}{2})^2$$

és ebből  $S = \frac{H^2}{2 \cdot s}$

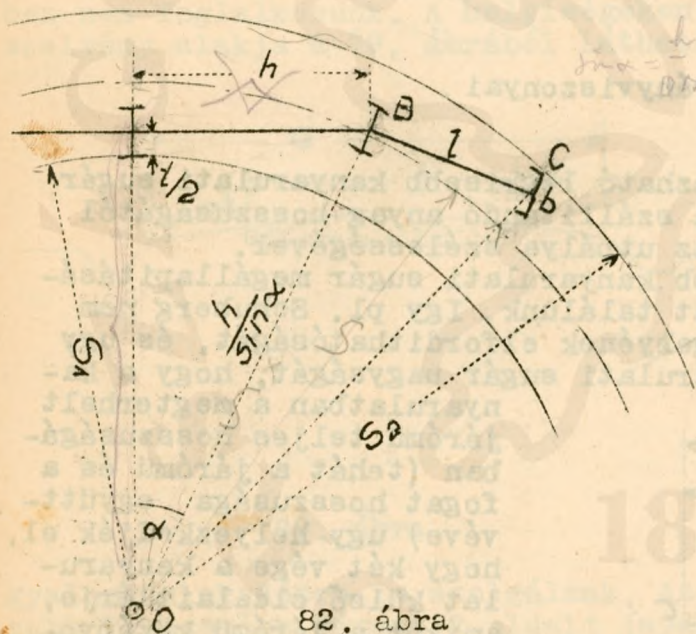


81. ábra

(1. 81. ábrát).

Mindkét előbbi feltevés nem veszi figyelembe, hogy a kanyarulatban haladó jármű első tengelye a kanyarulati sugárhoz mérten többé-kevésbé elfordul. Erre való tekintettel a legkisebb kanyarulati sugár helyesebb megállapítása a következőképpen történhetik:

a.) Ha a járóműnek csak az első tengelye fordulhat el, akkor egyjáratu utaknál a legkisebb kanyarulati sugárban a 82. ábra szerint helyezkedik el a járómű.



82. ábra

A szálfát rendszeren úgy rakják fel, hogy annak kétharmada fekszik fel a tengelyen, míg hátsó egyharmada kiáll. Legyen a szálfának a tengelyen nyugvó hosszúsága  $h$ , a rud hosszúsága  $l$  (átlag 3-4 m.), a kocsi keréknyomköze  $t$  (átlag 1.20 m.) a két vonóállat részére igényelt szélesség  $b$  (átlag 1.00-1.20 m.) és az első tengely legnagyobb elfordulási szöge  $\alpha$  (mintegy 25 - 30°), akkor a hátsó, belső kerék által megtett ív sugara  $OBC \Delta$ -ből:

$$S_1 + \frac{t}{2} = h \cdot \cotg \alpha \quad \text{és}$$

$$S_1 = h \cdot \cotg \alpha - \frac{t}{2}$$

A vonó állat külső széle által megtett ív sugara pedig  $OBC$  háromszögből:

$$(S_2 - \frac{b}{2})^2 = l^2 + \frac{h^2}{\sin^2 \alpha} ; \quad S_2^2 - S_2 \cdot b = l^2 + \frac{h^2}{\sin^2 \alpha} - \frac{b^2}{4}$$

$$S_2 = \frac{b}{2} \pm \sqrt{l^2 + \frac{h^2}{\sin^2 \alpha}}$$

A legkisebb kanyarulati sugár e két sugár számtani közepe:

$$S_{\min} = \frac{S_1 + S_2}{2} = \frac{h \cdot \cotg \alpha + \sqrt{l^2 + \frac{h^2}{\sin^2 \alpha}}}{2} + \frac{b - t}{4}$$

illetve, ha - mint az közel úgy is van - feltesszük, hogy  $b = t$ , akkor

$$S = \frac{h \cdot \cotg \alpha + \sqrt{l^2 + \frac{h^2}{\sin^2 \alpha}}}{2}$$

Ez az a legkisebb kanyarulati sugár, amelyen a járómű még át tud haladni, de természetesen ennél a sugárnál az ut szélessége is meg van határozva. Az utpályát a biztonság emelésére kétoldalt a külső kerekeken kívül még  $\frac{\omega}{2}$ -el megszélesítjük (legalább kétoldalt 30-40 cm-el, de lehetőleg  $\frac{\omega}{2} = \frac{t}{2}$ , vagyis a fél nyomközzel), akkor az előbb említett kanyarulatban

szükséges utszélesség

$$B = S_2 - S_1 + 2 \frac{\omega}{2}$$

$$B = \frac{b}{2} + \sqrt{1^2 + \frac{h^2}{\sin^2 \alpha}} - h \cdot \cot \alpha + \frac{t}{2} + 2 \frac{\omega}{2} =$$

$$= \frac{b+t}{2} + \sqrt{1^2 + \frac{h^2}{\sin^2 \alpha}} - h \cdot \cot \alpha + \omega$$

illetve, ha ismét megközelítéssel  $b = t$ ,

$$B = \sqrt{1^2 + \frac{h^2}{\sin^2 \alpha}} - h \cdot \cot \alpha + t + \omega$$

Ha a számításban "b"-t a rakott járómű legnagyobb ( $b = \text{cca } 2,0 \text{ m}$ ) vesszük egyenlőnek, akkor az  $\frac{\omega}{2}$  kiszélesítést csak az egyik oldalon kell figyelembe vennünk, továbbá pedig, ha felteszünk, hogy

$$\frac{\omega}{2} = \frac{b-t}{2}, \text{ akkor úgy a belső, mint a külső kanyarulati sugár egyenletéből kimarad az } \frac{\omega}{2} \text{ tag,}$$

mert

$$S_1 = h \cdot \cot \alpha - \frac{t}{2} - \frac{\omega}{2} = h \cdot \cot \alpha - \frac{b}{2}$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{h^2}{\sin^2 \alpha} + 1^2} + \frac{b}{2}$$

Ez az utszélesség jóval nagyobb az egyjáratu utak rendes utpályaszélességénél (rendesen csak 2,5

méter), tehát az ily kis kanyarulati sugarakat lehetőleg kerüljük. Az előbb levezetett legkisebb kanyarulati sugárt alsó határul tekintve, kanyarulatokban az utszélesség és a sugár között a következő összefüggés van:

$$S_1 = S - \frac{B}{2}; \quad S_2 = S + \frac{B}{2} = \sqrt{1^2 + \overline{OB}^2} + \frac{b}{2} + \frac{\omega}{2}$$

$$\overline{OB}^2 = h^2 + \left( S - \frac{B}{2} + \frac{t}{2} + \frac{\omega}{2} \right)^2$$

Behelyettesítve a második egyenlőségbe és megoldva

azon feltevésével, hogy  $b = t$ , akkor

$$S = \frac{1^2 + h^2}{2(B - \omega - t)} \quad \text{és} \quad B = \frac{1^2 + h^2}{2 \cdot S} + \omega + t,$$

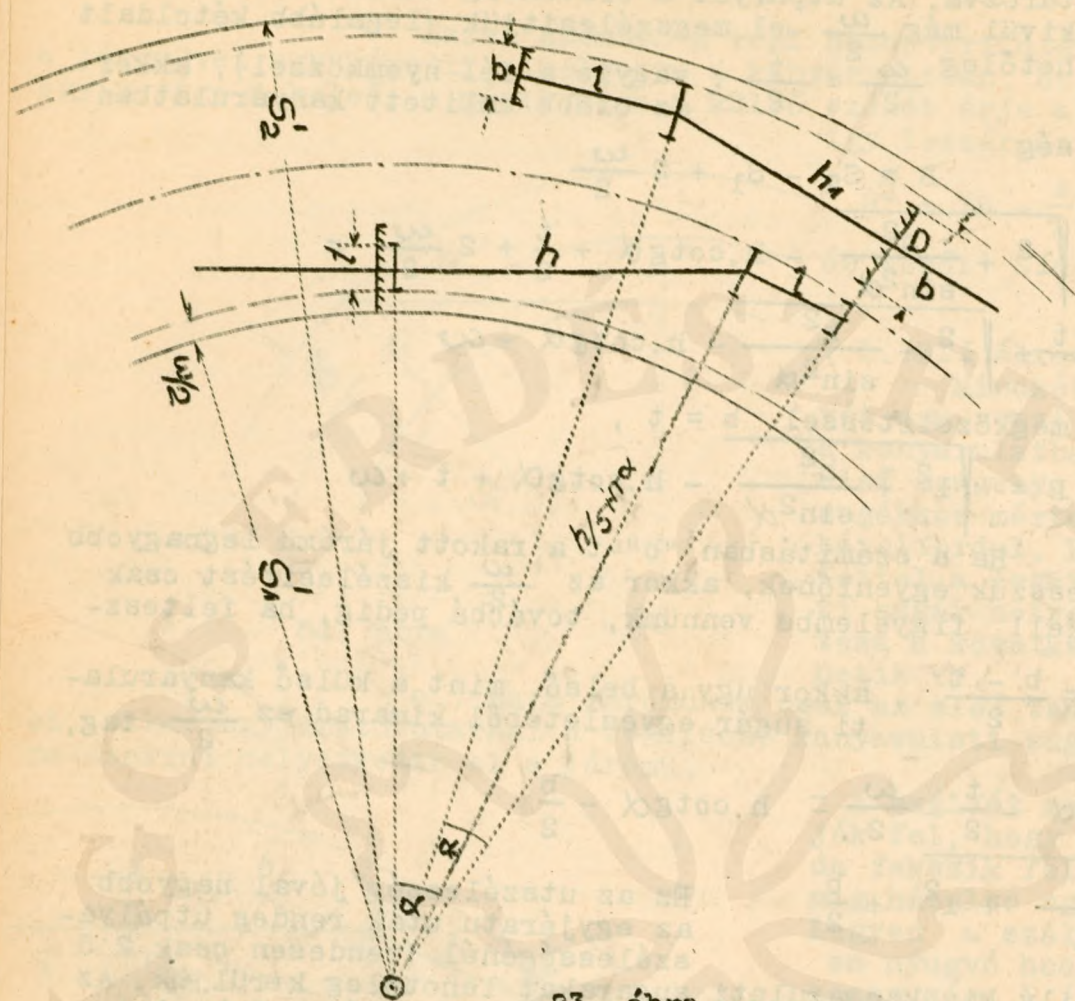
ha ismét  $b = b_1 + 2 \frac{\omega}{2}$ , vagyis a kocsi ürszelvényének szélességét vesszük

$$S = \frac{1^2 + h^2}{2(B - b)} \quad \text{és} \quad B = \frac{1^2 + h^2}{2 \cdot S} + b$$

Kétjáratu utakon csak a kanyarulat belső oldalán haladó járómű első tengelye fordulhat el a teljes szöggel, míg a külső oldalon levő járómű csak ennél kisebb  $\alpha_1$  szöggel. A két szembejövő járómű legkedvezőtlenebb elhelyezkedése a 83. ábrából vehető ki:

Legyen ismét  $\frac{l}{b_1}$  a rud hosszúsága,  
 $h$  belső kocsi hosszúsága,  $\frac{l}{b_1}$  a vonó állatok részére szükséges szélesség  
 $t = \frac{l+\omega}{2} = b$  a járómű szélessége,  $t$  a járómű keréknymköze

$h_1$  a külső járómű hosszúsága,  $\alpha$  az első kerék legnagyobb elfordulása  
 $S$  a kanyarulati sugár az ut tengelyében



83. ábra

$$S'_1 = h \cdot \cotg \alpha - \frac{t}{2} - \frac{\omega}{2}; \quad \tg \alpha_1 = \frac{h_1}{OD}$$

$$OD = \sqrt{1^2 + \frac{h^2}{\sin^2 \alpha}} + \frac{b_1 + \omega}{2} + \frac{t + \omega}{2} \quad \text{ha } b_1 = t, \text{ akkor}$$

$$OD = \sqrt{1^2 + \frac{h^2}{\sin^2 \alpha}} + b_1 + \omega, \quad \text{ennélfogva}$$

$$S'_2 = \frac{\omega + b_1}{2} + \sqrt{1^2 + \frac{h_1^2}{\sin^2 \alpha_1}}$$

A tengelyben a legkisebb kanyarulati sugár nagysága lesz:

$$S_{\min.} = \frac{S'_1 + S'_2}{2} = \frac{h \cdot \cotg \alpha - \frac{t}{2} + \frac{b_1}{2} + \sqrt{1^2 + \frac{h_1^2}{\sin^2 \alpha_1}}}{2}$$

$$S_{\min.} = \frac{h \cdot \cotg \alpha + \sqrt{1^2 + \frac{h_1^2}{\sin^2 \alpha_1}}}{2} + \frac{b_1 - t}{4}; \quad \text{ha } b_1 = t, \text{ akkor}$$

$$S_{\min} = \frac{h \cdot \cotg \alpha + \sqrt{1^2 + \frac{h_1^2}{\sin^2 \alpha_1}}}{2}$$

A hozzátartozó ut szélessége pedig

$$B_0 = S'_2 - S_1$$

Ha a számítás egyszerűsítése végett az utpályának két oldalán  $\frac{w}{2}$  - el való kiszélesítését azáltal vesszük tekintetbe, hogy a vonó állatok részére szükséges  $b_1$  szélesség helyett a járómű ürszelvényének szélességét "b"-t vesszük

$$S_{\min.} = \frac{h \cdot \cotg \alpha + \sqrt{l^2 + \frac{a_1^2}{\sin^2 \alpha_1}}}{2} \quad (b = b_1 + \frac{w}{2}), \text{ akkor}$$

Az ut szélessége pedig

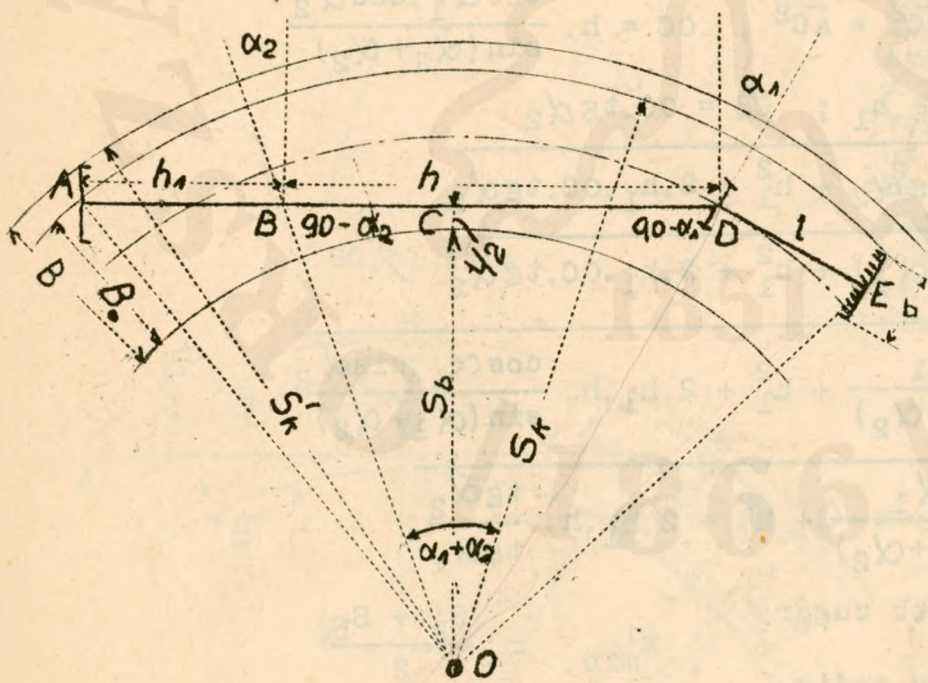
$$B = S_2'' - S_1'' = \frac{b}{2} + \sqrt{l^2 + \frac{h_1^2}{\sin^2 \alpha_1}} - h \cdot \cotg \alpha + \frac{b}{2} =$$

$$= b + \sqrt{l^2 + \frac{h_1^2}{\sin^2 \alpha_1}} - h \cdot \cotg \alpha$$

A kétjáratu utakat azonban még a kanyarulatokban sem kell ilyen szélesre készítenünk, mert hiszen a két szembejövő kocsi nem kell épen a legélesebb kanyarulatban találkozzék, hanem költségkimézés nézőpontjából az egyik kocsi mindig megvárhatja, míg a szembe jövő kocsi a kanyarulatban már áthaladt. Ez azonban bizonyos késedelemmel jár.

Ha szálfa, vagy hosszú anyag szállító kocsi első és hátulsó tengelye is elforgatható, akkor a kanyarulatban az utpálya bővítése el is maradhat, mert ügyes fuvaros a hátulsó tengelyt mindig annyira elforgathatja, hogy az első és utolsó kerékpárck egy nyomon haladjanak.

Ily járóművek alkalmazásánál a legkisebb kanyarulati sugarat a 2. tengely elfordulási szögén kívül megszabja azon feltétel, hogy a kanyarulatban a hosszufa, vagyis a rakomány tengelye legalább félnyomköznyire az utpályán belül maradjon.



84. ábra

$$S_k = OE + \frac{b}{2}$$

$$OE^2 = l^2 + OD^2 \quad \text{de}$$

$$\frac{OD}{BD} = \frac{OD}{h} = \frac{\sin(90^\circ - \alpha_2)}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}$$

$$OD = h \cdot \frac{\cos \alpha_2}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}$$

$$S_k = \sqrt{l^2 + h^2 \frac{\cos^2 \alpha_2}{\sin^2(\alpha_1 + \alpha_2)}} + \frac{b}{2}$$

$$(S_b + \frac{t}{2}) = OD \cdot \sin(90^\circ - \alpha_1) =$$

$$= OD \cdot \cos \alpha_1$$

$$\text{és } OD = h \cdot \frac{\cos \alpha_2}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}$$



$$S_b = h \cdot \frac{\cos\alpha_1 \cos\alpha_2}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} - \frac{t}{2} = \frac{h}{\operatorname{tg}\alpha_1 + \operatorname{tg}\alpha_2} - \frac{t}{2}$$

A tengelyben pedig a sugár:

$$S = \frac{S_k + S_b}{2} = \left[ \frac{h}{\operatorname{tg}\alpha_1 + \operatorname{tg}\alpha_2} - \frac{t}{2} + \frac{b}{2} + \sqrt{1^2 + h^2 \frac{\cos^2\alpha_2}{\sin^2(\alpha_1 + \alpha_2)}} \right] : 2$$

$$S = \frac{b - t}{4} + \frac{\sqrt{1^2 + h^2 \frac{\cos^2\alpha_2}{\sin^2(\alpha_1 + \alpha_2)}}}{2} + \frac{h}{2(\operatorname{tg}\alpha_1 + \operatorname{tg}\alpha_2)}$$

A szükséges utszélesség pedig:

$$B_0 = S_k - S_b = \sqrt{1^2 + h^2 \frac{\cos^2\alpha_2}{\sin^2(\alpha_1 + \alpha_2)}} + \frac{b}{2} - \frac{h}{\operatorname{tg}\alpha_1 + \operatorname{tg}\alpha_2} + \frac{t}{2}$$

$$B_0 = \sqrt{1^2 + h^2 \frac{\cos^2\alpha_2}{\sin^2(\alpha_1 + \alpha_2)}} - \frac{h}{\operatorname{tg}\alpha_1 + \operatorname{tg}\alpha_2} + \frac{b + t}{2}$$

Ha pedig  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ , akkor

$$S = \frac{b - t + h \cdot \operatorname{cotg}\alpha}{4} + \sqrt{4 \cdot 1^2 + \frac{h^2}{\sin^2\alpha}} \quad \text{és}$$

$$B_0 = \frac{b + t - h \cdot \operatorname{cotg}\alpha}{2} + \sqrt{4 \cdot 1^2 + \frac{h^2}{\sin^2\alpha}}$$

Ha pedig azt akarjuk, hogy a szálfa vége is belül maradjon az uton, az utnak olyan szélesnek kell lennie, hogy a szálfa végén a rakomány szélessége éppen az ut szélét érje.

$$S'_k = OA + \frac{b}{2}; \quad OA = \sqrt{OC^2 + AC^2}; \quad OC = h \cdot \frac{\cos\alpha_1 \cdot \cos\alpha_2}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}$$

$$AC = CB + BA = CB + h_1; \quad CB = OC \cdot \operatorname{tg}\alpha_2$$

$$OA = \sqrt{OC^2 + OC^2 \cdot \operatorname{tg}^2\alpha_2 + h_1^2 + 2 \cdot h_1 \cdot OC \cdot \operatorname{tg}\alpha_2}$$

$$OA = \sqrt{OC^2(1 + \operatorname{tg}^2\alpha_2) + h_1^2 + 2 \cdot h_1 \cdot OC \cdot \operatorname{tg}\alpha_2}$$

$$S'_k = \frac{b}{2} + \sqrt{h \cdot \frac{\cos^2\alpha_1}{\sin^2(\alpha_1 + \alpha_2)} + h_1^2 + 2 \cdot h_1 \cdot h \cdot \frac{\cos\alpha_1 \cdot \sin\alpha_2}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}} =$$

$$= \frac{b}{2} + \sqrt{h \cdot \frac{\cos^2\alpha_1}{\sin^2(\alpha_1 + \alpha_2)} + h_1^2 + 2 \cdot h_1 \cdot h \cdot \frac{\operatorname{tg}\alpha_2}{\operatorname{tg}\alpha_1}}$$

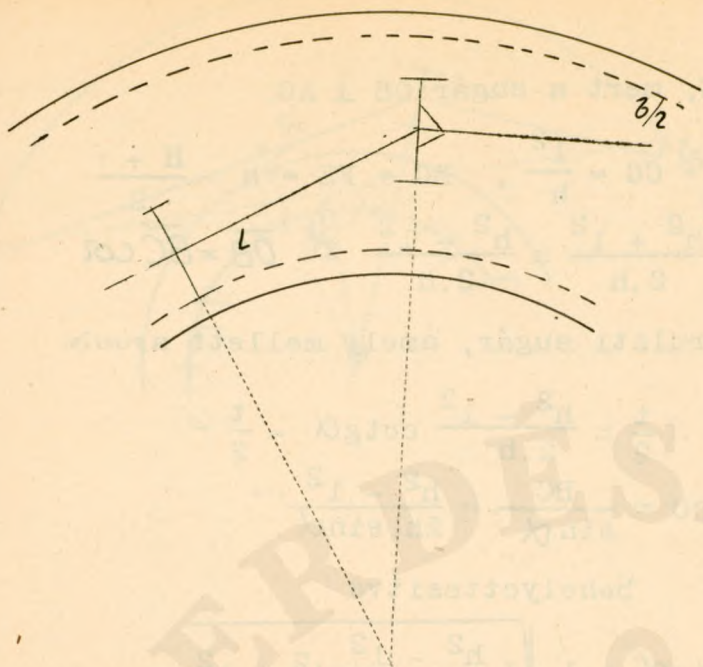
és a tengelyben a legkisebb sugár:

$$S'_{\text{min}} = \frac{S'_k + S_b}{2}$$

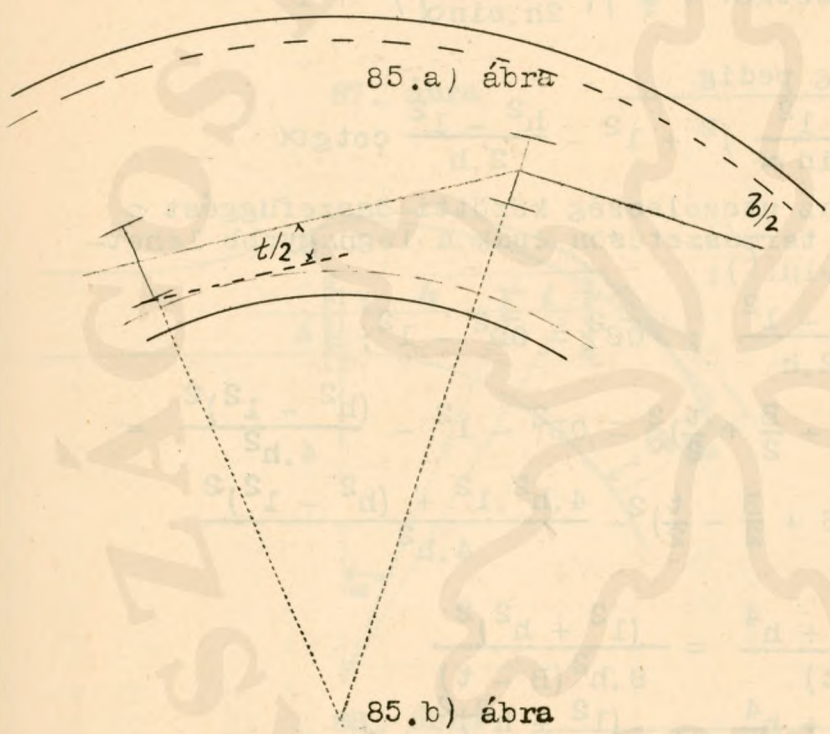
az ut szükséges szélessége pedig:

$$B = S'_k - S_b$$

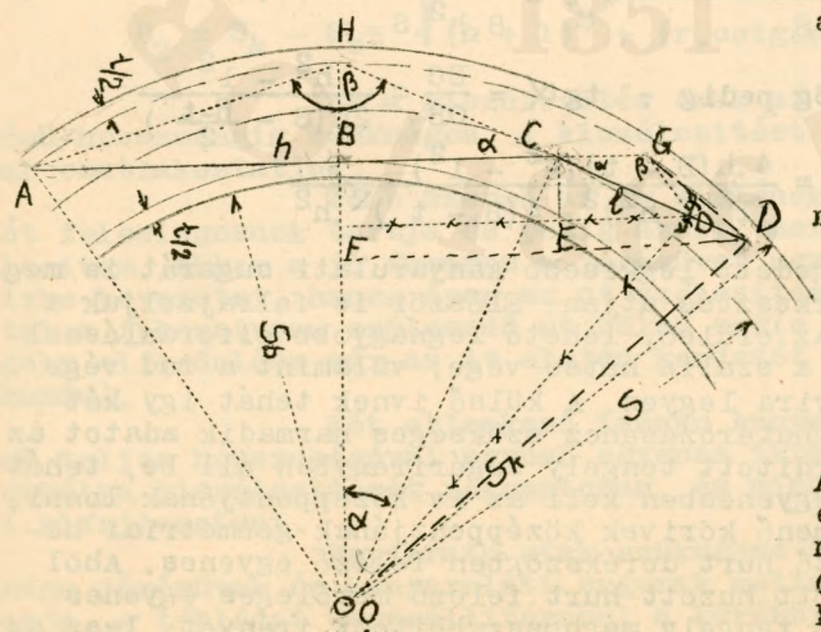
A legkisebb kanyarulati sugarat és a hozzátartozó utszélességet e hcsszadalmos számítások helyett egyszerűbben, grafikusán is meghatározhatjuk. T. i. léptékben a járóműveket az előbb tárgyalt legkedvezőtlenebb állásokban kell megrajzolni, és a.) csak az előző elforgatható tengellyel bíró járóműveknél a hátsó és a tel-



85.a) ábra



85.b) ábra



86. ábra

jes  $\alpha$  szöggel elforgatott mellső meghosszabbításának metszéspontja adja a körív középpontját; mindkét elforgatható tengely esetén pedig az elforgatott tengelyek meghosszabbítása adja a körív középpontját. (85 a) és b) ábrák). Mindkét esetben a középpontból körzővel meghúzzuk a legbelső és legkülső ívet. A kettő közepe adja az út tengelyének sugarát, a kettő különbsége pedig a hozzátartozó utszélességet.

Ventató utakon való szállításnál a szálfá, vagy rönk vagy teljes hosszúságában a talajon lesz huzva, akár emberi, akár állati vonóerővel, vagy a szálfának, rönknek csak egyik vége tengelyre, szánra feltéve. Előbbi esetben a legkisebb kanyarulati sugár a Schuberg-féle képlettel állapítható meg, utóbbi esetben pedig a szálfá hosszúságából és a tengely elfordulási szögéből megállapítva. Legkedvezőtlenebb elhelyezése a szálfának a kanyarulatban utóbbi esetben az, hogy a szálfá a keréknyomköz ( $t = 1.10 - 1.00$  m.) féltávjára megközelíti az út belső szélét, míg a lehető  $\alpha$  szöggel elfordult rud és a szálfá vége az út külső szélétől  $\frac{t}{2}$  távolságra van, amint azt a 86. ábra mutatja.

$$OB = S_b + \frac{t}{2}$$

$$OD = S_k - \frac{t}{2} \quad (\text{csak megközelítőleg})$$

$$OD^2 = CD^2 + OC^2 \quad \text{és}$$

$$OC^2 = EC^2 + OB^2$$

$$OD^2 = CD^2 + BC^2 + OB^2$$

$AHC\Delta \sim CGD\Delta$ , mert  $\alpha$  és  $\beta$  egyenlő, 2 oldal párhuzamos. De  $HC \sim CD = 1$ , mert  $OC \perp HD$ , a sugár pedig a húr felezőpontjára áll merőlegesen.

Viszont épen így  $AB = BG$ , mert a sugár  $OB \perp AG$ .

$$\frac{AC}{CH} = \frac{CD}{CG} = \frac{h}{1} = \frac{1}{CG} \quad \text{és ebből} \quad CG = \frac{1^2}{h}, \quad BC = FE = h - \frac{H+1}{2}$$

$$BC = FE = h - \frac{h + \frac{1^2}{h}}{2} = h - \frac{h^2 + 1^2}{2 \cdot h} = \frac{h^2 - 1^2}{2 \cdot h} \quad \overline{OB} = \overline{BC} \cot \alpha$$

A lehető legkisebb kanyarulati sugár, amely mellett azonban már utszélesítés szükséges:

$$S_{\min.} = \frac{S_k + S_b}{2} \quad ; \quad S_b = OB - \frac{t}{2} = \frac{h^2 - 1^2}{2 \cdot h} \cot \alpha - \frac{t}{2}$$

$$S_k = \sqrt{\overline{OC}^2 + 1^2} + \frac{t}{2}, \quad \text{ahol} \quad \overline{OC} = \frac{BC}{\sin \alpha} = \frac{h^2 - 1^2}{2h \cdot \sin \alpha}$$

$$S_k = \frac{t}{2} + \sqrt{\left(\frac{h^2 - 1^2}{2h \cdot \sin \alpha}\right)^2 + 1^2} \quad \text{behelyettesítve}$$

$$S_{\min.} = \frac{S_k + S_b}{2} = \frac{h^2 - 1^2}{4 \cdot h} \cot \alpha + \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{h^2 - 1^2}{2h \cdot \sin \alpha}\right)^2 + 1^2}$$

A szükséges utszélesség pedig

$$B = S_k - S_b = t + \sqrt{\left(\frac{h^2 - 1^2}{2h \cdot \sin \alpha}\right)^2 + 1^2} - \frac{h^2 - 1^2}{2 \cdot h} \cot \alpha$$

A kanyarulati sugár és az utszélesség közötti összefüggést a következőképpen hozhatjuk le (de természetesen csak a legnagyobb lehetséges " $\alpha$ " elfordulás értékén belül!):

$$\overline{OB}^2 = \overline{OC}^2 - \overline{BC}^2 \quad ; \quad BC = \frac{h^2 - 1^2}{2 \cdot h} \quad ; \quad \overline{OC}^2 = \overline{OD}^2 - 1^2;$$

$$\overline{OD} = S + \frac{B}{2} - \frac{t}{2} \quad ; \quad \overline{OB}^2 = \left(S - \frac{B}{2} + \frac{t}{2}\right)^2 = \overline{OD}^2 - 1^2 - \frac{(h^2 - 1^2)^2}{4 \cdot h^2}$$

$$= \left(S + \frac{B}{2} - \frac{t}{2}\right)^2 - \frac{4 \cdot h^2 \cdot 1^2 + (h^2 - 1^2)^2}{4 \cdot h^2}$$

és végrehajtva a műveletet

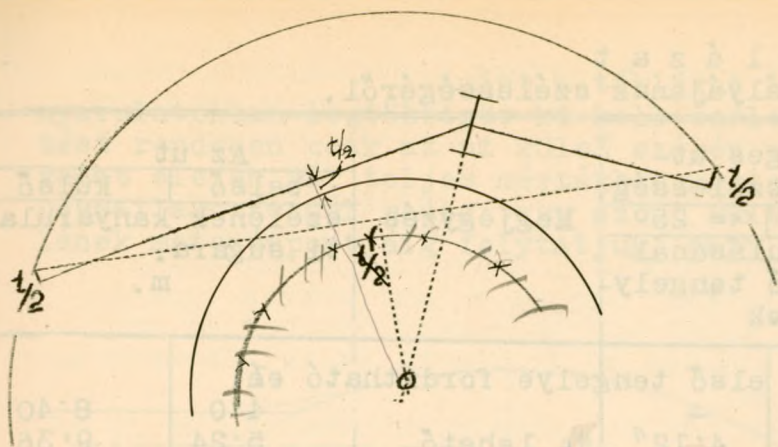
$$S = \frac{1 + 2 \cdot 1^2 \cdot h^2 + h^4}{8 \cdot h^2 (B - t)} = \frac{(1^2 + h^2)^2}{8 \cdot h^2 (B - t)}$$

$$B = \frac{1^4 + 2 \cdot 1^2 \cdot h^2 + h^4}{8 \cdot h^2 \cdot S} + t = \frac{(1^2 + h^2)^2}{8 \cdot h^2 \cdot S} + t$$

a szükséges elfordulási szög pedig:  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{BC}{OB} = \frac{h^2 - 1^2}{2h \left(S - \frac{B-t}{2}\right)}$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4 \cdot h (B - t) (h^2 - 1^2)}{(1^2 + h^2)^2 - 4 (B - t)^2 \cdot h^2}$$

Vontató utak megengedett legkisebb kanyarulati sugarát is meghatározhatjuk egyszerű szerkesztés útján. Először is felrajzoljuk a rönköt, vagy a szálfát és az elülső, lehető legnagyobb elfordulással a rudat. Feltételünk, hogy a szálfá hátsó vége, valamint a rud vége az út szélétől  $\frac{t}{2}$  távolságyra legyen. A külső ívnek tehát így két pontja ismeretes. Az ív meghatározásához szükséges harmadik adatot az szolgáltatja, hogy az elfordított tengely sugárirányban áll be, tehát a tengelyt meghosszabbító egyenesben kell az ív középpontjának lenni. Másrészt 2 adott ponton átmenő körívek középpontjának geometriai helye a két ívpontot összekötő hirt derékszögben felező egyenes. Ahol tehát az A és B pontok között húzott hirt felező merőleges egyenes metszi az első, elfordított tengely meghosszabbított irányát, lesz az



87. ábra

iv középpontja. A külső iv tehát megrajzolható, a belső koncentrikus iv pedig ugyan-ezen középpontból húzható, a középpontból a szálfá tengelyére húzott merőlegesnek a  $\frac{t}{2}$  hosszúsággal kisebbített sugárral. (87. ábra).

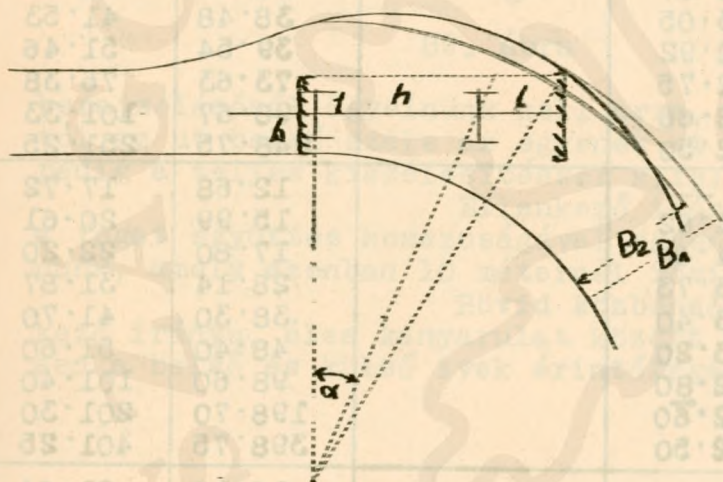
Az elfordított ruddal történt legkisebb kanyarulati sugár és a hozzátartozó utszélesség kiszámításánál egyes mérnökök szerint a kiszámított utszélesség nem elegendő ahhoz, hogy a kanyarulatba érő járómű a számításnak megfelelően elhelyezkedjék, mert a járómű első tengelye csak akkor kezdi elfordulását, amidőn a járómű hátsó tengelye is már elérte az iv elejét és így a kanyarulat elején az utnak megfelelő kiszélesítése szükséges. A kiszélesítés nagysága egyszerűen kiszámítható, ha a 88. ábra szerint a járóművet egyenes rudállásban, az érintő irányában helyezzük el és a vonóállat részére szükséges mellső, külső tér által leírt körív sugarából levonjuk a belső kerék előbb megállapított iv sugarát.

Tehát

$$S_k^2 = (h + l)^2 + (S_b + b)^2$$

$$\text{De } S_b = r \cdot \cotg \alpha_1 - \frac{b}{2}$$

$$S_k = S_b + B_2$$



88. ábra

$$B_2 = S_k - S_b = \sqrt{(h + l)^2 + \left(r \cdot \cotg \alpha_1 + \frac{b}{2}\right)^2} - r \cdot \cotg \alpha_1 + \frac{b}{2}$$

Ez a kiszélesítés csak az iv kezdetétől kezdve egy járómű-hosszúságig szükséges. A kiszélesítést az ut külső oldalához ivvel csatlakoztatjuk.

Több szerző az iv elejének ilyen mérvű kiszélesítését feleslegesnek tartja és pedig azért, mert ha az ivben az utat szélesítem, akkor a jó fuvaros a járóművet úgy sem fogja érintőlegesen az ivbe bevezetni, hanem épen az ut szélesítés miatt ferdén, a vonó állattal a fokozatosan szélesedő ut külső széle felé, úgy, hogy az első tengely elfordulása már az iv elején kezdetét veheti. (Löwe: Strassenbaukunde).

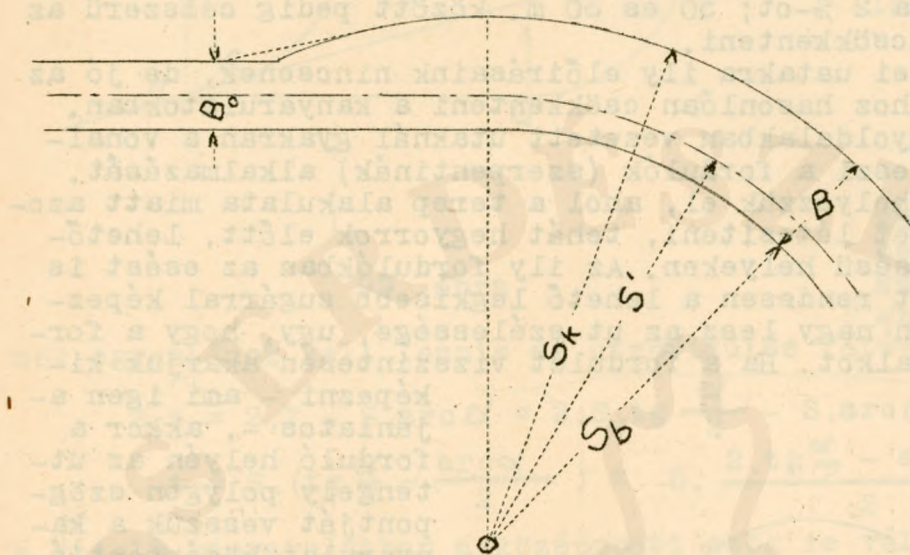
Két ellenkező irányú kanyarodó között legalább a fogat teljes hosszúságával egyező egyenes iktatandó be. Kanyarulatban az utpálya kiszélesítését fokozatosan, és mindig csak a külső oldalon kell kifejleszteni.

Egyjáratu utak szükséges szélességét különböző hosszúságú járóművek és kanyarulati sugarak mellett a következő táblázat mutatja. A táblázat összeállításánál a keréknyomköz  $t = 1'20$  m és  $\omega = 1'20$  m., a járómű teljes szélessége  $b = 2'40$  m.

T á b l á z a t  
egyjáratu utak pályájának szélességéről.

Kanyarulati sugár az ut középszéles- ségében mér- ve. m.	A kocsi rud- hosz- sza. m.	A két ten- gely táv- sága.	Szükséges ut- pálya szélesség.		Megjegyzés	Az ut	
			$\alpha=30^\circ$	$\alpha=25^\circ$		belső	külső
			elfordulásánál az első tengely- nek			szélének kanyarula- ti sugara. m.	
a.) A							
6'20	4'0	3'0	4'40	-		4'0	8'40
7'30			4'12	4'12"	)A lehető legkisebb sugár $\alpha=25^\circ$ mellett.	5'24	9'36
10'00			3'65	3'65		8'18	11'83
12'00			3'44	3'44		10'28	13'72
15'00			3'23	3'23		13'39	16'62
20'00			3'02	3'02		18'49	21'51
30'00			2'82	2'82		28'59	31'41
40'00			2'71	2'71		38'64	41'35
50'00			2'65	2'65		48'68	51'33
100'00			2'52	2'52		90'74	101'26
125'00			2'50	2'50		123'75	126'25
11'50	4'0	6'0	4'66	--			9'17
13'80			4'26	4'26		11'67	15'93
15'00			4'13	4'13		12'94	17'07
20'00			3'70	3'70		18'15	21'85
30'00			3'27	3'27		28'37	31'64
40'00			3'05	3'05		38'48	41'53
50'00			2'92	2'92		39'54	51'46
75'00			2'75	2'75		73'63	76'38
100'00			2'66	2'66		98'67	101'33
250'00			2'50	2'50		248'75	251'25
15'20	4'0	8'0	5'04	--		12'68	17'72
18'30			4'62	4'62		15'99	20'61
20'00			4'40	4'40		17'80	22'20
30'00			3'73	3'73		28'14	31'87
40'00			3'40	3'40		38'30	41'70
50'00			3'20	3'20		48'40	51'60
100'00			2'80	2'80		98'60	101'40
200'00			2'60	2'60		198'70	201'30
400'00			2'50	2'50		398'75	401'25
18'90	4'0	10'0	5'48	--		16'16	21'64
22'70			5'05	5'05		20'18	25'23
25'00			4'72	4'72		22'64	27'36
30'00			4'33	4'33		28'33	31'66
40'00			3'85	3'85		38'08	41'93
50'00			3'56	3'56		48'22	51'78
100'00			2'98	2'98		98'51	101'49
200'00			2'69	2'69		198'65	201'34
500'00			2'52	2'52		498'74	501'26
30'00	4'0	16'0	6'94	--		26'53	33'47
36'10			5'95	5'95		33'13	39'08
40'00			5'80	5'80		37'10	42'90
50'00			5'12	5'12		47'44	52'56
100'00			3'76	3'76		98'12	101'88
200'00			3'08	3'08		198'46	201'54
500'00			2'67	2'67		498'67	501'34
1000'00			2'53	2'53		999'74	1001'27

Amint a táblázat is mutatja, a kisebb sugaru kanyarulatokban legtöbbször ki kell szélesíteni az utat. Az ut kiszélesítést rendszeren csak az ut külső szélén végezzük olyképen, hogy a kanyarulat elején már teljes mértékben meglegyen, az egyenes szakaszba való becsatlakozásánál pedig vagy az ut külső ívét az egyenes utszakasz szélének metszéspontjáig folytatjuk, vagy az ut kiszélesítését fokozatosan végezzük érintőlegesen. Ilyenkor a kitűzés egyszerűsítése végett a tengelyvonal kitűzésénél nem a kanyarulatban kiszélesített ut középvonalában tűzzük ki a tengelyt, hanem az ut egyenes tengelyéhez érintőlegesen. Az ívet tehát nem a kanyarulatban kiszélesített ut közepére megállapított sugár, hanem az egyenes utszakasz félszélességével nagyobbított belső sugár szerint kell kitűzni. Természetesen ilyenkor a földmunka vázolásánál, avagy a keresztmetszelvekben a műszelvény



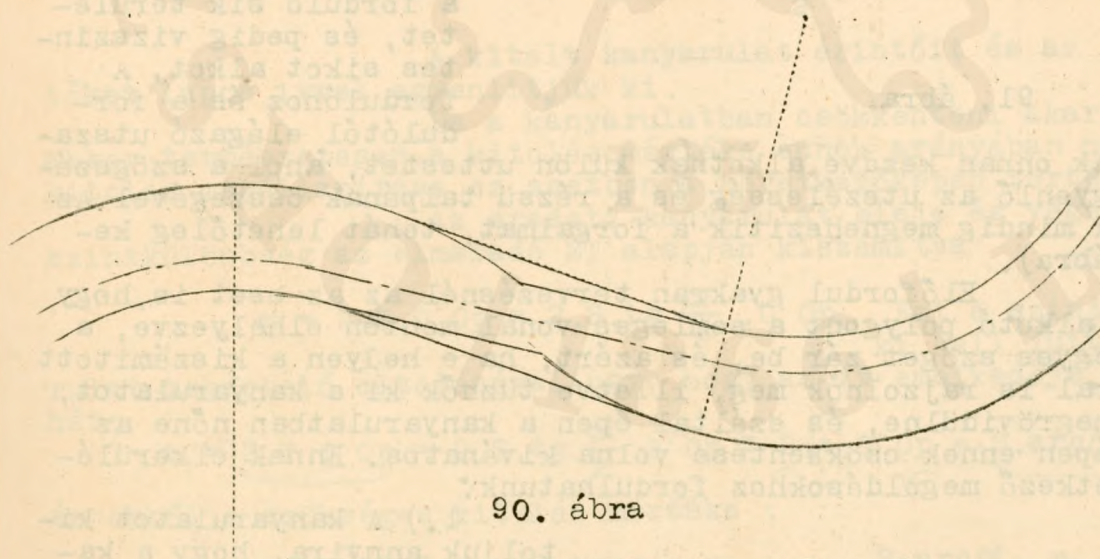
89. ábra

berajzolásánál ügyelnünk kell arra, hogy az így kitűzött tengelyvonalról az ut belső széle az egyenes ut félszélességére, az ut külső széle pedig a teljes kiszélesítéssel kifelé tolandó.

Ellenkező irányú kanyarulatok között a járómű és a fogat együttes hosszúságával egyenlő közbenső egyenes<sup>mn</sup> kell beiktatnunk, amely azonban 10 méternél rövidebb nem lehet.

Rövid közbenső egyenessel kapcsolódó két, ellenkező irányú, éles kanyarulat között a közbenső egyenest, az utat rendszeren a belső és külső ívek érintőleges összeköttetésében képezzük ki.

(90. ábra).



90. ábra

A körívek sugara 50 - 300 m.-re veendő és a te-  
repviszonyok szerint állapítandó meg és pedig lehetőleg 10 m.-es kike-  
rekítéssel.

Szükség esetén a sugár 30 m.-ig, fordulónál, ha a körív egy negyed körnél hosszabb, vagyis a középponti szög 90°-nál nagyobb; 20 m.-ig, ha az uton szálfá-szállítás nincsen; 15 méterig is le-  
szállítható. Két ellenkanyarulat közé 20 méter, kivételesen 10 m. köz-  
benső egyenes iktatandó be.

Állami  
utak tervezé-  
sénél alkalmaz-  
ható kanyaru-  
lati sugarak-  
ra vonatkozó-  
lag a követke-  
ző előírások  
tartandók be.  
(A m. kir. ál-  
lamépítészeti  
hivatalok szol-  
gálatára vonat-  
kozó műszaki ut-  
tasítás 4432/912  
keresk. min.  
rendelet.)

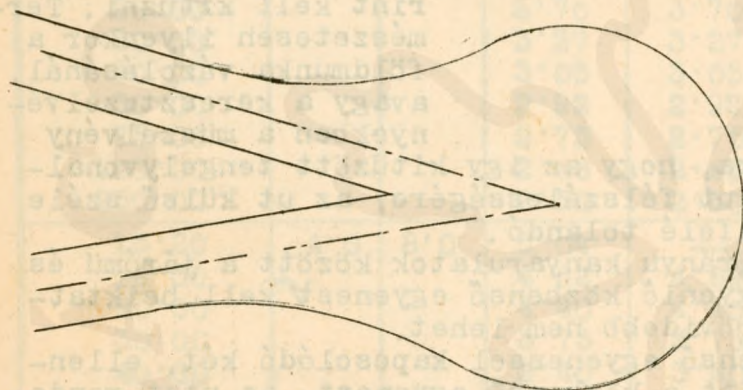
A kanyarulatokban szükséges utszélességre vonatkozólag az új előírás határozott szabályt nem ír elő, hanem csak annyit mond, hogy éles kanyarulatokban az utpálya megfelelően szélesítendő.

Erdei utakra vonatkozólag a kanyarulati sugár és az ivben fekvő utpályaszélesség mindig a leszállítandó választék és a helyi fuvarszközök alapján állapítandó meg. Kanyarulatokban azonkívül még az emelkedőt is csökkenteni szokás. Így az állami utakra vonatkozó előírás szerint a 30 m. és az ennél kisebb sugaru ivekben az emelkedő nem haladhatja meg a 2 %-ot; 50 és 30 m. között pedig célszerű az emelkedőt legalább  $\frac{1}{5}$ -el csökkenteni.

Erdei utakra ily előírásaink nincsenek, de jó az emelkedőt az állami utakhoz hasonlóan csökkenteni a kanyarulatokban.

Hogyoldalokban vezetett utaknál gyakran a vonalfejlesztés szükségessé teszi a fordulókat (szerpentinák) alkalmazását. Az ilyen fordulókat ott helyezük el, ahol a terep alakulata miatt azokat kis földmunkával lehet létesíteni, tehát hegyorrok előtt, lehetőleg lapályos, kis oldalesésű helyeken. Az ily fordulóban az esést is csökkentjük. A fordulókat rendszeren a lehető legkisebb sugárral képezzük ki, ennek megfelelően nagy lesz az ut szélessége, úgy, hogy a forduló gyakran egy platót alkot. Ha a fordulót vízszintesen akarjuk ki-

képezni - ami igen ajánlatos -, akkor a forduló helyén az ut-tengely polygon szög-pontját vesszük a kanyarulat középpontjának, és e körül az előbb levezetett képletek alapján utkülső részére kiszámított lehető legkisebb sugárral megrajzoljuk, illetve kitűzzük a forduló külső szélét, és ezt ellenívvvel be-kötjük az egyenes ut-szakasz külső szélé-hez. Ebben az esetben a forduló sík területet, és pedig vízszintes síkot alkot. A fordulóhoz és a fordulótól elágazó utszak-

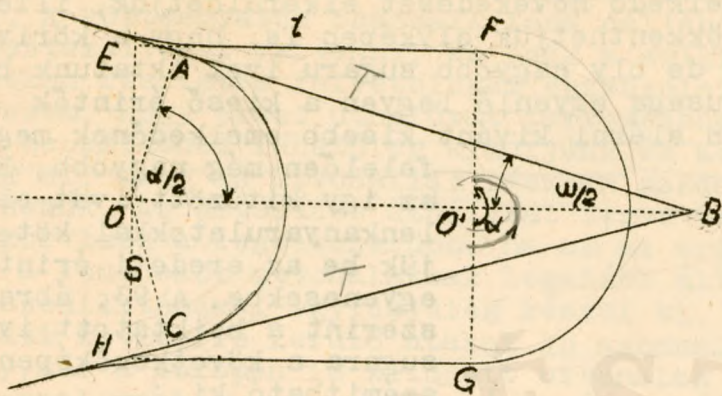


91. ábra

kaszok pedig csak onnan kezdve alkotnak külön uttestet, ahol a szög-szárak távolsága egyenlő az utszélesség és a rézsű talpának összegével. Az ilyen utfordulók mindig megnehezítik a forgalmat, tehát lehetőleg kerülendők. (91. ábra).

Előfordul gyakran tervezésnél az az eset is, hogy az ut tengelyét alkotó polygont a semleges vonal mentén elhelyezve, a 2 érintő igen hegyes szöget zár be, és azért, ha e helyen a kiszámított minimális sugárral is rajzolnók meg, illetve tűznők ki a kanyarulatot, a vonal nagyon megrövidülne, és ezáltal épen a kanyarulatban nőne az emelkedő, noha épen ennek csökkentése volna kívánatos. Ennek elkerülése végett a következő megoldásokhoz fordulhatunk:

1.) A kanyarulatot kitoljuk annyira, hogy a kanyarulati iv és a kitolás által nyert uthosszuság egyenlő legyen a levágott érintők hosszúságával. Ilyenkor a kanyarulatban ugyanolyan emelkedőnk lesz, mint



92. ábra

nek egyenlőnek kell lennie az utróvidülés felével.

$$2 \cdot t = 2 \cdot T - S \cdot \text{arc} \alpha = 2 \cdot S \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2} - S \cdot \text{arc} \alpha, \text{ és ebből}$$

$$t = S \cdot \left( \text{tg} \frac{\alpha}{2} - \frac{\text{arc} \alpha}{2} \right) = S \cdot \frac{2 \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2} - \text{arc} \alpha}{2} \quad \text{illetve helyesebben, minthogy}$$

a kitolt kanyarulatban a középponti szög is változik

$$t = \frac{2 \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2} - \text{arc} \alpha_1}{2} \cdot S, \text{ ahol } \alpha_1 \text{ a kitolt ivhez tartozó középponti szög,}$$

$t$  pedig jelenti az iv kitolásának mértékét (vagyis az eredeti és a kitolt iv középpontjainak egymástól való távolságát). Ha például az iv középpontját a szögfelezőn toljuk el, és az így eltolt ivet a szögfelezővel párhuzamos  $EF \parallel HG \parallel OO_1$  egyenesekkel csatlakoztatjuk az eredeti egyenesek tengelyvonalához, akkor az eltolts kanyarulat középponti szöge  $180^\circ$  lesz, vagyis az eltolts iv hosszúsága

$$\text{arc} \alpha_1 = S \cdot \pi$$

A szükséges kitolás tehát

$$t = S \cdot \frac{2 \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2} - \pi}{2} = S \cdot \left( \text{tg} \frac{\alpha}{2} - \frac{\pi}{2} \right)$$

A kitolt kanyarulat érintőit és az eredeti érintőket lapos ivvel egyenlítjük ki.

Ha a kanyarulatban csökkenteni akarjuk az esést, akkor természetesen a kitolás mértéke ennek arányában nagyobb lesz. A kitolás megállapítása ez esetben a következőképpen történik.

Az eredeti kanyarulat eleje és vége között levő szintkülönbség az elmaradó  $2T$  alapján kiszámítva

$m = 2 \cdot T \cdot 0 \cdot Op = 2 \cdot S \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot 0 \cdot Op$ . Ezt a szintkülönbséget most ki kell futtatnunk a kanyarulat megfelelő eltolásával úgy, hogy az iv emelkedője  $p_1$  legyen, tehát:

$$m = (2 \cdot T \cdot 0 \cdot Op) = 2 \cdot S \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot 0 \cdot Op = 2 \cdot t \cdot 0 \cdot Op + (S \cdot \text{arc} \alpha_1 \cdot 0 \cdot Op)$$

és ebből a szükséges kitolás mértéke:

$$t = \frac{2 \cdot T \cdot p - S \cdot \text{arc} \alpha_1 \cdot p_1}{2 \cdot p} = T - \frac{S \cdot \text{arc} \alpha_1 \cdot p_1}{2p}$$

illetve  $T = S \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2}$  értéket behelyettesítve

$$t = S \left( \text{tg} \frac{\alpha}{2} - \text{arc} \alpha_1 \cdot \frac{p_1}{2p} \right)$$

volt az egyenesben. A 92. ábra szerint

$$AB = CB = S \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2}$$

Az ív hosszúsága volna

$$S \cdot \text{arc} \alpha = S \cdot \frac{\pi \cdot \alpha}{180^\circ \cdot 60 \cdot 60}$$

Az utróvidülés a kanyarulat következtében:

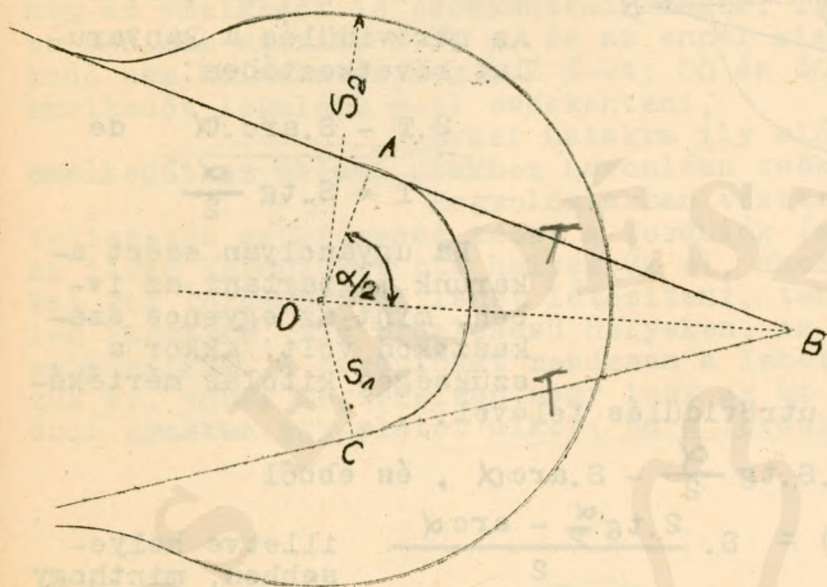
$$2 \cdot T - S \cdot \text{arc} \alpha \quad \text{de}$$

$$T = S \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2}$$

Ha ugyanolyan esést akarunk megtartani az ívben, mint az egyenes szakaszokon volt, akkor a szükséges kitolás mértéké-



b.) Az emelkedő növekedését elkerülhetjük, illetve a kanyarulatban az esést csökkenthetjük olyképen is, hogy a körív középpontját a helyén hagyjuk, de oly nagyobb sugaru ívet iktatunk be, hogy e nagyobb sugaru ív hosszúsága egyenlő legyen a kieső érintők hosszúságával, illetve az ívben elérni kívánt kisebb emelkedőnek megfelelően még nagyobb. És az így kitűzött ívt ellenkanyarulatokkal kötjük be az eredeti érintő egyenesekbe. A 93. ábra szerint a beiktatott ív sugara a következőképen számítható ki:



felelően még nagyobb. És az így kitűzött ívt ellenkanyarulatokkal kötjük be az eredeti érintő egyenesekbe. A 93. ábra szerint a beiktatott ív sugara a következőképen számítható ki:

$S_1$  az eredeti ív sugara  
Az ív következtében az utróvidülés velna

$$2T - S_1 \text{arc}\alpha = S_1(2\text{tg}\frac{\alpha}{2} - \text{arc}\alpha)$$

Az új ív sugarának oly nagynak kell lennie, hogy az avval rajzolt ív hosszúsága egyenlő legyen az eleső érintő egyenesek hosszúságával, tehát

$$2T = 2 \cdot S_1 \cdot \text{tg}\frac{\alpha}{2} = S_2 \cdot \text{arc}\alpha \quad \text{és ebből}$$

93. ábra

ből

$$S_2 = \frac{2 \cdot S_1 \cdot \text{tg}\frac{\alpha}{2}}{\text{arc}\alpha} = \frac{2 \cdot T}{\text{arc}\alpha}$$

Ebben az esetben az ívben lévő emelkedő egyenlő az eredeti  $p\%$ -al. Ha pedig az ívben az esést  $p\%$ -ról csökkenteni akarjuk  $p_1\%$ -ra, akkor az ív hosszúságának oly nagynak kell lennie, hogy  $p_1\%$ -os emelkedővel tudja leküzdeni az eredeti ív eleje és vége között (tehát A és C pontok között) való szintkülönbséget.

$$m = 2 \cdot T \cdot 0 \cdot \text{Cp} = 2 \cdot S_1 \cdot \text{tg}\frac{\alpha}{2} \cdot 0 \cdot \text{Op} = S_2 \cdot \text{arc}\alpha \cdot 0 \cdot \text{Op}_1$$

és ebből

$$S_2 = \frac{2 \cdot T}{\text{arc}\alpha} \cdot \frac{p}{p_1} = S_1 \cdot \frac{2 \cdot \text{tg}\frac{\alpha}{2}}{\text{arc}\alpha} \cdot \frac{p}{p_1}$$

A bekötő ellenkanyarulatok sugarát a terepviszonyokhoz mérten az alsó határ betartásával tetszés szerint választhatjuk meg.

Az így meghosszabbított ut nem ogyezik mennyiségtanilag teljesen a számítás alapjával, hanem még hosszabb, ami csak az emelkedő csökkentésére szolgál, az eredmény tehát még kedvezőbb is.

Miután az itt részletesen tárgyalt feltételekre nézve a megállapodás megtörtént, következhetik az általános és nyomjelzés, ugyanolyan elvek szerint és eljárásokkal, mint azt már a vasutak nyomjelzésénél láttuk. Csak egyre kívánom még a figyelmet felhívni. T.i. az utak, eltekintve a a nagy jelentőségű főutaktól és az igen nehéz terepen haladó utaktól, a nagyobb emelkedő és a kisebb kanyarulati sugarak miatt nem igénylik azt a pontosságot a felvételeknél, mint a vasutak. Ennélfogva az utak részletes nyomjelzését legtöbbször egyszerű eszközökkel (fokives bot, lejtűző keret, libellás lécs) végezhetjük, sőt még a végleges tengelyvonal kitűzését is esetleg szögmérő műszer nélkül, tisztán szalaggal és kitűző rudakkal végezhetjük, amelyekkel gondos munka mellett, teljesen megfelelő pontosságot is érhetünk el. Vontató utaknál és kisebb jelentőségű földutakon gyakran az ideiglenes nyomvonal szolgálhat az építés bázisául

is, amelyen a lapos íveket, vagy egyáltalában nem, vagy parabolikus ívekkel tűzzük ki, és csak a nagyobb íveket kell részletesebben kitűzni. A költségvetés összeállításának céljából elég ogynéhány jellemző keresztmetszelynyt felvenni, és csak a sziklás, nehéz terepen futó szakaszon részletes felvételeket eszközölni. Egyuttal ismételten hangsúlyozom, hogy erdei uthálózat tervezésénél igen fontos, hogy a gazdasági beosztáshoz lehetőleg simuljunk és az uthálózat tervét úgy készítjük el, hogy az utvonaliak részben gazdasági határvonalul is szolgálhassunk. Az általános uthálózat terve tehát erdőgazdasági nézőpontból akkor lesz a legcélszerűbb, ha az az erdőrendezéssel karöltve történik, és a fontosabb utvonalaknak legalább általános tervezése az üzemterv összeállításával egyidejűleg készül el, és csak a legközelebbi 10 év alatt kivitelre kerülő utakat jó azonnal a terepen is nyomjelezni. Az ily, már a terepen is kitűzött utvonalak mentén, célszerű a kitűzés után azonnal gyalog, vagy lovagló ösvényt készíteni. Ennek az ösvénynök nemcsak az az előnye, hogy a tervezett ut vonalát a kitűzési karók elvezése esetén is fixirozza, hanem egyuttal a kezelő és védszemélyzetnek a járását megkönnyitse, az utvonat szinte mindenkor szem előtt van, azt sokszor bejárva gyakran szembeötlik, hol volna célszerű az építési költségek apasztása végett, avagy más okból a vonalvezetés részleges módosítása, továbbá a gyalogösvény építésénél megbontva a talajtakarót, elég jó utbaigazítást adhat az altalaj minőségére és így közvetve az építő költségek nagyságára is.

#### IV. Fejezet.

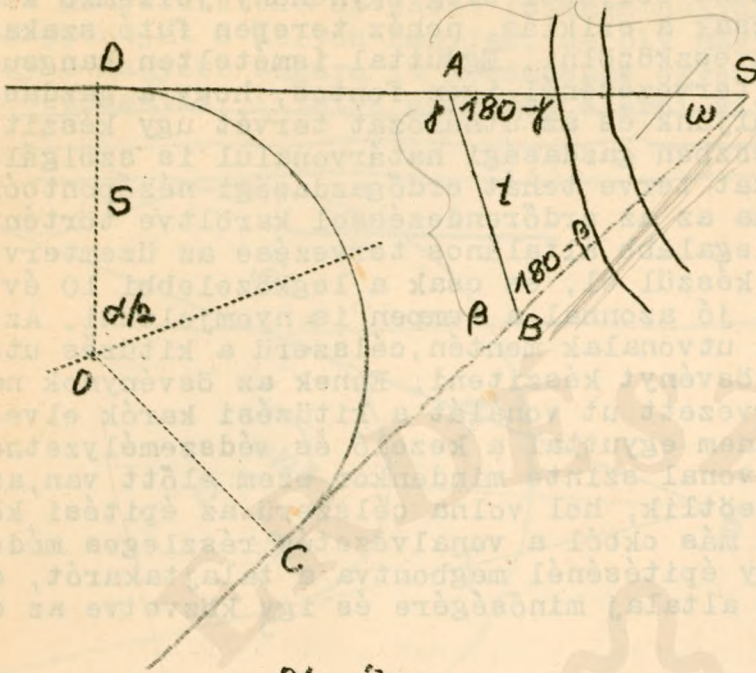
##### Kanyarulatok kitűzése.

Az ut- és vasutvonal tengelyének kitűzésénél az egyenesek és ívek kitűzését a legkülönbözőbb módszerekkel a geodesia részletesen tárgyalja. Ezzel tehát itt bővebben nem foglalkozunk, csak néhány gyakorlati eljárást ismertetünk.

##### 18.§. Körkanyarulatok kitűzése.

Miután az ut, vasut vonalát alkotó egyeneseket és az egyenesek metszéspontjait az u.n. szögpontokat, akár a részletes helyszinrajz és a felvételi polygon alapján, akár pedig közvetlenül a terepen fixiroztuk, következik az ívek kitűzése. A kitűzés vasutaknál kizárólag vízszintes körrel ellátott műszerrel, legtöbbször tachyméterrel történik, míg alárendeltebb utaknál esetleg egyszerűbb eszközökkel is.

Ha lehetséges, akkor az érintő egyenesek metszéspontján, a szögponon állunk fel és mindkét szögszárat (érintő egyenest) megirányozva, a szögleolvasások különbségéből kiszámítjuk az érintők által bezárt szöget. Ha valami oknál fogva a szögponon felállani nem tudunk, avagy a mérés pontossága miatt nem célszerű (ha pl. az érintők összemetszése valamely házon tul esik, mocsárba, folyóba, vagy mély árokba esik, ahonnan kilátás nincs), avagy éles szögeknél a szögszárok igen messze metszenék egymást, az érintő egyenesek alkotja szöget közvetett méréssel és számítással is meghatározhatjuk. Mindkét érintő egyenesen választunk egy-egy, egymástól jól látható pontot, amelyek között a hosszúságmérés nagyobb akadályba nem ütközik. E felvett A és B pontok összekötő egyenesével és mindkét érintő egyenessel alkotott szögeket megmérjük műszerrel, valamint e pontoknak egymástól való pontos távolságát. Ezen adatokból a szögponon távolsága mindkét felvett ponttól (tehát AS és BS), valamint az érintő egyenesek alkot-



94. ábra

ta szög is kiszámítható. (94. ábra).

$$\omega = 180^\circ - 180^\circ + \beta - 180^\circ + \gamma = \beta + \gamma - 180^\circ$$

$$\frac{AS}{t} = \frac{\sin(180^\circ - \beta)}{\sin \omega} \text{ és ebből}$$

$$AS = t \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \omega} \text{ és}$$

$$\frac{BS}{t} = \frac{\sin(180^\circ - \gamma)}{\sin \omega} \text{ és}$$

$$BS = t \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin \omega}$$

Az ívek kitűzésénél az ívek jellemző pontjait legtöbbször nem a bezárt szög, hanem a középponti szög értékéből számítjuk ki, amely a bezárt szög kiegészítő szöge, tehát a felvett esetben (95. ábra)

$$\alpha = 180^\circ - \omega = \beta + \gamma \quad 360^\circ - (\beta + \gamma)$$

Az érintő egyenesek metszéspontján közvetlenül is mérhetjük a kiegészítő, vagy középponti szöget, ha az egyik szögszárat rendes, a másik szögszárat átcsapott távcsővel irányozzuk meg, és az így nyert leolvasások különbségét képezzük.

Megállapítva az érintők alkotta kiegészítő, vagy középponti szöget, az ív jellemző pontjainak kitűzéséhez szükséges adatokat számítjuk ki.

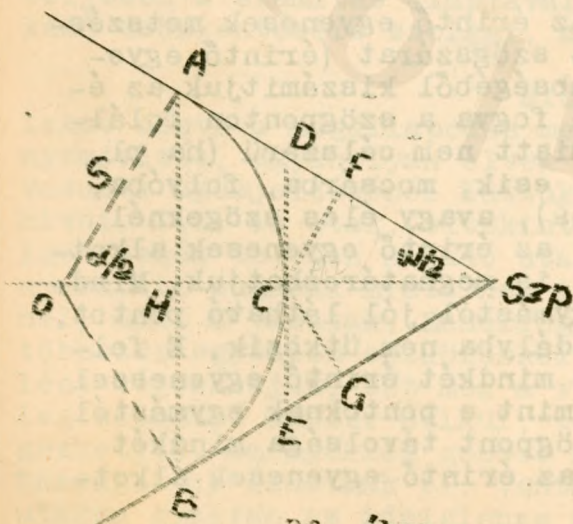
Az ív jellemző pontjai: az érintőpontok, vagyis azon pontok, ahol az egyenes érinti az ívet, itt van az ív eleje (I.E), illetve vége (I.V.), továbbá a tetőpont távolsága. Az ismert összefüggések szerint (96. ábra):

$$\overline{ASzp} = \overline{BSzp} = \overline{E} = S \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = S \cdot \operatorname{cotg} \frac{\omega}{2}$$

$$\overline{SzpC} = T_t = S \cdot (\sec \frac{\alpha}{2} - 1)$$

Ha tehát a szögponttól felmérjük mind a két szögszárra az érintőhosszuságokat, kapjuk az érintési pontokat, vagyis az ív elejét és az ív végét, míg a műszert beállítva a szögfelezőre és lemérve a

szögponttól a tetőponttávolságot, kapjuk az ív tetőpontját, amely egyuttal az ívhosszuság felezőpontja is, az u.n. ívközép. Hosszabb íveken célszerű esetleg még a tetőponthoz húzott érintőnek az



96. ábra

érintő szögcsarakkal való metszéspontjait D és E-t és ezzel a tetőponthoz huzott érintő irányát is lerögzíteni.

$$\overline{D Szp} = \overline{E Szp} = S \cdot \left( \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4} \right)$$

Szokták még a tetőpont derékszögű ordinátáit is kiszámítani. Az érintőpontoktól nézve a tetőpont abscissája:

$$AF = BG = S \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad \text{és ordinátája } FC = CG = CH = S \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

Végül az ív hosszúsága kiszámítható:

Ivhossz =  $S \cdot \operatorname{arc} \alpha = S \cdot \frac{\pi \alpha}{180}$ . Ha a középponti szöget közvetve állapítottuk meg, akkor az ív jellemző pontjainak kitűzése a következőképpen történik:

A közvetett mérés alapján megállapítva

A Szp =  $t \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \gamma}$  illetve B Szp =  $t \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin \omega}$  távolságokat, és get  $\alpha = 360 - (\beta + \gamma)$ , kiszámíthatjuk a ki nem tűzött szögponttól az érintőhosszuságokat

$$\overline{E Szp} = S \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad \text{. Már most mindegyik szögcsarón az érintő pontot megkapjuk, ha a felvett A,}$$

illetve B ponttól

$$\overline{E - A Szp} = S \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \overline{A Szp} \quad \text{, illetve}$$

$$\overline{E - B Szp} = S \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \overline{B Szp} \quad \text{távolságokat felmérjük és pedig, ha az}$$

eredmény negatív, akkor a szögcsaró felé, ha pozitív, akkor ellenkező irányban. Az ívközép, vagy tetőpont kitűzése pedig vagy derékszögű ordinátákkal, vagy a tetőponthoz huzott érintő kitűzésével és felezésével történhetik, avagy pedig a tetőpontot a részletes ívpontok kitűzésekor iktathatjuk be.

Az egyes íveknek kiszámításához a gyakorlatban táblázatokat használunk, amelyekből a középponti szöghöz tartozó ívelemeket közvetlenül kiolvashatjuk. Ilyen ívkitűzési táblázatok a Sarazin és Oberbeck "Ívkitűzési táblái", a Hanhardt és Wallner-féle tábellák stb., amelyekből a különböző  $0^\circ - 120^\circ$ , két perccel változó középponti szögekhez az ívelemek nagysága az egységnyi, illetve utóbbi 100-as sugárra közvetlenül kiolvasható és pedig az

$$S \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \text{érintőhosszuság}, \quad S(\operatorname{arc} \alpha - 1) = \text{tetőponttávolság}, \quad S \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = \text{a tetőpontnak az érintési pontra vonatkoztatott abscissája és}$$

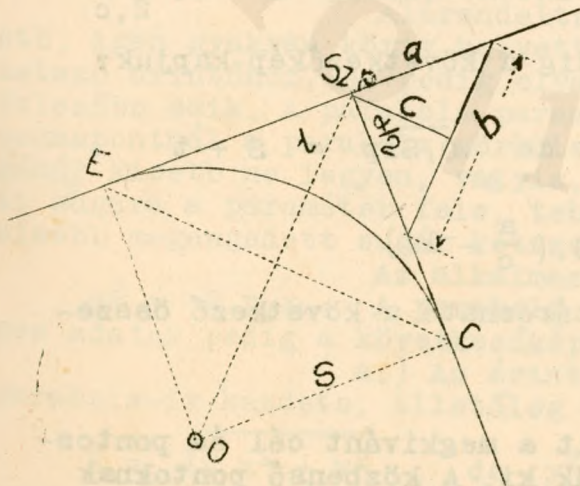
$$S \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) = \text{ordinátája, valamint az ívhossz } Ivh = S \cdot \frac{\alpha \cdot \pi}{180} \quad \text{.}$$

Ha szögmérő műszerünk nincsen, a 2 érintő egyeneshez tartozó középponti szöget egyszerűen meghatározhatjuk a következő eljárással:

A szögcsaró mindkét szögcsaróra egy irányban (tehát az egyik szögcsaró meghatározására) felmérünk egyenlő, kerek számban felvett "a" hosszúságot és a végpontjaikat összekötő egyenest megmérjük, kapjuk a középponti szög nagyságát:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{b}{2 \cdot a}$$

Most csak az ívkitűzési táblában az ezen értéknek



97. ábra

megfelelő középponti szöget kiolvassuk, és egyuttal azonnal vele egy sorban a hozzátartozó ivelemek adatait is.

A Fekete-féle "Erdőmérnöki Segédtablák"-ban a  $\frac{b}{a}$  viszony alapján közvetlenül is kiolvashatók a középponti szög és az ivelemek adatai.

Ha nincs táblázatunk, akkor ez esetben felezve a "b" távolságot, és a felező pontnak a szögpontból való távolságát megmérve, az érintőhosszuságokat kiszámíthatjuk az O, Szp, C és Szp, D, A (=Szp, DB) hasonló háromszögekből (97. ábra), mert

$$\overline{Szp,C} = \acute{E}, \quad \frac{\acute{E}}{S} = \frac{b}{2 \cdot c} \quad \text{és ebből} \quad \acute{E} = S \cdot \frac{b}{2 \cdot c} \quad \text{amelyben}$$

$$c = \sqrt{a^2 - \frac{b^2}{4}} \quad \text{kiszámítható, de közvetlenül le is mérhető. A tetőponttávolság pedig}$$

$$\overline{Szp,C} = S + t; \quad \frac{\overline{Szp,C}}{S} = \frac{S + t}{S} = \frac{a}{c} \quad \text{és ebből}$$

$$t = S \cdot \frac{a}{c} - S = S \cdot \left( \frac{a}{c} - 1 \right) = S \cdot \frac{a - c}{c}. \quad \text{A középponti szög}$$

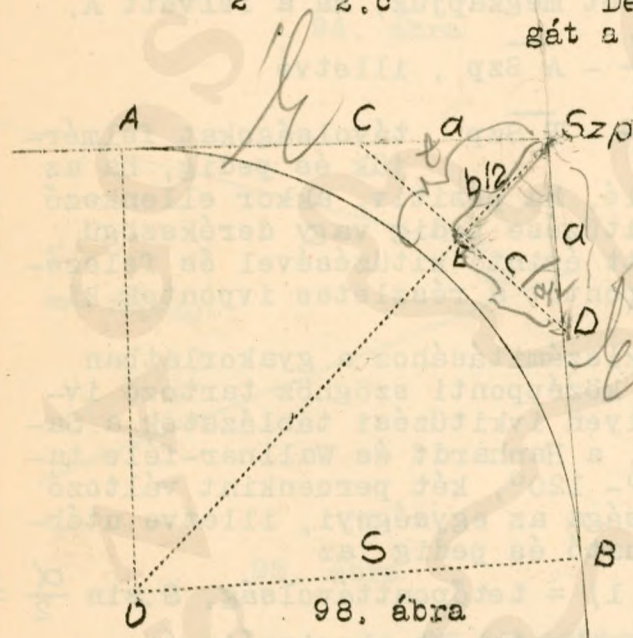
$$\text{pedig} \quad \text{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{b}{2 \cdot c}$$

De meghatározhatjuk az érintő hosszúságát a következőképpen is (98. ábra):

Mindkét szögszárra a szögpontból egyenlő, tetszés szerint (tehát célszerűség miatt kerek számban) felvett "a" hosszúságokat mérünk fel, ezek végpontjait összekötve, megmérjük a  $CD = 2c$  távolságot, majd ezt felezve a felezési pont és a szögpont között való távolságot

$$\frac{b}{2} - t \quad \left( \frac{b}{2} - t \text{ ki is számíthatjuk } \frac{b}{2} = \sqrt{a^2 - c^2} \right).$$

Az így nyert  $(CSZ, E \Delta = \gamma)$   $Sz, E, D \Delta \sim$  az  $O, B, Sz \Delta$ , mert két oldaluk egy egyenesbe esik és mindkét háromszög derékszögű.



98. ábra

Az oldalak viszonyából felírhatjuk a következő egyenletet:

$$\frac{\overline{SzE}}{\overline{ED}} = \frac{\overline{SzB}}{\overline{OB}} = \frac{b}{c} = \frac{\acute{E}}{S} \quad \text{és ebből az érintőhosszuság} \quad \acute{E} = S \cdot \frac{b}{2 \cdot c}$$

A tetőponttávolságot pedig a következőképp kapjuk:

$$\frac{\overline{Szp,D}}{\overline{Szp,E}} = \frac{\overline{O,Szp}}{\overline{OB}} = \frac{a}{c} = \frac{\overline{O,Szp}}{S}, \quad \text{de} \quad \overline{O,Szp} = S + t \quad \frac{S+t}{S} =$$

$$\frac{a}{c} = \frac{S+t}{S} \quad \text{és ebből} \quad t = S \cdot \left( \frac{a}{c} - 1 \right)$$

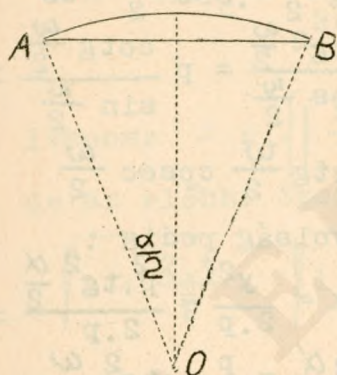
A középponti szög meghatározható a következő összefüggésből

$$\text{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{b}{2 \cdot c}$$

Az ivék közbenső pontjait a megkívánt cél és pontosságnak megfelelően különbözőképpen tűzhetjük ki. A közbenső pontoknak egymástól való távolságát a kitűzés célja és a kitűzési eljárás szabja meg. Így például a pálya tengelyének a földmunka céljaira való ki-

tüzésénél a közbenső pontokat oly sűrűn kell vennünk, hogy a felállítandó szelvényvázak még biztosítsák a kanyarulatban a földmunkának helyes kiképzését, tehát minél kisebb a kanyarulati sugár, annál közelebb fogjuk kitűzni az ivpontokat. 20 m.-nél nagyobb távolságra épen a fenti ckból nem célszerű az ivpontokat felvenni. Már most ezen felső határon belül lehetőleg oly közel vesszük az ivpontokat, hogy az egyes ivpontok között levő hurhosszuság ne térjen el 0,0005-nél jobban a hozzá tartozó ivhosszuságtól. Az ivhosszuságot kifejezhetjük a sugárral és a központi szöggel, és épen így a hurhosszuságot

$$\text{Ivhossz} = S \cdot \text{arc} \alpha \quad \text{és} \quad H = 2 \cdot S \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$



99. ábra

tehát feltételünk, hogy

$$S \cdot (\text{arc} \alpha - 2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}) \leq 0,0005 \cdot S \cdot \text{arc} \alpha$$

de  $\sin \frac{\alpha}{2}$  -t sorba fejtve

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\alpha}{2} - \left(\frac{\alpha}{2}\right)^3 \cdot \frac{1}{3!} + \left(\frac{\alpha}{2}\right)^5 \cdot \frac{1}{5!} - \left(\frac{\alpha}{2}\right)^7 \cdot \frac{1}{7!} + \dots$$

A harmadfoknál magasabbrendű hatványokat elhanyagolva

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha^3}{8 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots = \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha^3}{48} + \dots$$

behelyettesítve az első képletbe és S-el egyszerűsítve

$$\alpha - 2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 0,0005 \cdot \alpha ; \quad \frac{\alpha^2}{24} = 0,0005$$

$$\alpha = \sqrt{0,012} , \quad \text{de} \quad \alpha = \frac{\text{Ivhossz}}{S} , \quad \text{Ivhossz} = S \cdot \sqrt{0,012} \approx 0,1 \cdot S$$

vagyis az ivpontok legkisebb távolsága legfeljebb a sugár egy tizede legyen.

Ha valamely oknál fogva egymástól 0,1.S-nél távolabb eső ivpontokat kell kitűznünk, már nem mérhetjük az ivhosszuságot a hurhosszuság helyett, hanem az utóbbit ilyenkor külön kell kiszámítanunk és ezt lemérnünk.

Az ivpontok kitűzése történhetik kerületi szögekkel, derékszögű koordinátákkal, utak kitűzésénél meghosszabbított hurokról, szögtükörrel stb., amint ezt a geodesia részletesen tárgyalja.

### 19.§. Parabolikus ívek kitűzése.

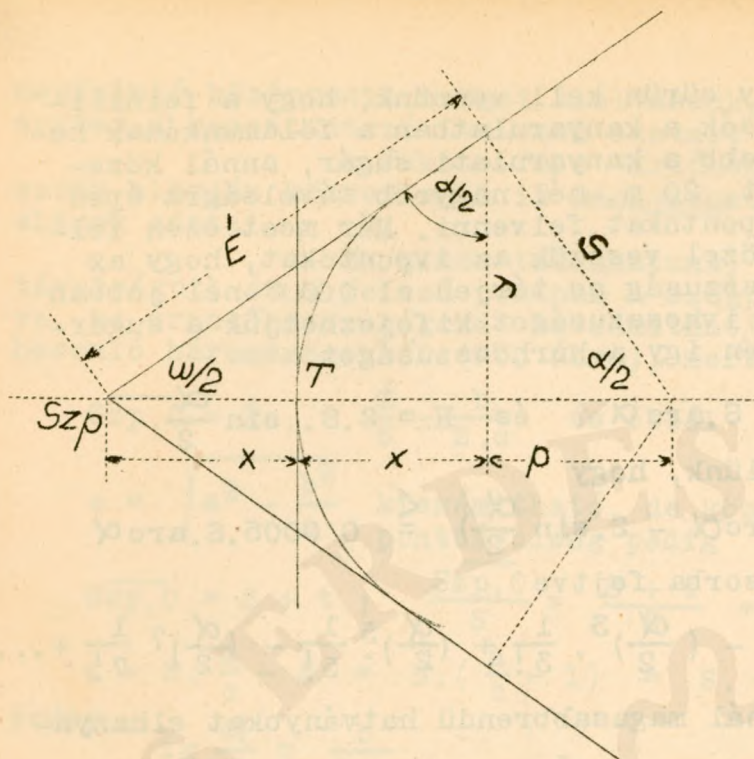
Alárendeltebb utaknál, de különösen csuszatóknál stb. igen gyakran körív helyett parabolát iktatunk be a két egymást metsző érintőhöz, és pedig olyan parabolát, amelynek tengelye a szögfelezőbe esik. A parabola paraméterét úgy kell megválasztanunk, hogy a csúcspontnál a parabola görbületi sugara a megengedett sugár hosszúságánál kisebb ne legyen, vagyis, minthogy a parabola csúcspontjának görbületi sugara a paraméter fele, tehát a parabola paramétere legalább a legkisebb megengedett sugár kétszeresének veendő fel.

Az alkalmazandó parabola egyenlete lesz tehát  $y^2 = 2 \cdot p \cdot x$ . A parabola jellemző pontjainak kitűzéséhez szükséges adatok pedig a következőképpen számíthatók ki:

a.) Az érintő hosszúsága (vagyis a szögpont és a parabola-ív kezdete, illetőleg vége között való távolság): (100. ábra)

$$É = \sqrt{4 \cdot x^2 + y^2} , \quad \text{de} \quad y^2 = 2px ; \quad É = \sqrt{4 \cdot x^2 + 2px} = \frac{2 \cdot x}{\sin \frac{\omega}{2}} = \frac{2 \cdot x}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$\text{de} \quad 2 \cdot x = y \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2} = y \cdot \text{cotg} \frac{\omega}{2} \quad \text{és} \quad y = p \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2} = p \cdot \text{cotg} \frac{\omega}{2}$$



100. ábra

$$t = S \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2} = S \cdot \operatorname{cotg}^2 \frac{\omega}{2}$$

Parabolikus ívek kitűzéséhez a rendes ivkitűzési táblázatokat nem tudjuk használni.

A parabolikus ív jellemző pontjait az esetben, ha a kitűzést szögmérő műszer nélkül végezzük a következőképpen határozhatjuk meg. (101. ábra).

Mint az előbbi §.-ban, a körívek kitűzésénél, úgy ez esetben is az érintők mind-egyikére (esetleg az egyik meghosszabbítására) egyenlő "a" hosszúsúságot mérünk fel, e hosszúságok végpontjait összekötjük, és a 2c, illetve b hosszúsúságot megmérjük.

Az  $\triangle Szp, A, O \sim \triangle Szp, A, C \sim \triangle AC, D \sim \triangle GE, Szp \sim \triangle Szp, E, H$  hasonlóságából következik:

$$\frac{\overline{Szp, C}}{\overline{AC}} = \frac{\overline{AC}}{\overline{CO}} = \frac{2t}{\overline{AC}} = \frac{\overline{AC}}{p}$$

$AC^2 = 2 \cdot t \cdot p$ , továbbá:

$$\frac{\overline{AC}}{p} = \frac{\overline{GE}}{\overline{Szp}} = \frac{\overline{H, Szp}}{\overline{EH}} = \frac{b}{2c}$$

$$AC = \frac{p \cdot b}{2c}$$

101. ábra

$$\overline{AC}^2 = \frac{p^2 \cdot b^2}{4 \cdot c^2} = 2 \cdot t \cdot p \quad \text{és ott} \\ t = \frac{1}{4} \cdot \frac{p \cdot b^2}{c^2} = \frac{p}{4} \cdot \frac{b^2}{a^2 - \frac{b^2}{4}} = \frac{p}{2} \cdot \frac{a^2 - c^2}{4 \cdot c^2} = S \cdot \frac{1}{4 \cdot c^2} \cdot S \cdot \frac{b^2}{a^2 - \frac{b^2}{4}} \\ = S \cdot \frac{a^2 - c^2}{4 \cdot c^2} \quad ; \text{továbbá } \frac{\overline{ASzp}}{\overline{AC}} = \frac{\overline{Szp,E}}{\overline{G,Szp}} = \frac{\overline{Szp,E}}{\overline{EF}} = \frac{\overline{E}}{\overline{AC}} = \frac{a}{c} \\ \overline{E} = \overline{AC} \cdot \frac{a}{c} = \frac{p \cdot b \cdot a}{2c^2} = S \cdot \frac{b \cdot a}{c^2} = S \cdot \frac{b \cdot a}{a^2 - b^2} = 2S \cdot \frac{a}{a^2 - c^2}$$

Az ivhosszuság pedig:

$$\text{Ivhossz} = p \cdot \left\{ \sqrt{\frac{2 \cdot t}{p} \left(1 + \frac{2 \cdot t}{p}\right)} + \sqrt{\frac{2 \cdot t}{2} + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot t}{p}}}\right\} \\ \text{de az előbbi összefüggések alapján } p = 2 \cdot S_{\min} \quad ; \quad \sqrt{\frac{2 \cdot t}{p}} = \sqrt{\frac{b^2}{4c^2}} = \pm \frac{b}{2 \cdot c} \\ \sqrt{1 + \frac{2 \cdot t}{p}} = \sqrt{1 + \frac{b^2}{4 \cdot c^2}} = \pm \frac{a}{c} \quad \text{és így Ivh.} = S \left\{ \frac{a \cdot b}{c^2} + 2 \sqrt{\frac{2a + b}{2 \cdot c}} \right\}$$

Lapos ivnél megközelítőleg

$$\text{Ivhossz} = y \left\{ 1 + \frac{2}{3} \left(\frac{x}{y}\right)^2 - \frac{2}{5} \left(\frac{x}{y}\right)^4 \right\}, \text{ behelyettesítve a leszámaztatott értékeket}$$

$$\text{Ivhossz} = S \left[ 2 \frac{b}{c} + \frac{1}{12} \left(\frac{b}{c}\right)^3 - \frac{1}{320} \left(\frac{b}{c}\right)^5 \right] \text{ A parabola közbenső pontjait a szögfelezőre vonatkoztatott derékszögű koordinátákkal határozhatjuk meg. A szögfelezőre vonatkoztatott ordináták, ha az abszcissákat a tetőponttól az iv középpontja felé mérjük:}$$

$$y = \sqrt{2 \cdot p \cdot x} = 2 \cdot \sqrt{S_{\min} \cdot x}$$

De kitűzhetjük a közbenső pontokat a csúcsponton át húzott érintőről is. Ez esetben tetszés szerint felvett y-hoz tartozó "x" abszcissa

$$x = \frac{y^2}{2 \cdot p}$$

## 20.§. Körkanyarulatok kitűzése átmeneti ivekkel.

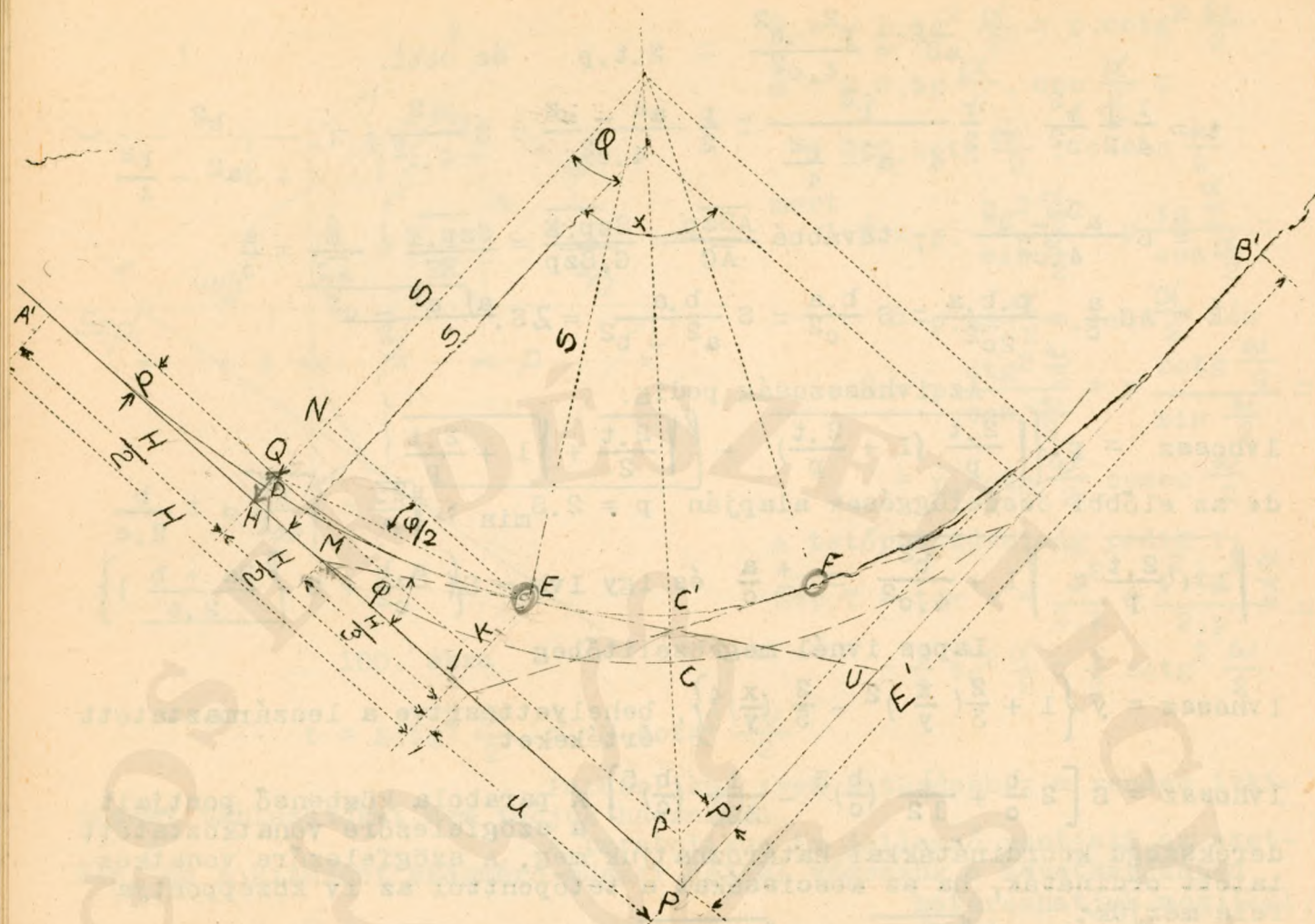
Átmeneti ivek alkalmazása esetén az ivek jellemző pontjainak kitűzése módosul. Az átmeneti iv beiktatása következtében pl. a körív eredeti helyéről befelé eltolódik és ezenkívül az érintőhosszuság az átmeneti iv félhosszuságával nő is, amint azt a 102. ábra mutatja.

Az átmeneti iv egyenlete:

$$y = \frac{x^3}{6 \cdot R \cdot H}$$

Az átmeneti ivet úgy helyezzük el, hogy félhosszusága az egyenesbe és félhosszusága a körívbe essék. Az átmeneti iv elején (tehát E és F pontoknál) a görbületi sugár  $\rho = \infty$ , míg az átmeneti iv végén (tehát E és F pontoknál), ahol az átmeneti görbe az S sugaru körívbe megy át, a görbületi sugár  $\rho = S$ . Az átmeneti iv végén, tehát E és F pontokhoz húzott érintő közös érintője az átmeneti görbének és a körívnek. Ennek az érintőnek hajlásszögét ( $\varphi$ -t) megállapíthatjuk az átmeneti görbe első differenciálhányadosából, ha x helyébe H-t helyettesítünk:





102. ábra

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{dy}{dx} = \frac{d\left(\frac{x^3}{6.R.H}\right)}{dx} = \frac{x^2}{2.R.H}, \quad \text{de } x = H; \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{H}{2.R}.$$

másrészről  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{EI}{MI} = \frac{k}{MI}$  és ebből  $\frac{H}{2.R} = \frac{k}{MI}$  és  $MI = \frac{k \cdot 2R}{H}$ .

"k" értékét, vagyis az átmeneti görbe végpontjának ordinátáját meghatározhatjuk az alapegyenlethez, ha x helyébe H-t helyettesítünk, tehát

$$x = H, \quad k = y = \frac{H^3}{6.R.H}, \quad \text{vagyis} \quad k = \frac{H^2}{6.R}.$$

Ezt behelyettesítve az előbbi kifejezésbe

$$MI = \frac{2.R}{H} \cdot k = \frac{2.R}{H} \cdot \frac{H^2}{6.R} = \frac{H}{3}$$

Vagyis az átmeneti ív és az S sugaru körív közös pontjához húzott érintő, az érintő egyenesen az átmeneti görbe végpontjának (együttal a körív kezdőpontjának) abszcisszájából  $\frac{H}{3}$  hosszúságu darabot metsz le. E két adat  $k$  és  $MI = \frac{H}{3}$  ismeretével a körív új érintőit már kitűzhetnők, ha ismernők az átmeneti ív kezdőpontjának a szögponttól való távolságát, vagyis az új érintőhosszuságát. Ennek megállapítására nekünk először is a "p" távolságot kell ismernünk, vagyis azt a merőleges távolságot, amellyel az eredeti érintők az átmeneti görbe beiktatása folytán párhuzamosan eltolódnak.  $HQ = p$  távolság kiszámítható, mert az ábra szerint

$$HQ = NH - NQ, \quad \text{de } NH = k, \quad \text{tehát } HQ = p = k - NQ$$

$NQ$ , az  $NQE$  háromszögből  $NQ = \frac{H}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}$ .

Másrésről tudjuk, hogy

$\operatorname{tg} \varphi = \frac{H}{2 \cdot R}$  ; az átmeneti íveknél előforduló kis szögek mi-  
vehetjük att kis elhanyagolással  $\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}$ -t egyenlőnek

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \sim \frac{\operatorname{tg} \varphi}{2} = \frac{H}{4 \cdot R} \quad \text{és így} \quad N_Q = \frac{H}{2} \cdot \frac{H}{4 \cdot R} = \frac{H^2}{8 \cdot R}$$

és ebből

$$H_Q = p = k - \frac{H^2}{8R^2} = \frac{H^2}{6 \cdot R} - \frac{H^2}{8 \cdot R} = \frac{H^2}{24 \cdot R} = \frac{k}{4}$$

Az elhanyagolás nem okoz nagyobb hibát, mint a mé-  
rés pontosságának a határa. Így például 0.76 m. nyomtávolságu vasut-  
nál 50 m. sugaru ív esetén, ha  $H \cdot R = 500$ , vagyis

$$H = \frac{500}{50} = 10.0 \text{ m.}, \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{10}{2.50} = 0.1 ; \quad \varphi = 5^\circ 43' \quad \text{és} \quad \frac{\operatorname{tg} \varphi}{2} = 0.05$$

Ezzel szemben helyesen  $\frac{\varphi}{2} = 2^\circ 51' 30''$  és  $\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = 0.04993$ , vagyis

a hiba csak az ötödik tizedesben jelentkezik. Még kisebb az eltérés,  
ha szabványos nyomtávolságu vasutaknál nézzük a

$$\frac{\operatorname{tg} \varphi}{2} \quad \text{és a} \quad \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \quad \text{kö-}$$

zött való különbséget. Legyen  $R \cdot H = 12000$ ,  $R = 300 \text{ m.}$ , akkor  $H = 40 \text{ m.}$

és  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{40}{600} = 0.06667$ ,  $\varphi = 3^\circ 48' 50''$

$$\frac{\operatorname{tg} \varphi}{2} = 0.03333 \dots \quad \text{és} \quad \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \operatorname{tg} 1^\circ 54' 25'' = 0.03329$$

Az átmeneti görbe közbenső pontjainak derékszögű or-  
dinátái a görbe egyenletéből  $x$  különböző értékeinek behelyettesítésé-  
vel számíthatók ki. Legtöbbször csak az átmeneti ív közepének, vagyis  
"D" pont ordinátájára van szükségünk

$$y = \frac{x^3}{6 \cdot R \cdot H}, \quad \text{ahol} \quad x = \frac{H}{2} \quad \text{és akkor} \quad y = m = \frac{H^2}{48 \cdot R \cdot H} = \frac{k}{8}$$

Az érintőhosszuság kiszámítása már most ezek szerint

$$\begin{aligned} \dot{E} = PA' = PB' = AH + HP ; \quad \text{de} \quad AH = \frac{H}{2} ; \quad HP = (S + p) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \\ \text{és így} \quad PA' = PB' = \dot{E} = (S + p) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \frac{H}{2} \end{aligned}$$

A tetőpont távolsága a szögponttól pedig

$$\begin{aligned} PC' = P'C' + PP', \quad \text{de} \quad P'C' = S(\sec \frac{\alpha}{2} - 1) \quad \text{és} \quad PP' = p \cdot \sec \frac{\alpha}{2} \\ \text{mert} \quad \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{p}{PP'} \quad \text{és így} \quad T = S(\sec \frac{\alpha}{2} - 1) + p \cdot \sec \frac{\alpha}{2} = \\ = (S + p)(\sec \frac{\alpha}{2} - 1) + p \end{aligned}$$

Az ívhosszuság pedig lesz:

$$\text{Ivhossz} = H + S \cdot \operatorname{arc} \alpha = H + S \frac{\pi \cdot \alpha}{180}$$

A köríveknek átmeneti ívekkel való kitűzése tehát a  
középponti szög megmérése után úgy történik, hogy az előbbi képlet  
alapján kiszámítjuk az érintőhosszuságot és a tetőponttávolságot, és  
ezekeket a szögpontból felmérve a két érintőre, illetve a szögfelezőre,  
kapjuk az átmeneti ív elejét és a másik szögszáron az átmeneti ív végét,  
vagyis az érintő pontokat, illetve a tetőpontot, az ív közepét. Az át-  
meneti ív végét és a tiszta ív elejét, vagyis az átmeneti ív és a tiszta  
ív közös pontját derékszögű koordinátákkal tűzzük ki, épügy eset-

leg a még szükséges közbenső pontjait az átmeneti görbének. A tiszta iv közbenső pontjainak kitűzését most már végezhetjük akár a tiszta iv elejéről, akár a totópontról. A körív közbenső pontjainak kitűzésénél szükségünk van az átmeneti görbe és az iv közös pontjához húzott érintő irányára is. Ezt egyszerűen meghatározhatjuk, ha az A átmeneti iv elejétől  $\frac{2}{3}H$  hosszúságot mérünk le az érintő egyeneseken. E pont (az ábrában M pont) és az átmeneti iv végének (E és F pontnak) összekötő egyenese adja a közös érintőt. Hogy a kitűzésnél a rövid távolságról való kitűzés hibáját elkerüljük, célszerűbb, a közös érintő irányát a közös érintőnek az eredeti érintőkkel való metszéspontján át felvonnunk. A szögpontról az érintők metszéspontjainak (U és V) távolsága kiszámítható a következőképen:

$$UF = MP \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{ de } \operatorname{tg} \varphi = \frac{H}{2 \cdot R} \text{ és } MP = A'P - \frac{2 \cdot H}{3}$$

$$E = A'P = (S + p) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \frac{H}{2} \text{ és így } MP = (S + p) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \frac{H}{6}$$

tehát  $PU = u = \left[ (S + p) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \frac{H}{6} \right] \frac{H}{2 \cdot R}$  vagy  $PU = u = \left( E - \frac{2}{3} H \right) \frac{H}{2 \cdot R}$

## II. s z a k a s z .

### A l s ó é p i t m é n y .

#### 21. §. Az alsó építményről általánosan.

Közlekedési utak és berendések alsó építménye az ut-, vagy vasutpálya, vagyis a felső építmény alátámasztására szolgál. Az alsó építmény - bármilyen szerkezetű legyen is az - tehát első sorban a talaj egyenetlenségeinek a kiegyenlítésére, akadályok áthidalására van hivatva. Az így előállított, többé kevésbé egyenletes koronával helyreállított alsó építmény a felső építményre ható terhelést közvetíti az alsó talajra.

Az alsó építménynek, a fenti céloknak megfelelően, tehát először is a tervezés során megállapított és a felső építmény pályaszínével egyező emelkedési viszonyokkal kell bírnia, továbbá kellő szilárdságnak és állékonyknak kell lennie, hogy egyrészt a felső építmény közvetítésével ráháruló terhelést minél jobban felvehesse, és az altalajnak átadja, másrészt, hogy a légköriek, valamint folyóviznek stb. ellentálljon, és végül a felső építményről átvett, és saját súlyából eredő terhelést az altalaj teherbírásának megfelelő nagy felületre, lehetőleg egyenletesen elossza.

Utak és vasutak alsó építménye legnagyobb részben földépítmény, amelyet csak az akadályok áthidalására szolgáló különleges szerkezetek, az u.n. műtárgyak szakítanak meg.

De maga a földből készült alsó építmény sem nélkülözheti állékonyasága biztosítására szolgáló biztosító műveket.

Az alsó építmény áll tehát:

a.) a tulajdonképeni föld-(szikla)építményből (a földmű biztosítására szolgáló építményekkel az u.n. rézsűbiztosításokkal együtt).

b.) a műtárgyakból.

Mínt hogy az utak és vasutak alsó építménye azo-

nos elvek szerint készül és inkább csak méreteiben különbözik egymástól, együtt fogjuk tárgyalni.

## V. fejezet.

### Talajvizsgálat.

#### 22.§. A talajvizsgálatról általában.

Mielőtt a földmunkát megkezdendők, természetesen előbb ismernünk kell az építés helyén és környékén a talajt, sőt már a nyomjelzéssel kapcsolatban és párhuzamosan, mert hiszen gazdaságos vonalat csak úgy tervezhetünk, ha a lehetőség szerint már a nyomjelzésnél kikerüljük az építéssel, vagy a pálya állékonyságának biztosításával szemben nagyobb nehézségeket és akadályokat gördítő helyeket.

A pálya helyén levő talajnak tehát mindenekelőtt meg kell ismernünk geológiai, rétegzettségi és tektonikai szerkezetét, valamint a leendő földépitmény anyagául szolgáló talajnem kémiai, fizikai és műszaki tulajdonságait, mert ezek alapján tudjuk megállapítani, hogy az illető talajnem alkalmas-e töltések készítésére, a töltések és bevágások keresztmetszvény alakjának, nevezetesen a rézsük hajlásának milyennek kell lennie, a rézsük nem kívánnak-e biztosítást, a bevágások és töltések készítésével nem bontjuk-e meg a talaj jelenlegi egyensúlyi állapotát annyira, hogy ezáltal az építmény állékonyságát veszélyezteti, és végül az altalaj, amelyre a töltést emeljük, kellően teherbíró-e. De az építő költségek nagysága és a földmunkák gazdaságos elvégezhetése miatt is ismernünk kell a földépitmények anyagául szolgáló talajnem, hogy megállapíthassuk, milyen munkát és költséget igényel a föld fejtése, a bevágások anyaga nem tartalmaz-e a műtárgyakhöz, vagy a magas építkezésekhez, avagy a felső építmény helyreállítására alkalmas építő anyagot, követ, homokot, kavicsot stb., hogy ennek alapján már a tömegelosztásnál gondoskodjunk ezen értékesebb anyagok megfelelő raktározásáról, továbbá a talaj rétegzettsége, a talajt alkotó kőzetek stb. milyensége szerint mily munka-eljárások a legelőnyösebbek. A talajvizsgálatot egyuttal ki kell terjesztenünk az építés helyének környékére is, hogy egyrészt az altalaj szilárdságára és stabil voltára felvilágosítást nyerhessünk, ki nem kerülhető labilis (pl. csuszó-mozgó) talajon a mozgásnak mi az előidézője. stb., hogy ezáltal az ok megszüntetésével az okozatot, vagyis a talaj mozgását megakadályozhassuk, továbbá nem találunk-e a pályához közel építő kőnek, kavicsnak, homoknak megfelelő anyagot, amelyet az építésnél gazdaságosan felhasználhatnánk.

A talajvizsgálatot tehát már az általános előmunkálatok során kell megejtenünk, de kellő részletességgel feltétlenül az építés megkezdése előtt. A geológiai, stratigrafiai és tektonikai viszonyokra vonatkozólag jó szolgálatot tesz az illető vidék geológiai térképe, az esetleg előbuvó sziklacsoportok rétegzettsége, folyók, patakok kimosása által keletkezett omlások, a közelben levő kavics, vagy egyéb bányák, a közelben folytatott építkezéseknél észlelt tapasztalatok, a talajtakaró alakulata (kagylós szakadások, a talajt borító növényzet szabálytalan, össze-vissza ferde állása például labilis talajra enged következtetni) és végül a nagyobb műtárgyak és építmények, mint alagutak helyén végzett részletes talajvizsgálat eredményei.

A részletes előmunkálatok során ezeken az észleléseken kívül még a vonal mentén több helyütt, legalább minden 400-500 m.-nyi távolságban, és mindenütt ott, ahol a terep külső alakulata is már az altalaj változására enged következtetni - részletes talajvizsgálat végzendő.

## 23.§. A talajnemek műszaki tulajdonságai.

Az alsó építmény tulnyomó részben föld- és sziklaépítmény. Mint minden építménynek, úgy a földépitménynek állóságát is annak megfelelő szerkezete és méretei biztosítják. A mérnöki alkotásoknál az építmény szerkezetét és méreteit mindenkor az építményre ható külső erőhatások, és ezekkel szemben az építési anyag szilárdságtani vizsgálatán alapuló számításokkal határozzuk meg. Ez a számítás a magas- és mélyépítészetben használatos többé-kevésbé homogén anyagoknál a végzett kísérletek és elméleti megfontolások alapján a gyakorlat igényeinek megfelelően jól el is végezhető, habár ott is az előforduló anyaghibák, a szerkezetbeli, számításal gyakran alig kimutatható elváltozások, esetleg számításba nem vett, de felléphető nagyobb külső erőhatások stb. okozták nagyobb igénybevételre és arra való tekintettel is, hogy a külső erőhatás okozta belső feszültségek csak bizonyos határig állanak egyszerű, vagy legalább kisebb elhanyagolással egyszerűnek vehető arányban az anyag rugalmas elváltozásaival (arányossági határ - rugalmassági határ), a szerkezet megengedett igénybevételét a megfelelő szilárdságnak csak bizonyos részével vesszük számításba, vagyis biztonsággal (kb. 5-10-szeres) dolgozunk. E biztonsági határon belül a külső erőhatásoknak a szerkezetben előálló belső feszültségeket meg tudjuk állapítani, és ennek alapján a méreetszámítást elvégezni.

A földépitmény anyagául szolgáló földnemek végtelen különbözősége, és a fizikai tulajdonságaiknak még egyező összetétel esetén is erős változósága, a földépitmények szilárdságtani alapon való vizsgálatát igen megnehezíti.

A föld szilárd kérgét alkotó földnemek geológiai csoportosítása nem ad kellő támasztó pontot a szilárdságtani megállapításokra és következtetésekre, mert hiszen ugyanolyan összetételű földanyag már csak alkotó szemcséinek nagysága, illetve a különböző nagyságu szemcsék aránya, egymáshoz való elhelyezkedése már lényegesen befolyásolja az illető földnem fizikai tulajdonságait, melyek azután ismét ugyanazon anyagnak vizeztartalma, esetleg hőmérséklete szerint ismét változhatnak. Epen erre való tekintettel a földnemek szilárdságtani vizsgálata igen sok, részletes és nehéz kutatás, kísérlet és megfigyelés stb. alapján ejthető meg, amelyeknek a szemnagyság, a különböző nagyságu szemcsék aránya, a kötő anyag minősége, az egész anyagnak a vízzel, a faggyal, hővel szemben való viselkedésére kell kiterjednie, hanem még az illető földnem keletkezési történetére is ki kell terjednie. De nem szabad még azt sem figyelmen kívül hagyni, hogy a föld kérgének összetétele folyton változik is, ami a vizsgálatot csak jobban megnehezíti.

A földnemek, mint a földépitmények anyagának szilárdsági vizsgálata ma még gyermekkorát éli. E téren kezdeményező volt az 1913-ban Amerikában alakult Foundation Committée ("Special Committée to codify present Practice on the bearing Value of Soils"), amely a földnemeknek fizikai és építéstechnikai vizsgálatait tűzte ki feladatául, ami azonban még igen sok időt, fáradságot, pénzt igényel, míg e vizsgálatokból a gyakorlat részére megfelelő megközelítő tanulságok, megállapítások lesznek leszűrhetőek.

Ma még ezen a téren tisztán gyakorlati megfigyelésekre, adatokra szorulunk anélkül, hogy egy földnemre megállapított műszaki tulajdonságokból a megkívántató biztonsággal tudjunk következtetni más előfordulásu, hasonló földnemek várható viselkedésére. A gyakorlati megfigyeléseket és adatokat kell tehát nagy általánosságban, de mindig a helyi viszonyok szorgos tanulmányozása után felhasználnunk.

A földnemeknek, mint építő anyagoknak tanulmányozásánál főleg azok fizikai és műszaki tulajdonságaira kell kiterjednünk.

A föld kérgét alkotó talajnemek kémiai összetételére vonatkozó megfigyeléseink főleg arra szorítkoznak, hogy a talajnem mily mértékben tartalmaz oldott növényi táplálékanyagokat és egyéb organikus anyagot (mert csak ily talajnem alkalmas pl. rézsük stb. borítására, de rossz töltésképzésre)<sup>1</sup>/<sub>2</sub>

A talaj fizikai és műszaki tulajdonságainak vizsgálata kiterjed, a talajnemet alkotó szemcsék nagysága, elhelyezkedése, a kötőanyag minősége, a talajnak a vízzel szemben való viselkedése, a víz hatása következtében mennyire növeli térfogatát, illetve kiszáradáskor mennyire zsugorodik össze (pl. az agyag), átbocsátja-e a vizet, avagy víztartó-e, milyen a talajalkotó szemcsék koheziója, és ez miként változik a talaj nedvességi fokával, mennyire tapad a talaj fához, vashoz (pl. szerszámokhoz), és tapadása (adheziója) a talaj nedvességével milyen viszonyban áll; milyen a terep és a talaj hajlása, égtájak szerint való kitettsége (a déli kitettségű oldalak mindig szárazabbak és nyugodtabbak, mint az északi kitettségűek), a talajtakaró növényzet gyökere mily mélyre hatol lefelé, a talajt alkotó kőzet viselkedése az atmoszferiliákkal szemben (mállik-e, vagy ellenálló), fagyálló-e stb., milyen a talajt alkotó kőzetek szilárdsága stb.

Mindezen tulajdonságok alapján bíráljuk el

- a.) vajjon a talaj mennyire alkalmas töltések készítésére, illetve arra, hogy benne bevágásokat készítsünk,  
b.) az altalaj kellőleg teherbíró-e,  
c.) a talajnem a fejtéssel szemben milyen nehézségeket támaszt, és mily eszközökkel és költséggel történhetik a fejtése,  
d.) a talaj a fejtés következtében mennyire növeli ürtartalmát, mennyire lazul, vagyis, hogy 1 m<sup>3</sup> nött talaj fejtés után mily ürtartalommal bír, és ülepedés után mennyi a maradandó térfogat gyarapodása a nött talajjal szemben.

A töltésképzésre való alkalmassága szerint a földnemeket Zielinszky a következőképen osztályozza és pedig alkalmasságuk sorrendjében

a.) kőtöltés, kiválóan vízáteresztő, nem nedvesedik át, térfogatát nem változtatja, felaprózva és egyengetve a terhelést egyenletesen osztja el, nem ülepszik.

b.) hordalékanyag, kavics, görgeteg, konglomerát anyag, több-kevesebb agyag és iszaptartalommal, vízátbocsátó, térfogatát nem változtatja és alig ülepszik. Ilyen pl. az érdesszemű homok is.

c.) lösz, régi vegetációs homokból és agyagot tartalmazó földnem. Igen jó töltés anyag.

d.) humusz, szerves, korhadó anyagokat tartalmaz, miért is erősen ülepszik és felázik.

e.) tőzeg, rossz anyag, mert főleg szerves anyagokból áll. Nagyon erősen ülepszik, a víz feláztatja, száraz állapotban tűzveszélyes, teherbírása csekély. Lehetőleg kerülendő, csak száraz állapotban használható fel, és jobb anyaggal burkolandó.

f.) agyag - igen kellemetlen, bizonytalan anyag, a vizet nem bocsátja át, hanem szétázik, száraz állapotban összezsugorodik, kőkeménnyé válik és erősen repedezik. Több-kevesebb homoktartalma szerint káros tulajdonságai csökkennek. A homokos agyag elég jó töltésanyag.

g.) réteges pala, az atmoszferiliák hatása alatt mállik, agyaggá alakul, amely átázva pépszerű, teherbírása ugyszólván semmi.

h.) szikes agyag, töltésre egyáltalában nem használható, mert átázva folyékonyá lesz. Még védő anyaggal sem megbízható.

Valamely talaj teherbírásán azon legnagyobb terhelést értjük, amely mellett a talaj még nem nyomódik be. A teherbírását kg-ban 1 cm<sup>2</sup> felületre vonatkoztatva szoktuk kifejezni. A különböző talajnemek átlagos teherbírására vonatkozólag tájékozásul szolgálhatnak a következő adatok:

Iszap, nedves tőzeg, láp	0	kg/cm <sup>2</sup>
humusz	0.5	" "
nedves agyag	0.5 - 2	" "
száraz márga	1.2 - 2	" "
száraz, homokos agyag (legalább 3 m. vastag rétegben)	2.5 - 5	" "
homok nedvesen	1.0 - 1.5	" "
" szárazon	3.0 - 5.0	" "
tömött ágyazásu, egyenletes szemnagyságu kavics	3.0 - 8.0	" "
lágú kőzetek	7 - 25.0	" "
kemény szikla	15 - 50	" "

A talajnemeket a fejtésükre szükséges szerszámok, munkaidő és anyag szerint Birk a következőképen csoportosítja:

Csoport megnevezése	Fejtésre használatos szerszámok	Alcsoport	1 m <sup>3</sup> anyag		1 m <sup>3</sup> fejtéséhez szükséges robbanó anyag kg-ban
			termeléséhez	felrakásához	
			szükséges munkaóra		
I. Ásható föld	Ásó, ásólapát	a.) könnyű, ásható föld, laza, finomszemű homok, humusz, szántóföld	0.7	0.1	
		b.) nehéz, ásható föld durvaszemű homok, kismű kavics, nem kötött homokos márga, illetve agyag	1.0	0.3	
II. Ásóval és csákány - nyallal fejtő föld.	Ásó, csákány, hegyes végű csákány.	a.) könnyű, kötött talaj, mint kötött föld hordalék, homokos agyag és márga	1.5	0.3	
		b.) szilárd, erősen kötött föld, mint agyag, márga, hordalék.	2.0	0.4	
III. Törhető kőzetek.	hegyes csákány fészítő vas ék esetleg kevés robbantás	a.) laza kőzetek, mint elmálló kőzetek, kőszén, márga, némely agyagpala	3.0	0.5	
		b.) puha kőzetek, mint márga, kőszén, homokkő, gipsz, kősó, agyagpala, némely mészkő	4.0	0.5	0.05
IV. Repszető kőzetek.	Főleg csak robbantással fejtők	a.) szilárd kőzetek, pala, serpentin, homokkő, mészkő, dolomit	5.0	0.5	0.10
		b.) igen szilárd kőzetek, gránit, gneisz, porfir, némely mészkő, dolomit, márvány	6.5	0.5	0.15
		c.) felette szilárd kőzetek, kvarc, kvarcpala, bazalt	8.0	0.5	0.20

A földnek fejtésénél azt tapasztaljuk, hogy a kitermelt anyag térfogata nagyobb, mint a nőtt talajban volt, vagyis a földnek a fejtés következtében lazulnak, de a töltésbe hordva bizonyos idő múlva térfogata ismét csökken, azonban nem eredeti térfogatára. E szerint kétféle lazulást különböztetünk meg u.m.

a.) a kezdeti lazulást, amely a nőtt talajban való eredeti térfogatnak a frissen kitermelt anyag térfogatához való viszonya és

b.) a maradandó lazulást, amely az eredeti térfogatnak a kitermelt, de már ülepedett térfogatához való viszonya. A lazulást százalékokban szoktuk kifejezni és lazulási százalékon értjük a lazult föld térfogatnövekedésének az eredeti, nőtt talajban mért térfogattal való viszonyát, 100 egységre vonatkoztatva, tehát

$$L \% = 100 \frac{M_1 - M_e}{M_e}$$

A kezdeti és a maradandó lazulásra vonatkozólag a következő átlag adatok vehetők fel (Birk szerint):

	kezdeti lazulási százalék	maradandó százalék
homok, kavics, hordalék	10 - 20 %	1,5 %
termőföld, humusz, agyag	20 - 25 %	3 %
homokos agyag, márga	25 - 30 %	5 %
kötött agyag	30 - 35 %	6 %
szikla	35 - 50 %	10 - 25 %

#### 24.§. A talajvizsgálat módszerei.

A talajvizsgálat a talajnek minősége, és a vizsgálat célja szerint (amint a vizsgálatot sekélyebb, vagy mélyebben fekvő rétegekre is kiterjesztjük) többféle eljárással történhetik.

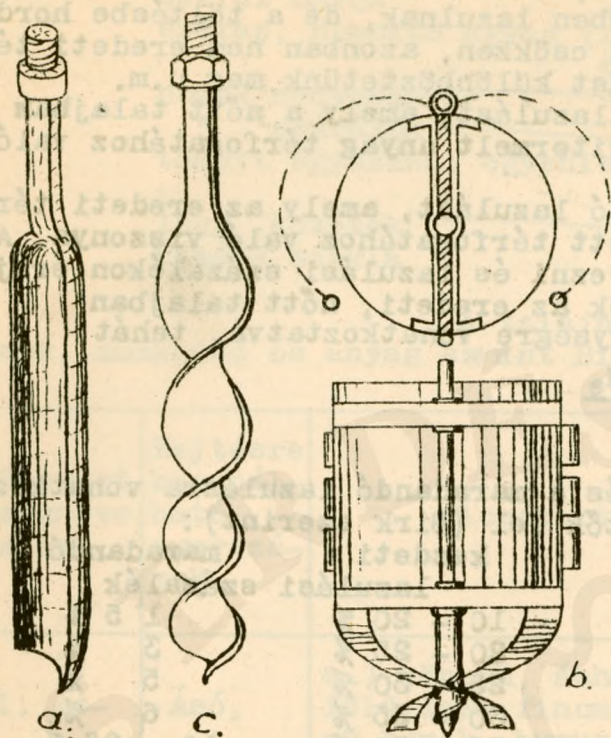
A próbagödörök 1 - 3 m<sup>2</sup> alapterületű, legfeljebb 3,0 m. mélységig terjedő gödrök, lehetőleg meredek oldalfalakkal, esetleg ducolással, csak sekélyebb talajvizsgálatnál felelnek meg. Közvetlenül tárják fel a gödörrel átvágott talaj rétegzettségét, minőségét de meglehetősen költségesek.

Hegyoldalokban a gödröket gyakran oldalról hajtjuk be mintegy 1,0 m. szélességben, ezek az u.n. próbaárkok (Schlitz).

Mélyebbre ható talajvizsgálatra alkalmasabb a furás. A megvizsgálandó talajnek kötöttsége és keménysége szerint többféle furót használhatunk. Lazább talajban inkább forgó, keményebb, sziklás talajban inkább ejtő furó lesz alkalmas. Minthogy a talajvizsgálat csak ritkán terjed 15-20 m. mélységig, sőt leggyakrabban e mélységen jóval alul marad, rendszeren csak kézi, vagy sekélyfurásról lehet szó.

A földfurók rendszeren 3 részből állanak u.m. furófejből, a rudazatból és a felső részből. A furófej a tulajdonképeni furóeszköz, amely rendszeren csavarmenettel kapcsolódik a rudazatra (3-4 m. hosszú rudakból), és a rudazatra a felső rész csavarható rá, amely kézi furóknál rendszeren fülben végződik, amely fülbe gömbfát, vagy vasat dugnak át és ezzel forgatják a furót. Mélyebb furásokhoz a rudazatra erősített felső részre van ráerősítve a forgatómű (rendszeren kar). Ez a felső rész azután csigán átvezetett sodronykötéllal van ráfüggesztve a 3, vagy 4 lábu bakos furóállványra. A furófej, a vizsgálandó talajnek keménysége szerint választandó meg. Lazább, kevésbé kötött talajrétegek vizsgálatára leginkább a hengeres furót (103.a) ábra) alkalmazzák. Ez mintegy 100 mm. átmérőjű, 600-700 mm. hosszú 3/4 hengerpalást, amely alsó részén furószerűen végződik. A hengeres furónak egyik válfaja az u.n. magyar furó (103.b) ábra): mintegy 50 cm átmérő-



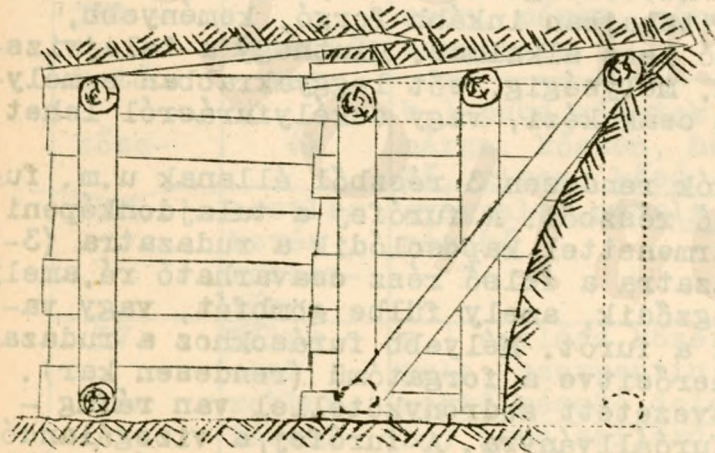


103. ábra

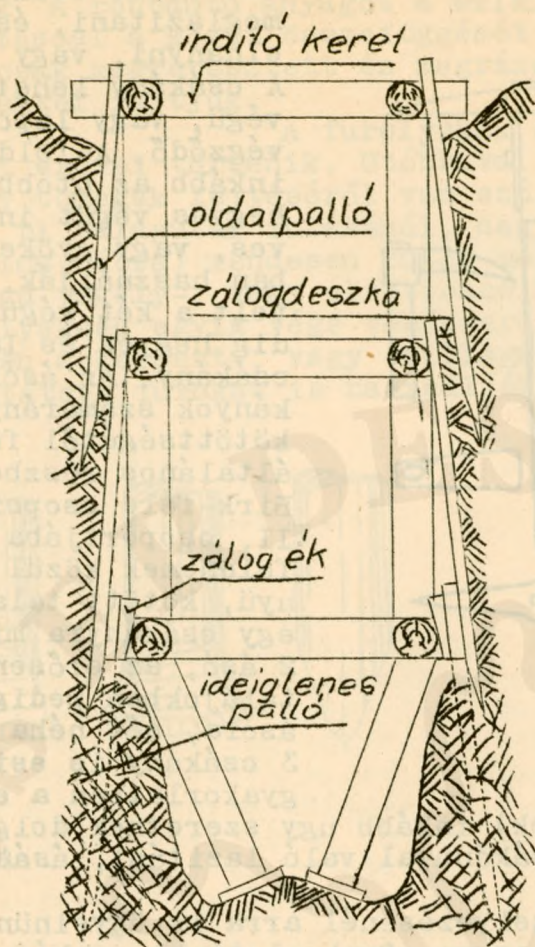
furót ejtik, miközben minden ejtés után kissé elforgatják a furót, hogy be ne akadhasson a lyukba. Erősebb kőzetekben sokszor alkalmazzák a kereszt, vagy csillag furófejeket is, két, vagy több egymást keresztező furóélel.

A hengeres és spirálfuróknál a furóval a felszínre kerülő anyagból határozzák meg a talaj nemét és rétegzettségét, ejtőfuróval való furásnál a kikerülő kőliszt már nem igen szolgálhat a kőzet megítélésére.

Alagutak, vagy nagyobb bevágások helyén, ahol a talajvizsgálatnak nagy alapossággal kell történnie, végül történhetik az aknákkal és tárókkal (vagy istolyokkal) is. Az aknák felül rendszeren 2 - 4 m<sup>2</sup> területű, és tetemes mélységig haladó üregek, amelyekbe leszállva közvetlen szemlélet és vizsgálat alapján határozható meg a talaj minősége, rétegzettsége stb. Az aknák falát (104. ábra), hogy be ne omoljon, ki kell ducolni. A ducolás egymás alatt mintegy 1,50 m. távolságban levő gerenda (vagy gömbölyű fa) keretek közé vert pallókkal történik. Az akna mélyítése rendszeren a következőképpen készül. Az akna helyén kiegyengetett terepre ráhelyezzük az u.n. indító keretet, amelyet alkotó, összelapozott gerendák, vagy gömbölyű fák végei a sarkokon tulnyulnak.



105. ábra



104. ábra.

E kereten belül leássuk az első emeletet (legfeljebb 1,5 m. mélységig), ott elhelyezzük a második keretet és a két keret körül pallókat helyezünk el, de úgy, hogy a második keret és a pallók közé később eltávolítandó, és ékekkel merevített zálogdeszka kerül. A következő emeletet leásva, a zálogdeszkat a felette levő keret mellett eltávolítjuk és helyébe verjük be a következő emelet oldalpallóit és így tovább. A keretek között - ezek kitámasztására - a sarkokon azután még gömbölyű fákat, vagy gerendákat helyeznek el.

A tárok (105. ábra) az aknához hasonló üregek, de nem függőleges, hanem vízszintes, vagy ferde irányban haladók. Kiducolásuk az anyag kötöttsége szerint változik. A kereteket rendszeren ácsolat helyettesíti. Bővebb leírását majd az alagutak építésénél fogjuk látni. Ugy az aknák, mint a tárok igen költséges létesítmények, és épen ezért ritkán, csak különleges, nehéz viszonyok, vagy fontos építmények (pl. alagutak) helyén való talajvizsgálatnál nyernek alkalmazást.

## VI. fejezet.

Az alsó építményi földmunka.

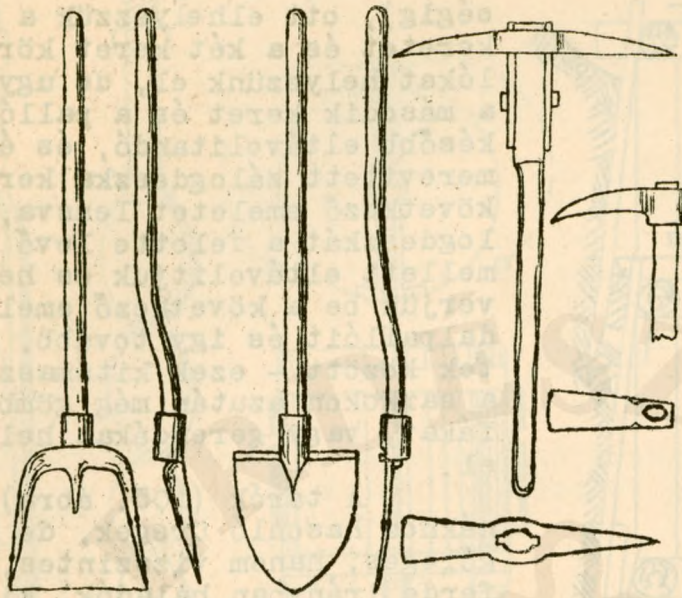
### 25.§. A föld fejtése.

A talaj minémisége szerint más és más szerszámokat kell használnunk az anyagfejtéshez, hogy a munka gazdaságos legyen. De másrésztől ugyancsak ez utóbbi követelmény teszi szükségessé, hogy inkább gyakorlott munkásokat alkalmazzunk, és azokat lehetőleg megszokott szerszámaikkal (esetleg a sajátukkal) dolgoztassuk.

Használatos anyagfejtő szerszámok (106. ábra) : a földhányólapát, fejtésre tulajdonképpen ritkán használható, inkább csak a kifejtett anyagnak más helyre, vagy a szállító edénybe való rakására használatos. Alakja a földhányó lapátnak vidékenként változó, de mindegyiket jellemzi a többé-kevésbé hajlékony lap.

Az ásó többé-kevésbé hegyben végződő lappal, kovácsolt vasból, esetleg hágóvassal is el szokott látva lenni, amelyre a munkás egyik lábával rálép, hogy így könnyebben a talajba hajthassa. Az ásó könnyebb, kevésbé kötött talajon alkalmazható jó eredménnyel. Látjuk néha az u.n. ásó-lapátot is. Az ásóhoz hasonló, de szélesebb lappal. Az ásó és a lapát tulajdonságait akarja egyesíteni, de kevés szerencsével. Jó földmunkás nem is szereti használni.

Kötött talajt nem célszerű ásóval fejtetni, hanem



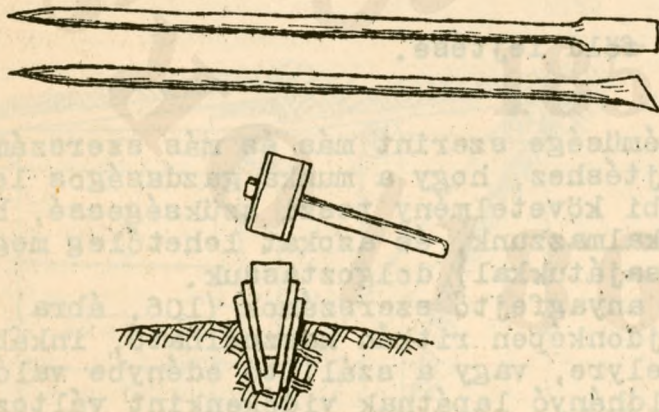
106. ábra

ban dolgozó földmunkások (kubikusok) inkább úgy szeretnek dolgozni, hogy minden munkás maga végzi a csákánnyal való lazítást, ásást és felrakást.

A munkások elhelyezésénél arra is ügyelnünk kell, hogy kellő munkahely jusson egyre-egyre. Gyakorlottabb munkás szűkebb helyen is tud eredményesen dolgozni, mint kezdő. Általában egymástól egy sorban 1.50 m.-nyire szokták a munkásokat állítani.

Homokos agyagtalajban, amely függőleges, sőt néha alá vájt rézsűben is megáll, a fejtés megkönnyébitésére a rézsűket alá vájják, és a felette így kiugró anyagot faékekkel lezudítják. Természetesen kellő óvatosságot igényel, hogy emberben, állatban kár ne essék.

Közetek fejtésére hegyes csákányt, feszítő vasat, éket használnak, de főleg robbantással nyerik az anyagot. A laza és puha közetek esetleg robbantás nélkül is jól fejthetők hegyes csákánnyal, acélékekkel és feszítő rudakkal. A keményebb u.n. repesztő közeteket már csak inkább robbantják, és az anyag eltakarítása, felrakása történik az előbbi szerszámokkal. Az ékek acélból készülnek és 4-3 kg súlyu kalapácsokkal lesz rendszeren egyszerre több ék a szikla repedésekbe behajtva addig, míg a réteg a repedés mentén el nem válik, miközben a feszítő rudat is segítségül veszik. A feszítő rud

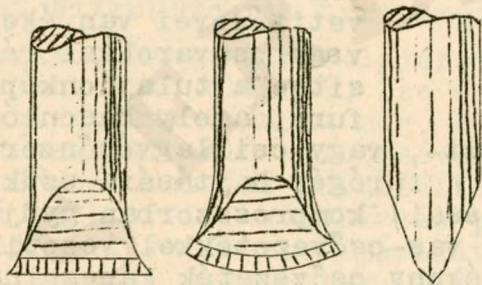


107. ábra

1.2 - 1.5 m. hosszú, 3-4 cm. átmérőjű acélrud, amelynek egyik vége hegyben végződik, másik vége ékalakú éllel bír, mindkét vége munka közben mindig edzendő. Kisebb darabok lefeszítése esetleg hegyes vassal - rendszeren meghegyezett és edzett furóacélból - is történhetik. E szerszámok természetesen a robbantással kapcsolatban is alkalmazást nyernek a robbantás által megrepesztett sziklák fejtésére.

A repesztő kőzetek már főleg csak robbantással fejthetők. A robbantó anyagot a sziklába vájt lyukakban helyezzük el. A robbantással a kőzet összefüggését bontjuk meg. A részben szétvetett, részben csak megrepesztett és megrázott kőzetaryabokat azután bontó ruddal, ékkel fejtjük.

A furólyukak elkészítése acélfurókkal vagy kézi, vagy gépi erővel történik. Utóbbival inkább csak akkor, ha egy helyen igen nagy tömegek fejtéséről van szó, avagy a munkafolyamat siettető, mint pl. alagutak furásánál, nagy bevágásokban, kőbányákban stb. A furó (108. ábra) rendszeren 20-30 mm. átmérőjű, 0.40 - 2.5 m. hosszú jóminőségű tégely-, vagy elektroacélból készült 6, vagy 8 szegletes rudak, amelyeknek egyik vége vésőszerűen van kiképezve és élezve. Puhább kőzetekben a kereszt-, vagy csillagalaku, egymást keresztező 2, vagy 3 éllel ellátott furókat is használják, bár kézi furásnál ritkábban. Az



108. ábra

élszög a kőzet keménysége szerint  $70^{\circ}$  -  $115^{\circ}$  között változik (a keményebb kőzetenél nagyobb). A furó, vagy vésőnek a kőzetbe való behajtására kalapácsot, vagy bunkót használnak. A bunkó 3-4 kg. nehéz, acélból készül, gyengén ivelt hosszanti éllel, megfelelő hosszú somfanyéllal. A furásnál a furót, vagy vésőt élével a kőzetre tartva, rá a bunkóval ütésekkel mérnek, miáltal a furó éle részben szétzúzza, részben letördeli a kőzetet, és befelé hatol. Minden ütés után a furót kissé el kell fordítani hosszúsági tengelye körül, hogy a lyuk körszelvényű legyen és a furó el ne akadjon benne. Furás közben jó a furót időnkint vízzel hűteni a felmelegedés ellen,

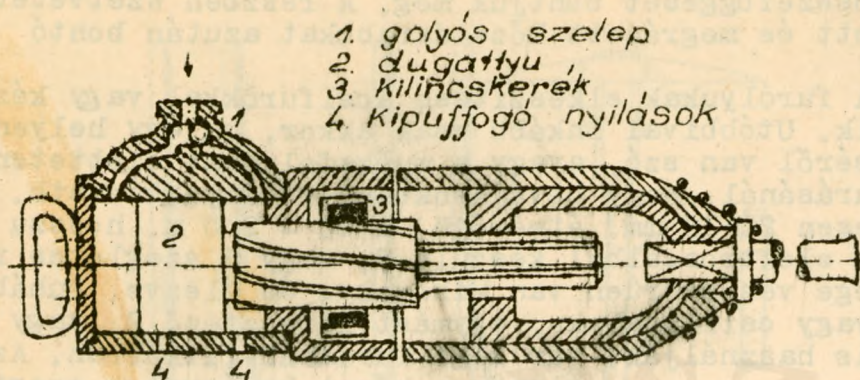
azonkívül a kőzuzalékot a furólyukból időnkint u.n. porvonó kanállal eltávolítani. (Ez egy kb. 5-6 mm. átmérőjű rudvas, amelynek egyik vége gderékszögben kihajlítva kanálkaszerűen van kikovácsolva). A lyukat rendszeren rövidebb furóval kezdik, és csak a mélyüléssel párhuzamosan cserélik ki a kezdeti furót hosszabb furóval arra ügyelve, hogy az utóbbi vagy egyenlő, vagy kisebb átmérőjű legyen, hogy fenn ne akadjon.

A furást vagy egy ember végzi egyedül, aki egyik kezével a furót tartja, míg jobb kezével kalapácsot fogva veri azt beljebb, vagy pedig 2-2 ember dolgozik együtt: az egyik kezeli a furót, míg a másik a bunkót. Az egy ember szolgálta furóval egyes német írók szerint a munka gazdaságosabb. Nálunk leginkább csak rövid lyukak furásánál dolgozik egy ember egyedül, míg hosszabb lyukakat mindig kétős csoport szokta furni. A furókat furás közben mindig élesen kell tartanunk, illetve az eltompulásokat, miután azokat élesekkel kicseréltük kovácstűzben újból kiélezzük úgy, hogy a furók kopása tetemes.

Felülről lefelé haladó lyukak készítésére igen jól lehet használni az ejtő furókat. Ezek rendszeren hosszabb furók (2-2.5 m.), amelyeket nem ütéssel hajtanak be a kőzetbe, hanem a furót magát kissé felemelik, leejtik, és így a furó saját súlyát használják ütőenergiául. Az ejtő furó alkalmazása előtt természetesen előbb a lyukat kis furóval cca 20-30 cm. mélyre furják ki, és amikor a furónak a lyuk már bizonyos vezetést ad, akkor kezdik az ejtő furót alkalmazni.

A furás előhaladása a kőzet szerint változik. A napi teljesítmény egy furóval 2-7 méter között változik. Repedezett, vagy réteges kőzet nehezebben furható, mint homogén kőzet. Agyagos, földes rétegben a furó teljesen elakad. Fagyos földet azonban lehet furni, de csak ameddig fagyva van.

A gépi furás a kézihez hasonló ütő furókkal,



1. golyós szelep
2. dugattyu
3. Kilińcskerék
4. Kipuffogó nyílások

109. ábra

avagy forgóműves furókkal történik. Az ütő furógépeknél az ütések és a furónak az ütés után való elforgatását vagy sűrített levegő, vagy villamos áram végzi. Az előbbi furógépek közül az Ingersoll, Rud. Meyer és Flottmann-félék a legelterjedtebbek. (109. ábra). A furógép dugattyújára vagy közvetlenül, vagy egy külön szorkezeti rész közvetítésével van ékekkel, vagy csavarokkal ráerősítve a tulajdonképeni furó, amely hasonlóan a

kézi furókhoz vésőszerű éllel, vagy kereszt-, vagy csillagvésőszerű éllel bír, és gyakran végig ki van furva. A furógép hajtására szükséges sűrített levegőt (4-6 atmoszféra nyomással) kompresszorban gyűjtik és onnan csővezetékekkel és pedig nagyrészt vas-csővezetékekkel vezetik a munkahelyhez, és e fix csővezetékhez hajlékony csővezeték kapcsolható, amely utóbbi a furógéphez is kapcsolható be. A sűrített levegő be-, illetve kiáramlásának szabályozására a csővezeték és a furógép is változóval van ellátva. A furólyuknak a kőlisztől való kitisztítása részben a furón végig haladó lyukon keresztül történik, de emellett időnkint a kőliszt a furó helyére beillesztett vékony vascső segítségével sűrített levegővel is történhetik. A furógép vezetésére fogantyúval van ellátva.

A kompresszor és a szivattyú, valamint a hajtó erőül szolgáló motor, gyakran kerek alvárra van szerelve, hogy ezáltal a gép helyváltoztatása is könnyű legyen, és kevésbé koncentrált sziklamunkáknál is alkalmazást nyerhessen.

A villamos hajtású, ütve dolgozó furógépek a szükséges áramot rendszeren valamely meglévő villamos hálózatból nyerik.

A forgóműves furógépek a fafurókhoz hasonló módon dolgoznak és lehetnek kézi furógépek, vagy gépi hajtásúak, csak laza és puha kőzetekben használhatók (mint pl. agyagpala stb.), az alépitményi sziklamunkák körében alkalmazásuk igen ritka.

A kőzetek repesztésére robbantó anyagot használunk, vagyis oly anyagot, amely kis helyen igen rövid idő alatt nagy mennyiségű, magas hőfoku gázt (robbantó gázt) fejleszt, amely gázok kiterjedni akarván, az utjukban levő kőzetet, vagy más anyagot szétvetik, szétrepszik. A robbanás kémiai égsi folyamat, amely az égshez szükséges oxygent a robbanó anyag alkotó részeiből kapja. A robbanó anyagok tehát mindig egy éghető Carbon-tartalmu és egy oxygent szolgáltató részből állanak.

A használatban levő robbanó anyagok összetétele a legkülönbözőbb. Vannak oly robbanó anyagok, amelyeknél az alkotó részek mechanikai keveréket, és olyanok, amelyeknél kémiai egységes vegyületet alkotnak. A robbanás kémiai folyamatának többé-kevésbé gyorsabb, vagy lassabb volta szerint a robbantó anyagokat heves (brizáns) és lassan robbanókra szokták osztályozni.

A keveréket alkotó robbantó anyagok között legismertebb a közönséges, fekete lőpor, amely porrázuzott faszén, kén és kaliumsalétrom keveréke. A faszén az éghető anyag, a kén a gyújtást megkönnyíti és az égszt egyenletessé teszi, míg a kaliumsalétrom kémiai felbomlik és az égshez szükséges oxygent szolgáltatja. A keverési arány különböző. Így a hazai (és az osztrák is) fekete lőpor 64

K 203      C. 100      D. 100

sulyrész káliumsalétrom, 16 sulyrész kén és 20 sulyrész faszénből áll. A gyorsan robbanó (erős) lőpor összetétele 70 sulyrész káliumsalétrom, 15 sulyrész kén és 15 sulyrész szén. A fekete lőpor mintegy 0.5 - 1.0 mm szemnagyságu, szürkésfekete, 250 - 300°C körül gyullad meg, míg robbanása 2400-2600°C-nál következik be. 1 kg lőpor elgázítási ideje 1/100", 0° és 760 mm légnyomás mellett 281 liter gázt fejleszt. Rendesen ömlesztett, szemcsés alakban kerül kereskedésbe, noha mint sajtolt lőpor, hengeralakúra sajtolva is kapható, de utóbbi nem tudott elterjedni, mert nem simul eléggé a furólyuk falához és így nem célszerű.

Izzó testekkel való érintkezéskor, valamint kemény tárgyak között való erős dörzsölésre, vagy ütésre meggyullad, nyílt szabad levegőn csendesen ég, de zárt helyen robban. Biztonsági okokból tehát kellő elővigyázattal kezelendő, szikrák és ütésektől óvando. Közvetlenül robban.

A robbantó vegyületek legnagyobb része erős robbanó hatását Nitroglycerin tartalmától kapja. A Nitroglycerin ( $C_6H_{10}N_6O_{18}$ ) sárgaszínű, szagtalan, clajszerű folyadék, amely alkoholban, éterben, metilalkoholban oldható. Ize édeses, igen mérges hatású, különösen a nyálkahártyákat támadja meg. Glycerinnek egy rész salétromsavval és 2 rész kénsavval való kezelésével állítható elő. Igen erős robbantó anyag. 8°-nál szilárd halmazállapotot vesz fel és 11°C-nál ismét folyékonnyá válik. 70°C-nál lassan párologni kezd, és 100° C körül már erősen fejleszt vörösszínű gázokat. 217°C-nál robban. Szikrától, vagy nyílt lángtól nehezen gyullad meg és kisebb mennyiségben csendesen ég el, de az égés 180°C körül már könnyen így is robbanásba mehet át. Más anyag robbanása a nitroglycerinnek azonnal való felrobbanását idézi elő. Fagyott állapotban ütésre és rázásra igen érzékeny. A folyékony nitroglycerin magában nem igen talál alkalmazást, mint robbantó anyag, hanem rendesen erősen porózus anyaggal felitatott állapotban.

A nitroglycerintartalmu robbantó anyagok közül legismertebb a dynamit (Nobel-féle), amely nitroglycerinnel átítatott kovaföldből (őskori diatomaceák maradványaiból keletkezett kovasavas föld-nem) áll, és sárgaszínű képlékeny, gyurható anyagot ad. A dynamit nitroglycerin tartalmától függ robbanó ereje. A kereskedésben I., II., és III. számú dynamit található, amelyek nitroglycerin tartalma 75-50-25 %. A dynamit +8°C-nál megkeményedik és 0°-nál megfagy. Megfagyott állapotban igen érzékeny a legkisebb ütésre is. Vizben huzamosabb ideig tartva hasznavehetetlenné válik, mert a víz a nitroglycerint kilugozza. Csak más igen heves robbanással hozható robbanásba, tehát közvetve ható anyag. 70°C-nál bomlik és mérges gázokat bocsát ki, amelyek a nyálkahártyákat megtámadják, erős főfájást és hányást idéznek elő. Huzamosabb ideig elraktározva bomlásnak indul, miért is záros időn belül felhasználható. Bomlási termékei igen veszélyesek.

A robbanó gelatinban 92 % nitroglycerin 8 % kollodiumgyapottal van felitatva. Az I. számú dynamittal egyenlő erős robbanó anyag, amely azonban ütésekre és rázkódásokra kevésbé érzékeny amannál. Viznek jobban ellenáll, és azért különösen vízben való robbantásokra alkalmas. Szintén csak közvetve robban.

A gelatindynamit 62.5 % nitroglycerin, 2.5 % kollodiumgyapot, 27 % nátronsalétrom és 8 % falisztból (cellulose) áll. Robbanó ereje gyengébb a robbanó gelatinnál és az I. számú dynamitnál.

A nitroglycerintartalmu robbanó anyagok raktározásánál, kezelésénél és szállításánál igen szigorú - hatóságilag is előírt - elővigyázati rendszabályok tartandók be. Vasuti szállításukra nézve külön szigorú előírások vannak. Fuvarral való szállításnál a robbanó anyagot tartalmazó ládák puhán, szalmára helyezendők el a kocsiban, és a kocsik előtt és után fekete zászlóval ellátott ember járjon, a szállítás csak lépésben történhetik stb. A raktározás csakis hatósági engedély alapján történhetik, lehetőleg minden járt uttól, emberi lakóhelytől 200 méter távolságban. A robbanó anyag raktárok rendesen földdel kitöltött, kettős fallal és még a fedélzetig földhányással készülnek kettős ajtóval, könnyű fedélszerkezettel. A raktárhelyiségnek száraznak kell len-

Nie, minden vasakatrész, amely vassal érintkezik cink, vagy rézbádoggal bevonandó. A raktárba csak mezitláb, vagy nemezcipőben szabad belépni. Őrzéséről szigorúan gondoskodni kell. A beállításnak induló robbanó anyag **azonnal** eltávolítandó és veszélytelen helyen nyílt tűzben elégetendő. A fagyott robbanó anyag kettősfalú edényben melegítendő a két fal között levő víz közvetítésével.

Használatos robbanó anyag a lőgyapotot tartalmazó u.n. füst nélküli lőpor, amely azonban nem keverék, hanem vegyület. Kénéterben oldott lőgyapothoz pikrinsavat adva hozzá, apró pelyhekben, lemezekben válik ki a füst nélküli lőpor. ( $2C_6H_2(NO_2)_3O_4$ ). Nagy ára miatt földmunkánál nem igen nyer alkalmazást.

Az ekrazit, amely tulajdonképpen ammóniaksalétrom  $N_2H_4O_3$ , igen erős robbanó anyag, de grága. Inkább csak katonai célokra nyer alkalmazást.

A durranó higany az ismert legerősebb robbanó anyag, amelyet főleg kis mennyiségben, az u.n. gyutacsokban a közvetve robbanó anyagok robbantására használunk fel. Kémiai képlete  $HgC_2N_2O_2$

A lőporteknikában ezenkívül igen sokféle u.n. biztonsági robbanó anyag ismeretes, amelyek ütésre, rázásra nem érzékenyek, s azért még postai szállításuk is engedélyezve van. Ilyen pl. a dynamon (ammóniumsálétrom és szén keveréke), a lyddit és melanit trinitrophenol tartalmu, chlorat, kedit, astralit stb.

Robbantásra igen jól felhasználható azonkívül a folyékony levegő, amely a tulajdonképpen oxygent szolgáltató anyag, míg az éghető anyag a folyékony levegőbe mártott korom és naftalin keveréke. A folyékony levegőt kettős falú, erős edényekben szállítják, amelybe belemártják a kis vászonzacskóban levő korom és naftalin keveréket, és ezt a furólyukba dugják. A robbantásnak hamar be kell következnie, mert a folyékony levegő igen hamar párolog. Epen ezért célszerű a folyékony levegőt előállító berendezést is közel a munkahelyhez felállítani. A folyékony levegő robbanó ereje vetekszik a dynamittal, de előnye az olcsósága, veszélytelen raktározása és szállítása, és a robbanó gázok ártalmatlansága. Először a világháboruban kezdték alkalmazni.

A robbanó anyagok közül a lőpor ömlesztett állapotban kerül forgalomba, míg a többi szilárd robbanó anyagok rendszeren kb. 0.1 kg-t tartalmazó 25-30 mm. átmérőjű hengerekben, de a dynamit, robbanó gelatin és ekrazit azonkívül 0.5, 1, illetve 1.5 kg súlyú bádoggdobozokban is. Ily alakban csak nagyobb aknák robbantására használható fel.

Az egyes töltések, vagy aknák gyújtása gyújtózsínór segítségével történik. A gyújtózsínór finom, szemcsés, fekete puskapor bélével bír, amely kétszeres impregnált gyapot, vagy juta burokkal van körülvéve (u.n. angol, vagy fekete kettős gyújtózsínór), vízben való használatra a második burok kaucsukból készül. A gyújtózsínórral meggyújtva a lőporból ég. Az égés lassan, mintegy 1 m/sec gyorsasággal halad tova. Az angol, lassan égő gyújtózsínóron kívül több aknának egyszerre való gyújtására használják még az u.n. detonáló gyújtózsínórt, amely másodpercenként mintegy 300000 m. sebességgel ég, de közvetlenül nem gyújtható meg.

A közvetlenül robbanó anyagok tehát pl. a fekete puskapor gyújtása olyképen történik, hogy a furólyukba beleöntik a puskaport és fa töltővesszővel ehnyén leverik, hogy a lyuk falához jól simuljon, majd behelyezve a gyújtózsínór végét, ismét még kevés, mintegy 10 cm. magasságban puskaport öntenek rá és letömkik. A töltésre - amely a furólyuk hosszúságának legfeljebb 1/3-ig terjedhet - kerül a nedves agyagból, vagy fűrészporból stb. készült fojtás, amelyet szintén töltővesszővel kell tömékelní. A zsinórnak olyan hosszúnak kell lennie, hogy a furólyukból legalább 10 cm.-nyire kiérjen, és hogy a robbanás bekövetkeztéig a gyújtómesternek ideje legyen veszélytelen helyre távozni. Minthogy kb. 100-150 m. távolsáig veti néha a robbantás a sziklaszilánkokat, célszerű legalább 200 m.-nyire elfutni, amihez 1 perc,

vagyis 60 cm. gyújtózsínór szükséges. Több akna egyszerre való gyújtásánál a gyújtózsínór hosszúságát olyképen kell megválasztani, hogy azok közel egyszerre robbanjanak, és az utolsó töltény meggyújtása után még legyen ideje a gyújtómesternek fedett helyre távozni. Az angol gyújtózsínór meggyújtása bármely izzó tárggyal történhetik.

Közvetve robbanó anyagok gyújtására a gyújtózsínór végét u.n. lőkupakba helyezük el. A lőkupak vadászpátronhoz hasonló, de kisebb rézhüvely, amelynek a végén durranóhiganyval töltött gyutacs van. A kereskedésben többféle erősségű lőkupakok kaphatók, amelyek számokkal vannak jelezve. Brizánssabb robbanó anyaghoz gyengébb (alacsonyabb számú), lanyhább anyaghoz erősebb, tehát több durranóhiganyt tartalmazó gyutacs, illetve lőkupak szükséges. A gyújtózsínórt e hüvelybe beletesszük úgy, hogy a zsinór végén a lőporbél közvetlenül érintse a gyutacs burkát, rendszeren fogóval összeszorítjuk a hüvelyt, hogy a zsinór ki ne húzódhassék belőle.

A kész furólyukba bevezetjük egyenként a robbanóanyagpátronokat, esetleg külső papiros-burkától megfosztva, fatöltővesszővel betömékkeljük, és rendszeren az utolsó előtti pátronba, a plasztikus robbanó anyagba nyomjuk a lőkupakkal ellátott gyújtózsínór végét. A töltést szintén lefektjük. A meggyújtott gyújtózsínór lassan égve elér a gyutacsig, amelynek durranó higánya robban, és ez a robbanás idézi elő a töltés explozióját is.

Detonáló gyújtózsínórral az egyes töltések elkészítése ugyanugy történik, mint az angol gyújtózsínórnál láttuk, csak, hogy az egyes töltésekből kiérő detonáló gyújtózsínórvégeket összekötjük, és a detonáló zsinórt gyutaccsal ellátott fekete, vagy angol gyújtózsínórral kötjük össze külön e célra készült rézhüvelyben. A rendszeren módon, izzó tárggyal meggyújtjuk az angol gyújtózsínórt, amelynek végén levő gyutacs robbanva, robbanásszerűen gyújtja a detonáló zsinórt és vele az egyes töltéseket is.

Végezhetjük a gyújtást villamos úton is, aminek az az előnye, hogy nagy távolságból, teljesen fedett helyről történhetik, továbbá több aknának egyszerre való gyújtását is megkönnyíti. A gyújtás vagy elektromos szikrával, vagy elektromos úton izzásba hozott nagy vezető ellenállású dróttal történhetik. Gyújtó anyagul kaliumchlorát és kénantimon szolgál, amely azután robbanásba hozza a töltést. A szikrával való gyújtáshoz nagy feszültségű és gyenge áram, az izzító gyújtáshoz kis feszültségű, de nagy intenzitású áram szükséges. Az elektromos áram előállítására kis elektrodinamó, vagy elektromágneses generátorok használatosak. Az áramvezetésre acél, vagy vörösrézdrót szolgál.

Tekintettel a valami okból egyáltalán nem, vagy elkésve robbanó töltésekre, robbantás, illetve gyújtás után mindig legalább 10-15 percig várunk kell, mielőtt a robbantás helyét újból megközelíthetnők. Több akna egyszerre való gyújtásánál tisztán angol gyújtózsínór használata mellett az egyes robbanások olvasása is tájékozhat, vajjon minden töltés elrobbant-e. A csütörtököt mándott akna a legnagyobb elővigyázatossággal kezelendő.

Már most a robbantásnál a furólyukak egymáshoz való elhelyezése, töltés nagysága stb. természetesen függ a közet szivósságától és keménységétől, repedezett voltától, a robbanó anyag brizánsságától, a furólyukak mélységétől és attól is, hogy a robbantással mily célra akarjuk az anyagot termelni.

Noha erre határozott, minden esetben megfelelő adat nem áll rendelkezésre, sőt legtöbb esetben csak próbarobbantásokkal tisztázható e kérdések, mégis a robbantás elmélete sok támpontot és megközelítő adatot szolgáltat.

Tudjuk, hogy a robbanás tulajdonképpen nem egyéb, mint kis helyen történő gyors, ugyszólván pillanatnyi égés. Az égés annál tökéletesebb minél több oxygen áll rendelkezésre. Az égésnél keletkezett gázok kiterjedni óhajtvá, nagy nyomást gyakorolnak az akna falára és pedig a robbanó anyag brizánssága és mennyisége szerint változó nyomást. E nyomás, ha valamely közet belsejében elhelyezett aknára gon-



dolunk, többé-kevésbé gömbhullámokban terjed. E nyomásnak ellenáll a közet rugalmassága (szivóssága), keménysége és a nehézségi erő. Ha a robbantás pillanatában P erő lép fel, akkor az gömbhullámokban terjedve el, tetszőleges r távolságban a gömbfelület egységnyi felületére a következő nyomást gyakorolja:

$$P = \frac{P}{4 \cdot r^2 \cdot \pi}$$

Ha már most ez a p nyomás nagyobb, mint azon helyen a közet törő szilárdsága, a közet el fog repedezni, szét fog zuzódni, míg "r" növekedésével elérjük azt a határt, amelynél a felületegységre a robbantás következtében ható nyomás éppen egyenlő a közet törőszilárdságával, ez a robbanás törési határa; míg azt túllépve e nyomás már kisebb a törőszilárdságnál,  $p < sz$ , a közetre tehát már csak nyomás hárul, amely azonban annak belső összefüggését már nem tudja megbontani. Ezt nevezik sokan a robbanás rendülési határának. Ha már most azt keressük, hogy milyen mélyre kell elhelyeznünk ismert anyagban ismert "g" súlyú robbanó anyagot, hogy az még a kőzetet megbontsa, nyilvánvaló, hogy ez a mélység nem lehet nagyobb a rendülés határán levő gömbfelület sugaránál, sőt az eredményes és gazdaságos munka végett ennél jóval kisebbnek kell lennie. T.i. a robbanás következtében a töltést gömbben koncentrálna képzelve, a szabad felület felé a hatás tölcseérszerűen fog nyilvánulni, amely tölcseér (kup) alkotója megfelel a robbanás határát alkotó gömbfelület sugarának, vagyis az alkotónak a szabad felülettel való dőfésénél mindenütt  $p = sz$

110. ábra

$$de \quad p = \frac{P}{4 \cdot r^2 \cdot \pi} \quad \text{és} \quad r = e$$

$$e = \sqrt{\frac{P}{4 \cdot p \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{P}{4 \cdot sz \cdot \pi}}$$

A kirobbantott tölcseér térfogata pedig lesz

$$K = \frac{\varrho^2 \cdot \pi \cdot m}{3}, \quad \text{ahol} \quad \varrho = \sqrt{e^2 - m^2}$$

$$K = \frac{e^2 - m^2}{3} \cdot \pi \cdot m$$

A legcélszerűbb mélysége pedig az aknáknak az lesz, amelyben ugyanazon robbanó anyag

mennyiséget elhasználva a kirobbantott, illetve tölcseér köbtartalom a legnagyobb, vagyis ott, ahol

$$\frac{dK}{dm} = 0$$

$$\frac{dK}{dm} = \frac{d}{dm} \left( \frac{\pi}{3} (e^2 \cdot m - m^3) \right) = \frac{\pi}{3} (e^2 - 3 \cdot m^2) = 0$$

amiből  $m = \frac{e}{\sqrt{3}} = e \cdot 0.578$  és  $e = 1.73 \cdot m$ .

"e" értéke pedig a robbanó anyag mennyiségétől, brizénságától, vagyis robbanó erejétől függ. Kiszámítható a Gay-Lussac törvénye alapján és pedig, ha a robbanó anyagot  $o_0$  sugarú gömbben gondoljuk koncentrálna, és a robbanás következtében annak felületén "q" erőhatás lép fel, akkor a robbanó erő lesz

$$P = q \cdot 4 \cdot e_0^2 \cdot \pi \quad \text{de továbbá}$$

$$e = \sqrt{\frac{P}{4 \cdot sz \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{q \cdot 4 \cdot e_0^2 \cdot \pi}{4 \cdot sz \cdot \pi}} = o_0 \sqrt{\frac{q}{sz}}$$

"q" pedig a robbanás hőfoka és a térfogata alapján számítható ki, mert Gay-Lussac szerint:

$$\frac{V_t}{V_0} = \frac{T}{T_0} = \frac{273^\circ + t}{273^\circ}$$

amely képletben a  $T_0$  és  $T$  az abszolút nullfokra vonatkoztatva ( $-273^\circ$ ) fejezendő ki,  $V_0$  pedig a  $0^\circ$ -u 1 atmosféra nyomásu gázmennyiség térfogata, amely a különböző robbanó anyagokra nézve adva van.

A  $V_t$  térfogat mellett a robbanó gázok  $f_0$  feszültséget okoznának, de minthogy a gázok a furó lyukban kiterjedni nem tudnak, térfogatuk nem, de e helyett a felületre ható nyomásuk fog nőni és pedig

$$\frac{f}{f_0} = \frac{V_t}{(V=1)} ; \quad f = f_0 \cdot V_t ; \quad f_0 = 1 \text{ atmosféra nyomás,}$$

és behelyettesítve az előbbi értékeket

$$V_t = V_0 \frac{273^\circ + t}{273^\circ} ; \quad f = 1 \cdot 033 \cdot V_0 \frac{273^\circ + t}{273^\circ} \text{ kg/cm}^2$$

de "g" kg robbanó anyag térfogata  $t^0$  és  $f$  feszültség mellett lesz  $\frac{g}{\gamma} = V$ , de a térfogat nem változhat, azért az  $f$  feszültségnek kell emelkednie  $q$ -ra és pedig

$$\frac{q}{f} = \frac{g}{v} = \gamma ; \quad \frac{g}{v} = \gamma \quad \text{a robbanó anyag fajsúlya}$$

és így

$$q = 1 \cdot 033 \cdot V_0 \cdot \frac{273 + t}{273} \gamma \text{ kg/cm}^2$$

A gyakorlatban "q" az előbb kiszámítottnál nagyobb, mert robbanáskor az égéstermékek és a füst stb. a rendelkezésre álló helyet csökkentik, épen azért erre való tekintettel (ha az egységre vonatkoztatott térfogatcsökkenést  $\alpha$ -val jelezzük) a rendelkezésre álló térfogat lesz  $V(1 - \alpha)$  és így

$$\frac{q}{f} = \frac{g}{v(1 - \alpha)} = \frac{\gamma}{1 - \alpha} \quad \text{és} \quad q = \frac{1 \cdot 033 \cdot V_0 \cdot (273 + t)}{(1 - \alpha) \cdot 273} \gamma \text{ kg/cm}^2$$

"q"-t tehát mindenegyes robbantó anyagra kiszámíthatjuk, de másrésről fordítva kiszámítható az a töltésköbttartalom "v", amely az  $e_0$  sugaru gömb felületén a szükséges  $q$  nyomást idézze elő:

$$v = \frac{4}{3} \cdot e_0^3 \cdot \pi = \frac{4}{3} \cdot e^3 \left( \frac{sz}{q} \right)^3 \cdot \pi, \quad \text{ahol} \quad e = e_0 \sqrt{\frac{g}{8z}}$$

de másrésről  $g = v \cdot \gamma$  és így  $g = \frac{4}{3} \cdot e^3 \cdot \left( \frac{sz}{q} \right)^3 \cdot \gamma$

Jelöljük  $\frac{4}{3} \left( \frac{sz}{q} \right)^3 \cdot \pi \cdot \gamma = c$ , tehát

$$g = c \cdot e^3$$

Minthogy azonban a robbantási tölcsernek mi nem az alkotóját, hanem a magasságát ismerjük rendszeren, a töltés nagyságát annak függvényeképen számítjuk ki, vagyis általánosan

$$g = k \cdot m^3 \quad \text{ahol } k \text{ kiszámítható a következőképen.}$$

$$e^2 = m^2 + r^2$$

de tudjuk, hogy a legkedvezőbb töltésnél  $e = 1 \cdot 73 \text{ m}$ . Ezt behelyettesítve a fenti

képletbe

$$g = c \cdot e^3 = c \cdot (1 \cdot 73 \cdot m)^3 = 1 \cdot 73^3 \cdot c \cdot m^3 = c \cdot 5 \cdot 18 \cdot m^3$$

$$k = 5 \cdot 18 \cdot c$$

$$g = k \cdot m^3$$

Ily alakban a képlet Lebrun-tól származik.

A katonai kísérletek egyes anyagoknál a következő c, illetve k értékeket kapták:

A robbantott anyag	Lőpor		Dynamit	
	c	k	c	k
Könnyen összeálló, sárga hcmok	0.4	2.00	0.30	1.56
Homokkal és kavicssal kevert agyag	0.5-0.7	2.6-3.6	0.4-0.55	2.00-3.0
Agyag	0.5-1.0	2.6-5.2	0.6-0.8	3.3-4.2
Kővel, vagy kavicssal vegyes föld	0.7-0.8	3.6-4.2	0.55-0.65	3.0-3.5
Szikla	1.0-2.0	5.2-10.4	0.5-0.8	2.6-4.2

A töltéseknek elhelyezésére vonatkozólag megjegyezzük, hogy a gyakorlatban legtöbbször egyszerre több töltést robbantunk, amikor is az egyes aknáknak célszerű elhelyezésével elérhetjük azt, hogy azok hatása egymást kiegészíti. Egyes aknáknak pedig ugyanazon töltés mellett annál nagyobb lesz a hatásuk, minél több szabad felülettel bír a robbantandó kő. Így pl. 3 szabad felület esetén a rendes töltés  $\frac{2}{3}$ -a, 4 szabad felület esetén  $\frac{1}{2}$  és 5 szabad felület esetén  $\frac{2}{5}$ -e veendő annak a töltésnek, amelyet a fenti képletekkel, vagy kísérletek útján határoztunk meg egy szabad felület esetére. Ha a furólyuk úgy van elhelyezve, hogy fölötte a szikla tetemes magasságban van, akkor természetes, hogy a robbantásnak még a ránehezedő sziklatömegre ható nehézségi erőt is le kell győznie, tehát ilyenkor a töltést növelni kell. Lebrun ilyenkor a következő képletet ajánlja

$$g = c(e + h)^3,$$

de helyette gazdaságosabbnak bizonyult

$$g = c(e^3 + 5.h) \text{ képlettel a}$$

töltés nagyságát meghatározni.

A furólyukak elhelyezésénél vigyázni kell arra is, hogy a lyuk iránya a szabad felület merőlegesével bizonyos szöveget zárjon be, mert különben a robbantás a kőzet megrepesztése helyett könnyen a furólyuk tömitését veti ki csupán, vagyis kifúj. Ennek veszélye annál nagyobb, minél kevésbé brizáns a robbanó anyag. Az alkalmazandó elhajlás fekete lőpor használatánál  $45^\circ$ , mely erősebb robbanó anyagnál folyton csökkenhet  $30-20^\circ$ -ra, sőt kivételesen erős (heves) robbanó anyagnál a furólyuk iránya össze is eshet a szabad felület merőlegesével, vagyis az u.n. legkisebb ellenállás vonalával.

Réteges kőzetekben, ha a rétegek vastagok, a furólyukakat a rétegekre közel merőlegesen, ha a rétegek vékonyak, a rétegekkel párhuzamosan kell elhelyezni.

Nagyobb tömegek fejtésénél sokkal gazdaságosabb egyszerre több aknát robbantani, hogy így az aknák egymást hatásukban támaszkodjanak. Így egyforma erősségű töltések célszerű távolsága egymástól a robbantási töltés felső átmérőjével egyező hosszúság, amikor is hatásuk 1.75-ször nagyobb, mint a külön robbantott 4, ugyanolyan töltésé. 4 darab, fentivel egyenlő távolságra, négyzetesen elhelyezett töltés robbantó hatása már mintegy 2.1-szeres. Hegyoldalakban, bevágások elkészítésénél, egészen célszerű, ha több hosszú, függőleges lyukat furunk és közbül pedig a hegyoldalra haránt kisebb lyukakat, és ezeket megtöltve egyszerre robbantunk, miáltal igen erős hatást érhetünk el.

Zárt alagutakban, tárnákban, rendszeren a tárnaszelvényében egyszerre több furólyukat készítünk, és pedig nagyjára a ha-

ladási iránnyal párhuzamosan, ha csak a rétegzettségi viszonyok a furólyikak más elhelyezését nem kívánják. Tárnában, átvágásokban, alagutakban a felette levő hegy nagy nyomása miatt, természetesen a robbantás hatása sokkal kisebb, mint felszíni fejtésnél.

Építésre alkalmas kövek termelésénél, amikor a kőzetnek erős repedezését kerülnünk kell, a furólyikakat messzebb helyezzük el egymástól, és csak gyenge töltéseket alkalmazunk.

Ha földet akarunk robbantani (pl. fagyos földet, vagy igen erős kohezióju agyagos földet), akkor legfeljebb a kétszeres lyukmélységre helyezhetjük el a furólyukakat és teljes töltést kell alkalmaznunk.

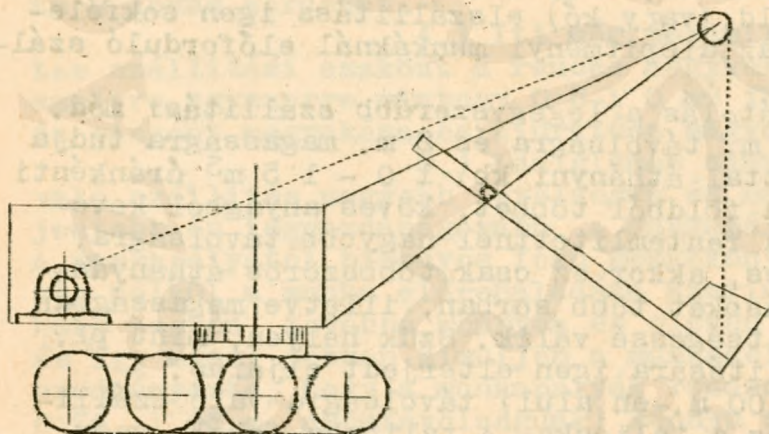
## 26.§. Anyagfejtés kotrógépekkel.

Egy helyen nagy tömegű földnek a kitermelése a már leírt eszközökkel (ásóval, csákánnyal stb.) és kézi erő helyett történhetik gépi erővel, az u.n. kotrógépekkel. Csak nem nagyon kötött földanyagban dolgoznak gazdaságosan.

A kotrógépek inkább a vízi építkezéseknél (medermélyítéseknel stb.) terjedtek el, továbbá kavics, homok, vagy agyagbányákban, de ujabban már az alsó építményi földmunkák körében is kezdenek tért hódítani. Két főalakjuk ismeretes u.n. a kanalas kotrógépek és a láncos vederművek.

A kanalas kotrógép (111. ábra) fő alkotó része egy hosszú nyelű, éles élű edény, amely fogaskerék áttétellel mozgatható.

Ennek az edénynek a felhuzására gépi erővel hajtott csigasor szolgál, amely csigasor forgó darukarra van erősítve. Az egész szerkezet, a hajtó (gőz, benzin, vagy villamos) géppel együtt rendszeren kocsi-ra van szerelve, mely sínpályán jár. A föld fejtésére az edényt a rézsű aljához beállítva a csigasor közvetítésével a gép felfelé húzza, mikor is az edény éles élével befuró-

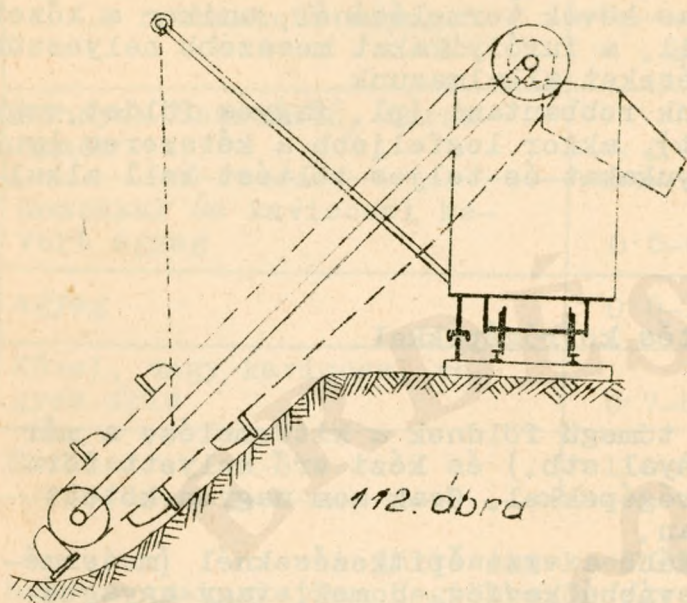


111. ábra

dik a fejtendő anyagba, és a kifejtett anyag az edényben gyűl össze, amelyet a darukarral a föld elszállítására szolgáló vasuti kocsi, kordé stb. fölé vezetve, kiürítenek. Hátránya, hogy a munka folytonos megszakításokkal jár, és ezáltal a gép terhelése is folyton változik. Napj teljessítménye a fejtendő anyag kötöttsége, a kanál űrtartalma és a hajtógép erőssége szerint változik, átlagban óránként 25-40 m<sup>3</sup>.

(A láncos vedermű (112. ábra) fő alkotó része csigasóval emelhető és süllyeszthető kar (vagy létra), amelynek mindkét végén levő dob körül vedrekkal ellátott végtelen lánc szalad. A láncot fogaskerék, vagy szíjáttétellel az egyik dobról gőz, vagy más erőgép hajtja. A láncra erősített edények éles élűek, és a lánc mozgásakor benyomulnak a fejtendő anyagba, amellyel megtelve, az anyagot rendszeren a géphez közelebbi dob alatt elhelyezett munkapályán levő csillékbe ürítik.

Az egész kotrógép, a hajtóerőt szolgáltató motorral



112. ábra

együtt szintén rendszeresen sín-pályájú járó kocsi-aljzatra van szerelve. Vizben való munkához az ily kotrógépeket hajókta is szerelik. Ezek az u. n. uszó kotrógépek.

Ujabbán az egész kotróberendezést láncotlaltas traktorra is szokták szerelni, miáltal annak mozgékonyasága nagyban emelkedik.

A kanalas kotrógépekkel szemben a láncos vedermű munkateljesítménye jóval nagyobb, és amellet a gép egyenletesebb megterheléssel jár, tehát gazdaságosabban is kihasználható, de csak kevésbé kötött földnemekben. A kötött földnemeknél a kanalas kotrógép dolgozik gazdaságosabban. Munkateljesítménye átlag 120-300 m<sup>3</sup> óránként.

## 27. §. A földanyag szállítása.

A kifejtett földanyagot a fejtés helyéről el kell azután távolítani, elszállítani, vagy felhasználása, vagy raktározása helyére. A kitermelt föld, (vagy kő) elszállítása igen sokféleképpen történhetik. Fontosabb, az alépitményi munkáknál előforduló szállítási módok a következők:

1.) Az átlapátolás a legegyszerűbb szállítási mód. Gyakorlottabb munkás átlag 4-5 m. távolságra és 2 m. magasságra tudja huzamosabb ideig a földet lapáttal áthányítani kb. 1.0 - 1.5 m<sup>3</sup> óránkénti munkateljesítmény mellett (laza földből többet, köves anyagból kevesebbet teljesít). Ha a földet a fentemlitettnél nagyobb távolságra, vagy magasságra hányítani szükséges, akkor ez csak többszörös áthányással történhetik, vagyis a munkásokat több sorban, illetve magasságban kell felállítani, tehát már költségessé válik. Szűk helyen, mint pl. alapödrökből a földnek eltávolítására igen elterjedt eljárás.

2.) Kisebb (100 m.-en alul) távolságra való szállítás céljából leggyakoribb eszköz a talicska. A talicska fából, vagy vasból készült kb. 0.04 - 0.07 ürm<sup>3</sup> befogadó képességű, egykerekű járómű, amelyet a munkás két fogójánál fogva tol. A talicskánál a súly nagyobb része a kerékre esik és csak kis részét kell a munkásnak emelnie. Szerkezetük többféle. A hazai földmunkások (kubikusok) csak a sajátos szerkezetű, u. n. kubikus talicskát szeretik használni, amelyre kb. 0.05-0.06 m<sup>3</sup> nött földnek megfelelő lazított anyagot lehet felrakni. A talicska súlya kb. 20 kg, (a vas talicskáé 35-50 kg).

A tehernek a karokra eső részét kubikusaink rendszeren bór, vagy kendersizijjal a vállukra háritják át, és így karjukkal csak tolják a talicskát. 1 m<sup>3</sup> nött föld kb. 16-20 talicska-rakomány-nak felel meg. A talicskát vagy magán a földön, vagy pedig, különösen nedves időben, vagy a talajon, - 20-25 cm. széles, 4-5 cm vastag pallópályán tolják. A pallókat szalagvassal többször körül csavarják, hogy hosszúságban való berepedésüket és gyors elhasználódásukat meggátolják. A talicska  $\mu = 0.040 - 0.08$  kg, sőt néha 0.1 kg fajlagos ellenállást fejt ki a tolással szemben a pálya minősége szerint. 10 %-nál nagyobb lejtőn felfelé a toló munkáson kívül rendszeren gyerekmunkás (u. n. csi-kó) kender, vagy sodronykötéllal huzza, segíti fel a talicskát. Leg-

gazdaságosabb szállító távolság talicskával 30 m., de 30-120 m.-ig még jó eredménnyel használható. Nagyobb távolságra már nem gazdaságos.

Ritkább szállítási módok: a földnek kásárban, vagy 2 ember által, kinyuló rudra, vagy gerendára szerelt ládában való hordása. Egyszerre kb. 0.02-0.04 m<sup>3</sup>-t tud a két ember hordani, de sokkal hamarabb fárad, mint talicskával, mert az egész terhet emelnie kell. Könnyű anyagok szállításánál már gyakrabban a 2 dörongra, vagy gerendára részegzett deszkalapon való hordás - egyszerre mintegy 0.02 - 0.03 m<sup>3</sup> rakodóképességgel. Nagyobb kövek elszállítására 10 - 15 átmérőjű keményfából készült görgőket szoktak a kő alá tenni és azokon a követ puszta földön, vagy pallón tovább tolni. Rövidebb távolságra esetleg a köveket minden szállító eszköz nélkül, sorba adogatással is szállítatjuk, ez azonban nagyon költséges.

3.) A kordék 2 kerekű, rövid, szekrényes kocsik. A megrakott kordék súlypontja a tengely felett van, úgy, hogy a teher majdnem teljesen a kerekre adódik át.

Vonatusuk történhetik emberi, vagy állati erővel. A kézi üzemű kordék rendszeren egy középtűt elhelyezett ruddal vannak ellátva, amelynek végére erősített keresztfánál fogva rendszeren 2 ember húzza őket. Pályájuk lehet a pusztai föld, vagy pedig palló. A kordék szekrényének hátsó fala kiemelhető, a kiürítésnél esetleg a rud felemelésével ki nem csúszó földanyagot kapával húzzuk ki. A kézi kordék mintegy  $\frac{1}{3}$  m<sup>3</sup> földet tudnak lazított állapotban befogadni.

Alkalmazásuk 100-300 m. távolságig gazdaságos.

A lovas kordék rendszeren valamivel nagyobb (mint egy 0.5 m<sup>3</sup>) befogadó képességűek és kettős ruddal vannak ellátva, amelyek közé fogják a lovat, vagy öszvért. Az újabb kordékon a rud a tengellyel együtt átfordítható úgy, hogy a kiürítés helyén a kordék megfordítása elmaradhat. Egy lóval néha 2 kordét is vontathatunk. Alkalmazást nyer 300-1500 m. távolságra, legcélszerűbb azonban 500 m. szállítási távolság. Ma már a munkapályákon való szállítás igen kiszorította a lovas kordékat.

4.) Itt még megemlíthetjük, mint ritkán használatos szállítási eszközt a rendes négykerekű egy, vagy 2 lovas szekeret, amelyre egyszerre mintegy 0.5-1.0 m<sup>3</sup> föld rakható. Pályát nem igényel, de viszont megrakása és kiürítése nagyon lassu, tehát költséges.

5.) Ideiglenes sínpályákon az u.n. munkapályákon való szállítás nagyobb távolságra és nagyobb tömegek esetén a legelterjedtebb és leggazdaságosabb. A munkapálya egyszerű szerkezetű sínpálya. A munkapályától bizonyos fokú mozgékonyt kívánunk, hogy nagy költség nélkül a munka előrehaladása szerint áthelyezhető és meghosszabbítható legyen, továbbá könnyen és olcsón fektethető és felszedhető legyen és így minél jobban simuljon a munkahely viszonyaihoz. Ez a követelmény eredményezte, hogy a munkapályák rendszeren keskenyvágányúak (0.6, 0.70, 0.76, 1.00 m. nyomtávolságúak) könnyű sínekkel. Talpfául gyakran csak a sínek felfekvése helyén ácsolt dörongfa, palló szolgál, amellyel igen gyakoriak a vastalpak is. A könnyebb mozgathatóság kedvéért sokszor a felépítmény egyes, 2, vagy 4 ember által vihető végmezőkből az u.n. egyenes és íves járműkből áll, amelyeket azután különféle módon kapcsolnak. A kis keréknyomás miatt a vágányok ágyazása el is maradhat és a vágányok száraz földdel, deszkadarabokkal, kövekkel lesznek aláverve, illetve ékelve. Az alkalmazott kitérők igen egyszerű szerkezetűek, gyakran u.n. cigányváltóval, vagy tolósínes váltókkal ellátva, de újabban már elég gyakran találunk nagy keresztvezési szöggel bíró csucsínes váltókat is. Alkalmazzák a kuszó váltókat is, amelyek az anyavágányba, annak megszakítása nélkül, könnyen beépíthetők és felszedhetők.

Üzemük lehet emberi, állati, vagy gépi erőre berendezett. A kézi és állati üzemre berendezett pályák készülnek a leggyengébb kivitelben, míg a gőz, vagy más egyéb gépi üzemre berendezett pályákon a felépítmény gondosabb kivitelű, így pl. már a jármű illesztésénél okvetlenül hevederek szükségesek, a kitérők is, vagy kettős tolósínes, vagy csucsíves váltókkal bírnak, a vágányok rendszeren ki-

emelendők, kavicsba, salakba ágyazandók stb. Általában véve annál szilárdabban építendőek, minél nehezebb járóművek közlekednek rajta és minél élénkebb a forgalmuk. Természetesen ezzel mozgékonyaságuk is csökken.

A föld szállítására ma legkedveltebbek az ún. billenő kocsik vasalvázzal hosszúsági tengelyük körül oldalt, vagy hosszúsági tengelyükre merőleges tengely körül billenthető, megfelelően me-revitett vasbádogból készült teknőkkel. A teknő oldalfalai a szállítan-dó anyag szerint meredekebb, vagy lankásabb hajlásuak. Földszállításra a kb.  $45^\circ$ -nyi szög alatt hajló oldalfalak a legcélszerűbbek, mert ki-billentve ezekből a földanyag segítség nélkül borul ki. Ha nedvessége miatt tapadna kissé a kocsi falához, akkor kapával segítenek. Kőanyag szállításánál célszerű (a kocsik kímélése végett) a billenőteknőket deszkabéléssel ellátni. A billenő teknő, vagy a kocsi hosszúsági ten-gelyével párhuzamos, vagy arra merőleges tengely körül billenhet, vagy is lehet oldalt, vagy homlokbillenő. A billenő kocsik emberi, állati és gépi vonóerőre is használatosak, és csak a kapcsoló és vonó készü-lékben és a teknő nagyságában különböznek.

Lejtőn lefelé a kocsiknak fékezése vagy egyszerű, a kerékhez szorított fékdoronggal, vagy a kocsihoz szerelt oszvaromelős kézi fékkel történik.

Kézi erőre berendezett pályák billenő kocsijai te-tézve rendszeren  $\frac{1}{2}$  m<sup>3</sup>, a lóerőre berendezett pályákon  $\frac{3}{4}$  - 1 m<sup>3</sup>, míg gé-pi erőre berendezett munkapályákon 1-1.5-2 m<sup>3</sup> sőt még több nőtt föld befogadó képességű kocsikat is találunk. A billenő kocsikat rendszeren 2 ember tolja, illetve 2, vagy több kocsit huz egy ló a pálya emelke-dése szerint. Gőzüzemi munkapályákon természetesen több kocsiból álló zárt vonatokban történik az anyagszállítás.

A billenő kocsik helyett földszállításra szekvény-kocsik is használhatók 2-4 m<sup>3</sup> befogadó képességgel, levehető, vagy nyitható oldalfalakkal, gyakran billenthető fenékkal is. A nehezebb le-rakás miatt kevésbé terjedtek el. Kis mennyiségek szállítására bármily célra készült pórekocsikon is történhetik, amelyeket ilyenkor ideig-lenes pallókerettel szoktak ellátni. Természetesen ilyen kocsik meg-és lerakása több időt nem vesz igénybe, mint a billenő kocsiké.

A kézi üzemi munkapályákon való szállítás 50-300 m. távolságon belül, a lóüzemű 200-2000 m. távolságokon belül haszná-latos, míg gőz, vagy gépüzemű szállítás csak akkor gazdaságos, ha nagy tömegekről (legalább 50-100,000 m<sup>3</sup>) és nagy távolságról van szó (500-10,000 m).

A munkapályákon kívül kivételes esetben sodrony-kötélpályákon, kábeldarukon, siklókon, vagy fékpályákon is történhetik a kitermelt anyag szállítása.

## VII. fejezet.

### A földmunka költségei.

#### 28.§. Az anyagfejtés költségei.

Bármely földmunka kivitelénél mindig két főmun-kát kell elvégeznünk, t.i. a földet fejtenünk, kitermelnünk kell, és a kitermelt anyagot felhasználási, vagy raktározási helyére el kell szállítanunk. E szerint a földmunka költségeit is két fő összetevőre bonthatjuk, t.i. az anyagfejtés és az anyagszállítás költségeire. A termelés, vagy fejtés költségei főleg a földanyagnak a fejtéssel szem-ben kifejtett ellenállása szerint változnak, míg a szállítási költsé-geket inkább a földanyagnak lazulása és köbméterenkinti súlya befolyá-

solja, de nagyságára ezeknél is fontosabb hatással van a választott szállítási eszköz és mód. Erre való tekintettel célszerűbb a költségek e két fő összetevőjét külön-külön tárgyalni.

A földmunka általános tárgyalásánál már osztályoztuk a földnemeket a fejtéssel szemben kifejtett ellenállásuk szerint, amely ellenállás főleg a tömegegység kitermelésére vonatkoztatott munkaidőben, a fejtéshez használt robbanó anyag mennyiségében nyer kifejezést. Az erre vonatkoztatott adatokat a Birk után ott közölt táblázatból olvashatjuk ki. E táblázatban egyúttal ki van tüntetve az alacsony szállító edénybe való felrakás munkaidő-szükséglete, amely már tulajdonképpen a szállítási költségekhez tartozik, de az egyszerűség kedvéért mégis rendszeren az anyagfejtés költségeibe szoktuk számítani, amit a következő megfontolás is indokol. T. i. a szállító eszközbe való rakodást rendszeren a fejtő munkáscsoport emberei végzik, mert a fejtő munkásnak a munka helyéről úgy is el kell távolítania a kitermelt anyagot, hogy tovább dolgozhasson, és így egyszerűbb, ha azt mindjárt a szállító eszközbe lapátolja. Ha a kitermelt földanyag magában a kereszt-szelvényben nyer felhasználást átlapátolás útján, akkor ezt is rendszeren a fejtő munkások végzik. A táblázatban a rakodáshoz szükséges munkaidő csak alacsony szállító eszközbe, pl. talicskába való rakásra vonatkozik. Ha magasabb oldalfalu járóműbe, pl. kordéba, vasuti kocsiba kell az anyagot raknunk, akkor az ehhez szükséges munkaidő a táblázatban foglalt adatoknak 5-10 %-al magasabb. De e költségtöbbletet - minthogy az már a szállítási módtól függ - a szállítási költségeknél szoktuk számításba venni. Legfeljebb 50 m.-ig való átlapátolás esetén a rakodási munkaidő nem jön tekintetbe.

Ismerve a fejtéshez szükséges munkaidőt, ezt beszorozzuk a munkabérrel, kapjuk a fejtési munka költségét. A munka költségéhez még hozzájárul az esetleg felhasznált robbanó anyag ára is. A robbanó anyag szükségletre nézve természetesen a táblázat csak átlagos adatokat szolgáltat. Pontosabb értékeket adott esetben próbarobbantással nyerhetünk. A fejtési költségekhez még hozzászámítandó a használt szerszámok kopásából eredő értékvesztés és a szerszámoknak fenntartási költsége is. Hazánkban rendszeren a földmunkás saját lapátjával és ásójával dolgozik és maga is tartja karban, tehát a szerszámok már a kialakított egységárban foglaltatik. Csakányt legtöbbszörre, a sziklamunkákhoz szükséges szerszámokat majdnem mindig az építető, vagy a vállalkozó adja ki, és munka közben fenn is tartja (élezés stb.). A szerszámok fenntartás, továbbá az őrzés stb. költségei tehát mindenkor az építetőt terhelik, úgy szintén a munkafelügyelet költségei is. A felügyelet és szerszámok költségei adott esetben ugyan külön-külön is megállapíthatók volnának, de csak igen körülményes és amellet bizonytalan számítások útján, azért a gyakorlatban e címen rendszeren a fejtési költségeknek bizonyos %-át szoktuk számításba venni, amelyek mint több megfigyelésből leszűrt átlagos értékek, szintén az alanti táblázatból vehetők ki.

Az anyagfejtési költségekhez a felsoroltakon kívül még hozzájárulnak u. n. általános költségek is, ugymint

a.) a munkások betegség és baleset ellen való biztosítási díjának a munkaadóra háruló hányada. A betegség esetére való biztosítási díj a munkás keresetének mintegy 6 %-át teszi ki, amely díjnak felét a munkás, felét a munkaadó köteles viselni. A baleset-biztosítási díj teljes egészében a munkaadót terheli. Az utóbbi veszélyességi osztályok szerint van megállapítva. Ide számítják még vállalati munkánál a bélyeg- és egyéb illetékeket is. A felsoroltak együttesen a kereseti összegnek mintegy 5 %-át teszik ki.

b.) Vállalati munkánál még növeli az általános költségeket a vállalati haszon is, amely 5 - 10 % között változik. Nagyobb munkánál alacsonyabb, kisebb munkánál nagyobb. Házi kenelésben végzett u. n. regiemunkáknál az általános költségek ezen összetevője számításon kívül maradhat.

Megjegyezzük még, hogy az általános költségek nemcsak az anyagfejtés, hanem az anyagszállítás költségei után is fel-





## 29.§. A föld szállítási költsége,

A szállítási költségek több tényezőre bonthatók fel és pedig az általános kiadásokat ismét figyelmün kívül hagyva

a.) a szállító berendezés (tehát járóművek és szállító pálya) beszerzési árának és létesítési költségének törlesztési hányada (amortizáció).

b.) a vontatás költsége

c.) a berendezés fenntartási költsége,

a.) A szállító berendezés beszerzési és létesítési költségének a munka tartamára való törlesztési hányadát rendszeren  $1 \text{ m}^3$  mozgósítandó tömegre szoktuk vonatkoztatni. A szállító berendezés áll a járóművekből (szállító eszközök) és esetleg a szállító pályából. A szállító eszközök beszerzési ára azonban nem törlesztendő teljesen, mert hiszen a berendezés a munka elvégeztével újból eladható, vagy másutt használható fel. A munka tartamára tehát csak a használat folytan beálló értékcsökkenés törlesztendő. Ez az értékcsökkenés új beszerzés esetén az első évben a legnagyobb, majd azután folyton csökken. Így pl. Lucas a munkapálya értékcsökkenését az első évben 30, a másodikban 15, a 3.-5. évben 10-10, a 6-10. évben 5-5 %-al. A földszállító kocsi értékcsökkenését az első évben 30, a 2-5. évben 15-15 és a 6. évben 10 %-al. Az építési lokomotivok évi törlesztési hányadát az első évben 30, a 2-ik évben 15, a 3-ik évben 12.5, a 4-ik évben 10, az 5-ik évben 7.5, a 6 - 10-ik évben 5-5 %-al ajánlja számításba venni.

Az értékcsökkenésnek ily módon való számítása azonban a számítást igen bizonytalaná teszi. Általában értékcsökkenés címén a beszerzési költség 30 %-ánál több nem számítható. Egyszerűbb a számítás oly szállító eszközöknél, mint pl. talicskánál, kordénál, amelyeknek átlagos élettartamát tudjuk, mert egyszerűen erre az időre törlesztendő a befektetett tőke. Bérbevett szállító eszközöknél a számítás ismét egyszerűsül, mert csak a fizetett bért kell értékcsökkenés címén számításba venni. De természetesen a szállító eszközöknek és anyagoknak a felhasználás helyére és onnan el való szállítási költségei mindenkor elosztandók a végzett földmozgósítás  $1 \text{ m}^3$ -ére. Hazánkban a földmunkások rendszeren saját talicskájukkal, illetve kordéjukkal dolgoznak, és így e címen nem kell semmit sem számításba venni, épen úgy a 4 kerekű szekérral való szállításnál sem.

A munkapálya költségei ismét össze tevődnek a munkapályához felhasznált anyag árából (természetesen a helyszínére szállítva), illetve pl. hordozható vasutaknál az értékcsökkenési törlesztési hányadból és a munkapálya létesítési költségeiből. Itt azonban még egy nehézségre bukkanunk, t.i. arra, hogy a számbavett súlypontok között való u.n. átlagos szállítási távolság még megközelítőleg sem adja a szükséges munkapálya hosszúságát. A munkapályát rendszerint a bevágás legtávolabbi pontjától kell a töltés legtávolabbi pontjáig fektetni és amellet még kitérőkre stb. is szükség van, amelyeknek hosszúsága és egymástól való távolsága az alkalmazott járóművek számától is függ. Sokan munkapályahosszuságul a közép szállítási távolság  $1.33$ -at ajánlják, de ez igen bizonytalan adat, amely a helyi viszonyok szerint erősen módosulhat. Ha a töltés állványokról történik, akkor még az állványok anyagát és építési költségeit is számításba kell venni (az állványok anyaga legtöbbször elvész, bennmarad a töltésben). Ez tisztán csak is az adott helyi viszonyok szerint történhetik meg. Mind e költségek főleg csak a szállítási távolsággal arányosak, és így nagyobb mozgósítandó tömeg esetén kevesebb költségrész esik  $1 \text{ m}^3$ -re, mint kisebb tömeg esetén.

b.) A fenntartási költséget rendszeren a vontatási költség százalékában fejezik ki, ami a szállító eszközök fenntartására nézve indokoltnak is látszik, de már a munkapálya fenntartási költsége inkább a munkapálya hosszúságával, mint a vontatási költségek-

kel volna arányos, és ezért elméletileg helyesebb volna e költségeket a törlesztési költségek százalékában kifejezni.

c.) A vontatási költséget rendszeren a napi, vagy óránkénti teljesítményből és a napi, vagy óránkénti üzemi költségekből állapítjuk meg. Emberi, vagy állati vonóerő alkalmazása esetén a napi üzemi költségek a munkában, vagyis a szállító munkás és vonóállat bérében nyernek kifejezést. Gépüzemnél az üzemi költségek a külön tárgyalta amortizáció és fenntartás költségein felül az alkalmazott munkások (mozdonyvezető, fűtő, fékező, előmunkás) béréből, és a fogyasztott üzemi anyagok árából (szén, kenőanyag, tisztítóanyag-fogyasztás) és a mellékes költségekből adódnak ki.

Emberi, vagy állati vonóerő alkalmazása esetén a napi munkateljesítményt leggyakrabban a vontatásra szükséges időből és a szállító eszköz rakodó képességéből számítják ki. Megállapítjuk, hogy egy nap, vagy egy óra alatt a szállító eszköz hányszor fordulhat meg. Az időegységben tett fordulatok számát megszorozva az egy fordulat alatt elszállított tömeggel, megkapjuk a munkateljesítményt. Egy fordulat tulajdonképpen három mozzanatból áll és pedig a megrakott kocsit a termelés helyéről a felhasználás helyére kell vontatni, ott kiüríteni, majd üresen visszatolni a termelés helyére és megvárni, míg a kocsi újból meg lesz rakva. A fordulat, vagy más néven egy térés tehát áll: a rakott, az üres menetből és a veszteglési időből (amely alatt a kiürítés és a megrakodás történik, és a munkás és a vonóállat is kipi-henheti, kifújhatja magát).

A vontatási sebesség a szállító munkás, vagy vonóállat és a szállító eszköz és pálya szerint változik. Általában vízszintes pályán a rakott menet sebessége rendszerint félszer akkora, mint az üres járaté úgy, hogy az átlagos sebesség "v" előbbi  $\frac{3}{2}$ , utóbbi  $\frac{3}{4}$ -e. A számítást mindig az átlagos sebesség alapján végezzük. Az oda és visszamenet ideje lesz, ha "h" a középszállítási távolság  $\frac{2h}{v}$ , amihez egy térésben még hozzájárul a veszteglések együttes értéke t, tehát egy térés ideje:

$$= \frac{2 \cdot h}{v} + t_1 \quad \text{illetve} \quad \frac{2 \cdot h}{v} + t_2$$

$t_1$  a kiürítésnél, illetve a rakodásnál való veszteglések együttes értékét jelenti, ha a szállító munkás maga nem rakodik.  $t_2$  pedig arra az esetre vonatkozik, ha a szállító munkás egyuttal a rakodást is végzi.

I idő alatt megtett fordulatok száma:

$$f_0 = \frac{I}{\frac{2 \cdot h}{v} + t_1} \quad \text{ha } v \text{ m/min. (méter percenként) van kifejezve, akkor az óránkénti térések száma}$$

$$f_0 = \frac{60}{\frac{2 \cdot h}{v} + t_1} = \frac{60 \cdot v}{2 \cdot h + t_1 \cdot v}$$

illetve a napi térések száma 3 órai munkaidő mellett

$$f_8 = \frac{3 \cdot 60 \cdot v}{2 \cdot h + t_1 \cdot v} = \frac{180 \cdot v}{2 \cdot h + t_1 \cdot v}$$

10 órai munkaidő mellett

$$f_{10} = \frac{10 \cdot 60 \cdot v}{2 \cdot h + t_1 \cdot v} = \frac{600 \cdot v}{2 \cdot h + t_1 \cdot v}$$

Ha egy fordulat alatt ugyanazon egy szállító munkáscsoport, vagy vonóállat egyszerre "n" kocsit vontat, és egy kocsi rakodó képessége  $k \text{ m}^3$  (nőtt földre vonatkoztatva, mert akkor nem kell a lazulást tekintetbe venni), akkor az "f" fordulat alatt elszállított földtömeg  $\text{m}^3$ -ben:

$$T = f.n.k. = \frac{I.v.n.k}{2.h + t.v}$$

Ha az egy fordulaton alkalmazott szállító munkáscsoport, vagy vonóállat és szállítómunkás óra, vagy napi bére  $B$ , akkor  $1 \text{ m}^3$  földanyag szállítási költségét megkapjuk, ha a bért elosztjuk a munkateljesítménnyel, vagyis

$$k_v = B \cdot \frac{2.h + t_1.v}{I.v.n.k}$$

Ehhez a költséghez még hozzáadandó esetleg a magasabb szállító edénybe való rakodásnál az előálló rakodási munkaidő-többlet bérben kifejezve, vagyis " $\alpha B$ " érték.

$$k_v = B \left( \frac{2.h + t_1.v}{I.v.n.k} + \alpha \right)$$

avagy

$$k_v = B(a + b.h) \quad \text{ahol}$$

$$a = \frac{t_1}{I.n.k} + \alpha \quad \text{és} \quad b = \frac{2}{I.v.n.k}$$

Ha a munkaprogram alapján meghatároztuk, hogy az illető munkát mennyi idő alatt kell elvégezni és a fentiekből meghatároztuk a szükséges napi, vagy óránkénti teljesítményt, akkor ezen teljesítmény eléréséhez szükséges járóművek száma ( $sz$ ):

$$sz = \frac{T}{f.k} = \frac{T}{\frac{I.v.k.n}{2h + t_1.v}} = T \cdot \frac{2.h + t_1.v}{I.v.k.n}$$

A szükséges szállító munkások, illetve vonóállatok száma:

$$\frac{sz}{n} = T \cdot \frac{2h + t.v}{I.v.n.k} \quad \text{-szor az egy téréshez szükséges szállító munkások, illetve vonóállatok száma.}$$

A fenntartási költséget, vagy a berendezési költség, vagy a tiszta vontatási költség százalékában szokták kifejezni, vagyis

$$k_f = k_b \cdot \frac{p}{100} \quad \text{vagy} \quad k_f = k_v \cdot \frac{p}{100}$$

A fenntartási költség nagysága természetesen a szállító berendezés természete szerint változik, így pl. Zielinszky e címen talicskaszállításnál 5 %-t, lovas kordénál 7 %-ot, kézi erőre berendezett vaspályán 30, lóra, vagy gépi erőre berendezett vaspályán 50 %-ot ajánl. Liphay "Vasutépítéstan"-ában még a berendezési költségeket is a vontatási költség %-ában veszi számításba, de a költségesebb beruházást igénylő berendezéseknél még ezen felül a munka köbméterével fordított arányban álló költségtényezővel is  $\left(\frac{k_b}{v}\right)$  növeli a szállítási költségeket. Így talicskaszállításnál a vontatási költség 5 %-át számítja fenntartási, berendezési és egyéb mellékköltségekre. Kézi kordénál 15 %-ot, lovas kordénál pallópálya esetén 45 %-ot, pusztán földön való szállításnál 15 %-ot, négykerékű szekérenél 5 %-ot, kézi erőre berendezett ideiglenes vaspályákon 20 %-ot és még  $\frac{5h}{v}$  összeadó állandót, lóüzemű ideiglenes vaspályákon 40 %-ot +  $\frac{6h}{v}$  összeadó állandót; géperejű vaspályákon 40 %-ot +  $\frac{8h}{v}$  összeadó állandót vesz fel. Liphay az így kiszámított szállítási költségeket azután egy táblázatban össze is hasonlítja több vasut építésénél elért tényleges szállítási költséggel. Ezek az áradatok azonban a háború után bekövetkezett nagy munkabér és anyagár-eltolódások folytán már nem adnak megfelelő értékeket.

Lássuk tehát most az egyes szállító berendezéseknél a szállítási költségnek a fentiek szerint való megállapítását.

1.) Talicskával való szállítás költségei palló pályán. A kubikus talicska átlag súlya 30 kg, rakodó képessége mintegy  $0.06 \text{ m}^3$  közép kötött, termelt földanyag, a szállítási közepsebesség mintegy  $50 \text{ m/min} = 0.83 \text{ msec}^{-1}$ , a veszteglési idő  $t = 1.5'$ , a palló pályán a menetellenállás  $80 \text{ kg/tonna}$ . Egy megrakott talicskának a vontatására szükséges vonóerő, ha tekintetbe vesszük, hogy a talicska súlyának  $1/4$ -e a munkás karjaira hármlik, tehát a munkásnak járás közben kifejtett ellenállását növeli, és  $3/4$ -e hármlik a kerékre, a következő:

$$V = G(0.25\mu_1 + 0.75 \cdot 0.08)$$

$\mu_1$  = a járás közben leküzdendő ellenállás Weisbach és Mirand-Claye szerint átlagosan  $0.15$ -el vehető fel,

$$V = (0.06(1600 + 30)(0.25 \cdot 0.15 + 0.75 \cdot 0.08) = 126.0 \cdot 0.0975 = 126.01$$

$V = 12.6 \text{ kg}$ , ami egy munkás munkabírását kimeríti, tehát  $n = 1$ . Az óránkénti munkateljesítmény:

$$T_0 = \frac{I \cdot v \cdot k}{2 \cdot h + t_1 v} = \frac{180}{2 \cdot h + 75} \text{ m}^3$$

A vontatási költség tehát:

$$k_v = B \frac{2h + t_1 v}{I \cdot v \cdot k} = B \left( \frac{t_1}{I \cdot k} + h \frac{2}{I \cdot v \cdot k} \right) = B \left( \frac{1.5}{1.0 \cdot 0.06} + h \frac{2}{1.50 \cdot 0.06} \right)$$

Ha  $B$ -t órabérben fejezzük ki, akkor  $I = 60'$ .

$$k_v = B(0.416 + h \cdot 0.0111)$$

A fenntartási költséget a vontatási költség  $5\%$ -ban véve fel

$$k_f = B(0.0288 + h \cdot 0.00055)$$

A beszerzési költség megállapítható a talicska és a palló árából és élettartamából. A talicska ára mintegy  $18$  -- P.  
interkaláris kamat évi  $8\%$ , egy fél évre  $0.72$  "

a talicska beszerzési költsége  $18.72$  P.

A talicska élettartama  $1000$  munkaóra, egy munkaórára esik tehát  $0.01872$  pengő

Egy munkaóra alatt kiszállítható  $\text{m}^3$ -ek száma  $T_{\text{óra}} = \frac{I \cdot v \cdot k}{2 \cdot h + t_1 v}$

Egy köbméter termelt földre eső költség tehát

$$k'_b = 0.01872 \cdot \frac{2 \cdot h + t_1 v}{I \cdot v \cdot k} = 0.01872(0.416 + h \cdot 0.0111) \quad \text{vagyis}$$

beszerzés után

$$k'_b = (0.0078 + h \cdot 0.000208) \text{ Pengő}$$

A pallókra eső költséghányad, ha  $1$  folyóméter palló ára  $0.80$  P. és a palló élettartama Birk szerint mintegy  $300,000$  térés. A pallópálya hosszúsága  $h_1$  méter, amely hosszúság azonban nem egyezik a súlypontok egymástól való távolságával, hanem annál jóval több, és pontosan előre alig állapítható meg. De ha tekintetbe vesszük, hogy a lefektetett pallópálya nem egyformán van igénybevéve, és a számításnál a palló élettartamot térésekben vesszük fel, akkor a pallók átlagos koptatási hosszúsága mégis egyenlőnek vehető a súlyponttávolsággal, tehát  $h_1 = h$ .

A "h" hosszúságú pallópálya mintegy  $h \cdot 0.8$  Pengő  
+  $8\%$  évi kamat egy fél évre  $h \cdot 0.032$  "

a beszerzési költség tehát  $h \cdot 0.832$  pengő

egy térés alatt leszállított tömeg  $0.06 \text{ m}^3$ , 300,000 térés alatt  $300000 \cdot 0.06 = 18,000 \text{ m}^3$ , egy köbméterre eső költséghányad tehát

$$k_b'' = \frac{1 \cdot 0.832}{300000 \cdot 0.06} = h \cdot 0.00004622 \text{ P.}$$

000208

tehát alig számbavehető összeg, amely elhanyagolható.

A berendezési költség törlesztési hányada tehát

$$k_b = k_b' + k_b'' = 0.0078 + h \cdot 0.0002542 \text{ P.}$$

Az összes szállítási költség tehát

$$k = k_b + k_v + k_f = B \cdot (0.445 + 0.01166 \cdot h) + k_b$$

ha  $B = 35 \text{ f.} = 0.35 \text{ P.}$ , akkor

$$K = (0.16 + 0.0039 \cdot h) \text{ Pengő}$$

2.) Kordéval való szállítás kézi erővel. Rondesen szintén pallópályán szokott történni, de legalább a rakott kocsik járnak azon, míg visszafelé az üresek esetleg puszta földön.

A kézi kordé súlya mintegy 200 kg, rakodó képessége  $0.3 \text{ m}^3$  termelt föld. Menetellenállása pallópályán  $40 \text{ kg/t.}$ , a puszta földön  $60 \text{ kg/t.}$  A vontatási sebesség  $50 \text{ m/min} = 0.833 \text{ msec}^{-1}$ . Vonóerő szükséglet pallópályán

$V = (200 + 0.3 \cdot 1600) \cdot 0.04 = 27.2 \text{ kg}$ , vagyis 2 ember kell a kiszolgálásához. A veszteglési idő mintegy 6'.

Óránkénti teljesítmény  $\text{m}^3$ -ben "h" hosszúságban való szállítás-kor

$$T_0 = 0.3 \frac{60 \cdot v}{2 \cdot h + 6 \cdot v} = \frac{900}{2 \cdot h + 300} \text{ m}^3$$

A vontatási költség pedig, minthogy 2 ember szükséges egy kordéhoz és a még nehezebb felrakás munkatöbblete 0.2 munkaóra

$$k_v = 2 \cdot B \left( \frac{2 \cdot h + 300}{900} + 0.1 \right) = B \cdot (0.8666 + h \cdot 0.0044)$$

A fenntartási költség a vontatási költségnek kb. 6 %-a

$$k_v + k_f = B \cdot (0.9187 + h \cdot 0.00471)$$

A beszerzési költség törlesztési hányada ( $k_b'$ ):

a.) a járóművek után  $k_b'$  - felvéve a kordé élettartamát 1500 munkaórával, és a kamatlábat évi 8 %-al, a kordé árát 120 P.-vel, ár + 1 évi kamat =  $120 + 9.6 = 129.6 \text{ Pengő}$

$$1 \text{ m}^3\text{-re} \quad \frac{129.6}{1500} \cdot \frac{2 \cdot h + 300}{900}$$

$$k_b' = 0.0288 + 0.0000192 \cdot h \text{ Pengő}$$

b.) A pallópálya élettartama mintegy 60,000 térés, 1 folyó méter pályához szükséges 2 folyóméter palló à  $0.80 \text{ P.} = 1.60$   
8 % kamat  $\frac{1}{4}$  évre  $\frac{0.032}{1.632 \text{ P.}}$

egy térésre esik  $h \cdot \frac{1.632}{60000} = h \cdot 0.0000276 \text{ P.}$

egy  $\text{m}^3$ -re esik  $h \cdot 0.000092 \text{ Pengő}$

Az összes szállítási költség tehát

tiszta szállítás és fenntartás 35 f.  $k_v + k_f = 0.32153 + h \cdot 0.001648$   
órabér mellett

beszerzési költség  $k_b = 0.0288 + h \cdot 0.000111$

$$k = 0.35 + h \cdot 0.00176$$

3.) Kordéval való szállítás lóerővel a puszta földön. Önsúly 220 kg, rakodóképesség mintegy  $0.5 \text{ m}^3$ , menetsebesség  $70 \text{ m/min} = 1.16 \text{ msec}^{-1}$  (deszkapályán  $80 \text{ m/min} = 1.33 \text{ msec}^{-1}$ ), menetellenállás a puszta földön  $60 \text{ kg/tonna}$ , pallópályán  $30 \text{ kg/tonna}$ .  
 Vonóerőszükséglet vízszintes pályán

$V = 0.06(0.5 \cdot 1600 + 220) = 61.2 \text{ kg}$ , vagyis 1 ló 1 kordét von-  
 tat. Két kordét egy ember szolgálhat ki. Veszteglési idő  $15'$ , a mog-  
 rakás megnehozítása címén költségtöbblet  $\text{m}^3$ -enkint  $0.2$  napszamos mun-  
 kaóra.

Egy óra alatt szállítható mennyiség "h" távolságra

$$T_{\text{óra}} = 0.5 \cdot \frac{60 \cdot 70}{2 \cdot h + 15 \cdot 70} = \frac{2100}{2h + 1050} \text{ m}^3$$

A vontatási költség pedig

$$k_v = B_1 \frac{2 \cdot h + 1050}{2100} + 0.2 \cdot B_n$$

$B_1 = 1$  ló napi bére vezetővel együtt  $6 \text{ P.}$ , egy munkaórára esik tehát  $60 \text{ f.}$ ;  $B_n = 35 \text{ f.}$  óra.

Fenntartási költség  $k_f = 0.07 \cdot k_v$ , tehát

$$k_v + k_f = B_1 \cdot (0.535 + 0.00102 \cdot h) + B_n \cdot 0.2$$

Fenti értékeket beszorozva

$$k_v + k_f = 0.39 + 0.000641 \cdot h \text{ Pengő}$$

A kordé törlesztési hányada, ha a kordé élettartama  $3000$   
 munkaóra, vagyis  $1.5$  év és a kordé ára  $132 \text{ -- P.}$   
 $8 \%$ -os kamat  $1.5$  évre  $15.84 \text{ "}$

Összesen  $147.84 \text{ P.}$

1 munkaórára esik  $\frac{147.84}{3000} \text{ P.}$

1  $\text{m}^3$ -re esik  $k_b = \frac{147.84}{3000} \cdot \frac{2 \cdot h + 1050}{2100} \text{ Pengő}$

$$k_b = 0.02464 + 0.000045 \cdot h \text{ Pengő}$$

Munkapálya nincsen. Tehát az összes költség lesz

$$k = 0.415 + h \cdot 0.000655 \text{ Pengő}$$

A legkedvezőbb szállítási távolságot megállapíthatjuk abból a tapasztalati megfigyelésből, hogy a ló munkaereje akkor van legjobban kihasználva, ha napi  $10$  órai munkaidőből  $3$  óra esik a pihenőkre (veszteglésekre) és  $7$  óra a tiszta munkára. Ennek alapján a napi térések száma lesz

$$f = \frac{3.60}{t_1} = \frac{3.60}{15} = 12, \text{ amiből a legkedvezőbb szállítási távolság}$$

$7.60 = \frac{2 \cdot h}{v} \cdot f$ ;  $h = \frac{7.60 \cdot v}{2 \cdot f} = \frac{7.60 \cdot 70}{24} = 1225 \text{ m.}$  vagyis ke-  
 reken  $h = 1200 \text{ méter.}$

b.) Lovas kordé deszkapályán. Az előbb fel-  
 tüntetett adatok mellett vízszintes pályán szükséges vonóerő

$V = 0.03(0.5 \cdot 1600 + 220) = 30.6 \text{ kg}$ , vagyis 1 ló egyszerre két rakott kocsit tud vontatni, tehát  $n = 2$ . A menetsebesség  $80 \text{ m/min} = 1.33 \text{ msec}^{-1}$ .

1 óra alatt elérhető teljesítmény:

$$T_0 = 0.5 \frac{60.80.2}{2.h + 15.80} = \frac{4800}{2.h + 1200}$$

1.) A vontatási költség, tekintettel a rakodási munkatöbbletre:

$$k_v = B_1 \frac{2.h + 1200}{4800} + 0.2.B_n = B_1.(0.25 + h.0.000416) + 0.2 B_n$$

2.) Fenntartási költség mintegy 10 %, tehát

$$k_v + k_f = B_1.(0.275 + h.0.0004583) + 0.2.B_n$$

Pénzértékben  $B_1 = 0.60$  P. ;  $B_n = 0.35$  P.

$$k_v + k_f = 0.235 + h.0.000275 \text{ Pengő}$$

3.) Beszerzési költség törlesztési hányada a kordéra nézve, mint előbb

$$k'_b = 0.02464 + 0.000045.h \text{ Pengő}$$

a pallópályára  $k''_b$ , ha a palló élettartama kb. 20,000 térés

1 folyóméter pallópálya ára	2.0.80	= 1.60 P.
8 %-os kamat fél évre		0.064 "
a pallópálya ára tehát		1.664 "

egy térésre eső költséghányad  $h. \frac{1.664}{20000}$ , amely egyuttal  $1 \text{ m}^3$ -re is vonatkozik, tehát

$$k''_b = 0.0000832 \text{ Pengő}$$

Az összes költség tehát

$$k = 0.26 + h.0.00036 \text{ Pengő}$$

Legkedvezőbb szállítási távolság napi 7 órai tiszta vontatási munkaidő mellett

$$h = \frac{7.60.80}{2.f} ; \quad f = \frac{3.60}{15} = 12 ; \quad \underline{h = 1400 \text{ méter}}$$

4.) Földszállítás közönséges 4 kerekű szekérrel csak kis mennyiségek szállításánál juthat számításba, alépitményi földmunkánál ritka. A szállítás rendszeren pusztán földön történik. A szekér súlya 500 - 800 kg, amelyre deszkából készített szekrénybe mintegy  $0.6-1.0 \text{ m}^3$  föld rakható. Menetellenállás 60 kg/tonna. Menetsebesség  $70 \text{ m/min} = 1.16 \text{ msec}^{-1}$ . A veszteglésekre a nehéz fel és lerakás miatt mintegy 30' esik. A fel- és lerakás is igen nehéz, e címen munkatöbbletként  $\text{m}^3$ -enkint 1 napszamos munkaóra számítandó fel. Fenntartási költség tulajdonképpen a fuvarost terheli, csak kisebb javítások a munkaadót. Ha a kocsis és ló amortizációját külön nem vesszük számításba, akkor fenntartás és amortizáció címen a szállítási költségeknek mintegy 5 %-a számítható fel. A rakott kocsi vontatásához szükséges vonóerő:

$$V = 0.06(500 + 0.6.1600) = 87.6 \text{ kg} \quad \text{illetve}$$

$$V = 0.06(800 + 1.0.1600) = 144 \text{ "}$$

ami egy pár könnyű, illetve nehéz ló munkaerejének felel meg.

A napi munkateljesítmény 10 óra munkaidő mellett

$$T_{10} = 0.6 \frac{10.60.70}{2.h + 30.70} = \frac{25,200}{2.h + 2100} \text{ m}^3$$



A tiszta vontatási költség pedig:

$$k_v = B_{10} \frac{2 \cdot h + 2100}{25,200} + 0 \cdot 1 \cdot B_n$$

$$k_v = B_{10} (0 \cdot 0833 + 0 \cdot 000079365 \cdot h) + 0 \cdot 1 \cdot B_n$$

$$k_v + k_f = B_{10} (0 \cdot 00416 + 0 \cdot 0000039683 \cdot h) + 0 \cdot 1 \cdot B_n$$

$$k = B_{10} (0 \cdot 0875 + 0 \cdot 000119 \cdot h) + 0 \cdot 1 \cdot B_n$$

1 kétfogatu fuvarnapszám kb. 12 P., egy napszamos napi bére 3.50 P., és így a szállítási költség

$$k = 1 \cdot 40 + h \cdot 0 \cdot 00143 \quad \text{Pengő}$$

5.) Ideiglenes sinpályákon való földszállítás kézi erővel. A legkülönbözőbb nyomtávolsággal épülnek ezek az ideiglenes pályák. Leggyakoribb közöttük a 0.60, 0.70 és 0.76 m. nyomtávolságuk. A kocsik rakodó képességes is változó, 0.5-1.0 m<sup>3</sup> között szokott lenni. A kocsik holt súlyára átlag a rakomány súlyának egy harmada esik.

Számításunk alapjául vegyünk például 0.60 m. nyomtávolságu vaspályát 7.0 kg folyóméter súlyu sinekkel. Legyen a kocsik rakodóképessége mintegy 0.75 m<sup>3</sup> a 1600 kg = 1200 kg a kocsi saját súlyára vehető, vas billenő kocsik alkalmazása mellett átlag 400 "

a rakott kocsi sulya tehát 1600 kg

A menetellenállás megközelítőlag 10 kg/tonna, így egy rakott kocsi vontatásához vízszintes pályán szükséges

$$V = 1600 \cdot 0 \cdot 01 = 16 \text{ kg}$$

Tehát egy ember a rakott kocsit erejének megfeszítésével tudja vontatni, de tekintettel az üres menetnél kifejtendő kis vonóerőre - ha a távolság nem túlságosan nagy - egy ember elegendő a kocsi kiszolgálásához. A menetsebesség átlag 60 m/min. = 1.00 msec<sup>-1</sup>.

Az óránkénti teljesítmény lesz.

$$T = 0 \cdot 75 \frac{60 \cdot 60}{2 \cdot h + 6 \cdot 60} = \frac{2700}{2 \cdot h + 360}$$

1 m<sup>3</sup> vontatási költsége tehát

$$k_v = B \left( \frac{2 \cdot h + 360}{2700} + 0 \cdot 3 \right) = B (0 \cdot 433 + 0 \cdot 00074 \cdot h) \quad ; \text{ ha } B = 0 \cdot 35 \text{ P.},$$

akkor a tiszta vontatási költség:  $k_b = 0 \cdot 15 + h \cdot 0 \cdot 00026$  Pengő

A rakodás megnehezítésére számítandó költségtöbblet m<sup>3</sup>-enkint mintegy 0.3 napszamos munkaóra.

A fenntartási költség a tiszta szállítási költséggel arányosnak vehető fel, és pedig Lipthay szerint mintegy 20 %-al, így tehát a vontatási és fenntartási költség együttesen lesz

$$k_b + k_f = B (0 \cdot 16 + 0 \cdot 0008 \cdot h) + 0 \cdot 3$$

Pénzértékben

$$k_b + k_f = 0 \cdot 16 + 0 \cdot 00031 \cdot h \quad \text{Pengő}$$

A beszerzési költség 2 részből áll, ugymint a járóművek és a pálya beszerzési költségéből. Ha egy kocsi beszerzési ára "A", akkor annak egy évi törlesztési hányada mintegy a beszerzési ár 30 %-a (bérelt kocsiknál egy évi bér). Így 1 kocsira 1 évben esik A.0.3 költség.

Az évi munkaidőt 2000 munkaórával számítva, egy munkaórára esik

$$\frac{A \cdot 0 \cdot 3}{2000}$$

$$1 \text{ m}^3\text{-re esik } \frac{Á.0.3}{2000} \frac{h + 180}{1350} = Á.0.00015(0.133 + h.0.00074)$$

A kocsi beszerzési ára kg-onként mintegy 80 f., egy kocsira esik tehát 400.080 = 320 P.

$$k'_b = 0.0065 + h.0.0000355 \text{ Pengő}$$

A munkapálya beszerzési költségének törlesztési hányada a munkapálya hosszúságával arányos. A munkapálya hosszúsága nem vehető fel az átlagos szállítási távolsággal, hanem mindig a helyi viszonyoknak megfelelően tényleg szükséges pályahosszúsággal, beloszámitva még a szükséges kitérők hosszúságát is. A ténylegesen szükségelt munkavágány egyszerű hosszúsága az átlagos szállítótávolságnak 1.2 - 1.5-szerese között szokott változni, de lehet annak kétszöröse is. Birk 1.33-szorosával ajánlja felvenni, de természetesen adott viszonyok mellett ez a hosszúság külön állapítandó meg. Rövidebb szállítási távolságánál gyakran elegendő egy kitérő vágány a töltésen, hosszabb szállító távolságon, vagy nagyobb teljesítmény elérése végett még az anyagnyerő helyen is szükség lehet kitérő vágányra. A kitérő vágány szükséges hosszúságát az alkalmazott kocsik száma határozza meg. Billenő kocsinkint átlag 2.5 m. hosszú vágányt számíthatunk, a kitérőre (váltóra) pedig kb. 18-20 m.-t. A váltó drágább voltára való tekintettel váltóinkint még 30 m. vágányhosszúságot is hozzá szoktunk számítani. Az alkalmazandó kocsik száma a naponként megkövetelt teljesítménytől függ, amely ismét az összes mozgósítandó földtömegetől és a rendelkezésre álló időből adódik ki. Ha az óránként leszállítandó tömeg  $M \text{ m}^3$ , akkor a szükségelt kocsik száma -5 % javítás alatt álló kocsitöbblet leszámításával lesz:

$$m = \frac{\text{Móra}}{\text{Tóra}} 1.05 ; \text{ de } \frac{1}{T} = 0.133 + h.0.00074, \text{ behelyettesítve}$$

$$m = M(0.14 + h.0.000777)$$

Egy kitérő vágány hosszúsága váltócsucstól váltócsucsig pedig

$$h_k = (18.00 + m.2.50 + 30) \text{ méter}$$

A megkövetelt napi, vagy óránkénti teljesítő képesség függ a mozgósítandó egész tömegetől "V"-től, és a rendelkezésre álló munkaidőtől. (Megjegyezve, hogy egy évre legfeljebb 200 munkanapot = 2000 munkaórát szoktunk számítani). Természetesen, hogy az alkalmazott kocsik számának határt szab a tényleges szállító távolság is, mert ugyan párhuzamos vágányokat is fektethetünk, de csak annyit, amennyi a bevágásban a munka akadályozása nélkül elfér, rendszerint legfeljebb kettőt. Átlagban a kitérőbe a tényleges munkapálya hosszúságának 10 %-át számíthatjuk.

A munkapálya beszerzési költségei ugyanolyan hosszú munkaidő alatt annál kisebb összeget tesznek ki köbméterenkint, minél nagyobb tömeget szállítunk le rajta. E költségtényező pontosan tehát csak a tényleges, adott viszonyok ismerete mellett állapítható meg helyesen.

A munkapálya folyóméterenkint való költségei a következőképpen állapíthatók meg:

a.) bérelt munkapályánál a napi bér adja meg a beszerzési költségek törlesztési hányadát, de természetesen számítanunk kell arra is, hogy a munkapálya bérét a munkaszüneti napokra (pl. vasárnapok, ünnepek, esős idő stb.) is fizetnünk kell, amiért is a bért évenként legfeljebb 2000 tényleges munkaórára oszthatjuk fel az évi 365 nap helyett. A szokásos építési idő alatt (márciustól - októberig) azonban az arány kedvezőbb, a munkaszünetekre elegendő 20-40 %-át, átlag 30 %-át számítani a munkában töltött napoknak, illetve a napi bért a naptári napokra számított tényleges bér 25 %-ával emelni. A munkapálya évi bére a beszerzési ár 15-20 %-a szokott lenni. Saját munkapályánál az évi ér-

tékcsökkenés a beszerzési ár 30 - 50 %-a között változik, mint ezt az általános részben már kifejtettük.

A munkapályának a helyszínére való szállítása, szerelése, őrzése, valamint a munka után való lebontása és elszállítása, továbbá a szükséges állványozás költsége tulajdonképpen adott esetben külön veendő számításba. Az állványozás mindig csak a helyi viszonyoknak megfelelő hosszúságra számítandó. Az állványozás költségénél tekintettel kell lennünk arra is, hogy az állványok anyaga rendszerint a munka befejeztével bennmarad a töltésben, tehát nem nyerhető vissza, legfeljebb a tartó szerkezet.

A munkapálya költségei  $1 \text{ m}^3$  mozgósítandó tömegre annál kisebbek, minél több a mozgósítandó tömeg.

A munkapálya költségeire nézve Zielinszky a következő empirikus képletet ajánlja

$$k_b = \frac{540 + 458 \cdot h_1}{V} \quad \text{amely képletben } e \text{ költséghányadot } 1 \text{ m}^3\text{-re}$$

re vonatkoztatva adja aranykoronában kifejezve. Pengőre átszámítva és kikerekítve e hányad

$$k_b = \frac{630 + 6 \cdot h}{V} \quad \text{E képlet azonban inkább csak ellenőrzésül szolgálhat, de jobb eredményt kapunk, ha az adott helyi viszonyokkal számolunk.}$$

A munkapálya folyómétere a következőkből áll: 2 méter sinből, átlag  $1\frac{1}{2}$  talp fából, továbbá kétszer  $\frac{1 \text{ méter}}{\text{sinhosszuság}}$  pár hevederből, 4-szer annyi + 0.5 % veszteség hevedercsavarból és talpfánkint 4 + 1.5 % veszteség sinszegből. Talpfául használhatunk esetleg dorongfát, vagy pallót, vagy csak 2 oldalán faragott talpfát. Ez anyagmenyiségeket megszorozva a beszerzési árral, kapjuk 1 folyóméter vágány anyagárát. Évi törlesztési hányadul a sinek és hevederek beszerzési költségének 20-30 %-t, a hevedercsavarok árának 50 %-t, a sinszgek és talpfák teljes árát - az elveszésre, kopásra, törésre való tekintettel.

A fektetési költséget legjobb a beépített vasanyag q-a után számításba venni, az aláverés - csak földdel történik - már a fenntartási költségekben foglaltatik. Ha szállítható munkapályánk van, akkor évi törlesztési hányadnak a beszerzési ár 30 %-át számítástba venni.

E költségekhez még hozzájárul az anyagnak a helyszínére és vissza való szállítási költsége (legegyszerűbb q-ánként számításba venni), továbbá az őrzés és lebontási munkák költségei is.

Igy pl. 60 cm nyomtávu pályáknál az alkalmazott sinek 7-9 kg nehezek szoktak lenni fm-enként, egy vágányfolyóméterre esik tehát

2.9·25 kg sin	= 18.50 kg	à 0.50 P	= 9.25 P.
6.0 méter hosszú sineket tételezve fel			
$\frac{2.1}{6} = \frac{1}{3}$ pár heveder	à 1.41 kg	= 0.47 "	à 0.65 " = 0.30 "
4-szer $\frac{1}{3} = 1\frac{1}{3}$ hevedercsavar	à 0.053 "	= 0.071 "	à 1.00 " = 0.07 "
6 darab sinszeg	à 0.058 "	= 0.35 "	à 0.65 " = 0.22 "
1 $\frac{1}{2}$ darab talpfa	à 50 fillér		= 0.75 "
	<b>Összesen :</b>	<b>19.39 kg</b>	<b>10.59 P.</b>

A törlesztési hányad pedig lesz:

sin és heveder után	25 %	9.55·0.25	. . . . .	2.40 P.
hevedercsavar "	50 %	0.30·0.50	. . . . .	0.15 "
sinszeg és talpfa "	100 %	. . . . .	. . . . .	0.98 "
				<hr/>
		<b>évi törlesztési hányad</b>		<b>3.53 P.</b>

Az anyágnak az építés helyére és vissza való szállítása fel- és lerakással együtt			
átlag 10 km.-re	q-ánként 2.1.2 P.	0.50 q	1.20 P.
Fektetés és földdel való aláverés	fm-enként		
mintegy 0.8 napszamos óra			0.30 "
lebontás			0.20 "
őrzés és kezelés			0.10 "

Összesen fm.-enkint 1.80 P.

A munkapálya összes költsége fm.-enkint kikerekítve 5.35 P.

Ha a szállítási távolságot az átlagos szállítási távolság (súlyponttávolság) 1.33-ának vesszük föl és még a kitérőkre mintegy 10 %-ot számítunk, vagyis  $h_1 = 1.33 \cdot 1.10 = 1.466 \approx 1.50$  h, 1 folyóméter átlagos szállítótávolságra osik 1.5.5.35 P. = 8.00 P. "h" közép-szállítótávolságra a beszerzési költség 8.00.h Pengő

$$1 \text{ m}^3\text{-re osik } \frac{8.00 \cdot h}{v} \text{ Pengő}$$

Az összes szállítási költség a felvett adatok szerint lesz

$$k = k_v + k_f + k_b \quad k_v + k_f = 0.16 + 0.00031 \cdot h \quad \text{Pengő}$$

$$k'_b = 0.0065 + 0.0000355 \cdot h \quad "$$

$$k''_b = \frac{8.00}{v} \cdot h \quad "$$

$$k = 0.17 + 0.000346 \cdot h + \frac{8.00}{v} \cdot h \quad \text{Pengő}$$

$$k = 0.17 + h \cdot \left( 0.000346 + \frac{8.00}{v} \right) \quad \text{Pengő} \quad \ll \gg$$

6.) Ideiglenes sinpályán lóerővel való szállítás. A szállítási költség megállapítása hasonló az előzőhöz csak a pálya szokott valamivel jobb kivitelű és így költségesebb lenni. A nyemtávolság 0.60-0.76 m. között szokott változni, a váltók is jobb kivitelűek. A mellékköltségek is nagyobbak, mert a lovak részére istálló-ról kell gondoskodni.

Egy billenő kocsira kb.  $1 \text{ m}^3$  termelt föld rakható, a kocsi súlya a hasznos súly 0.3-ének vehető fel. A vontatási sebesség 80 méter percenként =  $1.33 \text{ msec}^{-1}$ . A pálya menetellenállása 10 kg/tonna. A veszteglésekre esik 12'.

Egy rakott kocsinak vízszintes pályán való vontatásához szükséges vonóerő

$$0.010(1.00 + 0.3)1600 = 20.8 \text{ kg}$$

vagyis egy ló 3 rakott kocsit tud vontatni,  $n = 3$ .

Az óránként való teljesítő képesség  $\text{m}^3$ -ekben

$$T_{\text{óra}} = k \frac{60 \cdot v \cdot n}{2h + t_1 v} = 1.00 \frac{60 \cdot 80 \cdot 3}{2 \cdot h + 12.80} = \frac{12600}{2 \cdot h + 960} \text{ m}^3$$

A felrakás megnehezítése címén  $\text{m}^3$ -enkint 0.3 napszamos munkaóra számítható fel.

Használatos szállítási távolság 200 - 1000 méter.

Ma már kisebb mennyiségek szállításánál is előszeretettel alkalmazzák az ily munkapályákat. Ilyenkor az egységár levezetése ugyanaz marad, csak a beszerzési költségek változnak. T.i. a munkapályának csak arra az időre való törlesztési hányadát kell számításba venni, amennyi ideig a munka eltart. A fektetési, lebontási, őrzési, oda- és elszállítási költségek azonban a teljes értékben veendőek fel.

Az ily rövid ideig (2-3 hónap) fekvő pályák fektetése is kevesebb gondal történik, úgy, hogy a gyakorlatban megkívánt pontosság határain belül legtöbbször használhatjuk ez esetben is 10,000 m<sup>3</sup>-re levezetett egységárat. A pontos számítás menetét egy példán világítjuk meg:

1000 m<sup>3</sup>-nyi bevágás anyaga mintegy 200 méter távolságra volna szállítandó. A napi teljesítmény egy kocsival 10 órai munkaidő mellett  $k = 0.75 \frac{m^3}{h}$  *Arizipar Mésznyel m=1*  $sch = 10 = 60 \text{ munkaóra}$   $t = 6'$

$$T = 0.75 \frac{10.60.60}{2.h + 360} = 35.53 \text{ m}^3$$

2 kocsival tehát napi 71 m<sup>3</sup> volna leszállítható. De tekintetbe véve, hogy ily kis mennyiségénél rendszeren nem tartunk külön szállító munkásokat, a megrakás és lerakás miatt való veszteglések 15'-et vesznek igénybe fordulónként, miért 2 kocsival a napi teljesítmény

$$T = 2 \cdot \frac{27000}{400+900} = 41.5 \text{ m}^3. \quad \text{Az egész mennyiség leszállításához tehát}$$

$\frac{1000}{41.5} \sqrt{25}$  munkanapra volna szükségünk, ami az ünnepek és esetleges esős idő miatt mintegy  $1 \frac{1}{4}$  hónapnak felel meg.

Mint hogy a raktározási költséget rendszeren a fejtési költségekkel együtt szoktuk számítani, a vontatási költség számításánál csak a rendes veszteglési időt (6'-et) vehetjük tekintetbe.

A vontatási és fenntartási költség tehát marad m<sup>3</sup>-enkint

$$k_v + k_f = 0.16 + 0.00031.h \text{ Pengő}$$

A berendezési költség pedig

a.) a kocsik után  $\frac{A_1 \cdot 0.3}{2000}$  munkaóránként, egy m<sup>3</sup>-re esik

tehát

$$A_1 \cdot 0.00015 \frac{2.h + 900}{2700} = A_1 \cdot 0.00015(0.33 + h \cdot 0.00074)$$

ha  $\dot{A} = 320 \text{ P.}$

$$k'_b = 0.024 + h \cdot 0.0000355 \text{ Pengő m}^3\text{-enkint.}$$

A munkapálya berendezési költsége fektetés stb. nélkül, tekintettel arra, hogy ily rövid idő esetén a sinszegek, hevedercsavarok és támfák teljesen el nem használódnak:

sin és heveder . . . . . 2.40 P. egy évre, vagyis 2000 munkaórára  
250 munkaórára . . . . . " . . . . . 0.30 P.  
hevedercsavar és sinszeg felét  $\frac{0.15 + 0.98}{2} = 0.57$  "

Összesen a munkaidőre 0.87 P.

A fektetés, lebontás, a helyszínére való szállítás költsége pedig 1.80 P. folyóméterenkint.

A munkapálya összes költsége folyóméterenkint  $0.87 + 1.80 = 2.67 \text{ P.}$

Az átlagos szállító távolság kb. 1.33-szorosának véve fel a szükséges vágányfolyómétert (kitérőre 2 kocsinál nincsen szükség), az átlagos szállító távolság egy fm-ére esik

$$1.33 \cdot 2.67 = 2.67 + 0.89 = 3.56 \text{ P.}$$

$$1 \text{ m}^3\text{-re esik ebből } \frac{h \cdot 3.56}{V} = \frac{3.56 \cdot h}{1000} = h \cdot 0.000356 \text{ Pengő}$$

és így az összes berendezési költség

$$k'_b = 0.024 + h(0.0000355 + 0.000356) = 0.024 + h \cdot 0.00039$$

Az összes szállítási költség pedig

$$k = 0.16 + h \cdot 0.00031 + 0.024 + h \cdot 0.00039 = 0.18 + h \cdot 0.0007$$

tehát ez esetben a szállítási költség volna  $m^3$ -enkint:

100	150	200	300	400	500	600	1000	méterro
0.25	0.29	0.32	0.39	0.46	0.53	0.60	0.88	Pengő

Az egységárak tehát még mindig olcsóbbak, mintha kordéval, vagy talicskával történnék.  $\gg$

Ha a ló és a vezető együttes órabére Bl, akkor  $1 m^3$ -re eső tiszta vontatási költség lesz

$$k_v = Bl \cdot \frac{h + 480}{6300} + 0.3 \cdot Bn =$$

$$= Bl(0.07619 + h \cdot 0.00015873) + 0.3 \cdot Bn$$

A fenntartási költség a tiszta vontatási költségnek (rakodási pótlék nélkül) mintegy 40 %-át teszi ki és így

$$k_v + k_f = Bl \cdot 1.4(0.07619 + 0.00015873 \cdot h) + 0.3 \cdot Bn =$$

$$= Bl \cdot (0.1066 + 0.00022 \cdot h) + 0.3 \cdot Bn$$

Pénzértékben, ha a lónak vezetővel együtt való napi béro 10 órai munkaidő mellett 6.0 P., egy órára esik 60 f., a napszámos órabér 0.35 P.

$$k_v + k_f = 0.064 + 0.000133h + 0.105 = 0.18 + 0.000133 \cdot h \text{ Pengő}$$

A beszerzési költség törlesztési hányada pedig lesz:

a.) a kocsik után évi 30 % értékcsökkenést véve fel egy évre:

1 munkaórára esik ebből  $\frac{A_k \cdot 0.3}{A_k} \cdot 0.3$  évi 2000 munkaórát számításba véve  
 $1 m^3$ -re pedig  $\frac{A_k \cdot 0.00015}{A_k} \cdot 0.00015$

$$A_k \cdot 3 \cdot 0.00015 \cdot \frac{h + 480}{6300} = A_k (0.00000343 + h \cdot 0.0000000714)$$

Pénzértékben, ha a kocsi sulya  $0.3 \cdot 1600 = 480 \text{ kg}$  a 80 fillér  $A_k = 384 \text{ Pengő}$

$$k'_b = 0.00132 + h \cdot 0.00000274 \text{ Pengő}$$

b.) a munkavágány beszerzési költségének törlesztési hányada, helyszinre való szállítás, fektetés, őrzés, lebontás és visszaszállítás a kézi erőre berendezett munkapályáknál számított egységárak alapján vágány-folyóméterenkint 6.50 Pengő.

A munkapálya vágányhosszuságát ismét az átlagos szállítási távolság  $1.33$ -ával és kitérőkre ennek 10 %-át véve fel, vagyis kikerekítve  $1.48$ -szer az átlagos szállító távolságra,  $1 \text{ fm.}$  átlagos szállító távolságra esik

$$1.47 \cdot 6.5 = 9.55 \text{ Pengő, kikerekítve } 9.60 \text{ Pengő}$$

Az egész mozgósítandó mennyiségre esik  $h \cdot 9.60 \text{ Pengő}$

$$1 m^3\text{-re eső hányad } \frac{h \cdot 9.60}{V}$$

$1 m^3$  földmozgósítás költsége tehát

$$k = 0.19 + 0.000136 \cdot h + \frac{h \cdot 9.60}{V} \text{ Pengő}$$

Ha a naponta (10 munkaóra) megkívánt mozgósítandó mennyiség  $M m^3$ , akkor a szükséges kocsik száma:

$$m = n \cdot \frac{M}{T \text{óra}} (1 + 0.05) = M \cdot 3 (0.07619 + h \cdot 0.00015873)$$

$$m = M(0.2286 + h.0.000472)$$

A leggazdaságosabb szállító távolság 10 órai munkaidő mellett, amelyből a ló tényleges munkájára 7 óra esik

$$(10 - 7) \cdot 60 = f \cdot 12 \quad ; \quad f = \frac{180}{12} = 15$$

$$f = \frac{10 \cdot 60 \cdot 80}{2 \cdot h + 1280} = 15 \quad \text{és ebből} \quad h = 1120 \text{ méter}$$

Használatos szállító távolság 600-2000 méter.

7.) Ideiglenes sínpályán gépi erővel való szállítás. Csak nagyobb mennyiség és nagyobb szállító távolság mellett szokott gazdaságos lenni. Gyakoribb alkalmazásuk meglévő vasutak mentén eszközrendő pótló építkezéseknél is. A munkavégény kiképzése már erőteljesebb; erősebb sínek, jobb kitérők szükségesek, gondosabb a fektetés és a fenntartás. A mellékköltségek is nagyobbak, amennyiben ideiglenes mozdonyról, esetleg vízvételi berendezésről kell gondoskodni. Az alkalmazott nyomtávolság 0.60 - 0.76 m. szokott lenni. Az üzem lehet gőzerőre berendezett, vagy pedig robbanó motoros. Az előbbi gyakoribb. Az alkalmazott kocsik igen különbözők. Legkedveltebbek a tektonós billenő kocsik, noha gyakran oldalfalas pórekocsikat is használnak, de utóbbiaknál a fel- és lerakódás már költségesebb. Az alkalmazott kocsik 0.75-1.00-1.5-2.00-2.5 m<sup>3</sup> középkötött, termelt földet fogadnak be, átlag mintegy 1.50 m<sup>3</sup>-al számíthatók. A kocsik önsúlya a hasznos rakománynak 0.30 - 0.25-ával vehető számba. A szállítás mindig vonatokban történik. A menetsebesség a pálya jobb, vagy gyengébb kiképzése szerint 8 - 10 - 12 km/óra szokott lenni, és pedig a rakott vonat sebessége rendszeren kisebb, mint az üresé. A vonaton a mozdony személyzetén kívül még legalább 2-3 fékezőről kell gondoskodni. A kocsik be- és kirakását külön munkáscsoport végzi (éppen azért jó legalább kétszer annyi kocsit használni, mint amennyi egy vonatba sorozható). Egy vonatba 20-30 kocsit szoktak sorozni. A menetellenállás átlag 7 kg/tonna-ra vehető fel. A veszteglésekre fordulónként mintegy 15-20' számítható.

Vízszintes, egyenes pályán egy 1.5 m<sup>3</sup> befogadó képességű, rakott kocsit vontatásához szükséges vonóerő (a mozdony vonóhorogán)

$$V = 0.007(1.5 \cdot 1600 + 0.3 \cdot 1.5 \cdot 1600) = 21.84 \text{ kg}$$

20 kocsiból álló vonatsorozathoz tehát szükséges:

20 \cdot 21.84 = 436.8 kg, óránként 12 km-es sebességet számítva a mozdony szükséges lóerőteljesítménye

$$PS = \frac{436.8 \cdot 12000}{75 \cdot 3600} = \frac{436.8 \cdot 12}{270} = 19.4 \text{ HP}$$

A mozdony névleges lóerőteljesítményének azonban többnek kell lennie, mert önmagát is vontatnia kell. A kis építési mozdonyok szolgálati súlya lóerőnként 0.16 - 0.2 - 0.25 - 0.3 tonna és pedig minél kisebb a lóerőteljesítmény, annál nagyobb az 1 lóerőre eső súly. 30 HP névleges teljesítmény mellett 0.2 tonnát számíthatunk. A mozdony menetellenállása pedig tekintettel a belső ellenállásokra és a gyengébb kivitelű pályára, mintegy 12 kg/tonna. A mozdony maximális vonóerejét saját súlyának  $\frac{1}{6} - \frac{1}{7}$ -ével (= 0.15 S) vehetjük fel.

Ez utóbbi alapon a szükséges mozdony súly legalább

$$V = S \cdot \mu_1 + G \cdot \mu_2 = 0.15 \cdot S, \quad \text{amiből} \quad S = \frac{G \cdot \mu}{0.15 - \mu}$$

behelyettesítve az előbb felvott értékeket

$$S = S = \frac{436 \cdot 8}{0.15 - 0.012} \approx 3166 \text{ kg volna. Do ily könnyű gép csak 10 HP teljesítményű volna és így a menetsebesség legfeljebb 6 km/óra lehetne.}$$

na és így a menetsebesség legfeljebb 6 km/óra lehetne.

$$N_{HP} = \frac{Q \cdot v + N_{HP} \cdot 250 \cdot v}{270} \text{ és ebből } N_{HP} = \frac{Q \cdot v}{270 - 200 \mu_{1,v}}$$

a felvett adatokkal:

$$N_{HP} = \frac{436 \cdot 8 \cdot v}{270 - 3 \cdot v} = 22.4 \text{ . A mozdony szolgálati súlya pedig ez esetben } 5.6 \sim 6.0 \text{ t.}$$

Egy rakott kocsira esik tehát mintegy 1.12 HP.

Az üres vonat továbbításához ugyancsak vízszintes pályán szükséges vonóerő volna:

$$V = 5600 \cdot 0.012 + 20 \cdot 720 \cdot 0.007 = 107.52 \text{ kg., vagyis a rakott menetet vonóerőjének}$$

megközelítőleg egy negyede.

A lóerőteljesítmény ugyanazon sebességgel számítva tehát szintén mintegy egy negyede a rakott vonat szállításánál teljesítendő lóerőteljesítménynek.

Ily 20 kocsiból álló vonatonál tehát az óránként való munkateljesítmény lenne:

$$T_{óra} = n \cdot k \frac{60 \cdot 200}{2 \cdot h + 15 \cdot 200} = n \cdot k \frac{12000}{2 \cdot h + 3000} = n \cdot k \frac{6000}{h + 1500}$$

ha, mint felvettük  $n = 20$  ;  $k = 1.5 \text{ m}^3$ , így  $T_0 = \frac{180,000}{h + 1500}$

Egy  $\text{m}^3$  szállításához szükséges idő tehát

$$\tau = (0.0083 + h \cdot 0.000055) \text{ munkaóra.}$$

Ha a lokomotív munkaórájának átlagos költsége L, és a rakodás megnehezítése címén  $\text{m}^3$ -enkint 0.4 napszamos munkaórát számítunk, a tiszta vontatás költsége lesz

$$k_v = (0.00832 + h \cdot 0.000055) \cdot L + 0.4 \cdot B_n$$

A fenntartásra 50 %-ot (a rakodási pótlék figyelmen kívül való hagyása mellett) számítva, a tiszta vontatási és fenntartási költség összege:

$$k_v + k_f = (0.0125 + h \cdot 0.000083) \cdot L + 0.4 \cdot B_n$$

Egy lokomotívra költsége teljes járatnál a következőképpen számítható:

A mozdonyvezető napi bére mintegy 12 P., egy órára esik	1.20 P.
a fűtő napi bére	0.60 "
2 fékező a vonaton	0.80 "
1 előmunkás napi bére	0.60 "
Szénfogyasztás óránként teljes járatnál 22.4 HP a 3 kg = 67.2 kg	
üres menetnél ennek $\frac{1}{4}$ -e	16.8 "
Összesen	84.0 kg
átlag 42 kg. a 6 fillér	2.52 "

Kenő és tisztító anyag naponként átlag 3 P., egy órára 0.30 "

Ideiglenes mozdonyszinre, őrizetre stb. napi 7 P, egy órára 0.70 "

Vizvételi berendezésre napi 2.20 P. " " 0.22 "

A lokomotív évi törlesztési (értékcsökkenési) hányadának egy órára eső része. Ha a lokomotív önsúlyát lóerőnként 220-180-150 kg-al számítjuk, illetve lóerőnként 800 pengővel számítjuk, a lokomotívra mintegy 24,000 P. volna, ennek 30 %-át véve fel amorti-



zációra 7200 P. volna, egy munkaórára esik tehát  $\frac{7200}{2000} = 3.60$  P.  
 Gépjavítás és fenntartás a törlesztési hányad 20 %-a 0.72 "

1 lokomotívra költsége tehát . . . . . 11.26 P.  
 vagyis kikerekítve L = 12.00 P.- Ez az összeg azonban nagyon változik aszerint, amint a lokomotív jól van-e kihasználva. Ez értéket a fenti egyenletbe behelyettesítve

$$k_v + k_f = 0.15 + h \cdot 0.0001 + 0.14 = 0.29 + h \cdot 0.0001 \text{ Pengő}$$

A beszerzési költség törlesztési hányada a kocsikra nézve 30 % értékcsökkenést felvéve lesz:

egy kocsira egy évre 0.3.Á  
 egy munkaórára 0.00015.Á  
 egy m<sup>3</sup>-re jutna 0.00015.Á(0.0083 + h.0.0000055)

Ha két vonatnyi szerelvényt számítunk, akkor egy m<sup>3</sup>-re ennek kétszerese jutna, vagyis 0.0003.Á(0.0083 + h.0.0000055)  
 egy kocsi ára 720.0.8 P = 576 P.  
 behelyettesítve az előbbi egyenletbe 1 m<sup>3</sup>-re eső beszerzési költség-hányad

$k'_b = 0.00144 + h \cdot 0.00000096$  Pengő, tehát oly csekély összeg, hogy bátran elhanyagolható.

A munkapálya beszerzési költség törlesztési hányada, illetve bére és a helyszínére való szállítás, fektetés, lebontás, vissza-szállítás és őrzési költsége 1 vágányfolyóméterre kitesz mintegy 8.60 P.-t. Az átlagos szállítási távolság 1 folyóméterére pedig az előbb felvett átlagos számítás alapján  $1.47.8.60 = 12.64$  P., kikerekítve 13 P.-t. "h" átlagos szállítási távolságra h. 13 Pengőt. A leszállítandó összes "V" földtömegre:  $\frac{h.13}{V}$  pengőt.

Az összes szállítási költség a felvett adatokkal tehát volna:

$$k = 0.29 + 0.0001 \cdot h + \frac{h.13}{V} \text{ pengő.}$$

Ha már meglevő, illetve már kész pályán történik a föld szállítása, akkor a számítás menete más. A berendezési költségek ilyenkor rendszeren csak a termelés, illetve lerakás helyén esetleg szükséges vágányok létesítési költségeiből adódnak, a szállítási költségek pedig a vasuti üzemnél tárgyalt módon állapíthatók meg. A fel- és lerakás megnehezítése címén felszámítható pótlék pedig a rendelkezésre álló kocsik szerint változik.

A különböző szállító berendezésekre vonatkozólag az így leszámaztatott adatokat a csatolt kimutatás foglalja magában, illetve a grafikon szemlélteti. E kimutatás, de főleg a grafikon mutatja azt is, hogy mely szállító berendezések, mikor a leggazdaságosabbak.

Az így leszámaztatott szállítási költségek nőtt állapotban 1600 fajsúlyu földanyagra vonatkoznak, és kötöttebb, illetve nehezebb anyagnál nőnek, könnyebb anyagnál csökkennek, de ez a növekvés, illetve csökkenés nem arányos teljesen a fajsúllyal, hanem kisebb, mint a fajsúly emelkedése földnemű anyagoknál, sziklamunkáknál pedig nagyobb a fajsúly emelkedésénél. Sokan éppen ezért a szállítási költség növekvést inkább a lazulással veszik aránycsnak. Ez alapon a közepesen kötött anyagot egységnek véve fel (a II. csoportba tartozót) az I. csoportba tartozó földnemeknél az arányszám 0.90, II. csoportbeli-eknél 1.00, a III. csoportnál 1.05, a IV. csoportnál 1.15.

\*(N. B. A szállítási költség-növekvés és a lazulás között az arány fordított.)

A földszállítás költségei vízszintes pályán közép kötött termelt földre (1 m<sup>3</sup> súlya 1600 kg) vonatkoztatva m<sup>3</sup>-enként. (alacsony mértékű)

Művelet szám.	A szállító berendezés neve.	A szállító és közrakodó képessége.	A szállító és közrakodó képessége.		Arakó-terület m <sup>2</sup>	Arakó-terület m <sup>2</sup>	Arakó-terület m <sup>2</sup>	Arakó-terület m <sup>2</sup>	Arakó-terület m <sup>2</sup>	Arakó-terület m <sup>2</sup>	Arakó-terület m <sup>2</sup>	Arakó-terület m <sup>2</sup>	Menedzsment		Működési idő	Működési idő	Működési idő	Működési idő	Működési idő	Működési idő
			kg	kg									perc	perc						
1.	Kubikos talicska	0,05 0,07	30	96	126	0,238	80	126	1	1 ember	1 db	1 db	30 m /óra	0,833	180	15'	5-200	70	B(0,445+0,016h) +K <sub>6</sub>	0,16+0,00039h
2.	Kézi kordé	0,25-0,50	200	480	680	0,204	40	272	1	2 ember	2 db	30 m /óra	0,83	450	6'	50-1000	300	B(0,91866+0,00019h) +K <sub>6</sub>	0,35+0,000196h	
3.	Lovas kordé	0,3-0,75	220	800	1020	0,216	60	612	1	1 db + vezető	1 db	4-2 km	1,16	1050	15'	200-2000	1200	B <sub>1</sub> (0,535+0,0002h) +0,2B <sub>n</sub> +K <sub>6</sub>	0,445+0,00072h	
4.	Kordé	0,3-0,75	220	800	1020	0,216	30	306	2	1 db + vezető	1 db	4-8 km	1,33	2400	15'	200-2000	1400	B <sub>1</sub> (0,275+0,00046h) +0,2B <sub>n</sub> +K <sub>6</sub>	0,26+0,00036h	
5.	Közönséges 2 fogatú szeker	0,4-1,00	500	960	1460	0,342	60	876	1	2 db + vezető	1 db	4-2 km	1,16	12600	30'	csak közle- teles esetek- ben!		B <sub>1</sub> (0,0875+0,00019h) +0,1B <sub>n</sub>	1,40+0,00143h	
6.	Jedeig- lmes vas- pálya 70-900 kg sínekkel	0,5-1,00	400	1200	1600	0,25	10	160	1	1 ember	1 db	3-6 km	1,00	1350	6'	200-1000	500	B <sub>n</sub> (0,16+0,0003h) +K <sub>6</sub> + $\frac{800-h}{Y}$	$\frac{V_{m3}}{V_{m3}}$ 0,17+0,000346h+ $\frac{800-h}{Y}$ 10,000 0,17+0,000446h 20,000 0,17+0,000746h 50,000 0,17+0,000	
7.	Jedeig- lmes vas- pálya 90-12 kg sínekkel	0,5-1,5	480	1600	2080	0,231	10	208	3	1 db + vezető	1 db	4-8 km	1,33	6300	12'	500-2000	1100	B <sub>1</sub> (0,106+0,00022h) +0,3B <sub>n</sub> +K <sub>6</sub> + $\frac{h-960}{Y}$	0,19+0,000196h 20,000 0,19+0,000616h 50,000 0,19+0,000328h $V_{m3}$ 0,29+0,0001h+ $\frac{960-h}{Y}$	
8.	Jedeig- lmes vas- pálya 12 kg/m <sup>2</sup> sínekkel	1,0-2,5	720	2400	3120	0,231	7	218	20	1 db + vezető	1 db	10-12 km	3,33	18000	15'	1000	10.000	L <sub>6</sub> (0,0125+0,000083h) +0,4B <sub>n</sub> + $\frac{13-h}{Y}$	50,000 0,29+0,00026h 100,000 0,29+0,00023h 150,000 0,29+0,000186h 200,000 0,29+0,000165h	

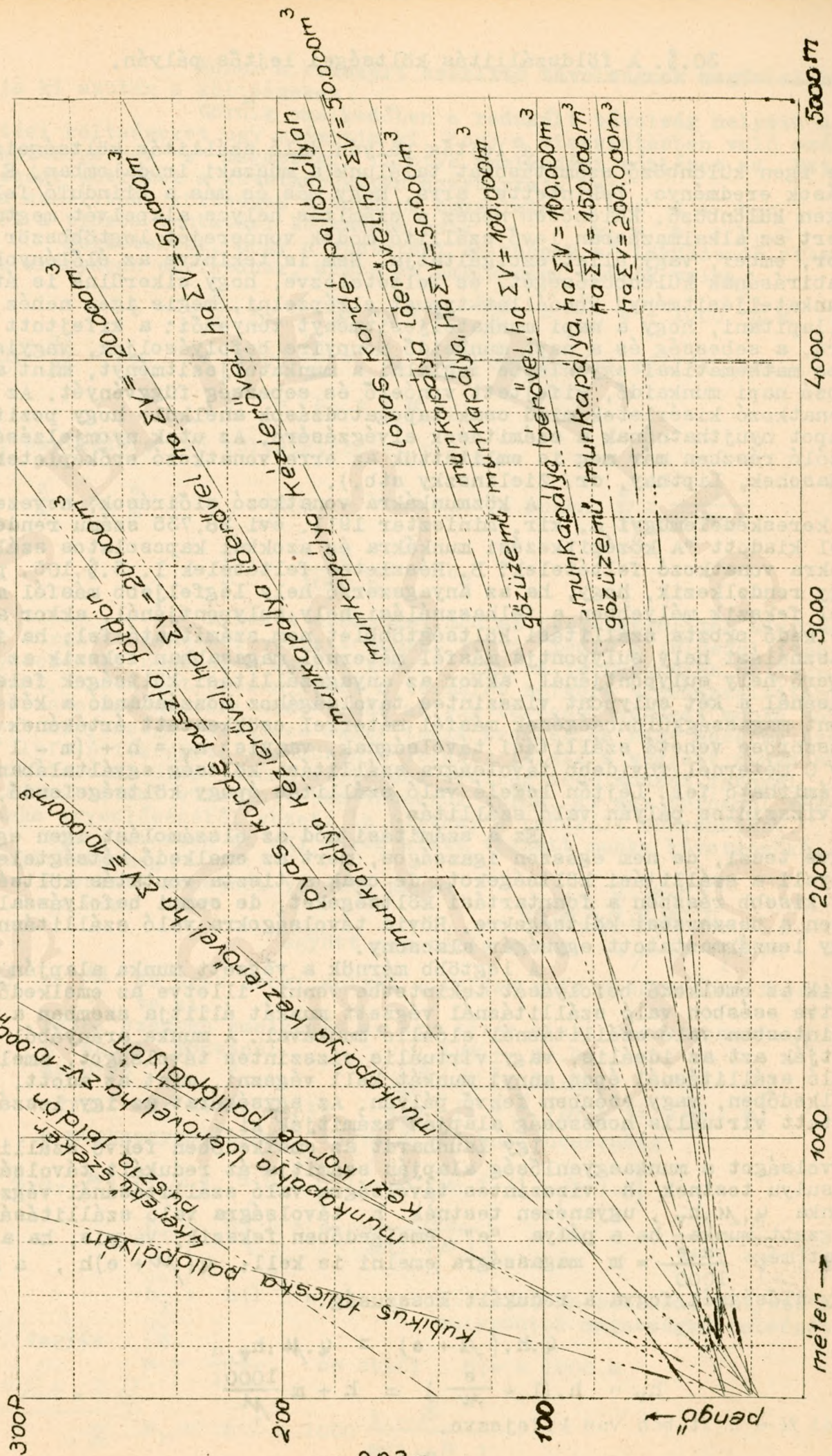
Szállító berendezés.	Leszállítandó összes mennyiség m <sup>3</sup>	20	30	40	50	60	80	100	150	200	300	400	500	1000	1500	2000	5000	10000	15000	
		méter távolságra való szállítás költség m <sup>3</sup> -ankint pengőben.																		
Talicska pályán.		024	028	032	036	039	047	055	065	084	133	172	211	-	-	-	-	-	-	
Kézikordé -"-		039	040	042	044	046	047	053	061	070	088	105	133	211						
Lovas kordé	puszta földön				045	046	047	049	052	056	063	070	078	114	150	186				
	palló pályán.				028	028	029	030	031	033	037	040	044	062	080	098				
4kerekű szekér					147	149	151	154	161	169	183	197	212	283	353	426				
Ideiglenes vassín pályán (munkapályán)	kézi erővel	10.000			023	023	024	028	034	040	051	063	074	131	189	246	590			
		20.000			021	022	023	024	027	032	039	047	054	092	129	166	380			
		50.000			020	020	021	022	025	027	032	037	042	068	093	118	260			
	lóerővel	10.000				029	031	035	039	048	078	097	117	137	215	313	411	-		
		20.000				022	023	024	025	028	031	037	043	049	081	111	142	327		
		50.000				021	021	022	022	024	026	029	032	035	052	068	085	183	347	
		100.000				020	020	021	021	022	024	026	028	031	042	054	065	135	251	
	gőzmozdonyal	50.000				030	031	031	032	033	034	037	040	043	056	070	083	164	399	
		100.000				030	030	030	030	031	032	033	035	036	043	050	057	099	169	239
		150.000				029	030	030	030	030	031	032	033	034	039	043	048	077	126	173
		200.000				029	029	030	030	030	031	031	033	035	037	040	044	067	104	143

E táblázatból láthatjuk, hogy kb. 70 m távolsáig a talicska a legolcsóbb, azontul a kordé jöhet számításba és pedig kb. 100 m. távolsáig kézi kordé, azontul a lovas kordé puszta földön. A lovas kordé deszkapályán már 50 m. szállító távolság mellett is gazdaságos.

Nagyobb tömegeknél és hosszabb szállító távolságon már csak a munkapályák előnyösebbek és pedig 10000 m<sup>3</sup>-ig a kézi erőre berendezett munkapályák, 20000 m<sup>3</sup>-ig 150 m. távolsáig a kézi erőre berend. munkapálya, azontul a lóvontatású pályák. 50000 m<sup>3</sup> földmozgósítás esetén már 100 m-en túl gazdaságosabb a lóvontatású a kézi munkapályánál, míg 1500 m-en túl a lokomotív-vontatás. 100,000 m<sup>3</sup> mozgósítandó tömeg esetén 1000 m-en túl a gőzüzem előnyösebb a lóvontatásnál és 100000 m<sup>3</sup>-nél nagyobb tömeg mozgósításánál legtöbbször már csak a gőzüzem jöhet szóba, mint legolcsóbb szállítási mód.

A szállítási költségeknek a különböző szállító berendezéseknél a szállító távolság szerint való változását szemléltetően grafikonban ábrázolhatjuk és pedig úgy, hogy az abszcissákra felhordjuk lépték szerint a távolságokat, és a hozzátartozó ordinátákra a szállítási költségeket. Minthogy a szállítási költségek egyenlete ferde egyenest jelöl, bármely a táblázatban ki nem tüntetett, közbenső távolságra való szállító költséget a hozzátartozó ordinátán mérhetjük le a pénz léptékében. Ilyen grafikont mutat a következő ábra, amelyben a különböző szállító berendezések költségei más-más vonallal vannak kihuzva.

Szállítási költségek grafikonja  
 1000m = 5cm ; 1pengő = 5cm



A lejtős pályán való szállítás költségeire nézve igen különböző számításokat találunk a műszaki irodalomban. E számítások eredményo, tekintettel arra, hogy más és más a kiinduló feltevés, igen különböző. Különösen nehéz a számítás helyes alapelvét megtalálni, mert az alkalmazásban levő szállító módok vonóerejét legtöbbször élőmotor, ember, vagy állat szolgáltatja. Nem is tekintve az élőlényok munkabírájának különbözőségét, és feltételezve, hogy sikerülne is átlagos munkateljesítményü vonóállat-typust elképzelni, mégis igen nehéz megállapítani, hogy a napi munkateljesítményt tényezői: a kifejtett vonóerő, a sebesség és a napi munkaidő monnyire befolyásolják, vagyis bajos matematikai egyenletbe foglalni a munkateljesítményt, mint a változó napi munkaidő, kifejtett vonóerő és sebesség függvényét. Az erre vonatkozó kísérletek mind csak tapogatózások anélkül, hogy pozitív alapot nyújthatnának a számítások elvégzésére. Az utak nyomjelzéséről szóló részben már meg is említettük az erre vonatkozó erőképleteket. (Maschek, Liphay, dr. Zielinszky stb.).

A közmunkákra vonatkozó előírások, nevezetesen a kereskedelemügyi m. kir. miniszter 1911. évi 28,735 számú rendeletével kiadott "A középítkezési munkákra és azokkal kapcsolatos szállításokra vonatkozó feltételek" B. Részletes feltételek I. 5.§.105. pontja úgy rendelkezik, hogy, ha az anyagszerző hely legfeljebb másfél méterrel fekszik mélyebben a felhasználási hely sulypontjánál, akkor az emelkedő okozta szállítási költségtöbblet nem számítható fel; ha felhasználási hely sulypontja másfél méternél magasabban fekszik az anyagnyerő hely sulypontjánál, akkor az anyagszállítási költségek felszámításánál a két sulypont vízszintes távolságához hozzáadandó a két sulypont magasságkülönbségének másfél méterrel csökkentett értékének tizenötöszöröse vehető szállítási távolságnak, vagyis  $h_v = h + (m - 1.5)15$ ; 10'0 méternél rövidebb távolságra szállítási költség egyáltalában nem számítható fel. Lejtőn legelé való szállítás épügy költségelendő, mint a vízszintes pályán való szállítás.

Ez a számítási mód az elszámolást igen egyszerűvé teszi, de nem egészen igazságos, mert az emelkedő kétségtelenül növeli a szállítási költségeket, de csak a tiszta vontatás költségeit, és kisebb részben a fonntartási költségeket, de semmi befolyással sincsen a beszerzési költségekre. Rövid távolságokra való szállításnál az így leszarmaztatott egységár alacsony.

A legtöbb mérnök a végzett munka alapján igyekszik az emelkedő befolyását tekintetbe venni, illetve az emelkedőn, illetve esésben való szállításnál végzett munkát állítja szemben a vízszintesben való szállításnál előálló munkával. A munka arányából kiszámítják azt az ideális, vagy virtuális vízszintes távolságot, amelyen való szállításnál épen annyi munkát kell végezni, mint az adott, de emelkedőben, vagy esésben fekvő pályán. Az egységárat az így leszarmaztatott virtuális hosszúság alapján számítják ki.

Igy Launhardt az emelkedőben fekvő szállítási távolságot a munkaegyenlőség alapján számítja át redukált távolságra.  $Q$  sulyu testnek  $h$  vízszintes távolságra való szállításánál végzett munka  $Q \cdot \mu \cdot h_v$ , ugyanezen testnek  $h$  távolságra való szállításánál végzett munka, ha a pálya "e" emelkedőben fekszik, vagyis, ha a tárgyat még  $\frac{h \cdot e}{1000} = m$  magasságra emelni is kell:  $Q(\mu + e)h$ , a munka egyenlőségnél fogva a redukált hosszúság:

$$Q \cdot h \cdot (\mu + e) = Q \cdot \mu \cdot h_v$$

$$h_v = h \cdot \left(1 + \frac{e}{\mu}\right) = h + m \frac{1000}{\mu}$$

ahol  $\mu$  = kg/t-ban van kifejezve.

Ennek a redukált szállító távolságnak megfelelően számítja ki azután a költségeket.

Görnig emelkedőben a redukált távolság helyett a szállítási költségeket úgy számítja ki, hogy a vízszintesben való szállítás költségeihez "z" magassági, illetve emelkedési pótléket ad. Ezt a magassági pótléket a következőképpen származtatja le:

a szállítási költségek általános egyenlete  $k = a + b \cdot h$ ,  
amelyből a tiszta vontatási költségre esik  $k_v = a_1 + b_1 \cdot h$

Feltételezi, hogy a vontatási költségek a leküzdendő ellenállások arányában emelkednek, akkor az emelkedési pótlék volna:

$$z = \frac{e}{M} k_v = \frac{e}{M} a_1 + b_1 \frac{h \cdot e}{M} = \frac{a_1}{M} e + 1000 \frac{b_1}{M} m$$

jelöljük  $\frac{a_1}{M} = a_2$  és  $1000 \frac{b_1}{M} = b_2$ , az emelkedési pótlék lesz:

$$z_1 = a_2 \cdot e + m \cdot b_2$$

1 méter emelkedőre eső költségtöbblet pedig:

$$\frac{z}{m} = a_2 \frac{e}{m} + b_2 \quad \text{de } m = 1000 \cdot h \cdot e, \quad \text{innen } \frac{e}{m} = \frac{1}{1000 \cdot h}$$

$$\frac{z}{m} = \frac{a_2}{1000 \cdot h} + b_2$$

Mindkét számítási mód az összehasonlítás alapjául csak a rakott menetnél végzett munkát veszi, pedig a földszállításnál egy térésnél nemcsak a rakott kocsi kell a felhasználás helyére szállítani, hanem azt üresen ismét a termelés helyére visszaszállítani. A helyes összehasonlítási alap tehát az egy térésnél végzett munka volna. Ennek helyessége különösen akkor tűnik szembe, ha nagy esésben szállítjuk lefelé fékezhető járóműben a földet: lefelé a végzett munka nulla, de felfelé az üres járómű feltolása esetleg több munkát igényel, mintha a szállítást vízszintesben végeztük volna. Az egy térésnél végzett munka egyenlőségéből vezeti le Liphay a redukált hosszúságot.

Vízszintesben az egy térés alatt végzett munka következőképpen állapítható meg:

a rakott menetnél végzett munka  
az üres " " " "

$$\frac{Q_{ii} \cdot M = \beta \cdot Q \cdot M \cdot h}{Q \cdot M (1 + \beta) \cdot h}$$

együtt egy térés alatt  $Q \cdot M (1 + \beta) \cdot h$

ahol  $\beta = \frac{Q_{ii}}{Q}$  az üres kocsi súlyát a teljes súly viszonyában fejezve ki.

Ezzel szemben emelkedőn az egy térés alatt végzett munka:

a rakott menetnél  $Q \cdot (M \pm e) \cdot h$   
az üres " "  $Q \cdot \beta \cdot (M \mp e) \cdot h$

együtt egy térés alatt  $Q \cdot h [(1 + \beta) M \pm (1 - \beta) \cdot e]$

A munkaegyenlőségénél fogva a redukált hosszúság

$$Q \cdot h_r \cdot M (1 + \beta) = Q \cdot h [(1 + \beta) M \pm (1 - \beta) \cdot e]$$

$$h_r = h \left[ 1 \pm e \cdot \frac{1 - \beta}{M(1 + \beta)} \right] \quad \text{ha } c = \frac{1 - \beta}{M(1 + \beta)}$$

$h_r = h(1 \pm e \cdot c)$  illetve, ha emelkedő helyett a súlypontok magasságkülönbségét

vesszük, vagyis

$$m = \frac{h \cdot e}{1000} \quad \text{és ebből } h \cdot e = 1000 \cdot m$$

$$h_r = h \pm m \cdot 1000 \frac{1 - \beta}{M(1 + \beta)}$$

Ha  $C = 1000 \cdot c = 1000 \cdot \frac{1 - \beta}{\mu(1 + \beta)}$  akkor

$$h_r = h + m \cdot C$$

Ez a számítás azonban csak addig érvényes, ameddig  $e \leq \mu$   
a határ esetben, ha  $e = \mu$

$$h_r = h \frac{2}{1 + \beta} \quad \text{ha } e > 0, \text{ vagyis emelkedőben való szállításhoz}$$

$$h_r = h \frac{2\beta}{1 + \beta} \quad \text{ha } e < 0, \text{ vagyis esésben való teher szállításhoz}$$

A menetellenállásnál nagyobb emelkedő  $e > \mu$  csak oly szállító berendezésnél alkalmazható, amelynek járóművei fékezőként mert a vonóállat lefelé való haladtában saját súlyának fékezésére használja fel vonóerejét, a járómű fékezése, illetve visszatartása pedig tulságosan igénybevenné, kifárasztaná az élő motort. Ha tehát külön fékekkel fel nem szerelt pályákon a súlypontok magasságkülönbsége miatt va a távolsággal a menetellenállásnál nagyobb emelkedőt eredményezne, akkor a pályát kell mesterségesen oly hosszúra fejleszteni, hogy  $e_{max} = \mu$  legyen, ez esetben tehát a pályának kifejlesztendő hosszúsága

$$h_{\mu} = m \frac{1000}{\mu} \quad \text{a redukált hosszúság pedig:}$$

a.) emelkedőben  $h_r = h \frac{2}{\mu(1 + \beta)} = m \frac{2000}{(1 + \beta)} = h \frac{1}{1 + \beta} + m \frac{1000}{\mu(1 + \beta)}$

b.) esésben  $h_r = h \frac{2\beta}{\mu(1 + \beta)} = m \frac{2000 \cdot \beta}{\mu(1 + \beta)} = h \frac{\beta}{1 + \beta} + m \frac{1000 \cdot \beta}{\mu(1 + \beta)}$

A fékberendezéssel ellátott járóműveknél a pálya emelkedője, illetve esése nagyobb lehet, mint a menetellenállás értéke, mert lefelé menet a lejtő irányába eső erőkomponenst fékező munkával rontjuk le. A redukált hosszúságot ismét a végzett munka alapján számítjuk ki, és pedig egy térésben csak a felfelé való szállításhoz végez a vonóerő munkát, míg esésben nem. A redukált hosszúság tehát

a.) az emelkedőben való szállításhoz:

$$h_r = h \frac{Q(\mu + e)}{Q\mu(1 + \beta)} = h \left[ \frac{1}{1 + \beta} + e \cdot \frac{1}{\mu(1 + \beta)} \right]$$

avagy  $h_r = h \frac{1}{1 + \beta} + m \cdot \frac{1000}{\mu(1 + \beta)}$

b.) völgynek való teher szállításhoz:

$$h_r = h \frac{Q\beta(\mu + e)}{Q\mu(1 + \beta)} = h \left[ \frac{\beta}{1 + \beta} + e \cdot \frac{\beta}{\mu(1 + \beta)} \right]$$

avagy  $h_r = h \frac{\beta}{1 + \beta} + m \cdot \frac{1000 \cdot \beta}{\mu(1 + \beta)}$

Itt még megjegyezzük, hogy a redukált szállítási távolságokra előbb levezetett egyenletek csak az élő motortal történő vontatásra érvényesek. A redukált szállító távolságok kiszámításánál elhanyagoltuk a vonóállat saját súlyának emelésére fordított munkát, és pedig azért, mert egy térésben belül a hegy- és völgyemenetnél kifejtett e munka egyenlő, de ellentétes értelmű, tehát lerontja egymást addig, míg a pálya emelkedője nem haladja túl az élő motornak a mozgással szemben kifejtett belső ellenállás értékét. Ez a belső menetellenállás Weissbach szerint 0,15, illetve 150 kg/tonna, vagyis oly nagy, hogy az ennek megfelelő 150% emelkedő a tárgyalt földszállító pályáknál nem igen fordul elő.

Zielinszky Szilárd dr. a budapesti műegyetem hírneves tanára, a földanyagnak élőmotorral történő szállítási költségeit a napi munkateljesítmény és az arra befolyással bíró tényezők beható elméleti vizsgálata és a napi bér alapján teljesen új nyomon határozta meg. A napi munkateljesítményt nem az egyes tényezőkhez szükséges időből, a szállító edény rakodó képességétől és a szállítási sebességből állapította meg, hanem a szállításnál kifejtett vonóerő, sebesség és napi munkaidő között való összefüggést az eddigi megfigyelésekből leszűrte adatok alapján igyekezett analitikai képletbe foglalni, hogy ily módon a napi munkateljesítményt, mint a 3 egymástól függő változó szorzatával fejezze ki. Mint már az utak leggazdaságosabb emelkedőjének kiszámításánál láttuk, a napi munkateljesítmény minden élőmotornál a kifejtett vonóerő, sebesség és napi munkaidő bizonyos értékeknél a legnagyobb, a három egymástól függő tényező bármelyikének a legkedvezőbb értékétől való eltérése a másik két tényező oly változását idézi elő, hogy a munkateljesítmény csökken. E három tényező egymástól való függésének törvényszerűségét legelőször Gerstner (Handbuch der Mechanik I. 1831) nyomán Maschek (Theorie der menschlichen und tierischen Kräfte 1842) fejezte ki képletben, majd Liphay Sándor (Vasutépítéstan III. 1. 1898) újabb erőképletet állított fel, amelyek azonban az egyes tényezők szélső értékeinél nem fedték a megfigyelések adatait. Zielinszky új erőképlete már a szélső értékekben is a gyakorlatilag egyező értékeket ad; egyenlete a következő:

$$\varepsilon + \omega + \tau - \frac{(\varepsilon - \omega)^2}{12} = 3$$

amely képletben

$$\varepsilon = \frac{P}{p} = \frac{\text{a tényleg kifejtett vonóerő}}{\text{az élőmotor legkedvezőbb vonóereje}}$$

$$\omega = \frac{V}{v} = \frac{\text{a tényleges sebesség}}{\text{a legkedvezőbb sebesség értéke}}$$

$$\tau = \frac{T}{t} = \frac{\text{a tényleges napi munkaidő}}{\text{a legkedvezőbb napi munkaidő}}$$

A p, v, és t értékei minden vonóállatra mások. Átlagos a következő táblázatból olvashatók ki: adatok

Az élőmotor megnevezése	Sulya kg.	A vonóerő	vontatási sebesség m/sec.	napi tiszta munkaidő óra	Elérhető legnagyobb munkateljesítmény mkg-ban
		kg p	v	t	
legkedvezőbb értékei					
Ember	70	14	3000 m/óra 0.833 msec <sup>-1</sup>	8 <sup>h</sup>	336,000 mkg
Öszvér	200	40	3600 m/óra 1.00 msec <sup>-1</sup>	8 <sup>h</sup>	1.152,000 "
könnyű	250	50	4000 m/óra	8 <sup>h</sup>	1.600,000 "
Ló közepes	350	70	1.11 msec <sup>-1</sup>		2.240,000 "
nehéz	500	100			3.200,000 "

A napi munkateljesítmény pedig fenti összefüggés szerint:

$$T = \tau \cdot \varepsilon \cdot \omega = \tau \left[ \varepsilon^2 + 6\varepsilon - \varepsilon \sqrt{24\varepsilon + 36 - 12(3 - \tau)} \right]$$

Napi nyolc órai munkaidő mellett tehát  $\tau = \frac{T}{t} = \frac{8}{8} = 1$

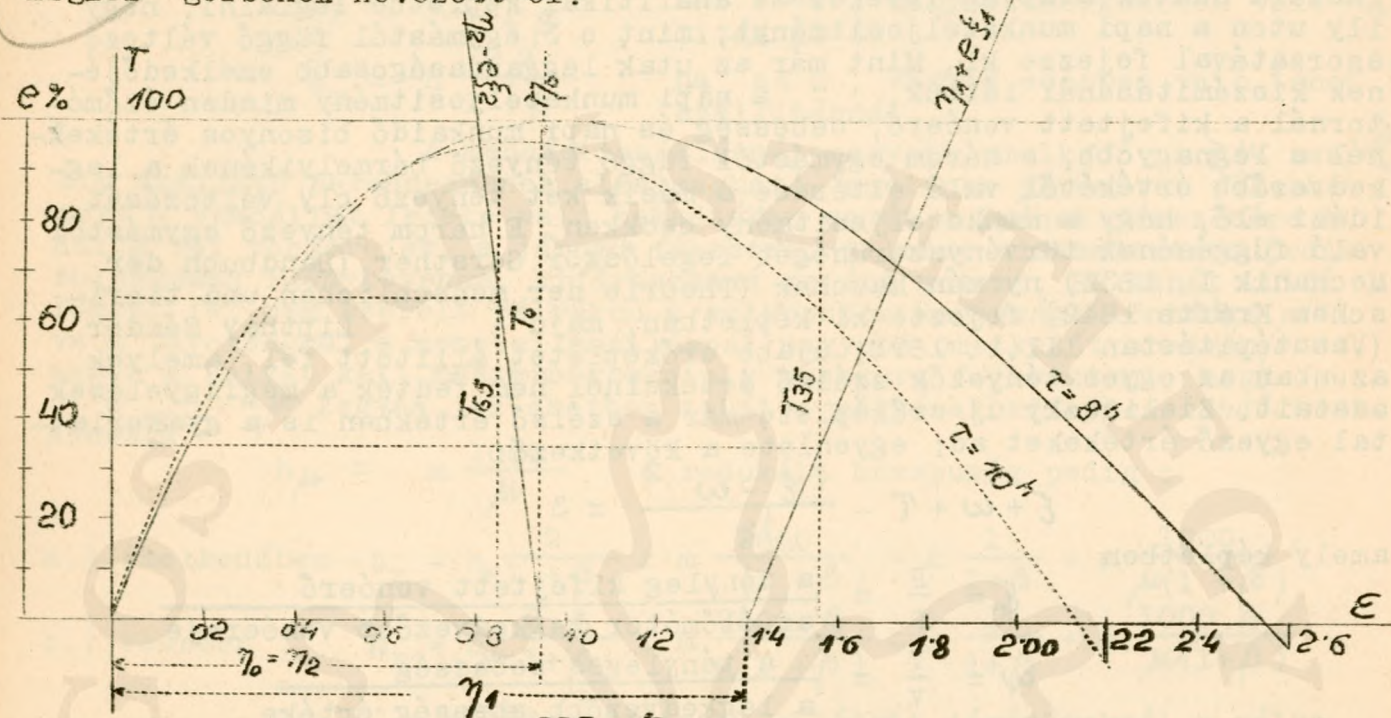
$$T_8 = \varepsilon^2 + 6\varepsilon - \varepsilon \sqrt{24\varepsilon + 12}$$



$$10 \text{ órai munkaidő mellett: } \tilde{T} = \frac{T}{t} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4} = 1.25$$

$$T_{10} = 1.25 \left[ \varepsilon^2 + 6\varepsilon - \varepsilon \sqrt{24\varepsilon + 15} \right]$$

A munka-teljesítmény e lezártatott képletekben tehát a napi átlagos vonóerő függvényében van kifejezve. E függvényt grafikusán ábrázolva egy másodfoku görbét nyerünk, amelyet Zielinszky "Ergisz" görbének nevezett el.



113. ábra

A fenti egyenlet alapján kiszámítva  $\varepsilon$  különböző értékeinek a következő  $T$  értékek felelnek meg:

$\varepsilon$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$T_8$	0.23	0.423	0.58	0.70	0.80	0.88	0.94	0.98	0.99	1.0
$T_{10}$	0.24	0.48	0.60	0.72	0.81	0.89	0.93	0.95	0.96	0.94

$\varepsilon$	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.536	2.6
$T_8$	0.98	0.91	0.80	0.67	0.51	0.33	0.15	0.000	-0.05
$T_{10}$	0.87	0.75	0.575	0.39	0.17	-0.09			

Természetes, hogy fenti Ergisz görbét használhassuk, vagy a vonóerőt kell az illető vonóállatra legkedvezőbb érték egységében kifejeznünk, és a grafikonból a hozzá tartozó munkateljesítményt a legnagyobb munkateljesítmény egységében lemérnünk, vagy pedig úgy a vonóerőre, mint a munkateljesítményre a legkedvezőbb értékek alapján kg-, illetve mkg-ra vonatkozó léptéket is készítünk, és a vonatkozó abszcissát, illetve ordinátát e léptékben vesszük le.

A Zielinszky-féle erőképlet a napi munkateljesítményt mkg-ban a napi átlagos vonóerő függvényében fejezi ki, miért is a különböző szállító eszközöknél, illetve módoknál legalószórnál is a napi átlagos vonóerőt kell meghatárooznunk. Itt ismét az egyes térések alatt kifejtett átlagos vonóerőből indulunk ki:

Ha a szállító eszköz és a rakomány **együttes** súlya  $Q$   
 a szállító eszköz önsúlya és az **együttes** súly viszonya  $\beta$   
 a szállító eszköz menetellenállása  $\mu$ ,  
 akkor a tele rakomány vontatására **szükséges** vonóerő  $Q_b = Q(\mu \pm e)$   
 az üres szállító eszköz " " "  $Q_t = Q\beta(\mu \mp e)$

Egy térés alatt való **átlagos** vonóerő az időre való tekintettel:

az üres járat idejének viszonzyszámában: a telt járat ideje  $n \cdot i$   
 az üres " "  $l \cdot i$   
 veszteglések, a fel- és lerakás "  $r \cdot i$   
 a térés egész ideje  $i(n + r + 1)$

az átlagos vonóerő tehát:

$$q = \frac{n \cdot Q(\mu \pm e) + Q\beta(\mu \mp e)}{n + r + 1} = \mu \cdot Q \frac{n + \beta}{n + r + 1} \pm e \cdot Q \frac{n - \beta}{n + r + 1}$$

Ez lesz tehát az **átlagos** napi vonóerő, amelynek alapján a hozzátartozó napi munkateljesítmény a Zielinszky-féle képlet szerint meghatározható (grafikusan is.) mkg-ban. E napi munkateljesítménnyel elosztva a vonóállat napi bérét, kapjuk 1 mkg szállítási költségét, amelyet ismét egy  $m^3$ -nek "h" távolságra való **szállításához** szükséges súlyban kifejezett munkával szorzunk, kapjuk 1  $m^3$  **szállítási** egységárát.

1  $m^3$  földnek "h" hosszúságra való **szállítási** munkája lesz:

$$h \cdot V = h \cdot Q(\mu \pm e) + h \cdot Q\beta(\mu \mp e) = h \cdot Q [\mu(1 + \beta) \pm e(1 - \beta)]$$

[egy térés alatt kifejtett munka]

A hasznos rakomány súlyegységére eső munka:

$$M_n = h \frac{\mu(1 + \beta) \pm e(1 - \beta)}{1 - \beta} = h \left[ \mu \frac{1 + \beta}{1 - \beta} \pm e \right]$$

1  $m^3$ -re eső munka, ha a földanyag 1  $m^3$ -ének súlya ugyanazon súlyegységben  $\gamma$  kg:

$$M = h \cdot \gamma \frac{\mu(1 + \beta) \pm e(1 - \beta)}{1 - \beta}$$

$$M_1 = h \cdot \gamma \frac{\mu(1 + \beta) \pm e(1 - \beta)}{1 - \beta} \left( 1 + \frac{L}{100} \right)$$

Ha  $\gamma$  a termelt földre vonatkozik, akkor a lazulást nem kell külön figyelembe venni. De ha "g" a lazított föld fajsúlya, akkor, hogy 1  $m^3$  termelt földre vonatkozó munkát kapjuk meg, még e munkát meg kell szorzunk  $\left( 1 + \frac{L}{100} \right)$  tényezővel. A tiszta vontatási költség tehát lesz:

$$k_v = M \cdot \frac{B}{T} = \left( 1 + \frac{L}{100} \right) \cdot M \cdot \frac{B}{T}, \text{ illetve behelyettesítve az előbbi képletet}$$

$$k_v = h \cdot \gamma \left( \mu \frac{1 + \beta}{1 - \beta} \pm e \right) \frac{B}{T} \sim h \cdot \gamma \left( \mu \frac{1 + \beta}{1 - \beta} \pm e \right) \frac{B}{T} \left( 1 + \frac{L}{100} \right)$$

Ha a szállító eszközök és a munkapálya fenntartási költségét "p %"-ban fejezzük ki (a tiszta vontatás költsége után), akkor a vontatási költség lesz:

$$k_4 = h \cdot \gamma \left( \mu \frac{1 + \beta}{1 - \beta} \pm e \right) \frac{B}{T} \left( 1 + \frac{L + p}{100} \right)$$

illetve

$$k_4 = h \cdot \gamma \left( \mu \frac{1 + \beta}{1 - \beta} \pm e \right) \frac{B}{T} \left( 1 + \frac{p}{100} \right)$$

Vízszintes pályán tehát a szállítási költség lesz:

$$e = 0; \quad T = T_0$$

$$k_4^0 = h \cdot \gamma \mu \frac{1 + \beta}{1 - \beta} \frac{B}{T_0} \left( 1 + \frac{L + p}{100} \right)$$

A szállítási költséget mindenegybes szállítási módra tehát ezek alapján grafikusán is ábrázolhatjuk. Hogy a különböző emelkedőkre külön ne kelljen kiszámítani a szállítási költséget, célszerűbbnek látszik az emelkedőben, vagy eresésben való szállítási hosszúságot átszámítani oly vízszintes (redukált) hosszúságra, amelyen való szállítás épen annyiba kerül. A költségek egyenlősége alapján tehát

$$h \cdot \gamma \left( \mu \frac{1 + \beta}{1 - \beta} \pm e \right) \frac{B}{T} \left( 1 + \frac{L + p}{100} \right) = h_r \gamma \mu \frac{1 + \beta}{1 - \beta} \frac{B}{T_0} \left( 1 + \frac{L + p}{100} \right)$$

Ez az egyenlőség azonban csak addig áll fenn, amíg  $e \leq \mu$   
A redukált szállítási hosszúság pedig:

$$h_r = h \frac{T_0}{T} \frac{\mu \frac{1 + \beta}{1 - \beta} \pm e}{\mu \frac{1 + \beta}{1 - \beta}} = h \frac{T_0}{T} \left( 1 \pm \frac{e}{\mu} \frac{1 - \beta}{1 + \beta} \right) = \frac{T_0}{T} \left[ h \pm m \frac{1 - \beta}{\mu(1 + \beta)} \right]$$

ha  $e = \mu$

$$h_r = h \frac{T_0}{T} \left( 1 \pm \frac{1 - \beta}{1 + \beta} \right) = h \frac{T_0}{T} \frac{1 + \beta \pm (1 - \beta)}{1 + \beta}$$

tehát hegynek való szállításnál  $e = \mu$  ,  $h_r = h \frac{T_0}{T} \frac{2}{1 + \beta}$

völgynek " " "  $e = -\mu$   $h_r = h \frac{T_0}{T} \frac{2\beta}{1 + \beta}$

Ha  $e > \mu$ , akkor a képlet módosul, mert ilyenkor lefelé menet vonóerő nem szükséges. De természetesen más összefüggést kapunk, ha a terhet hegynek, vagy völgynek szállítjuk.

a.) a hegynek való szállításnál az üres kocsi visszaszállítása nem igényel vonóerőt, tehát a vontatási költség lesz:

$$k_4 = h \frac{B}{T} \gamma \frac{\mu + e}{1 - \beta} = h_r \frac{B}{T_0} \gamma \mu \frac{1 + \beta}{1 - \beta}$$

$$h_r = h \frac{T_0}{T} \frac{\mu + e}{\mu(1 + \beta)} = h \frac{T_0}{T} \frac{1 + \frac{e}{\mu}}{1 + \beta}$$

avagy kis elhanyagolással  $h_r = h \frac{T_0}{T} \left( 1 + \frac{e}{\mu} \frac{1 - \beta}{1 + \beta} \right)$

b.) völgynek való szállításnál:

$$h_r \frac{B}{T_0} \gamma \mu \frac{1 + \beta}{1 - \beta} = h \frac{B}{T} \gamma \beta \frac{\mu + e}{1 - \beta} \quad \text{ebből}$$

$$h_r = h \frac{T_0}{T} \frac{\beta}{\mu} \frac{\mu + e}{1 + \beta}$$

A távolság ily redukciója azonban csak oly szállító módoknál lehetséges, amelyeknél lefelé menet a járómű fékberendezéssel van ellátva, mint pl. a munkapályán való szállításnál. Talicskánál, kordénál lefelé menet, ha az emelkedő nagyobb a menotellenállásnál, a vonóállat (ember) fékezik, ami szintén erőfogyasztással jár. Másrészt a szállító módoknál  $\mu$ -nél meredekebb lejtőn lefelé a terhet talicskánál u.n. csikóval, kordénál a vonóállatok megkétszerezésével tudjuk felvontatni, ami ismét a napi üzemi költség, bér növekedésével jár; azonkívül, ha pl. puszta földön szállítunk,  $\mu$ -nél nagyobb emelkedőt nem vehetünk. A felsorolt okoknál fogva talicskánál, kordénál " $\mu$ "-nél nagyobb lejtőn gazdaságosan nem végezhetjük a szállítást. Épen ezért, ha

a súlypontok magasságkülönbsége (m) és távolsága (h)  $\mu$ -nél nagyobb emelkedőt adna, akkor a szállítás pályáját amugy is szuszágnyira kell kifejlesztünk. Ebben az esetben pedig az előbbi képletek szerint a redukált távolság:

$$h_r = h \mu \frac{T_0}{T_\mu} \frac{2}{1 + \beta} \quad \text{illetve} \quad h_r = h \mu \frac{T_0}{T_\mu} \frac{2\beta}{1 + \beta}, \quad \text{de} \quad h_\mu = \frac{h \cdot e}{\mu}$$

tehát 
$$h_r = h \frac{T_0}{T_\mu} \frac{e}{\mu} \frac{2}{1 + \beta} \quad \text{illetve} \quad h_r = h \frac{T_0}{T_\mu} \frac{e}{\mu} \frac{2\beta}{1 + \beta}$$

Zielinszky mindezen számításokat szerkesztés útján is elvégzi. Így adott szállítási módnál az átlagos vonóerőnek az emelkedővel való változását és az ehhez tartozó napi munkateljesítményt az Ergisz görbéből olvassa le. T.i. az átlagos vonóerőnek az emelkedővel való változását, mint már előbb láttuk a következő egyenlet fejezi ki:

$$q = \mu q \frac{n + \beta}{n + r + 1} \pm e \cdot q \frac{n - \beta}{n + r + 1}$$

Ez egyenletben adott szállító eszköznél az első tag állandó

( $\eta = \mu q \frac{n + \beta}{n + r + 1}$ ) vonóerőt jelent. A második tag az emelkedővel

"e"-vel szorzott tényezője ( $\xi = q \frac{n - \beta}{n + r + 1}$ ) szintén állandó, tehát

az egyenlet ferde egyenest fejez ki. Ezt az egyenest az Ergisz görbébe könnyen megszerkeszthetjük, ha a +y tengelyre alulról felfelé tetszés szerint való léptékben a különböző emelkedőket hordjuk fel, míg a vonóerők tengelyén a vonóerő léptékében felhordjuk az " $\eta$ " tagot, és tetszés szerint való "e"-nél kiszámítva az " $\eta \pm e\xi$ " tagot, a vonóerő léptékében az illető emelkedőben az x tengellyel párhuzamos egyenesre y-tól kezdve mérjük fel. E két pont összekötése adja a  $\eta \pm e\xi$  egyenest.

Mint hogy az  $\eta$  és  $\xi$  egyenletében szereplő "n", "r" viszonyszámok mások, ha emelkedőben, mások, ha vízszintesben és mások, ha esésben történik a szállítás, vízszintesben, emelkedőben és esésben más-más ferde egyenes felel meg:

vízszintesben	$e = 0$	$q_0 = \eta_0$
emelkedőben	$e > 0$	$q_1 = \eta_1 + e \cdot \xi_1$
esésben	$e < 0$	$q_2 = \eta_2 + e \cdot \xi_2$

Adott emelkedő, vagy esés mellett tehát a megfelelő "e" vízszintesének e ferde egyenessel való metszése adja az átlagos vonóerőt q-t, amelyhez tartozó napi munkateljesítményt az Ergisz görbe e metszéspont függőlegesében mért ordinátája adja meg.

(Az ábrán a talicskára kiszámított értékek hordattak fel).

A redukált hosszúság is grafikusan határozható meg, és pedig ha  $\mu > e$ , akkor

$$h_r = h \frac{T_0}{T} \left( 1 \pm \frac{e}{\mu} \frac{1 - \beta}{1 + \beta} \right)$$

legyen  $\frac{1 - \beta}{\mu(1 + \beta)} = c$  állandó, akkor  $h_r = h \frac{T_0}{T} (1 \pm e \cdot c)$ . Az Er-

gisz görbe mellé az illető esetben előforduló emelkedő "e" léptékében felrajzoljuk az  $1 + e \cdot c$  és az  $1 - e \cdot c$  egyeneseket. Mindkét egyenes az abszcissa-tengelyt egy pontban metszi, t.i. ha  $e = 0$ , akkor

$$1 + e \cdot c = 1 \quad \text{és} \quad 1 - e \cdot c = 0$$

Az  $1 - e \cdot c$  egyenes az "y" tengelyt  $e = \frac{1}{c}$  magasságban

( $1 - e \cdot c = 0, e = \frac{1}{c}$ ) metszi, míg az  $1 + e \cdot c$  egyenesnek

e helyen  $1 + e \cdot c = 1 + \frac{1}{c} \cdot c = 2$  abszcissa felel meg.

Ha tehát adott "e" mellett ezt a 2 egyenest felrajzoljuk, az "e" emelkedőben húzott vízszintesnek az "y" tengelytől a

$1 + e.c$ , illetve  $1 - e.c$  egyenesig való darabja adja a megfelelő értéket. Ha most  $e$  metszéspontot a 0 ponttal összekötjük, az összekötő egyenest meghosszabbítjuk és a  $T_0$ -on át vízszintest húzunk,  $e$  vízszintesnek az "y" tengely és az összekötő egyenes által lemetszett darabja lesz a keresett  $T_0(1 \pm e.c)$  hosszúság. A redukált távolság most már egyszerű grafikus szorzással, illetve osztással megszerkeszthető, t.i.

$$h_r = h \frac{T_0(1 \pm e.c)}{T}$$

vagyis az egyik szögszárra felhordjuk 0 ponttól a  $h$  és a  $T$

mérőhosszuságát, míg a másik szögszárra felhordjuk a  $T_0(1 \pm e.c)$  hosszúságot, amelynek végpontját összekötve a  $T$  végpontjával, és "h" végpontjából ez összekötő egyenessel húzott párhuzamos a másik szögszáron levágja a " $h_r$ " hosszúságot.

E szerkesztést tehát minden előforduló "e"-re nézve külön kell elvégeznünk.

Zidlinszky az egy térés alatt kifejtett átlagos vonóerő nagyságára a következő adatokat veszi fel:

A járómű	Vízszintesben			Emelkedőben $e \leq \mu$			Esésben $e < \mu$		
	n	r	átlagos vonóerő p kg. $\eta$ $\xi$	n	r	átlagos vonóerő p kg. $\eta$ $\xi$	n	r	átlagos vonóerő p kg. $\eta$ $\xi$
Talicska	1	2	132	2	2	19.43 + 0.036.e	1	2	13.2 - 0.02.e
Lovas kordé	2	2	18.7	3	2	20.6 + 0.31e	1	2	13.25 - 0.12.e
4 kerekű szekér	2	3	17.2	3	3	34.2 + 0.403e	1	3	23.6 - 0.19.e
Munkapálya emberi erővel	1	2	5.0	2	2	5.0 + 0.3.e	$\frac{1}{3}$	2	2.8 - 0.04.e
Ugyanaz lővontatással	1	1	30.0	2	1	43.0 + 2.3.e	$\frac{1}{3}$	1	18.85 - 0.085.e

Az Ergisz görbe alapján kiszámított redukált szállítási távolságok csak akkor adnak a gyakorlat részére elfogadható eredményt, ha az átlagos vonóerő és így a munkateljesítmény közel van az optimumhoz.

Gőzüzemű munkapályákon az emelkedőnek, vagy esésnek a szállító költségekre való hatását leghelyesebben a vasutak nyomjelzésénél tárgyalt, az egyenlő üzemi költségek összehasonlításából Launhardt után levezetett virtuális hosszúságok alapján vehetjük számba.

Mint hogy minden térés egy oda és egy visszamenetből áll, legközelebb állana az a gondolat, hogy az oda- és visszamenetre kiszámított virtuális hosszúságoknak a szállított tömegek arányában vett átlaga adja a helyes redukált hosszúságot.

A földszállításnál azonban mindig ugyanazon vonatot, amelyet megrakodva vontatott a mozdony a felhasználás helyére, kell vissza is vontatni, tehát hegynek való szállításnál sem tudunk több üres kocsi visszavontatni, mint ahány rakott kocsi felfelé, völgynek való szállításnál pedig nem engedhetünk le több megrakott kocsi, mint ahány üres kocsi tud a mozdony visszavontatni, és ebből az következik, hogy egy térésnél mindig az oda- és visszamenetre megállapított redukált hosszúság közül az lesz a költségekre irányadó, amely nagyobb.

Ha tehet hegynak szállítandó, akkor a redukált hosszúság:

$$h_r = h \frac{1 + \frac{e}{M}}{1 - \frac{e}{\alpha f - M_1}} = h \frac{\alpha f - M_1}{M} \frac{M + e}{\alpha f - M_1 - e}$$

$$h_r = h \left( 1 + e \frac{\alpha f - M_1 + M}{M(\alpha f - M_1 - e)} \right) = h \left( 1 + \frac{100 + M}{M(100 - e)} \right)$$

" $\alpha f$ " értékét nagyobb lokomotivoknál  $\frac{1}{6} - \frac{1}{7} - \frac{1}{8}$ -nak vehetjük fel, míg kisebb lokomotivok  $S.\alpha.f$  maximális vonóerejüket csak kis (8 - 10 km/óra) sebesség mellett tudják kifejteni. T. i. kisebb mozdonyok szolgálati súlya lóerőóránként 0.22 - 0.2 t.-t tesz ki, és így ez alapon a felvett 12 km/óra sebesség mellett  $\alpha f = 102$ , illetve 0.2 t. lóerőóránként való súlynál  $\alpha f = 112$  kg/t. Ha nagyobb emelkedőn van, akkor erősebb lokomotívet használunk, amelynél a lóerőnkinti súly már csak 0.18 t, tehát  $\alpha f = 125$  kg/t. Átlagban tehát  $\alpha f = 112$  kg/t veszünk számításba és így a redukált szállítási távolság:

$$h_r = h \left( 1 + e \frac{112 - M_1 + M}{M(112 - M_1 - e)} \right) = h \frac{112 - M_1}{M} \frac{M + e}{112 - M_1 - e}$$

Ez az egyenlet akkor érvényes, ha a teherszállítás felfelé történik, ellenkező esetben:

$$\text{kiseb esésben: } h_r = h \left[ 1 - e \frac{112 - M_1 + M}{M(112 - M_1 - e)} \right] = h \frac{112 - M_1}{M} \frac{M - e}{112 - M_1 - e}$$

$$\text{nagyobb esésben } h_r = h \frac{112 - M_1}{M} \frac{\beta(M + e)}{112 - M_1 - 8}$$

Behelyettesítve  $M_1 = 12$  kg/t,  $M = 7$  kg/t értékeket emelkedővel való teherszállításnál:

$$h_r = h \frac{100(M + e)}{M(100 - e)} = h \left( 1 + e \frac{100 + M}{M(100 - e)} \right)$$

esésben való szállításnál vagy

$$h_r = h \frac{\beta 100(M + e)}{M(100 - e)}, \text{ vagy pedig}$$

$$h_r = h \frac{100(M - e)}{M(100 + e)} \text{ aszerint, hogy}$$

melyik ad nagyobb értéket. A határérték, amelynél a két egyenlet egyforma értéket ad, könnyen kiszámítható:

$$h \frac{\beta 100(M + e)}{M(100 - e)} = h \frac{100(M - e)}{M(100 + e)}$$

$$e^2 - e(100 + M) \frac{1 + \beta}{1 - \beta} + 100M = 0$$

$$e = \frac{100 + M}{2} \frac{1 + \beta}{1 - \beta} \pm \sqrt{\frac{(100 + M)^2 (1 + \beta)^2 - 100M(1 - \beta)^2 \cdot 4}{4(1 - \beta)^2}}$$

$$\beta = 0.231; M = 7 \text{ kg/tonna} \quad e = 4.2 \text{ ‰}$$

Vagyis 4.2 ‰-ig a redukált hosszúság  $h_r = h \frac{100(M - e)}{M(100 + e)}$  egyenlettel, 4.2 ‰-nál nagyobb esésben pedig az utóbbi

$$h_r = h \frac{\beta(100 + e)}{M(100 - e)} \text{ egyenlet alapján számítandó ki.}$$

A redukált hosszúság szorzótényezőit a különböző emelkedőknél a táblázat mutatja:

e ‰	A szorzó tényező		e ‰	A szorzó tényező		Megjegyzés
	emelkedőben	esésben		emelkedőben	esésben	
1	1.1544	0.84866	21	5.0633	1.1696	1-4 ‰-a szorzó tényező $\frac{100(M-e)}{M(100+e)}$
2	1.3120	0.7003	22	5.3114	1.2269	
3	1.4728	0.5548	23	5.5659	1.2857	
4	1.6369	0.4121	24	5.8271	1.3461	
5	1.8045	0.4168	25	6.0952	1.4080	
6	1.9757	0.4564	26	6.3707	1.4716	
7	2.1505	0.4968	27	6.6536	1.5370	
8	2.3292	0.5380	28	6.9444	1.6042	
9	2.5118	0.5804	29	7.2435	1.6732	
10	2.6984	0.6233	30	7.5510	1.7443	
11	2.8892	0.6674	31	7.8675	1.8174	$\frac{\beta 100(M+e)}{M(100-e)}$ 4 ‰-en felül
12	3.0844	0.7125	32	8.1933	1.8926	
13	3.2841	0.7586	33	8.5288	1.9701	
14	3.4884	0.8058	34	8.8745	2.0500	
15	3.6975	0.8541	35	9.2309	2.1323	
16	3.9116	0.9036	36	9.5982	2.2172	
17	4.1308	0.9542	37	9.9773	2.3048	
18	4.3554	1.0061	38	10.3687	2.3952	
19	4.5855	1.0593	39	10.7728	2.4885	
20	4.8214	1.1137	40	11.1905	2.5850	

A redukált szállítási távolságok szorzó számait, valamint a szállítási költségeknek ezek alapján kiszámított képleteit a tuloldali táblázat mutatja.

Ha a szállítási költségeket grafikonból vesszük le, akkor szüksége kívánkozik annak, hogy a redukált hosszúságokat is szerkesztésileg határozhassuk meg. A szerkesztés menete a következő:

A redukált hosszúság általános képlete

$$h_r = h \left( 1 \pm e \frac{1 - \beta}{M(1 + \beta)} \right) \quad \text{illetve}$$

$$h_r = h \left( \frac{1}{1 + \beta} + e \frac{1}{M(1 + \beta)} \right) \quad \text{avagy} \quad h_r = h \left( \frac{\beta}{1 + \beta} + e \frac{\beta}{M(1 + \beta)} \right)$$

minden esetben tehát általánosan így fejezhető ki:

$$h_r = h \cdot (d \pm e \cdot c)$$

ahol  $d = 1$ , avagy  $d = \frac{1}{1 + \beta}$ , vagy  $d = \frac{\beta}{1 + \beta}$  és

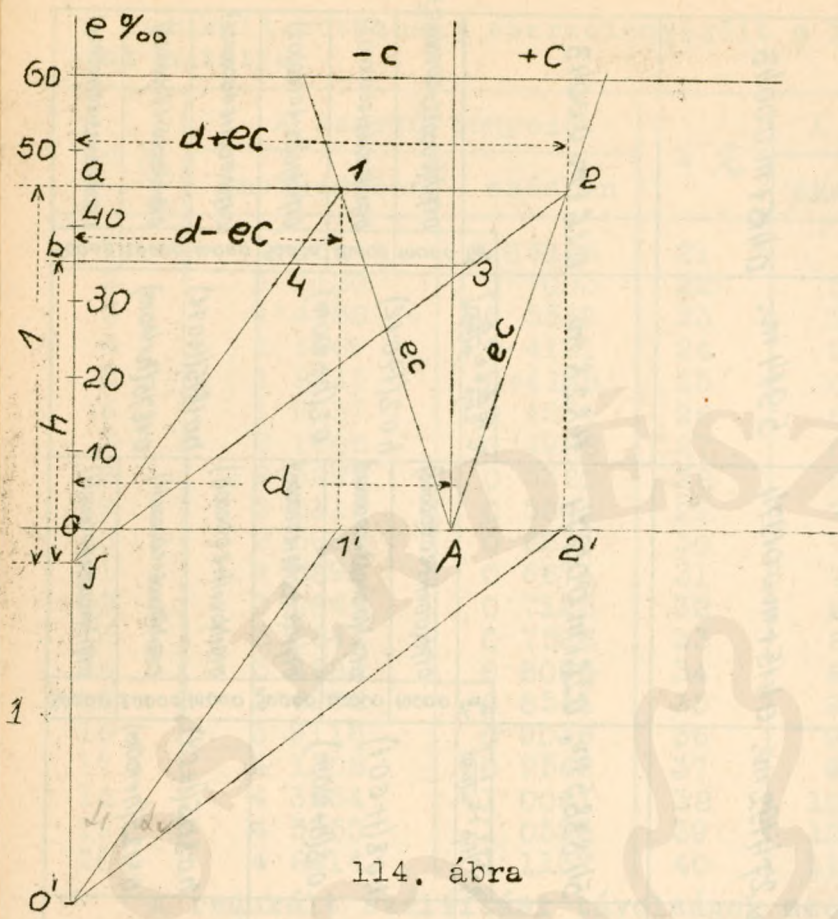
$$c = \frac{1 - \beta}{M(1 + \beta)}, \quad \text{illetve} \quad c = \frac{1}{M(1 + \beta)} \quad \text{vagy} \quad c = \frac{\beta}{M(1 + \beta)}$$

A szerkesztés két lépésben történik. Először megszerkesztjük a  $(d \pm e \cdot c)$  szorzót, azután pedig elvégezzük a "h"-val való grafikus szorzást.

A  $(d \pm e \cdot c)$  tényező szerkesztése a következő: Derékszögű koordináta-rendszer függőleges tengelyét osszuk be "e" ‰-eknek megfelelően, míg az abscissa tengelyen a 0 ponttól tetszőleges léptékben hordjuk fel az egységet, illetve "d" nagyságát "A" pontig. E ponton függőlegest emelünk, és agyancsak e pontból az y tengely felé és tőle elhajló  $\mp e \cdot c$  hajlású ferde egyeneseket húzunk. (1. a 114. ábrát). Kiszámítjuk a legnagyobb lehetséges e ‰-nek megfelelően a "ce" értéket, azt az A ponton emelt függőlegestől a legnagyobb "e" vízszintesén jobbra-balra felhordva, kapjuk a keresett "ec" hajlású ferde egyeneseket. Adott "e" emelkedő esetén az "e" emelkedő vízszintese a ferde egyeneseket 1, illetve 2 pontban metszi.  $\bar{a}_1 = d - e \cdot c$  és  $\bar{a}_2 = d + e \cdot c$ . Már most következnek a "h"-val való szorzás elvégzése.

Ártélszám	A szállító berendezés neve.	e < μ			e > μ			
		Magasági pontok közötti távolság $\frac{1}{h}$ $\frac{1}{h} = \frac{1}{\mu(1+\mu)}$	Egységár	Pengőben	Legtöbb pályához szükséges $\frac{1}{h}$ $\frac{1}{h} = \frac{1}{\mu(1+\mu)}$	amelyekben	esésben	
		$\eta$ redukált távolság $\frac{1}{h}$ $\frac{1}{h} = \frac{1}{\mu(1+\mu)}$	$B$ $\frac{1}{h}$ $\frac{1}{h} = \frac{1}{\mu(1+\mu)}$	Pengőben	Redukált szállító távolság $\frac{1}{h}$ $\frac{1}{h} = \frac{1}{\mu(1+\mu)}$	Egységár pengőben	Redukált szállító távolság $\frac{1}{h}$ $\frac{1}{h} = \frac{1}{\mu(1+\mu)}$	Egységár pengőben.
1.	Kubikus talicska.	769	$B[0.15 + h(0.016 \pm 0.0005)] + K_b$	$0.16 + h(0.003 \pm 0.00003)$	20.123 m.	$0.16 + m.0.0787$	4.8077 m.	$0.16 + m.0.01875$
2.	Kézi kordé.	1364	$B[0.116 + h(0.0047 \pm 0.00064)] + K_b$	$0.31 + h(0.00176 \pm 0.000024)$	250 m	$0.31 + m.0.0684$	11.3636 m.	$0.31 + m.0.02$
3.	puszta földön	1075	$B[0.535 + h(0.00102 \pm 0.000001) + 0.2B + K_b]$	$0.415 + h(0.00072 \pm 0.00000001)$	16.67 m.	$0.415 + m.0.01974$	5.914 m.	$0.415 + m.0.0043$
4.	kordé pályán	2150	$B[0.235 + h(0.00046 \pm 0.0000001) + 0.2B + K_b]$	$0.26 + h(0.00036 \pm 0.000000774)$	33.33 m.	$0.26 + m.0.01974$	11.828 m.	$0.26 + m.0.0043$
5.	Jádeglekés vas erővel pályá.	6000	$B[0.16 + h(0.00031 \pm 0.00000186)] + K_b + \frac{800}{\gamma} h$	$0.17 + h(0.00015 \pm 0.000002)$ $0.17 + h(0.00035 \pm 0.00002)$ $0.17 + h(0.00057 \pm 0.00002)$	-	$0.17 + h(0.00015 \pm 0.000003)$ $0.17 + h(0.00068 \pm 0.000003)$ $0.17 + h(0.00044 \pm 0.000004)$	$h.0.2(1+0.12)$ $0.2(h+100m)$	$0.17 + h(0.00082 \pm 0.000002)$ $0.17 + h(0.00012 \pm 0.000002)$ $0.17 + h(0.00018 \pm 0.000002)$
6.	(munka-pályá) vontató tással	625	$B[0.106 + h(0.00021 \pm 0.0000014) + K_b + \frac{1.96h}{\gamma}]$	$0.19 + h(0.00011 \pm 0.0000035)$ $0.19 + h(0.00062 \pm 0.0000085)$ $0.19 + h(0.00033 \pm 0.0000065)$	-	$0.19 + h(0.00011 \pm 0.000011)$ $0.19 + h(0.0006 \pm 0.000011)$ $0.19 + h(0.0003 \pm 0.000011)$	$h.0.1875(1+0.12)$ $0.1875(h+100m)$	$0.19 + h(0.00012 \pm 0.0000026)$ $0.19 + h(0.0005 \pm 0.0000026)$ $0.19 + h(0.00012 \pm 0.0000026)$





114. ábra

tangense

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{d - e.c}{1} \quad \text{és} \quad \operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{d + e.c}{1}$$

E célból az "a" pontból az "y" ordinátán lefelé mérjük az egységet (ugyanolyan léptékben, mint "d"-t) "f" pontig, ezt összekötjük a 2, illetőleg 1 ponttal és most f pontról felmérve "h"-t, lehetőleg a szállítási költségek hosszúsági léptékében, vagy annak többszörösében "b" pontig. A b ponton át húzott vízszintes adja  $\overline{b3} = h(d + ec)$ , illetve  $\overline{b4} = h(d - ec)$  keresett redukált távolságot. Hogy az egységet ne kelljen ismételtén mindig más "a" pontból felmérni, úgy is járhatunk el, hogy az 0 ponttól lefelé felmérjük az egységet  $O_1$  ponttig, de akkor az 1, illetve 2 pontokat kell levetítenünk az x tengelyre - 1' illetve 2' pontokba. Összekötve  $O_1$ -t 1' illetve 2'-el, most  $O_1$ -ben kapjuk az  $\alpha_1$ , illetve  $\alpha_2$  szögeket, amelyek

va "h"-t, a hozzátartozó vízszintes hosszúság az  $\overline{O_1 1'}$  illetve  $\overline{O_1 2'}$  ferde egyenesekig adja a redukált távolságot. Ha most ezt a távolságot körzöbe vesszük, a szállítási költségek grafikonjából meghatározhatjuk a megfelelő szállítási költséget. Amint látjuk ez a szerkesztés meglehetősen időtrábló. Görög ezen úgy segít, hogy a redukált szállítási távolságot nem is határozza meg, hanem helyette az emelkedő okozta költségpótlékot szerkeszti meg ugyanolyan léptékben, mint a szállítási költségek grafikonját.

E szerkesztés elvét magunkévá téve alkalmazhatjuk az ála lunk Lipthay nyomán levezetett költségképletekre is. Az emelkedőben, illetve esésben való szállításnál költségképleteink általánosan következőképen fejezhetők ki:

$$k = a + b.h(1 \pm e.c) + h. \frac{b_2}{V}$$

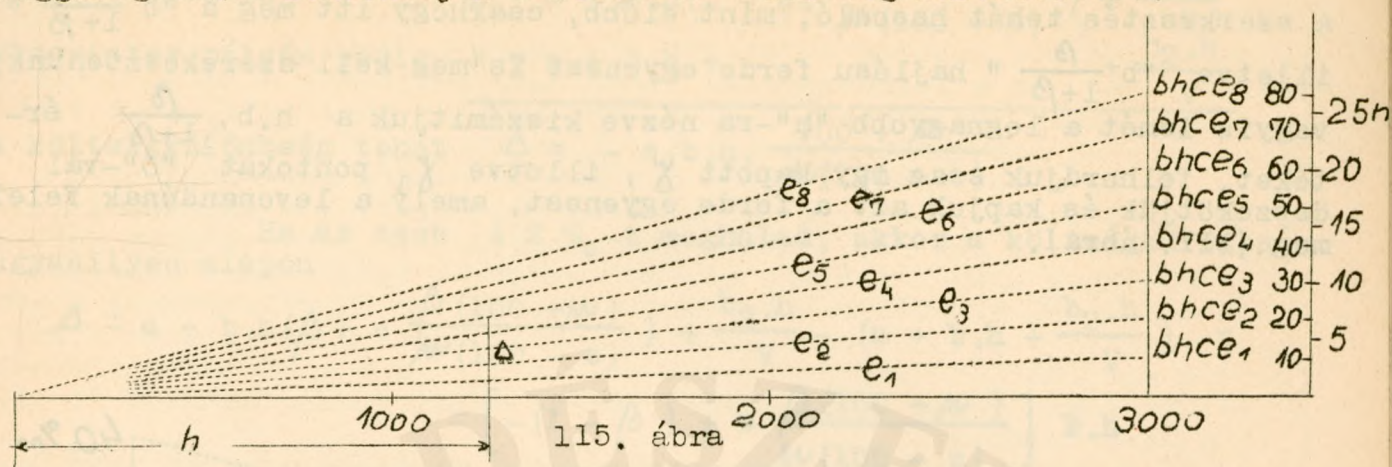
$$\text{vízszintes pályán pedig} \quad k = a + b.h + h. \frac{b_2}{V}$$

az emelkedő okozta költségtöbblet, illetve csökkenés  $\Delta = \pm b.h.e.c = b.m.C = b.m.1000.c$

A költségtöbblet megszerkesztése tehát akár a termelési és felhasználási hely súlypontjának különbségéből, akár pedig az emelkedőből és a szállítási hosszúságból mindenegyes munkanemre könnyen meghatározható, megszerkeszthető. A költségkülönbség általában véve a kordináta-rendszer kezdőpontján áthaladó és az x tengellyel szöget bezáró ferde egyenes egyenlete. Megszerkesztése tehát a következő (115. ábra):

Felhordom úgy, mint a szállítási költségek grafikonjában és ugyanabban a léptékben a távolságokat az x tengelyre, az y tengelyre pedig pénzléptékben a legnagyobb távolságnak megfelelő "bhce" értéket. Ha 0 pontot összekötjük a "bhce" végpontjával, kapjuk a kívánt  $\frac{bhce}{h}$  -hajlásu ferde egyenest. Ha tehát az adott 0-tól mért távolság

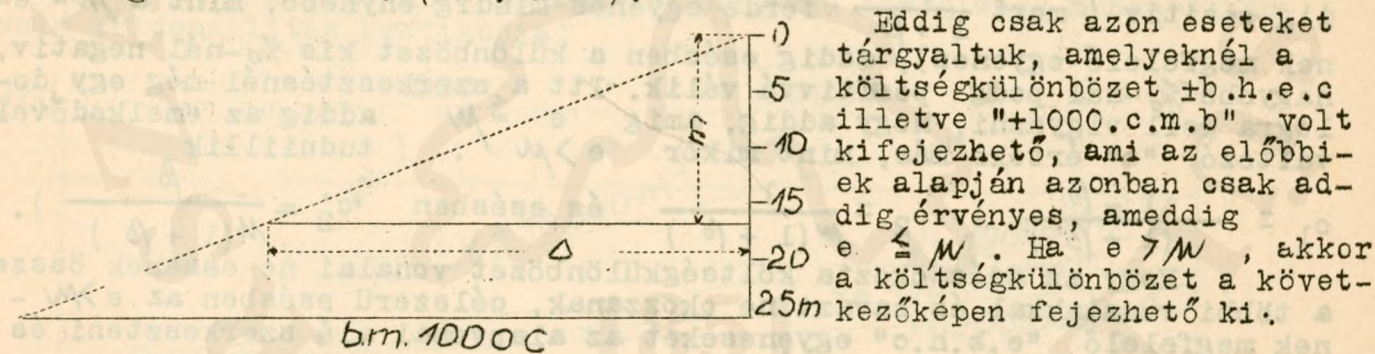
függőlegesében lemérhetjük a keresett költség-különbséget.



115. ábra

Mint hogy a költségkülönbség lineárisan változik az emelkedővel, a gyakorlatban néhány fontosabb emelkedőnek megfelelő egyenest, pl. 5, vagy 10 %-onként szoktunk megszerkeszteni, és az esetleg közbenső emelkedőnél szembecsléssel interpolálunk. Ha az emelkedő okozta költségkülönbséget a magassággal és nem az emelkedővel fejezzük ki, tehát  $\Delta = 1000.c.m$ , akkor ugyanezen ábrát használhatjuk, csak az emelkedő helyett, avagy e mellé egy magassági beosztást is alkalmazunk, amelynek egysége az emelkedő egységének " $\frac{h}{1000}$ "-szerese, ami esetünkben tehát pl.  $\frac{3000}{1000} = 3$  - szorosa, vagyis minden 3 %-nak felel meg 1 m. emelkedő.

De szerkeszthetünk külön ábrát is, t.i. a koordináta-rendszer függőleges tengelyére felrakjuk az előforduló legnagyobb "m" magasságot, és kiszámítva az ennek megfelelő "b.m.1000.c" értéket, azt a pénz léptékében ráhordjuk az x tengelyre és a két végpontot összekötjük egy egyenessel. Bármely adott szintkülönbséget körzöbe véve, és ráé mérve az y tengelyre, a megfelelő vízszintes távolság adja a kívánt költségkülönbséget. (116. ábra).



b.m. 1000.c

116. ábra

Eddig csak azon eseteket tárgyaltuk, amelyeknél a költségkülönbség  $\pm b.h.e.c$  illetve "+1000.c.m.b" volt kifejezhető, ami az előbbieken alapján azonban csak addig érvényes, ameddig  $e \leq M$ . Ha  $e > M$ , akkor a költségkülönbséget a következőképpen fejezhetők ki.

A költség ferde pályán:

$$k = a + b \left( \frac{1}{1+\beta} + e.c \right) + \frac{b_2.h}{V} \quad \text{illetve} \quad k = a + b \left( \frac{\beta}{1+\beta} + e.c \right) h + \frac{b_2.h}{V}$$

a vízszintes pályán:

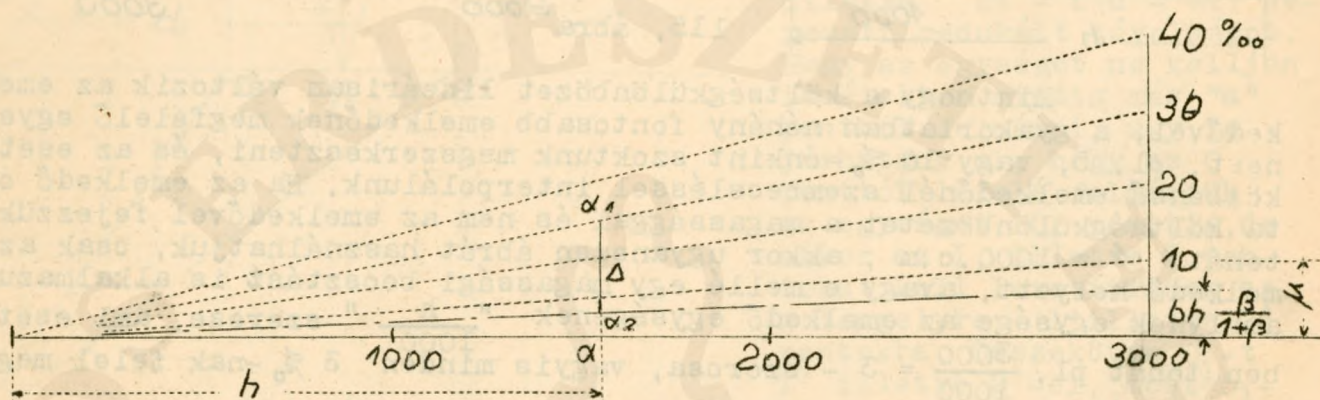
$$k = a + b.h + \frac{b_2.h}{V} \quad \text{illetve} \quad k = a + b.h + \frac{b_2.h}{V}$$

a költségkülönbség tehát  $\Delta = H.b(e.c - \frac{\beta}{1+\beta})$  illetve  $\Delta = h.b(e.c - \frac{1}{1+\beta})$

avagy  $\Delta = 1000c.b.m - \frac{\beta}{1+\beta} h.b$  illetve  $\Delta = 1000.cbm - \frac{1}{1+\beta} hb$

Mindkét eset ferde egyenes egyenletét adja, de ez a ferde egyenes az x tengelyt  $-\frac{\beta}{1+\beta}$  illetve  $\frac{1}{1+\beta}$  távolságban metszi

A szerkesztés tehát hasonló, mint előbb, csak hogy itt meg a " $b \frac{1}{1+\beta}$ " illetve " $b \frac{\beta}{1+\beta}$ " hajlású ferde egyenest is meg kell szerkesztenünk, vagyis ismét a legnagyobb "h"-ra nézve kiszámítjuk a h.b.  $\frac{\beta}{1+\beta}$  értéket, felhordjuk s az így kapott  $\gamma$ , illetve  $\gamma_1$  pontokat "0"-val összekötjük és kapjuk azt a ferde egyenest, amely a levonandónak felel meg. (117. ábra).



117. ábra

Az emelkedő okozta költségkülönbséget tehát mindig az adott  $e\%$  emelkedőnek megfelelő és ezen  $0\gamma$  illetve  $0\gamma_1$  egyenesnek a h távolságon mért különbsége adja meg. Tehát emelkedő esetén

$$\Delta = \alpha \cdot \alpha_1 - \alpha \cdot \alpha_2 = \alpha_1 \cdot \alpha_2. \text{ Míg a különbség emelkedő esetén min-}$$

dig pozitív (mert  $\frac{\beta}{1+\beta}$  ferde egyenes mindig enyhébb, mint a  $M = e$ -nek megfelelő egyenes), addig esésben a különbség kis  $e\%$ -nál negatív, nagyobb  $e\%$ -nál pedig pozitívvá válik. Itt a szerkesztésnél még egy dologra kell vigyázni, hogy addig, amíg  $e \leq M$  addig az emelkedővel változó "c" értéke más, mint mikor  $e > M$ . Tudniillik

$$c_1 = \frac{1-\beta}{(1+\beta)} ; c_2 = \frac{1}{M(1+\beta)} \text{ és esésben } c_2' = \frac{\beta}{M(1+\beta)}.$$

Hogy az esés okozta költségkülönbséget vonalai ne essenek össze a többi vonalakkal és zavart ne okozzanak, célszerű esésben az  $e > M$ -nek megfelelő "e.b.h.c" egyeneseket az alapvonal alá szerkeszteni és természetesen épígy a  $b.h \frac{1}{1+\beta}$  egyenest is. Míg az első érték mindig pozitív, addig a két  $\frac{1}{1+\beta}$  egyenes különbsége, amely egyuttal a költségkülönbséget is jelzi, lehet pozitív, vagy negatív is, mint ezt a számítás is igazolta.

A fent leírt grafikus ábrázolás természetesen alkalmazható a gőzüzemű munkapályák szállítási költségkülönbségeinek megállapítására is.

E pályáknál emelkedőben vagy  $e \leq 4.2\%$  esésben a szállítási költség:

$$\text{emelkedőben } k = a + b.h \left( 1 + e \cdot \frac{100 + M}{M(100 - e)} \right) + \frac{b_2.h}{v}$$

$$\text{vízszintes pályán pedig } k = a + b.h + \frac{b_2.h}{v}$$

$$\text{a költségkülönbség tehát } \Delta = e.b.h. \frac{100 + M}{M(100 - e)}$$

illetve esésben  $k = a + b \cdot h \left( 1 - e \cdot \frac{100 + M}{M(100 + e)} \right) + \frac{b_2 \cdot h}{V}$   
 vízszintes pályán pedig  $k = a + b \cdot h + \frac{b_2 \cdot h}{V}$

a költségkülönbség tehát  $\Delta = - e \cdot b \cdot h \cdot \frac{100 + M}{M(100 + e)}$

Ha az esés 4,2 %-t meghalad, akkor a költségkülönbség ugyanilyen alapon

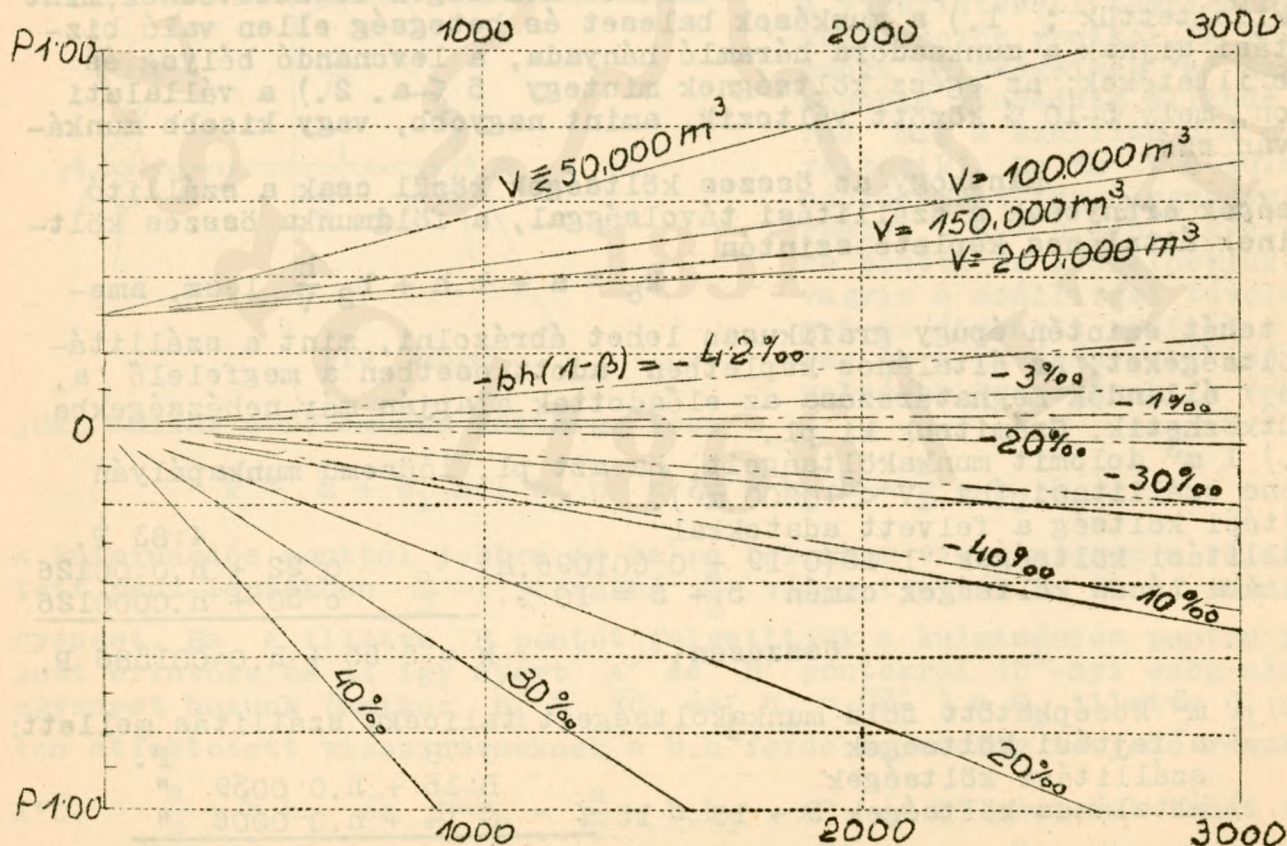
$$\Delta = a + b \cdot h \left( \beta + e \frac{\beta(100 + M)}{M(100 - e)} \right) + \frac{b_2 \cdot h}{V} - \left( a + b \cdot h + \frac{b_2 \cdot h}{V} \right) =$$

$$= \left[ -(1 - \beta) + e \frac{\beta(100 + M)}{M(100 - e)} \right] b \cdot h$$

A költségkülönbségek "e" szerint tehát nem változnak lineárisan, de ha mi pl. 5, vagy 10 %-onként kiszámítjuk a különbségeket, akkor ezeken belül elhanyagolható kis hibával lineárisan iktathatjuk be a közbenső emelkedőkre eső különbségeket. A költségkülönbözések adott "e" mellett "h" lineáris függvényei, tehát szintén ferde egyenessel ábrázolhatók, e > 4,2 % emelkedőnél a költségkülönbözés 2 ferde egyenessel ábrázolható, amelyek közül az első mindig negatív, míg a második pozitív adatot szolgáltat, és a költségkülönbség e kettőnek különbségével egyenlő. A szerkesztés tehát hasonló, mint azt előbb e > M emelkedőjü, állati vontatású pályáknál láttuk.

Schütz (Darmstadt) egyik cikkében azt ajánlja, hogy a költségkülönbözések grafikonját egyesítsük a szállítási költségek grafikonjával. Ezáltal a ferde pályán való szállítás költségeit is közvetlenül vehetjük le a szállítási költségek grafikonjából, és nem kell 2 különböző grafikonban nyert hosszúságokat összegezni, illetve kivonni. Természetes azonban, hogy ilyenkor mindenegyes szállítási módról külön grafikont szerkesztünk.

A 118. ábra például a gőzüzemű ideiglenes munkapályán való földszállítás grafikonja:



118. ábra

Végül még tisztáznunk kell azt is, hogy adott esetben milyen emelkedőt, illetve esést kell számításba venni. Előszörre legegyszerűbbnek látszik az a megoldás, hogy a termelési, vagy a bevágási tömeg és a felhasználási tömeg súlypontjainak magassága osztva e súlypontok vízszintes távolságával adja az emelkedőt. Ez a számítás azonban nem mindig egyezik a földszállítás végrehajtási módjával. T.i. ha a bevágások tömegét a vonal hosszúságában szállítjuk a következő töltésbe, akkor a megkezdéstől eltekintve, a földtömeg legnagyobb része az alsó építmény koronamagasságában fekvő pályán kerül, avagy kerülhet elszállításra, és épen azért az épülő vonal hosszúságában való szállításnál rendszerint a súlypontok függélyeseinek a pályaszinnel való metszéspontjainak magasságkülönbségét, illetve a pályaszin emelkedőjét szokták számításba venni. Ha a munkavállaló ennél kedvezőbb pályán végzi a szállítását, azért méltányosság szerint őt illeti a haszontöbblet.

Ha a töltések anyagát nem az épülő vonalon levő bevágások tömegéből vesszük, hanem a töltések mellett, vagy máshol anyagnyerő helyet, legtöbbször anyagödröt nyitunk, akkor már a súlypontok magasságkülönbségéből kell a szállító pálya emelkedőjét kiszámítani. Szállítási hosszúságnak mindig a súlypontok egymástól való vízszintes távolságát kell venni, mert így nyerhetjük csak a helyes átlagot. De a szállító mód megválasztására nem ez az átlagos hosszúság bír befolyással, hanem a legtávolabbi pontok egymástól való távolsága. (Megjegyzendő még erre nézve, hogy a végrehajtásnál a nagytömegű, hosszúságban való földszállítást is legtöbbször talicskával kezdik, és csak azután térnek át a választott más szállító módra, de természetesen az így talicskával végzett földmunka az egész tömeghez viszonyítva oly csekély, hogy azt számításba venni nem érdemes).

#### A földmunka összes költségei.

Amint a bevezető részben láttuk, a földmunka költségei az anyagfejtés és a szállítás költségeiből adódnak össze, amelyekhez még az u.n. általános költségek is járulnak. Utóbbiakat a gyakorlatban rendszeren az anyagfejtés és a szállítás költségeinek összege után %-ban szoktuk kifejezni. Az általános költségek összetevődnek, mint már kifejtettük: 1.) a munkások baleset és betegség ellen való biztosítási díjnak a munkaadóra háramló hányada, a levonandó bélyeg és egyéb illetékek; az egész költségnek mintegy 5 %-a. 2.) a vállalati haszon, mely 5-10 % között változik, amint nagyobb, vagy kisebb munkáról van szó.

Mint hogy az összes költségek közül csak a szállító költségek arányosak a szállítási távolsággal, a földmunka összes költségeinek általános képlete szintén

$$k_g = a + b \cdot h + b_2 \frac{h}{V} \text{ lesz, ame-}$$

lyet tehát szintén épügy grafikusán lehet ábrázolni, mint a szállítási költségeket. Az általános képletben adott esetben a megfelelő a, b, b<sub>2</sub> állandók meghatározása az előadottak alapján már nehézségekbe nem ütközhetik. Számítsuk ki pl.

a.) 1 m<sup>3</sup> dolomit munkaköltségeit, ha azt pl. lóüzemű munkapályán kellene szállítani (ha V < 10000 m<sup>3</sup>):

A fejtési költség a felvett adatokkal	4.83 P.
a szállítási költségek 1.15(0.19 + 0.001096.h)	0.22 + h.0.00126
Ehhez általános költségek címén 5 + 5 = 10 %	0.50 + h.0000126

összesen:  $k = 5.55 + h.0.001386 \text{ P.}$

b.) 1 m <sup>3</sup> közepkötött föld-munkaköltségeit talicska szállítás mellett:	
a fejtési költségek	0.78 P.
szállítási költségek	0.16 + h.0.0039 "
általános költségek 5 + 10 = 15 %	0.14 + h.0.0006 "

összesen:  $k = 1.08 + h.0.0045 \text{ Pengő}$

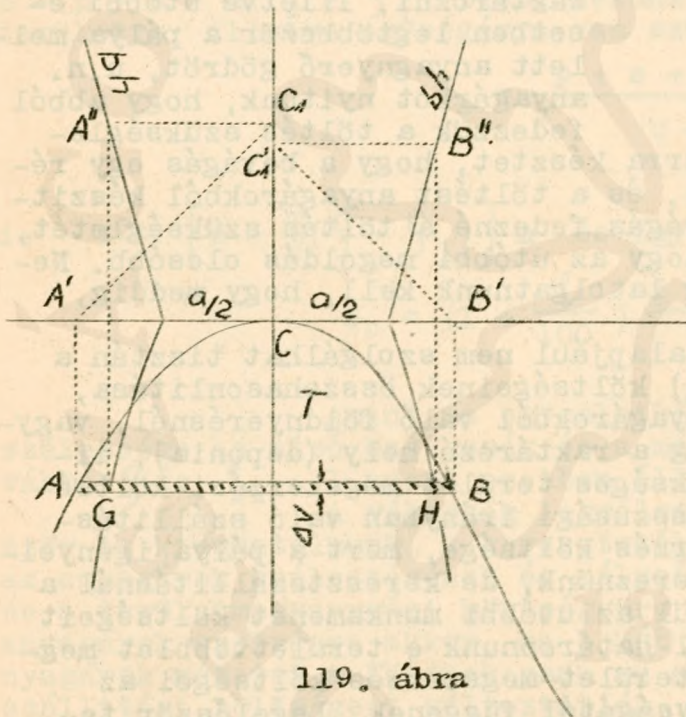
A részletes műszaki előmunkálatok tárgyalásánál foglalkoztunk a grafikus tömegelosztással, az u.n. geometrisi tömegelosztással, és már akkor is megemlítettük, hogy az elosztó vonal nem ad kellő tájékozást a földmunka költségeire nézve, és így az abban felkeresett kiegyenlítő vonal, vagy vonalak a gazdaságosság nézőpontjából nem mindig a legkedvezőbbek. Ha tehát oly kiegyenlítő vonalat keresünk, amely szerint való tömegelosztás gazdaságilag a legelőnyösebb, először oly görbét, vagy ábrát kellene megszerkesztenünk, amely a földmunka költségeit szemlélteti. Tudjuk, hogy az elosztó vonal és a kiegyenlítő vonal bezárta területek a szállítási nyomatékkal, vagyis a tömeg és a szállítási távolság szorzatával arányosak, tehát e területekből némileg lehetne a költségekre is következtetni. De mint előbbi fejtegetéseinkből láttuk, a földmunka költségeinek csak kis része változik a szállítási távolsággal, vagyis arányos a szállítási nyomatékkal, előbb tehát az elosztó vonal és a kiegyenlítő vonal bezárta területeket a földmunka összes költségeivel arányos területekké kell átalakítani.

A földmunka költségének általános képlete

$k = a + b \cdot h + b_2 \frac{h}{V}$ , amelyben tehát a "h"-től függő tagokon kívül még összeadó állandó is van. Ha az elosztó vonalon tetszőleges  $\Delta v$  szélességben 2 vízszintest húzunk, akkor ennek a  $\Delta v$  tömegnek a h távolságra való szállításával együtt való összes költségei lesznek

$$\Delta k = \Delta v(a + b \cdot h)$$

A h és vele a földmunka költségei mindig változnak, amint a vízszintessel távolodunk a kulminációs ponttól. (A földmunka költségeinek "a" tagja azonban mindaddig állandó marad míg a szállító mód nem változik). De "h"-t a kulminációs pont függőlegesével 2 részre,  $h = h_1 + h_2$  részekre bontva is képzelhetjük, vagyis a szállítási távolságot az átmeneti ponttól a töltés és a bevágás felé eső távolságok összegének is vehet-



119. ábra

jük, amikor a földmunka költsége lesz

$$k = a + b_1 \cdot h + b_2 \cdot h = \frac{a}{2} + b_1 \cdot h + \frac{a}{2} + b_2 \cdot h$$

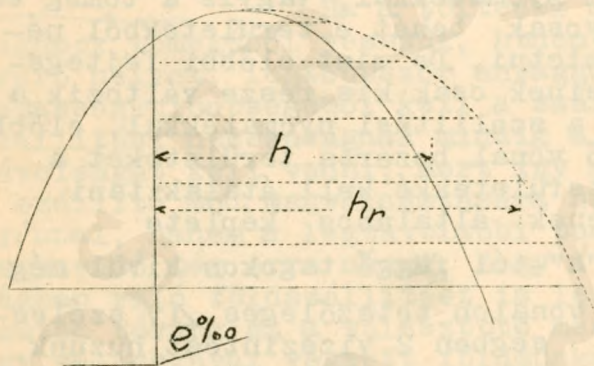
A kulminációs ponttól jobbra és balra felrakom vízszintesen a választott pénz-léptékben  $\frac{a}{2}$ -t, továbbá  $\frac{a}{2}$  végpontjairól a "b.h" ferde egyenest. Ha A illetve B pontot felvetítjük a kulminációs ponton húzott érintőre és az így nyert A' és B' pontokról 45°-nyi szög alatt egyenest húzunk (amikor  $h_1 = \overline{CC_1}$  és  $h_2 = \overline{CC'_1}$ ), a C<sub>1</sub> illetve C'<sub>1</sub> ponton átfektetett vízszinteseknek a b.h ferde egyenesig terjedő része

$$\overline{A''C_1} = \frac{a}{2} + b \cdot h_1 \quad \text{és} \quad \overline{B''C_2} = \frac{a}{2} + b \cdot h_1 \quad . \quad A'' \quad \text{és} \quad B'' \quad \text{pontokat tehát levetítve az eredeti AB egyenesre, a } GH = \frac{a}{2} + b h_1 + \frac{a}{2} + b h_2 = a + b \cdot h$$

vagyis pénz-léptékben adja  $\Delta v$  tömeg földmunkaköltségeit. Ha több ily vízszintes egyenesen megismételjük fenti szerkesztést, és a levetített G H pontokat összekötjük, a kapott idom területe a földmunka költségeivel arányos lesz.

$$T = \int dv(a + b \cdot h)$$

Ez a szerkesztés azonban így csak hosszúsági irányban való tömegszállításnál érvényes és akkor is csak vízszintes pályán. Ha a pálya emelkedőben, vagy esésben fekszik, akkor előbb az elosztó vonalat alakítjuk át olyképen, hogy a pályaszinttöréstől való valóságos hosszúság helyett több helyen a redukált szállítási távolságot hordjuk fel, és e pontokat összekötve kapjuk a helyesbített elosztó vonalat, a-



120. ábra

melyen a költségábra szerkesztése épen úgy történik, mint azt előbb leirtuk. (120. ábra).

A földmunkánál gyakran előfordul, hogy a bevágásból kikerülő földtömeg több, mint amennyi a csatlakozó töltés képzésére szükséges, vagy ellenkezőleg a töltés képzéséhez a bevágás nem nyújt elegendő fedezetet. Ilyenkor a felesleges anyagot oldalt (lehetőleg minél rövidebb távolságra) igyekezni fogunk raktározni, illetve utóbbi esetben legtöbbször a pálya mellett anyagnyerő gödröt, u.n. anyagárokot nyitunk, hogy abból fedezzük a töltés szükségletét.

De néha a gazdaságosság is arra késztet, hogy a bevágás egy részét oldalt raktározzuk (deponáljuk), és a töltést anyagárokából készítjük, még akkor is, ha különben a bevágás fedezné a töltés szükségletét, de a szállítási távolság oly nagy, hogy az utóbbi megoldás olcsóbb. Nekünk tehát a tömegelosztásnál mindig latolgatnunk kell, hogy meddig, melyik eljárás a gazdaságosabb.

Az összehasonlítás alapjául nem szolgálhat tisztán a földmunka (tehát fejtés és szállítás) költségeinek összehasonlítása, mert oldalraktározásnál, illetve anyagárokából való földnyerésnél, vagyis egy szóval keresztaszállításnál még a raktározó hely (deponia), illetve az anyagnyerő hely részére szükséges terület megszerzési költségét is számításba kell vennünk. A hosszúsági irányban való szállításnál közönbös ránk nézve a területszerzés költsége, mert a pálya igényelte területet mindenképen meg kell szereznünk, de keresztaszállításnál a területtöbblet megszerzése feltétlenül az utóbbi munkamenet költségeit növeli. Mindenek előtt tehát meg kell határozni e területtöbblet megszerzési költségeit. Tudjuk, hogy a terület-megszerzés költségei az egységáron kívül főleg a terület nagyságától függenek. Legelőször tehát ezt kell meghatározni.

Töltések esetén mindenekelőtt meghatározzuk a töltéshez szükséges anyagárok méreteit. Feltételezve, hogy az anyagárok szelvényterülete mindig akkora, mint amennyire a töltéshez szükségünk van, a nőtt föld maradandó lazulására

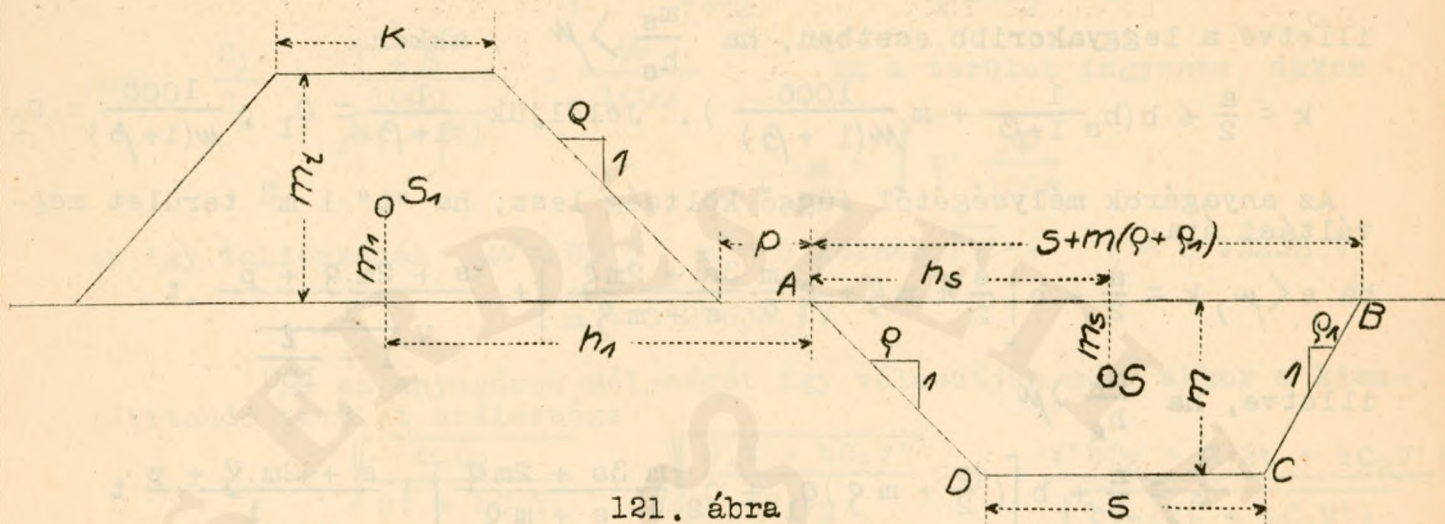
$$\left( l \% = \frac{V_{\text{lazult}} - V_{\text{nőtt}}}{V_{\text{nőtt}}} 100 \right) \text{ való}$$

tekintettel a töltés és a hozzátartozó anyagárok területe között

$$T_t = T_a \cdot \left( 1 + \frac{l}{100} \right)$$

Az anyagárok nem csatlakozik közvetlenül a töltéshez, hanem azt a töltés rézsülábától fővasutaknál 1.00, h.é.v.-nél 0.80 m.,

keske nyvágányu vasutaknál legalább 0.60 m. széles padka választja el. Továbbá az anyagárokknak rézsúje a töltés felől ezzel egyenlő hajlásu, míg másik rézsúje az anyag állékonysága szerint meredekebb is lehet. E külső rézsú szélétől a kisajátítási határ még legalább 1.0 m., illetve h.é.v.-nál 0.80 m.-re tűzendő ki.



121. ábra

A kisajátítandó terület szélessége tehát  $S = p + s + m(\varrho + \varrho_1)$  lesz. Nekünk azonban  $1 \text{ m}^3$ -re vonatkoztatott területre, illetve egységárra van szükségünk, amely tehát

$$s_0 = \frac{p + s + m(\varrho + \varrho_1)}{v \frac{1}{1 + \frac{z}{100}}}$$

de  $v = \left[ s + \frac{m}{2}(\varrho + \varrho_1) \right] m$  és így

$$s_0 = \left( 1 + \frac{z}{100} \right) \frac{p + s + m(\varrho + \varrho_1)}{s + \frac{m}{2}(\varrho + \varrho_1)} \cdot \frac{1}{m}$$

Amint az egyenletből látjuk, a kisajátítandó terület szélessége az alsó szélesség és a magasság függvénye (a padka p, továbbá  $\varrho$  és  $\varrho_1$ ,  $l$  adott esetben állandók).

A változók legcélszerűbb értékét kellene tehát először is kipuhatólnunk. A keresztaszállítás költségének tényezői közül az anyagárok szélességének és mélységének változása a földszállítási és a területmegszerzési költségekre van befolyással. Legkedvezőbb az anyagárok szelvénye akkor, ha e két tényező összege a legkisebb. Az anyagárok méretei a földnek csak az anyagárok felső "A" szélére való szállítási költségeit változtatják, míg a padkáról a töltésbe való szállítás költségei teljesen függetlenek tőlük. Az első költség részre tehát az anyagárok súlypontjának, utóbbira a töltés súlypontjának a fekvése lesz befolyással. Vizsgáljuk tehát először a földszállítás költségeit az anyagárokban annak felső széléig:

$$k_v = \frac{a}{2} + b \cdot h_s \left[ 1 + e \frac{1 - \beta}{m(1 + \beta)} \right] = \frac{a}{2} + b \left[ h_s + m_s \frac{1000(1 - \beta)}{m(1 + \beta)} \right]$$

Ha az anyagárok mindkét rézsúját egyformának vesszük (ami gyakorlatilag megengedett elhanyagolás), a súlypont fekvése

$$h_s = \frac{s}{2} + m \cdot \varrho \quad ; \quad m_s = \frac{m \cdot 3 \cdot s + 2 \cdot m \cdot \varrho}{3 \cdot 2 \cdot s + 2 \cdot m \cdot \varrho}$$

Az A pontig való szállítási költség, ha - ami igen ritka eset -  $e < m$  :



$$k = \frac{a}{2} + b \left[ h_s + m_s \frac{1000(1-\beta)}{\mu(1+\beta)} \right] \quad \text{Jelöljük } \frac{1000(1-\beta)}{\mu(1+\beta)} = c$$

$$k = \frac{a}{2} + b \left[ \left( \frac{s}{2} + m \cdot \xi \right) + \frac{m}{6} \frac{3s + 2m \cdot \xi}{s + m \cdot \xi} c \right]$$

illetve a leggyakoribb esetben, ha  $\frac{m_s}{h_s} > \mu$ , akkor

$$k = \frac{a}{2} + b \left( h_s \frac{1}{1+\beta} + m \frac{1000}{\mu(1+\beta)} \right). \quad \text{Jelöljük } \frac{1}{1+\beta} = c_1; \frac{1000}{\mu(1+\beta)} = c_2$$

Az anyagárok mélységétől függő költség lesz, ha "t" 1 m<sup>2</sup> terület megváltási ára:

$$\text{ha } e < \mu; k = \frac{a}{2} + b \left[ \frac{s}{2} + m \cdot \xi + c \frac{m}{6} \frac{3s + 2m \cdot \xi}{s + m \cdot \xi} \right] + \frac{s + 2m \cdot \xi + p}{V \frac{1}{1 + \frac{l}{100}}} \cdot t$$

illetve, ha  $\frac{m_s}{h_s} > \mu$

$$k = \frac{a}{2} + b \left[ \left( \frac{s}{2} + m \cdot \xi \right) c_1 + c_2 \frac{m}{6} \frac{3s + 2m \cdot \xi}{s + m \cdot \xi} \right] + \frac{s + 2m \cdot \xi + p}{V \frac{1}{1 + \frac{l}{100}}} \cdot t$$

$$\text{Legyen } \frac{V}{1 + \frac{l}{100}} = \frac{V}{1.0l} = V'$$

A legtöbb esetben  $l = 5\%$  és így

$$\frac{1}{1 + \frac{l}{100}} = 0.95238$$

Fejezzük ki "s"-t a V' köbtartalom függvényében

$$s = \frac{V'}{m} - m \cdot \xi, \quad \text{tehát így } h_s - \frac{s}{2} + m \cdot \xi = \frac{V' + m^2 \xi}{2 \cdot m} = \frac{V'}{2 \cdot m} + \frac{m \cdot \xi}{2}$$

$$m_s = m \frac{3 \cdot V' - m^2 \xi}{6 \cdot V'} = \frac{m}{2} - \frac{m^3}{6 \cdot V'} \cdot \xi$$

Behelyettesítve az értékeket a fenti egyenletbe:

$$\text{ha } e > \mu; k = \frac{a}{2} + b \left[ \frac{V'}{2 \cdot m} + \frac{m \cdot \xi}{2} + c \left( \frac{m}{2} - \frac{m^3 \cdot \xi}{6 \cdot V'} \right) \right] + \frac{V' + m \cdot \xi + p}{V'} \cdot t$$

$$\text{illetve } k = \frac{a}{2} + b \left[ \left( \frac{V'}{2 \cdot m} + \frac{m \cdot \xi}{2} \right) c_1 + c_2 \left( \frac{m}{2} - \frac{m^3 \cdot \xi}{6 \cdot V'} \right) \right] + \frac{V' + m \cdot \xi + p}{V'} \cdot t$$

A legkedvezőbb anyagárok-mélységet kapjuk, ha a fenti költség egyenletek "m" szerint való első differenciál-hányadosát nullával tesszük egyenlővé, vagyis, ha  $e < \mu$

$$\frac{dk}{dm} = 0 = b \left[ -\frac{V'}{2 \cdot m^2} + \frac{\xi}{2} + c \left( \frac{1}{2} - \frac{m^2 \xi}{2 \cdot V'} \right) \right] + t \left( \frac{\xi}{V'} - \frac{1}{m^2} \right)$$

$$\frac{dk}{dm} = b \left[ \frac{m^2 \xi - V'}{2 \cdot m^2} - c \frac{V' - m^2 \xi}{2 \cdot V'} \right] + t \frac{m^2 \xi - V'}{m^2 \cdot V'}$$

$$\text{és ebből} \quad m = \sqrt{\frac{2 \cdot t}{b \cdot c} + \frac{V'}{c}} = \sqrt{\frac{2 \cdot t + b \cdot V'}{b \cdot c}}$$

ha a terület ingyenes, vagyis  $t = 0$ , akkor  $m = \sqrt{\frac{V'}{c}} = 0.36061 \sqrt{V'}$

de  $V' = 0.95238 \cdot V$  és így  $m = 0.35192 \sqrt{V}$  *majdnem*,

Az emelkedő azonban az anyagárokban mindig meghaladja a  $\mu$  értéket és pl. csak  $\xi \leq 3.12$ -nél egyenlő  $\mu = 80 \text{ kg/t}$ , vagyis e képlet majdnem soha sem kerülhet alkalmazásra.

A leggyakoribb eset, hogy  $\frac{m_s}{h_s} > \mu$ , ekkor pedig az anyagárok legcélszerűbb mérete lesz:

$$\frac{dk}{dm} = b \left[ C_1 \frac{m^2 \rho - V'}{2 \cdot m^2} - C_2 \frac{m^2 \rho - V'}{2 \cdot V'} \right] + \frac{m^2 \rho - V'}{V' \cdot m^2} t = 0$$

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot t + b \cdot C_1 \cdot V'}{b \cdot C_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot t}{b \cdot C_2} + \frac{C_1}{C_2} V'}$$

ahol  $\frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{\frac{1+\beta}{1000}} = \frac{\mu}{1000}$ . Ha a terület ingyenes, akkor

$$m = \sqrt{V' \frac{\mu}{1000}}$$

és így talicskánál  $\mu = 80$ ;  $m = 0.282843 \cdot \sqrt{V'}$ ;  $V' = 0.95238 \cdot V$

$$m = 0.27603 \cdot \sqrt{V}$$

Ha az anyagárok mélységét így választjuk meg, akkor a kisértítendő terület szélessége:

$$S = p + V' \sqrt{\frac{b \cdot C_2}{2t + b C_1 V'}} + \int \sqrt{\frac{2 \cdot t + b C_1 V'}{b \cdot C_2}} = p + \frac{V' b C_2 + \rho (2t + b C_1 V')}{\sqrt{b C_2 (2t + b C_1 V')}}$$

illetve ritkább esetben, ha  $e < \mu$

$$S = p + V' \sqrt{\frac{b \cdot C}{2t + b \cdot V'}} + \int \sqrt{\frac{2 \cdot t + b \cdot V'}{b \cdot C}} = p + \frac{V' b C + \rho (2t + b \cdot V')}{\sqrt{b C (2t + b \cdot V')}}$$

A gyakorlatban azonban nem tudjuk mindig fenn leszármasztott legkedvezőbb mélységgel az anyagárkot kiképezni. Így az anyagárok fenékszélességének legalább 0.30 m-nek kell lennie, még ha igen nagy értékű terület esetén a számítás kisebb méretet eredményezne is. De az anyagárok mélységének megválasztásánál még más nézőpontok is megkötnék, pl. a helyi viszonyok, a talajvíz állása stb, vagy, ha az anyagárkokban a víz<sup>nek</sup> lefolyásának kell lennie, - ami mindig kívánatos. Epen e viszonyokra való tekintettel az anyagárok fenékesését meghatározott %<sub>o</sub>-ban is szekták kiképezni. Ez esetben tehát a mélység adva lévén, csak az anyagárok szélességét válszthatjuk meg szabadon. De lehet az eset ellenkező is, t.i. az anyagárok szélességében lehetünk korlátozva, ilyenkor természetesen a mélységet kell megváltoztatnunk.

Ha az anyagárok mélységét  $m_s$  már ismerjük, akkor a kereszt-szállítás költségeit a földnek az anyaggyödör súlypontjából A pontig, majd onnan a felhasználási terület súlypontjáig való szállítás költségeiből vezethetjük le.

Az anyaggyödörben  $\frac{m_s}{h_s} > \mu$  kevés kivételtől eltekintve, míg a töltésben tekintettel a "p" padkára,  $\frac{m}{h} < \mu$  lehet. Megjegyzendő, hogy csak igen kis töltéseknél, vagy igen széles töltésekben lesz  $\frac{m}{h}$  kisebb  $\mu$ -nél. E szerint a szállító költség utóbbi tényezőjét mindkét esetre meg kell határoznunk.

Ha  $\frac{m_1}{h_1} < \mu$   $k_1 = \frac{a}{2} + b \left[ h_1 + m_1 \frac{1000(1-\beta)}{(1+\beta)} \right] = \frac{a}{2} + b(h_1 + m_1 C)$

ha pedig  $\frac{m_1}{h_1} > \mu$ , akkor

$$k_1 = \frac{a}{2} + b \left[ h_1 \frac{1}{1+\beta} + m_1 \frac{1000}{\mu(1+\beta)} \right] = \frac{a}{2} + b(h_1 C_1 + m_1 C_2)$$

A kereszt-szállítás összes költsége pedig, beleszámítva a fejtési költségeket és a kidajátítási költségeket is:

$$k = k_f + a + b[(h_1 + h_s \cdot C_1) + m_s \cdot C_2 + m_1 \cdot C] + t_1$$

$$\text{de } m_s \cdot C_2 + m_1 \cdot C = m_s \frac{1000}{W(1+\beta)} + m_1 \frac{1000(1-\beta)}{W(1+\beta)}$$

$$a) \quad k = k_f + a + b \left[ h_1 + h_s \frac{1}{1+\beta} + \frac{1000}{W(1+\beta)} (m_s + (1-\beta)m_1) \right] + t_1$$

Illetve a gyakoribb esetben, ha  $\frac{m_1}{h} > W$  :

$$k = k_f + a + b [C_1(h_1 + h_s) + C_2(m_s + m_1)] + t_1$$

de  $C_1(h_1 + h_s) = C_2(m_s + m_1)$  és ezt betéve az előbbi egyenletbe

$$b) \quad k = k_f + a + b \cdot 2 \cdot C_2(m_s + m_1) + t_1$$

A képletekben szereplő  $h_1$  vízszintes terepen:

$$t_1 = t \frac{s + 2 \cdot m \cdot \xi + p}{V'} \quad \text{az egy } m^3\text{-re eső kisajátítási költség.}$$

$$h_1 = \frac{k}{2} + m_t \cdot \xi + p$$

$$m_1 = \frac{m \cdot 3 \cdot k + 2 \cdot m \cdot \xi}{6 \cdot k + m \cdot \xi}$$

$$\frac{m_1}{h_1} = \frac{m_t(3 \cdot k + 2 \cdot m \cdot \xi)}{3(k + m \cdot \xi)(k + 2m\xi + p)}$$

Mint hogy az  $\frac{m_1}{h_1}$  viszonyszám  $k$  és  $\xi$  szerint is változik

minden adott koronaszélesség és részűhajlásához ki lehet számítani azt a legnagyobb töltésmagasságot, amelynél az  $\frac{m_1}{h_1}$  viszony kisebb  $W$ -nél.

E töltés magasságon túl már a második képlet szerint számítandó a szállítási költség.

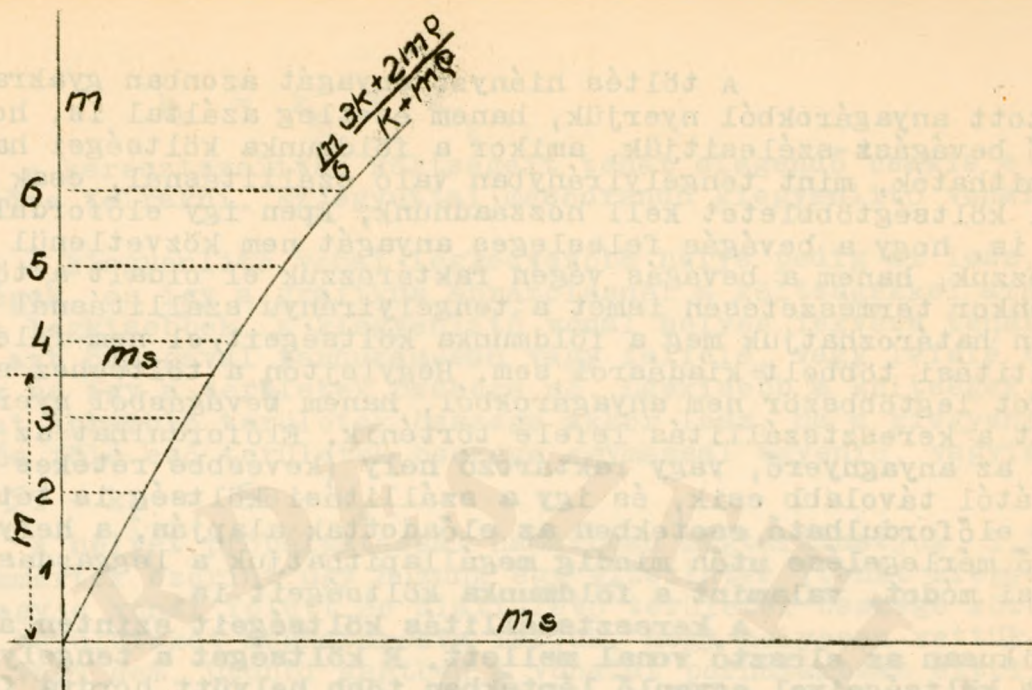
Minden képletben előfordul ugy a töltések, mind az anyag-gödrök súlypont-magassága is, amelyet, ha a keresztmetszvények fel vannak hordva, legegyszerűbben szerkesztés útján határozhatjuk meg. Ha a keresztmetszvények nincsenek megrajzolva és a terep vízszintes, vagy elhanyagolhatóan gyenge hajlású, akkor a töltés súlypont-magasságát, illetve az anyaggyödr súlypont-mélységét grafikusán is meghatározhatjuk. T.i. adott koronaszélesség és részű mellett, mint már előbb láttuk, a súlypont a töltés, illetve bevágás magasságának hyperbolikus függvénye, t.i.

$$m_s = \frac{m}{6} \cdot \frac{3 \cdot k + 2 \cdot m \cdot \xi}{k + m \cdot \xi}$$

Legegyszerűbben megszerkeszthetjük ezt a hyperbolát, ha a különböző "m" magasságokhoz kiszámítjuk a hozzá tartozó  $m_s$ -t, a kapott pontokat folytonos görbével kötjük össze. (122. ábra).

Néhány gyakrabban előforduló koronaszélességű töltésre vonatkozólag a tuloldalon levő táblázat mutatja azon töltésmagasságokat, amelyen túl már b.) képlet használandó, és pedig talicska ( $W = 80 \text{ kg/t}$ ), kézi kordé ( $W = 40 \text{ kg/t}$ ), lovas kordé ( $W = 60 \text{ kg/t}$ ) szállítás esetén.

Ha a bevágás felesleges anyagát oldalt raktározzuk el, akkor a raktározó terület nagyságát, valamint a keresztmetszvény szállítási költségeit ugyanígy számíthatjuk ki, mint azt az anyagárból való szállításnál tettük, csak arra kell ügyelnünk, hogy az oldalt való raktározásánál a kihordott föld a lazulás folytán nagyobb tömegű lesz,



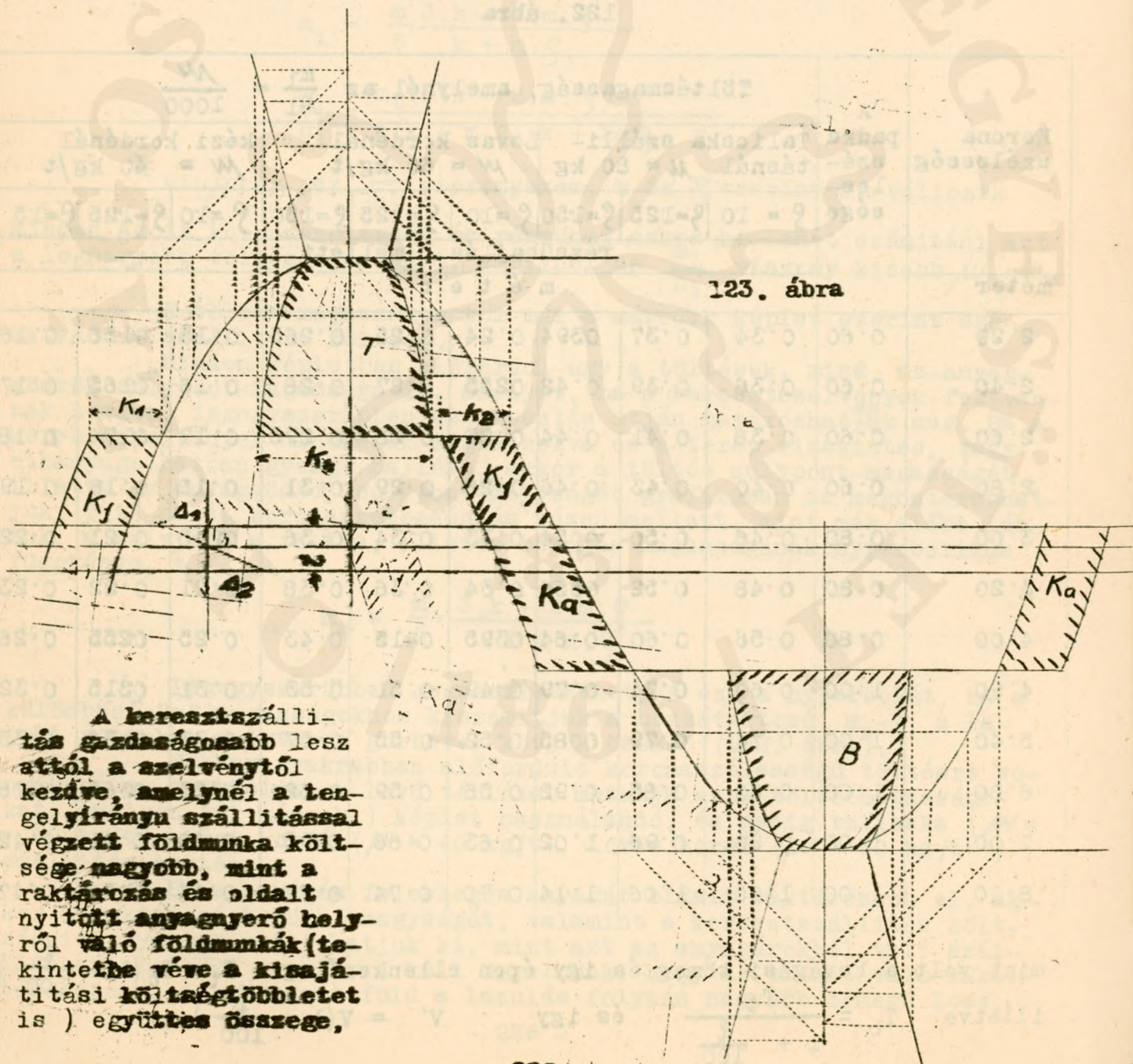
122. ábra

Korona szélesség méter	A padka szélessége	Töltésmagasság, amelynél az $\frac{m_1}{n_1} = \frac{M}{1000}$								
		Taliczka szállításnál $M = 80 \text{ kg}$			Lovas kordénál $M = 60 \text{ kg/t}$			kézi kordénál $M = 40 \text{ kg/t}$		
		$\beta = 10$	$\beta = 125$	$\beta = 150$	$\beta = 10$	$\beta = 125$	$\beta = 150$	$\beta = 10$	$\beta = 125$	$\beta = 15$
		rézsúhajlás mellett								
		m é t e r								
2.20	0.60	0.34	0.37	0.394	0.24	0.25	0.265	0.15	0.156	0.16
2.40	0.60	0.36	0.39	0.42	0.255	0.27	0.28	0.16	0.165	0.17
2.60	0.60	0.38	0.41	0.44	0.27	0.28	0.295	0.17	0.174	0.18
2.80	0.60	0.40	0.43	0.46	0.28	0.29	0.31	0.18	0.18	0.19
3.00	0.80	0.46	0.50	0.54	0.33	0.34	0.36	0.205	0.21	0.22
3.20	0.80	0.48	0.52	0.556	0.34	0.36	0.38	0.21	0.22	0.23
4.00	0.80	0.56	0.60	0.64	0.395	0.415	0.43	0.25	0.255	0.26
4.90	1.00	0.69	0.74	0.79	0.49	0.51	0.53	0.31	0.315	0.32
5.40	1.00	0.74	0.79	0.85	0.52	0.55	0.57	0.33	0.34	0.35
6.00	1.00	0.80	0.85	0.92	0.56	0.59	0.62	0.355	0.365	0.376
7.00	1.00	0.90	0.96	1.02	0.63	0.66	0.695	0.40	0.41	0.42
8.00	1.00	1.00	1.06	1.14	0.70	0.74	0.77	0.44	0.456	0.47

mint volt a bevágási tömeg és így épen ellenkezőleg  $T_t = T_b \left(1 + \frac{f}{100}\right)$   
 illetve  $T_b = \frac{T_t}{1 + \frac{f}{100}}$  és így  $V' = V \left(1 + \frac{f}{100}\right)$ .

A töltés hiányzó anyagát azonban gyakran nem oldalt nyitott anyagárból nyerjük, hanem esetleg azáltal is, hogy a felette levő bevágást szélesítjük, amikor a földmunka költségei hasonlóképen számíthatók, mint tengelyirányban való szállításnál, csak a kisajátítási költségtöbbletet kell hozzáadnunk. Epen így előfordulhat az az eset is, hogy a bevágás felesleges anyagát nem közvetlenül mellette raktározzuk, hanem a bevágás végén raktározzuk el oldalt a töltés mellett. Ilyenkor természetesen ismét a tengelyirányu szállításnál ismertetett módon határozhatjuk meg a földmunka költségeit, el nem felejtkezve a kisajátítási többlet-kiadásról sem. Hegylejtőn a töltéshez szükséges anyagot legtöbbször nem anyagárból, hanem bevágásból nyerjük, amikor tehát a keresztiszállítás lefelé történik. Előfordulhat az az eset is, hogy az anyagnyerő, vagy raktározó hely (kevésbé rétekes terület) a pályától távolabb esik, és így a szállítási költség is tetemes. Mind-ezen előfordulható esetekben az előadottak alapján, a helyi viszonyok kellő mérlegelése után mindig megállapíthatjuk a leggazdaságosabb szállítási módot, valamint a földmunka költségeit is.

A keresztiszállítás költségeit szintén ábrázolhatjuk grafikusán az elosztó vonal mellett. E költséget a tengelyirányu szállítás költségeivel egyenlő léptékben több helyütt hordva fel, az elosztó vonal, és e pontokat összekötő egyenes, valamint a kiegyenlítő egyenes között fekvő terület arányos a földmunka költségeivel.



123. ábra

A keresztiszállítás gazdaságosabb lesz attól a szelvénytől kezdve, amelynél a tengelyirányu szállítással végzett földmunka költsége nagyobb, mint a raktározás és oldalt nyitott anyagnyerő helyről való földmunkák (tekintetbe véve a kisajátítási költségtöbbletet is) együttes összege,

vagyis

$$k_h \geq k_{k1} + k_{k2}$$

A keresztiszállítás költségeit tehát elegendő csakis e szelvénytől kezdve felrakni. Ez egyuttal másodrendű kiegyenlítő vonalat is ad.

A kiegyenlítő vonal legkedvezőbb helye pedig az lesz, amely-nél a költségek, és így a grafikus ábrázolásnál a költségekkel arányos területek a legkisebbek. A kiegyenlítő vonal helyes fekvése tehát ott lesz, ahol azt önmagával párhuzamosan vagy felfelé, vagy lefelé tolva a költségek és így a területek összege nő. Legkisebb a költségek, illetve az azokat ábrázoló területek összege akkor lesz, ha a kiegyenlítő vonal alá és fölé eső területek összege egymással egyenlő, vagyis, ha

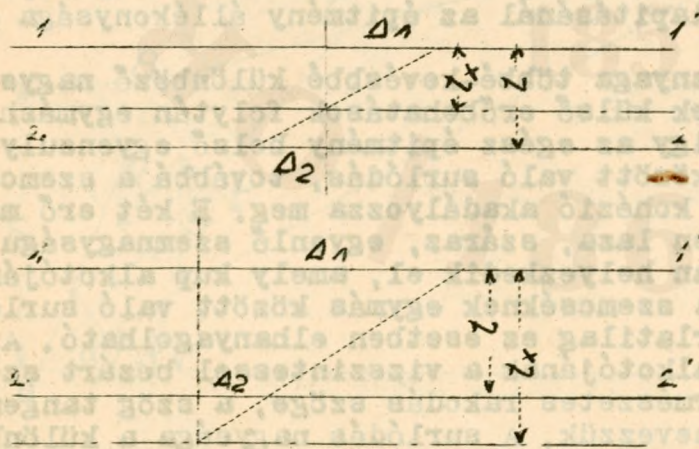
$$\sum T + k_f = \sum B + k_a$$

A helyét próbálgatással hamarosan megtalálhatjuk. T.i. először szemmérték szerint úgy húzunk egy vízszintes (tehát kiegyenlítő) vonalat, hogy e vonal felett és alatt levő területek összege körülbelül egyenlő. A területeket meghatározva látjuk, hogy helyesen vettük-e fel a vonalat, vagy sem. Utóbbi esetben a vonalat párhuzamosan eltoljuk föl, vagy lefelé, aszerint, hogy mely területek összege volt nagyobb és ismét kiszámítjuk a területek összegét a vonal felett és alatt. Amennyiben az eltérés már csekély - ami kis figyelemmel mindig elérhető -, a vonal fekvését lineáris interpolációval határozzuk meg. Két eset lehetséges: a.) a vonal második helyzetében a területek összege az ellonkező oldalon nagyobb, mint az első vonal esetében, és akkor a helyes vonal a kettő között fekszik.

Legyen a kiegyenlítő vonal első helyzetében a felső területek összege  $\Delta_1$ -el kisebb, mint az alsó költségterületek összege, ami azt jelenti tehát, hogy a kiegyenlítő vonal lefelé tolandó el. Eltolva a vonalat bizonyos "t" távolsággal pedig már a felső területek haladják meg az alsó költségterületeket  $\Delta_2$  értékkel, (a különbség tehát  $-\Delta_2$ ), akkor a kiegyenlítő vonal helyes fekvését úgy határozhatjuk meg, hogy egy tetszőleges merőlegetől mindkét kiegyenlítő vonalra felhordjuk - az előjelek tekintetbe vételével -, vagyis ez esetben: a  $\Delta_1$  különbséget jobbra és pl. a  $\Delta_2$ -t balra az  $ll$ , illetve  $22$  kiegyenlítő vonalra. (lásd 124. ábrát). A vég pontokat összekötve egymással, az egyenes metszi a függőleget azon pontban, amelyen átfektetett kiegyenlítő vonal már megfelel annak a feltételnek, hogy  $\sum T + k_f = \sum B + k_a$

b.) Ha esetleg második kiegyenlítő vonal esetén a felső területek különbsége még mindig kisebb, mint az alsóké, akkor a helyes kiegyenlítő vonal még lejjebb fekszik. Ennek felkeresésére szolgáló szer-

kesztés hasonló az előbbihez, csak hogy itt a területkülönbségek mindkét esetben egyenlő előjelűek ( $\Delta_1$  és  $\Delta_2$  is pozitív, illetve negatív), tehát a függőlegetől az  $ll$ , illetve  $22$  kiegyenlítő vonalra egy oldalra hordjuk fel a kapott  $\Delta_1$  és  $\Delta_2$  értékek mérőhosszuságát, a végpontokat összekötő egyenest meghosszabbítjuk a függőlegesig; a metszéspont adja a keresett kiegyenlítő vonal egy pontját.



124. ábra

$$\sum (T + K_f) < \sum (B + K_a) ; \quad \Delta_1 = \sum (B + K_a) - \sum (T + K_f)$$

$$\sum (T_1 + K_{f1}) > \sum (B_1 + K_{a1}) ; \quad \Delta_2 = -(\sum (T_1 + K_{f1}) - \sum (B_1 + K_{a1}))$$

$$\frac{t_x}{\Delta_1} = \frac{t - t_x}{2} \quad \text{amiből} \quad t_x = t \frac{\Delta_1}{\Delta_2 + \Delta_1}$$

$$\Sigma(T + K_f) < \Sigma(B + K_a) ; \Delta_1 = \Sigma(B + K_a) - \Sigma(T + K_f)$$

$$\Sigma(T_1 + K_{f1}) < \Sigma(B_1 + K_{a1}) ; \Delta_2 = \Sigma(B_1 + K_{a1}) - \Sigma(T_1 + K_{f1})$$

$$\frac{\Delta_1}{t_x} = \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{t} ; \quad t_x = t \frac{\Delta_1}{\Delta_1 - \Delta_2}$$

Még megjegyezzük, hogy a leggazdaságosabb tömegelosztást a természetszerűleg csak korlátolt pontosságú szerkesztés helyett elvégezhetjük számítással is. Ez azonban sokkal hosszadalmasabb.

### VIII. fejezet.

#### Az alsó építmény szerkezete.

#### 32.§. A földművek alakjáról általában. A rézsű.

Az alsóépítményi földművek, de általában véve minden földépitmény, vagy a terep fölé emelt töltés, vagy a terep felszíne alá mélyített bevágás. Gyakran egyazon keresztshelvényben töltés és bevágás is van, ez az u.n. vegyes shelvény, vagy mások szerint szeletshelvény, levágás.

A földművek alakját, méreteit mindig céljuk szabja meg. Az alsóépítményi földművek az általuk hordott felső építmény pályaszínével párhuzamosan haladó felső kiképzéssel, koronával bírnak. A korona szélességét a felső építmény szabja meg. Más az utak, más a különböző vasutak alsóépítményi koronaszélessége. A korona a jobb vízlevezetés végett legtöbbször nem vízszintes, hanem vagy egy oldalra, de legtöbbször a tengelytől mindkét oldalra 3-4 %-al esik.

Az alsó építmény alakjának másik fontos tényezője a rézsűk hajlása, amelynek megállapításánál az építmény állékonysága a döntő nézőpont.

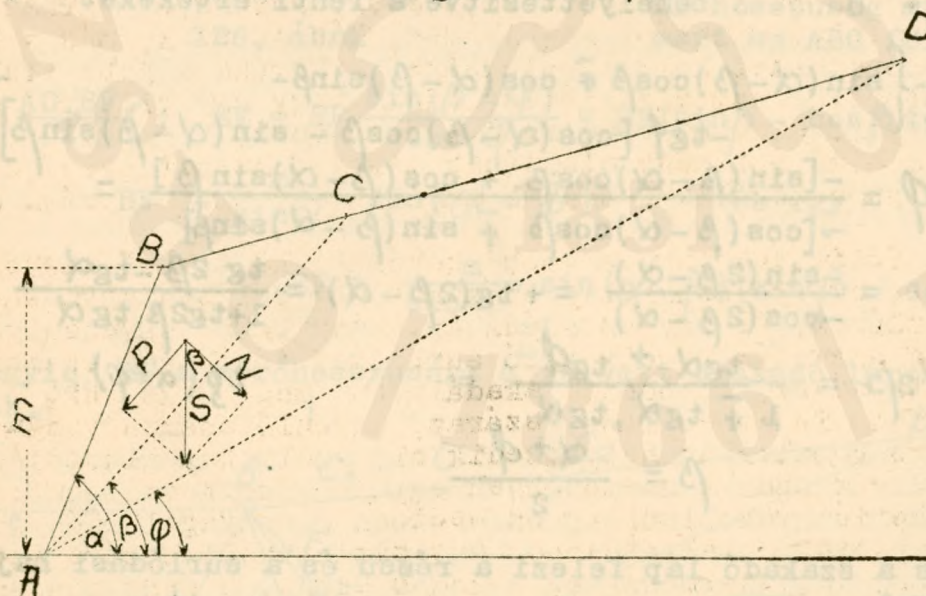
A földművek anyaga többé-kevésbé különböző nagyságu laza szemcsékből áll, amelyeknek külső erőhatások folytán egymáshoz viszonyított elmozdulását, és így az egész építmény belső egyensúlyának megbomlását az egyes szemcsék között való surlódás, továbbá a szemcséknek egymáshoz való tapadása, a kohézió akadályozza meg. E két erő mindig együttesen lép fel. Teljesen laza, száraz, egyenlő szemnagyságu föld kiümlesztve többnyire kupalakban helyezkedik el, amely kup alkotójának (rézsűjének) egyensúlyát csak a szemcséknek egymás között való surlódása biztosítja; a kohézió gyakorlatilag ez esetben elhanyagolható. Az ily ömlesztett, laza anyag kupalkotójának a vízszintessel bezárt szöge lesz tehát a surlódás, vagy természetes rakodás szöge, a szög tangensét pedig surlódási együtthatónak nevezzük. A surlódás nagysága a különböző földnemeknél más és más, sőt ugyanazon földnemnél is függ a szemcsék alakjától, nagyságától, a különböző nagyságu szemcséknek egymáshoz viszonyított arányától is, de befolyásolja azt a földnem víztartalma is. Így átázott anyag surlódása rendszeren sokkal kisebb a szárazénál.

A különböző földnemek surlódási szögére vonatkozólag Liphay a következő adatokat közli:

termőföld és murva	35°	-	40°
ugyanaz átázva	25°	-	30°
agyagos föld	40°	-	45°
" " átázva	20°	-	25°
agyag	40°	-	50°
" átázva	15°	-	20°
finom homok	30°	-	35°
" " átázva	24°	-	27°
kerekded szemű kavics			30°
éles szemű kavics			45°

A kohézió nagyságát már sokkal nehezebb megállapítani, mert az ugyanazon anyagnál a víztartalom változásával erős ingadozásnak van kitéve, és inkább csak nőtt földben jut szerephez, míg töltéseknél megbizhatatlansága miatt kohézióra számítani nem lehet. Lazult, száraz, töltött anyag kohéziója majdnem sommi, de az ülepedés során, vagy dögölés után a kohézió ismét emelkedik. A kohézió nagyságát a földnyomástól függetlennek, tisztán csak a felület nagyságával arányosnak szokták feltételezni.

A kohézió vizsgálatánál mindenek előtt teljesen homogén, egynemű földanyagot kell feltételeznünk, ami a természetben teljesen soha el nem érhető, és épen ezért a vizsgálat eredményeit csak tájékoztató adatoknak tekinthetjük, amelyekből adott esetben a földnek viselkedése annál jobban tér el, minél kevésbé egyneműek. Ha ily egyneműnek feltételezett földhányásból – akár mesterséges töltésből, akár nőtt földből – ásóval mind meredekebb és meredekebb részűt ásunk le, azt észleljük, hogy a föld bizonyos részünél már nem áll meg, hanem az ásott részünél lankásabb felületen, az u.n. szakadó lapon leszakad. Ez a szakadó lap nem sík, hanem homorú, de a siktól oly kevésbé eltérő, hogy azt további vizsgálatainknál síknak tételezzük fel. Az a rész, amely mellett a szakadás bekövetkezik ugyszólván mindig meredekebb, mint a földnemre megállapított surlódási hajlásszög, de még a szakadó lap is meredekebb ennél. Ez pedig csak úgy lehetséges, hogy a földnek részecskéinek egymás között való surlódásán kívül még egy másik erő, a tapadás, vagy kohézió is fellép. (Már itt megjegyzem, hogy egyes szerzők szerint a kohézió és surlódás nem működik együttesen, hanem a surlódásnak csak akkor jut szerep, ha a kohézió már kimerült, és ennek folytán a szakadás már megkezdődött).



125. ábra

Legyen a 125. ábrán az a határ-állapot feltüntetve, amelynél a szakadás még nem következett be, de amely a leszakadás határán van. Az egyensúlyt az ABC hasáb súlya veszélyezteti, amely az AC szakadó lap mentén igyekszik lecsuszni.

E hasáb súlynak a szakadó lap irányába eső összetevője P, az egyensúlyi állapotot fenyegető mozgató erő, amelyet egyensúlyoz a szakadó lapon fellépő, az e lapra merőleges összetevővel, "N"-el arányos surlódás és az AC lapon fellépő kohézió. Ha egységnyi széles sávban végezzük vizsgálatainkat és feltesszük, hogy a leendő szakadási lapnak a vízszintessel bezárt szö-

tő mozgató erő, amelyet egyensúlyoz a szakadó lapon fellépő, az e lapra merőleges összetevővel, "N"-el arányos surlódás és az AC lapon fellépő kohézió. Ha egységnyi széles sávban végezzük vizsgálatainkat és feltesszük, hogy a leendő szakadási lapnak a vízszintessel bezárt szö-



gét  $\beta$ -t valami módon már ismerjük, a következő összefüggéseket írhatjuk fel:

Az ABC földhasáb súlya (ha  $\gamma$  a föld fajsúlya)

$$S = \text{area ABC} \cdot \gamma = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot AC \frac{m}{\sin \alpha} \sin(\alpha - \beta)$$

A hasáb leszakadását készítő összetevő

$$P = S \cdot \sin \beta = \frac{1}{2} \gamma AC \frac{m}{\sin \alpha} \sin(\alpha - \beta) \cdot \sin \beta$$

A mozgást akadályozó erők

$E = N_f + AC \cdot k$   
 „k” a területegységre eső kohézió  
 $F = \text{tg} \varphi$  a surlódási együttható

$$N_f = \frac{1}{2} \gamma AC \frac{m}{\sin \alpha} \sin(\alpha - \beta) \cos \beta \text{tg} \varphi$$

A mozgás mindaddig nem következik be, amíg  $P < N_f + AC \cdot k$   
 A leszakadás előtt a labilis egyensúly pillanatában

$$P = N_f + AC \cdot k$$

Utóbbi egyenlőségbe behelyettesítve az előbb kiszámított értékeket

$$\frac{1}{2} \frac{m}{\sin \alpha} \gamma AC \sin(\alpha - \beta) \sin \beta = \frac{1}{2} \frac{m}{\sin \alpha} \gamma AC \cdot \sin(\alpha - \beta) \cdot \cos \beta \cdot \text{tg} \varphi + AC \cdot k$$

amiből a kohézió

$$k = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot \frac{m}{\sin \alpha} \sin(\alpha - \beta) [\sin \beta - \text{tg} \varphi \cdot \cos \beta]$$

Ha a kohéziót ismertnek tételezzük fel, meghatározhatjuk a szakadó lap hajlásszögét. Nyilvánvaló, hogy a  $\varphi$  és  $\alpha$  között lehetséges végtelen sok szög közül annak a mentén fog a szakadás bekövetkezni, amelynél az egyensúly fenntartására a legnagyobb kohézióra van szükség, vagyis amelynél fenti kifejezés maximum. A maximum helyén az első differenciál-hányados 0, tehát

$$\frac{dk}{d\beta} = 0 \quad \text{behelyettesítve a fenti értékeket:}$$

$$\frac{dk}{d\beta} = 0 = \frac{1}{2} \gamma \frac{m}{\sin \alpha} \left\{ \sin(\alpha - \beta) \cos \beta - \cos(\alpha - \beta) \sin \beta - \text{tg} \varphi [\cos(\alpha - \beta) \cos \beta - \sin(\alpha - \beta) \sin \beta] \right\}$$

$$\text{tg} \varphi = \frac{-[\sin(\beta - \alpha) \cos \beta + \cos(\beta - \alpha) \sin \beta]}{-[\cos(\beta - \alpha) \cos \beta + \sin(\beta - \alpha) \sin \beta]} = \frac{-\sin(2\beta - \alpha)}{-\cos(2\beta - \alpha)} = +\text{tg}(2\beta - \alpha) = \frac{\text{tg} 2\beta - \text{tg} \alpha}{1 + \text{tg} 2\beta \cdot \text{tg} \alpha}$$

amiből

$$\text{tg} 2\beta = \frac{\text{tg} \alpha + \text{tg} \varphi}{1 + \text{tg} \alpha \cdot \text{tg} \varphi} = \text{tg}(\alpha + \varphi)$$

$$\beta = \frac{\alpha + \varphi}{2}$$

Vagyis a szakadó lap felezi a rézsű és a surlódási hajlás között fekvő szöget.

A kohézió egyenletébe behelyettesítve  $\beta = \frac{\alpha + \varphi}{2}$  értéket lesz:

$$k = \frac{1}{2} \frac{m}{\sin \alpha} \gamma \sin\left(\frac{\alpha - \varphi}{2}\right) \left[ \sin \frac{\alpha + \varphi}{2} - \text{tg} \varphi \cos \frac{\alpha + \varphi}{2} \right]$$

összevonva:

$$k = \frac{1}{2} \cdot \frac{m \cdot \gamma \cdot \sin^2 \frac{\alpha - \varphi}{2}}{\sin \alpha \cdot \cos \varphi}$$

Adott "m" rézsúmagasságnál az állékony rézsúhajlás lesz:

$$\operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{ctg} \varphi + 2 \cdot \operatorname{ctg}^2 \varphi \left[ \frac{2 \cdot k}{m \gamma} - \sqrt{\frac{2 \cdot k}{m \gamma} \left( \frac{2 \cdot k}{m \gamma} + \operatorname{tg} \varphi \right) (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi)} \right]$$

Viszont adott rézsúhajlás a következő magasságig állékony:

$$m = \frac{2 \cdot k}{\gamma} \frac{\sin \alpha \cdot \cos \varphi}{\sin^2 \frac{\alpha - \varphi}{2}}$$

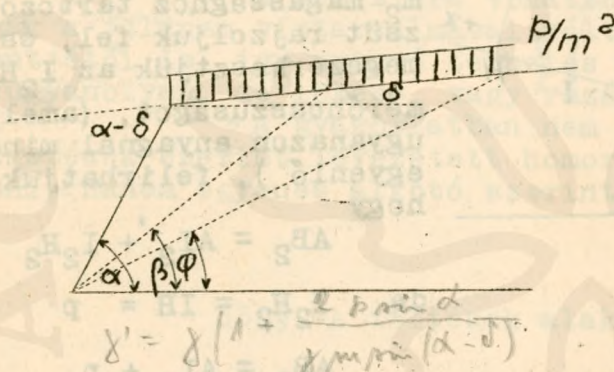
A kohézió meghatározására rendszeresen azt a magasságot szokták kísérletileg megállapítani, amely magasságban a vizsgált földnem függőleges rézsúban is megáll, vagyis  $\alpha = 90^\circ$  és így

$$m_0 = \frac{2 \cdot k}{\gamma} \frac{\cos \varphi}{\sin^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)} = \frac{4 \cdot k}{\gamma} \operatorname{ctg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

Ezt a magasságot kohézió magasságnak nevezik.

Ha a földéptmény saját súlyán kívül még más külső erővel van megterhelve, pl. "p" egyenletesen elosztott terheléssel, akkor az előbb levezetett képletek érvényesek maradnak, csak a " $\gamma$ " földfajsúly helyébe " $\gamma'$ " redukált fajsúlyt kell behelyettesíteni. (126. ábra).

$$\gamma' = \gamma + \frac{2 \cdot p \cdot \sin \alpha}{\gamma \cdot m \cdot \sin(\alpha - \delta)} = \gamma \left( 1 + \frac{2 \cdot p \cdot \sin \alpha}{\gamma \cdot m \cdot \sin(\alpha - \delta)} \right)$$



126. ábra

Számítás helyett fenti össze-függések szerkesztéssel is meghatározhatók.

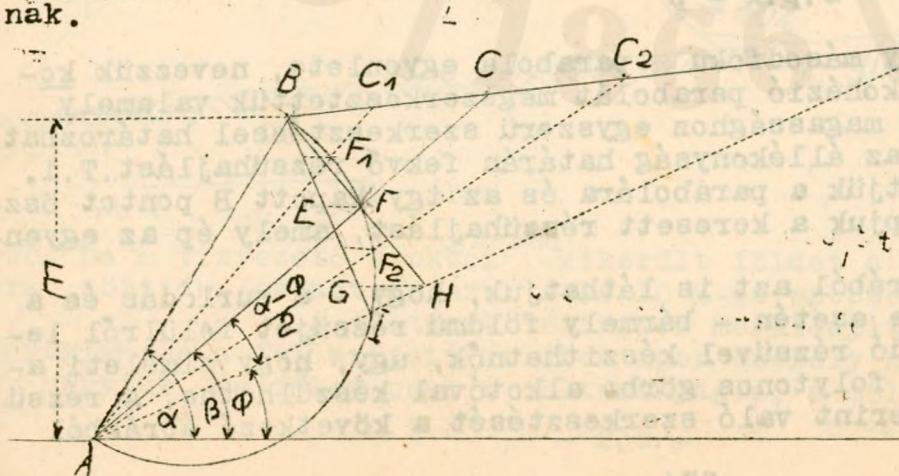
Igy a kohézió mérőhosszuságát megszerkeszthetjük, ha a rézsú felső B pontjáról (127. ábra) merőlegest bocsátunk a szakadó lapra (az ábrán B-ről F pontra) és ugyancsak B pontról a surlódási  $\varphi$  szöggel húzott AD egyenesre, majd az F pontról vízszintest húzunk a Bl egyenesig. Az így nyert EF hosszúság arányos a kohézióval mert az ABC földhasáb sulya:

$$\frac{AC \cdot BF}{2} \gamma; \quad EF = BF \frac{\sin(\beta - \varphi)}{\cos \varphi} = BF(\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \varphi) \quad \text{és}$$

$$BF = \frac{m}{\sin \alpha} \sin(\alpha - \beta) \quad \text{és így}$$

$$EF = \frac{m}{\sin \alpha} \sin(\alpha - \beta) (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \varphi) = \frac{2 \cdot k}{\gamma}$$

vagyis EF a mérőhosszusága a felvett szakadó lapon fellépő kohézióknak.



127. ábra

Minthogy az szakadólapot AD között szerkesztjük fel rajzban pl. A AC<sub>2</sub> irányban minden egyes szakadó lapon f p<sub>0</sub> kohézió mérőhosszuságát előbb leírt szerkesztéssel hatjuk meg, A szerkesztést még egyszerűsíti az, hogy

a felvett különböző szakadó lapokra bocsátott merőlegesek talppontjai ( $F_1, F_2$  stb.) Az A és B pont, mint átmérővel rajzolt köríven fekszenek, mert a talppontokon levő szögek mind derékszögek. Világos, hogy a sokféle lehetséges lap közül azon fog a szakadás bekövetkezni, amely a legnagyobb kohéziót, tehát egyúttal a legnagyobb EF mérőhosszuságot adja, ez pedig a  $\angle BAD = \alpha - \varphi$  szög felezőjében fekszik.

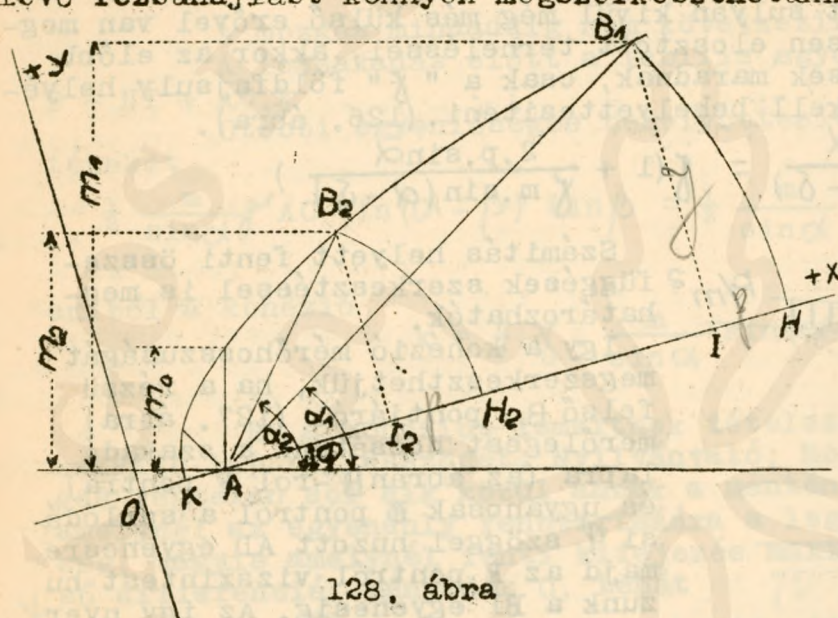
De nemcsak az EF hosszúság arányos a kohézióval, hanem a  $GH = 2 EF = \frac{4 \cdot k}{\gamma}$  és a  $GH \cdot \cos \varphi = IH = \frac{4 \cdot k}{\gamma} \cos \varphi$  hosszúság is (mert  $\gamma$  és  $\varphi$  adott földnemenél állandók), épen azért az egyszerűbb szerkesztés végett a kohézió mérőhosszuságát az IH egyenessel szoktuk meghatározni.

A grafikus szerkesztésnek még egy előnye van a számítással szemben, t. i. ha adott földnemenél, melynek vagy a kohézió magasságát, vagy pedig bármely magasságnál a hozzátartozó, még épen az egyensúly határán levő rézsűhajlást ismerjük, illetve kísérletileg meghatároztuk, bármely közbenső magassághoz tartozó, az egyensúly határán levő rézsűhajlást könnyen megszerkeszthetünk. A 128. ábrán az  $AB'$  rézsűvonalra megszerkesztjük az előbb tárgyalt úton a hozzátartozó kohézió mérőhosszuságot IH-t. Ez ábrán a szerkesztés folytán  $AB_1 = AH = AI + IH$  ugyanígy, ha más pl. az  $m_2$  magassághoz tartozó rézsűt rajzoljuk fel, és megszerkesztjük az  $I_2H_2$  mérőhosszuságot, (amely ugyanazon anyagnál mindig egyenlő), felírhatjuk, hogy

$$AB_2 = AI_2 + I_2H_2$$

$$\text{de } I_2H_2 = IH = p$$

$$AB_2 = AI_2 + p$$



128. ábra

Ha a surlódási lejtőt derékszögű koordináta-rendszer x tengelyének vesszük fel és az y tengelyt A-tól erre merőlegesen

$AD = IH = p = \frac{4 \cdot k}{\gamma} \cos \varphi$  távolságban fekvő C ponton emeljük, akkor

látjuk, hogy a rézsű felső B pontja a magasság változtatásával egy görbét ír le. A görbe egyenletét felírhatjuk, ha a B egy helyzetében a koordinátáit felírjuk:

$$B_1 \text{ ordinátái } \quad x = OI = AB_1$$

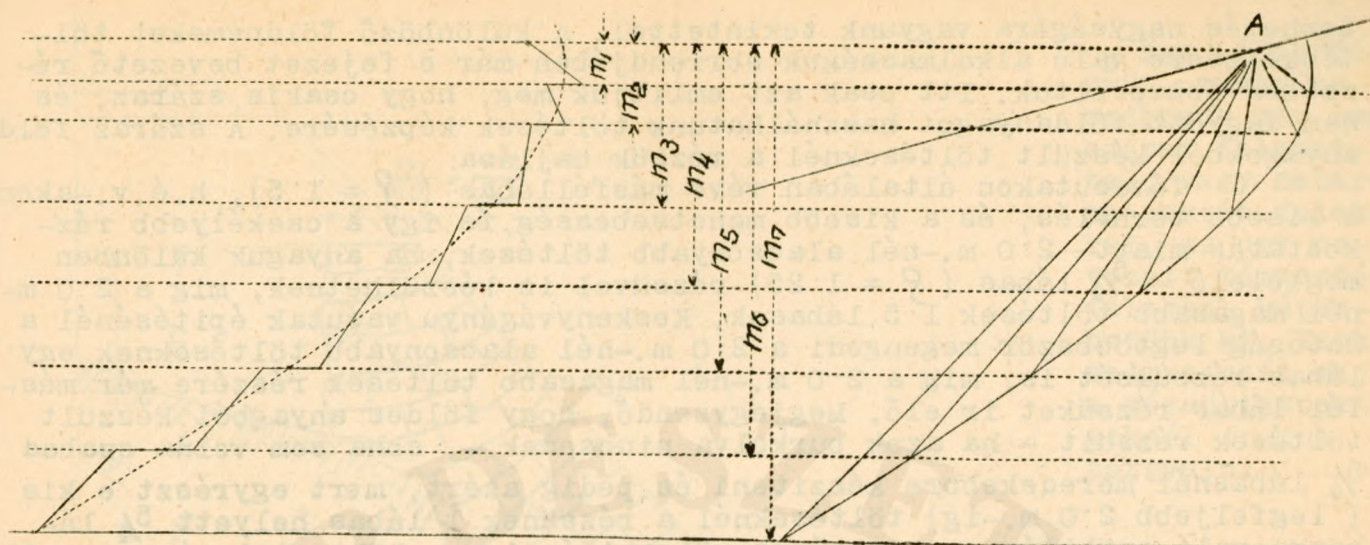
$$y^2 = \overline{AB_1^2} - \overline{AI^2} = x^2 - (OI - OK)^2 = x^2 - (x - p)^2$$

amiből

$$y^2 = 2 \cdot p \cdot x - p^2$$

Ez egy másodfokú parabola egyenlete, nevezzük kohézió parabolának. Ha a kohézió parabolát megszerkesztettük valamely földnemenre, akkor bármely magassághoz egyszerű szerkesztéssel határozhatjuk meg a hozzátartozó, az állékonyság határán fekvő rézsűhajlást. T. i. az adott magasságot vetítjük a parabolára és az így kapott B pontot összekötve az A ponttal, kapjuk a keresett rézsűhajlást, amely ép az egyensúly határán van.

Az ábrából azt is láthatjuk, hogy - a surlódás és a kohézió együttes működése esetén - bármely földmű rézsűjét felülről lefelé mindinkább ellaposodó rézsűvel készíthetnők, úgy, hogy elméleti alapon a gazdaságos rézsű folytonos görbe alkotóval készülhetne. A rézsű alkotójának a fentiek szerint való szerkesztését a következő ábrából láthatjuk:



129. ábra

130. ábra

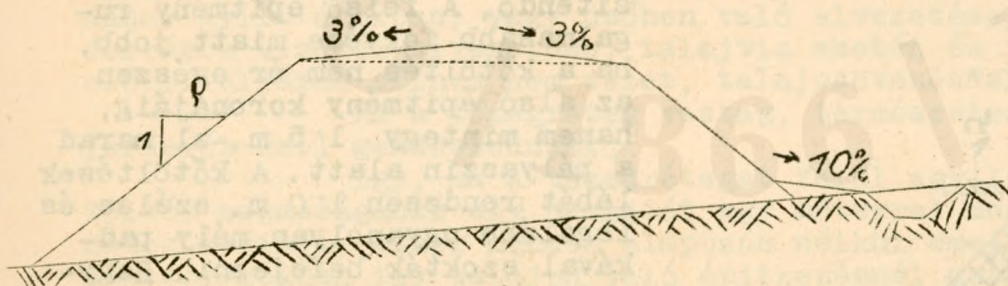
Ha azt a felfogást valljuk, hogy a surlódás nem működik együttesen a kohézióval, hanem csak akkor lép fel, ha a kohézió már kimerült, akkor a kohézió parabola tengelyét nem a  $\varphi$  surlódási ráj-lásvonalába helyezzük, hanem a parabola tengelyét vízszintesen vesszük fel. Ez esetben laposabb rézsűhajlást kapunk.

A kohézióra vonatkozólag még megjegyezzük, hogy az nemcsak a földnem víztartalmával változik, hanem függ még a terhelés minkéntjétől is, így nyugvó terhelés mellett sokkal nagyobb a tapadás, mint ugyanolyan, de lökés-, vagy rázászerű terhelésnél.

A gyakorlatban nem igen szoktunk az előbbi elméleti fejtegetések szerint levezetett homorú görbevonal szerint rézsűket kiképezni, hanem egyenes alkotó szerint.

### 33.§. A töltések alakja és szerkezete.

A töltések koronája vízszintes, vagy a könnyebb viz-telenítés végett jobb, ha a korona egy oldalra, vagy a tengelytől mindkét oldalra 3-4 %-kal esik, vagy domboru. A felső építmény vastagságát ez esetben mindig a korona legmagasabb pontjától mérjük. Lejtős te-



131. ábra

ropen a töltés-hegy felőli lába mellett megfelelő - fővasutakon 1.0 m, h.é.v., - on 0.80, keskeny vá-gányu vasutakon 0.6 m., utaknál 0.6 - 1.0 m. széles padka beiktatásával víz-vezető árkot készí-tünk, hogy a hegy-lejtőn lefutó viz-nek a töltésbe va-ló beszivárgását megakadályozzuk. Még

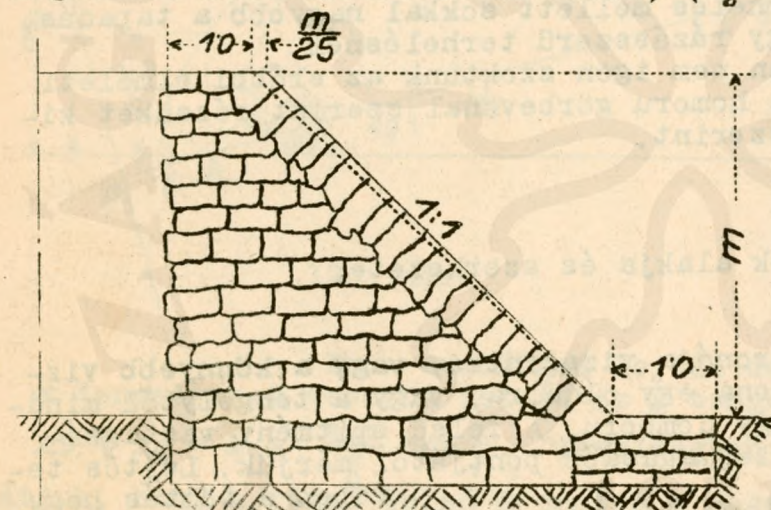
jobb, ha e vízvezető árokból kikerült földet a töltés lábához, a padkára töltjük, és azt az árok felé 10 %-os eséssel rézsüljük.

A töltések rézsűinek megállapításakor az amugy is bizonytalan és a fellazított földben igen csekély kohéziót számításra ki-vül hagyjuk, és főleg csak a töltésanyagra, a töltés magasságára és a

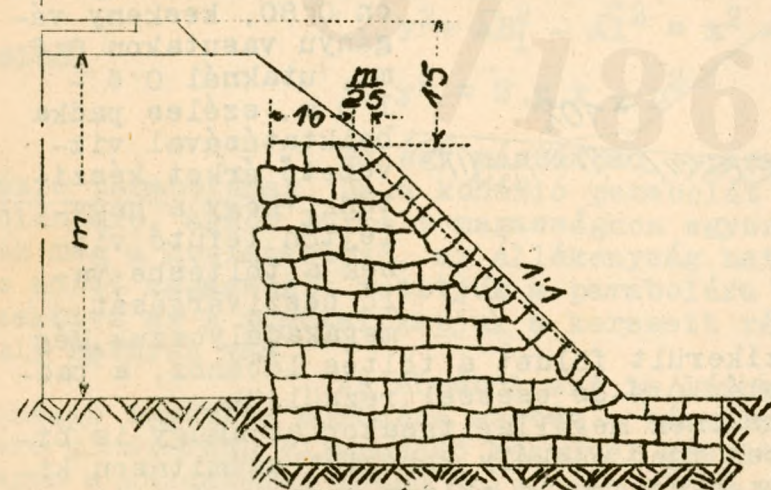
terhelés nagyságára vagyunk tekintettel. A különböző földnemeket töltésképzésre való alkalmasságuk sorrendjében már e fejezet bevezető részében felsoroltuk. Itt csak azt említjük meg, hogy csakis szátaz, és nem fagyott földanyagot használhatunk töltések képzésére. A száraz földanyagokból készült töltéseknél a rézsük hajlása:

fővasutakon általában véve másfél lábas ( $\rho = 1.5$ ), h.é.v.-akon a kisebb terhelés, és a kisebb menetsebesség, és így a csekélyebb rázkodtatás miatt  $2.0\text{ m.}$ -nél alacsonyabb töltések, ha anyaguk különben megfelelő  $5/4$  lábas ( $\rho = 1.25$ ) rézsűvel is készülhetnek, míg a  $2.0\text{ m.}$ -nél magasabb töltések  $1.5$  lábasok. Keskenyvágányú vasutak építésénél a hatóság legtöbbször megengedi a  $2.0\text{ m.}$ -nél alacsonyabb töltéseknek egy lábas rézsűkését is, míg a  $2.0\text{ m.}$ -nél magasabb töltések részére már másfél lábas rézsűket ír elő. Megjegyzendő, hogy földes anyagból készült töltések rézsűit - ha azok burkolva nincsenek - soha sem volna szabad  $5/4$  lábasnál meredekebbre készíteni és pedig azért, mert egyrészt e kis (legfeljebb  $2.0\text{ m.}$ -ig) töltéseknél a rézsűnek  $1$  lábas helyett  $5/4$  lábasra való enyhítése a szelvényterületet és így a köbtartalmat úgy szólván alig növeli, de a rézsű állékonyságát jobban biztosítja, másrészt a fellazított föld úgy sem áll meg  $1$  lábas rézsűvel, ha azt nem döngöljük, és így a megtakarítás csak látszólagos.

Az utak rézsűire ily határozott előírások nincsenek. A közutakra vonatkozólag a "A Magyar Királyi Államépítészeti Hivatalok Szolgálatára Vonatkozó Műszaki Utasítás" előírja, hogy a töltések rézsűi általában véve  $1\frac{1}{4}$  lábasnál meredekebben nem képzendők ki. Vizmentén, áradásoknak, vagy esetleg hullámcsapásnak kitett földművek rézsűi, mint pl. az árvédelmi töltések gyakran a  $2, 3, 4$  lábas rézsűvel is készülnek. Ugy szintén az aprószemű homokból való töltések rézsűi is megfelelő menedékesre készítendőek, ( $1\frac{1}{2}$  -  $2$  lábasra).

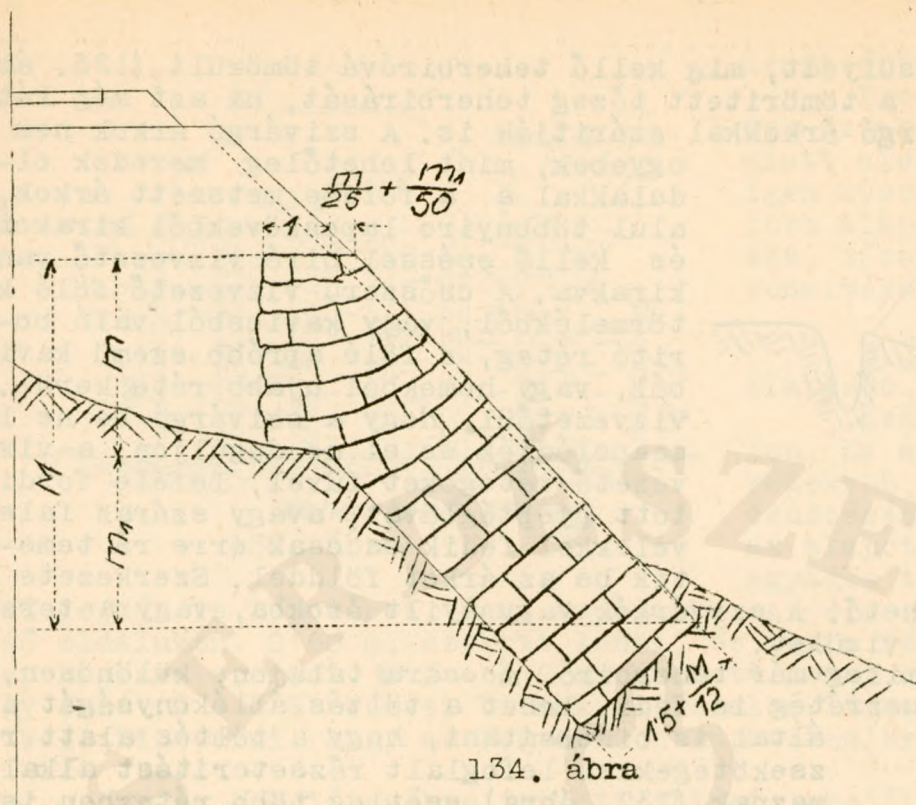


132. ábra



133. ábra

El nem málló kőanyagból készült töltéseket egy lábas rézsűvel is lehet rakni. Így a MÁV szabványok megengedik, hogy ha az ily kőtöltések felül legalább  $1.0\text{ m.}$  szélesek - a többi anyag lehet föld is - a rézsűk egy lábasak is lehetnek, de ezek a rézsűk kizárólag nagyobb kövekből gondosan rakandók úgy, hogy a kövek lapjukon, lehetőleg a rézsű merőlegese és a függőleges között fekvő szög felezője irányában feküdjenek. Az alsó építmény az ülepedésre való tekintettel a magasság  $1/25$ -ével kiszélesítendő. A felső építmény rugalmasabb fekvése miatt jobb, ha a kőtöltés nem ér egészen az alsó építmény koronájáig, hanem mintegy  $1.5\text{ m.}$ -al marad a pályaszín alatt. A kőtöltések lábát rendszeren  $1.0\text{ m.}$  széles és legalább ugyanolyan mély padkával szokták befejezni. Hegyoldalakban, különösen meredekebb lejtőn, a töltések hegyfelőli rézsűit szintén kőből szokták kiképezni, és e kőtöltéseket a rézsűhajlásra merőlegesen kiásott alapra támasztani. Az elrendezés és a méretek az ábrákból vehetők ki.



134. ábra

Egy lábass<sup>nal</sup> ré-  
zsüt, amely me-  
redékebb már csak  
száraz falazat-  
tal, vagy habarcs-  
ba rakott falak-  
kal, az úgy ne-  
vezett támasztó  
falakkal képez-  
hetünk ki. Ezek  
szerkezetét majd  
a rézsűbiztosítá-  
soknál fogjuk  
tárgyalni.

### 34.§. Töltések alapozása.

#### A.) Sik terepen való alapozás.

Sik, vagy gyengehajlású, száraz terepen a töltések sem-  
miféle **akapozást** nem kívánnak. Ha a töltés magassága 0,5 m.-nél alacso-  
nyabb, a töltés alatt a felső termőföld leszedendő, épen úgy a tuskók  
is kiirtandók.

Vadvizes területeken a töltések alapozása annyiban áll,  
hogy az építkezés megkezdése előtt igyekszünk a talajt - rendszeren fel-  
szini árkokkal - vízteleníteni. Ha a talaj nedvességét a felszálló ta-  
lajviz okozza, akkor nyílt árokrendszer helyett talajcsövezéssel (rossz  
magyar szóval: alagcsövezéssel) igyekszünk az építési terepet kiszári-  
tani.

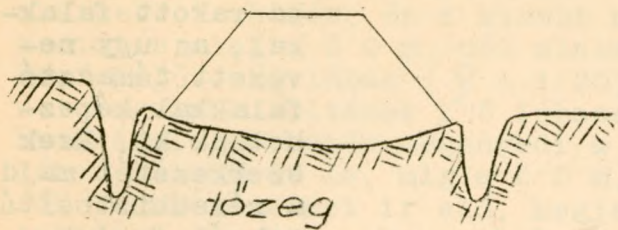
Mocsaras, tőzeges alsó talajon, ha az nem mély, legjobb  
a bomló szerves anyagokat tartalmazó mocsaras, tőzeges földet eltávolí-  
tani, esetleg az újabb elmocsárosodás ellen a talajt megfelelő módon  
(pl. ha az elmocsárosodást lefolyásra nem találó felszíni víz okozza,  
annak nyílt árkokban, vagy csőben való elvezetése, alulról felbukkanó  
források vizével elvezetése, talajviz esetén és forrásvidékeken, ha az  
előbbi eljárás célhoz nem vezet, talajcsövezéssel) kiszáritani.

Ha a tőzegréteg vastag, természetesen más alapozási el-  
járásról kell gondoskodnunk.

Igy, ha a tőzegréteget felül egy legalább az építendő  
töltés magasságának egy harmadát egy méterrel meghaladó teherbíró föld-  
réteg borítja, akkor minden alapozás nélkül emelhetjük rá a töltést.  
Németországban ily talajon való építkezésnél azonban előfordult, hogy  
mindkét oldalt a töltéstől 60 - 70 méternyire a töltés súlya követke-  
ztében a föld kitüremlett. Ezt azután a kitüremlések fölé két oldalt e-  
melt egyensúlyozó töltésekkel sikerült megszüntetni.

Ha a tőzeges talajt vékonyabb fedőréteg borítja, minden  
alapozás nélkül olyképen is sikerült célt érni, hogy a töltés lábától  
két oldalt a tőzeglébe mély árokszerű bevágást készítettek, és azután  
töltötték fel az alsó építményt. Ezáltal elérték azt, hogy a töltés a-  
latt fekvő tőzegréteget elválasztották az egész tőzegtömegetől, és így  
a feltüremlést megakadályozták. Természetes, hogy a tőzeg a töltés su-

lya alatt eleinte besülyedt, míg kellő teherbíróvá tömörült. (135. ábra). Nagyon elősegíti a tömörített tőzeg teherbírást, ha azt még két

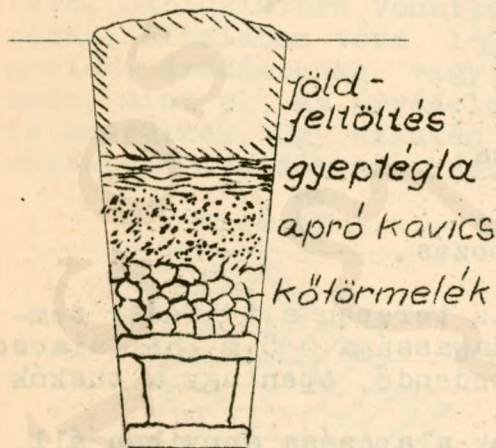


135. ábra

oldalra vezetett szivárgó árkokkal szárítják is. A szivárgó árkok nem ogyebek, mint lehetőleg meredek oldalakkal a földbe metszett árkok, alul többnyire laposkövekből kirakott és kellő eséssel bíró vízvezető van kirakva. A csőszerű vízvezető fölé kötőrmelékből, vagy kavicsból való borító réteg, e fölé apróbb szemű kavicsból, vagy homokból újabb réteg kerül. Vízvezetőül, hogy a szivárgó be ne iszapoldjék és el ne duguljon, a vízvezető rétegeket füvel, lefelé fordított gyeptéglával, avagy száraz falevelekkel fedik és csak erre rá temetik be az árkot földdel. Szerkezete a

136. ábrából jól kivehető. A szivárgók vagy nyílt árokba, vagy a terep felszínére vezetik le vizüket.

Némileg már teherbíró, mocsaras talajon, különösen, ha azt föld, vagy humuszréteg is fedi, lehet a töltés állékonyságát azáltal is biztosítani, hogy a töltés alatt rőzsekötegekkel lefoglalt rőzseterítést alkalmaznak (137. ábra) esetleg több rétegben is, és amellet a töltést lapos (2, vagy 3 lábás) rézsűkkel készítik. A töltés súly nagy felületre ruganyosan eszik el az alsó talajon.

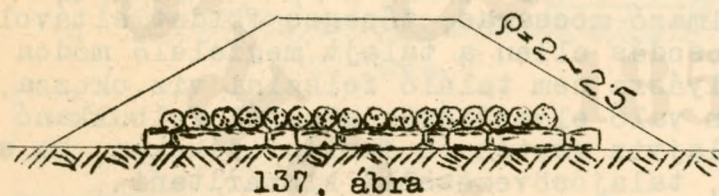


136. ábra

Rőzseterítés helyett dorongrács is hasonló hatással van. Az alsó építmény tengelyére merőlegesen 0.60 - 1.00 m. közökben 15 - 20 cm. átmérőjű gömbölyű fát és keresztben erre szorosan egymás mellé rakott 8 - 12 cm. átmérőjű dorongfát helyeznek el. A töltést ez esetben is igen lapos rézsűkkel kell megépíteni.

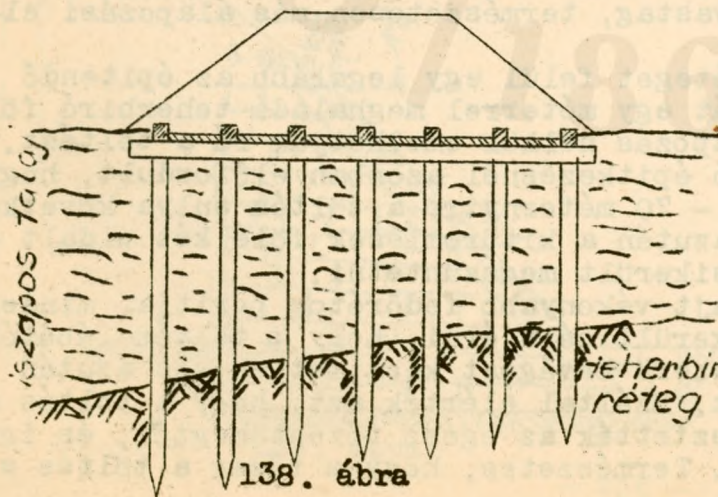
Mindkettő igen költséges eljárás, mert a talajvíz színének gyakori változása miatt a farészek igen gyorsan korhadnak.

Tőzeges, mocsaras talajon alapozhatunk cölöprács-csal is (138. ábra). A cölöpöknek lehetőleg a teherbíró rétegig kell lehatolniuk, bár maga a cölöpök beverése által is érünk el bizonyos talajtömörítést. A hálózatban bevért cölöpöket felül, vagy süveg-fával fogják össze, és erre padozatot készítenek, avagy ritkábban a cölöpöket felül vasbeton lemezzel is egybe lehet fogni.

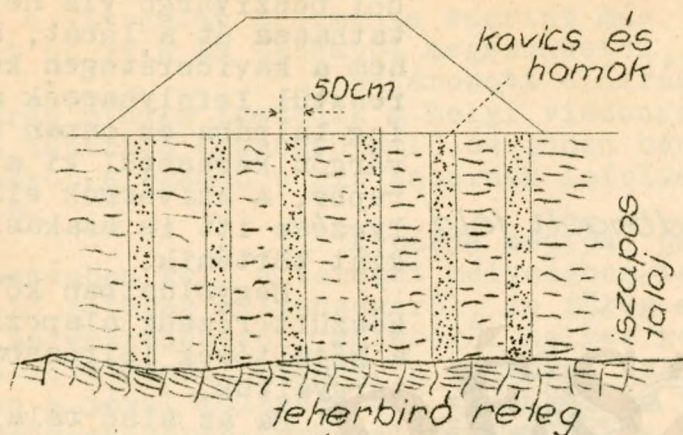


137. ábra

Próbálkoztak cölöpök helyett hálózatban egymástól egyenlő távolságban földfúróval készített mintegy 60 cm. átmérőjű lyukaknak homokkal, vagy kővel való kitöltésével az u.n. homok, vagy kavicscölöpökkel (139. ábra) is, amelyeknek némileg talajtömörítő, de főleg szárító hatásától egyes esetekben kedvező ered-



138. ábra



139. ábra

esésű lejtőn is lépcsőket vágni az alapba. Az egyes lépcsők mélysége felső oldalukon 0,60 m. szokott lenni, és így a lépcsők szélessége a terep hajlása szerint 1,5 - 3,0 m. szokott lenni. Az egyes lépcsők a völgy felé 2 - 5 % eséssel bírnak. A legalsó lépcsőt az ábra szerint úgy kell kiképezni, hogy az fogszerűen kapaszkodják az alapba. (140. ábra).

A lépcsőkre töltött földet lehetőleg döngölni kell, mert a szivárgó víz a kevésbé tömött, töltött földön gyorsabban szűremlik át, áramlási sebessége a nöött föld határán, vagyis a lépcsőn

csökken, és ezáltal könnyen csuszóvá tehetné a lépcső felületét, míg ha döngöljük a földet mégis csak jobb összeköttetést létesítünk a friss töltés és a termett föld között. A legalsó fogszerűen kiképzett lépcsőt bizonyos közökben (5-10 m.) mintegy 5 % fenékesésű szivárgóval kell vízteleníteni.

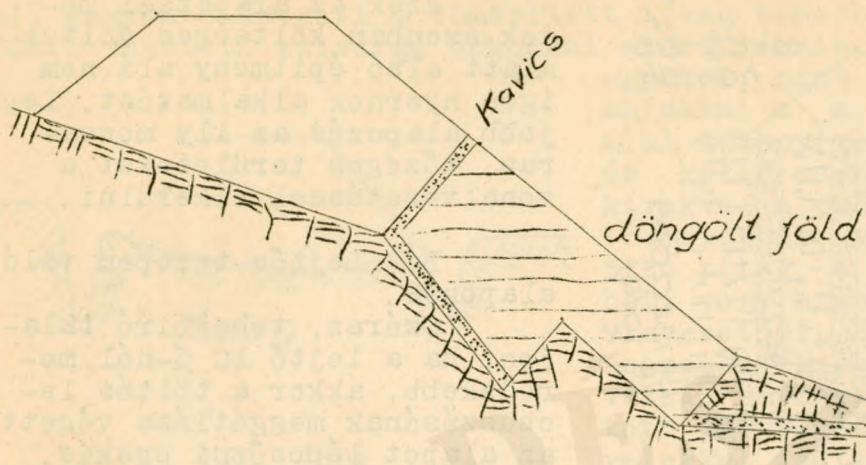
Hogy a lépcsőkben a kisebb többé-kevésbé felgyülemelő víz folyást ne alkothasson, és ezáltal az egész földmű épességét ne veszélyeztesse, a lépcsőket hosszúságukban mindig vízszintesen vezetjük és még jobb, ha az egyes lépcsőket hosszúságukban még váltakozó hézagokkal meg is szakítjuk.

Ha a hegyoldal 25-30 %nál meredekebben lejt, lépcsőzés helyett fogazás szükséges. (141. ábra). A fogazásnál az egyes fogak hosszúsága 2-3 m. között változik, az egyes fogak mélysége 0,60 m., az utolsó fog szakaszonként szintén szivárgóval víztelenítendő.

Egyébként a fogak elhelyezésére, valamint a töltés kivételére vonatkozólag ugyanaz érvényes, mint a lépcsőzésnél.

A fogazást néha jó alsó talajon helyettesítik száraz, erősen döngölt földből készült és két foggal az alapba kapaszkodó lábbal (142. ábra). A döngölt láb mögött víztelenítés végett az első fogig terjedőleg 10 - 15 cm. vastag kavics, vagy homok réteget kell köz-





142. ábra

beiktatni, hogy a töltésből beszivárgó víz ne áztathassa át a lábat, hanem a kavicsrétegen keresztül lefolyhassék a fog talpába és onnan szivárgón keresztül ki a terepbe. A szivárgók elhelyezése itt is szakaszonként történik.

Hegyoldalban kőből készült rézsük alapozását a kőtöltések leírásában tárgyaltuk.

Ha az alsó talaj szikla, de felette vékony termőföld-réteg van, akkor, még ha a lejtő meg is engedné, nem szabad a töltéseket fogazással, vagy lépcsőzéssel alapozni, mert a beszivárgó víz következtében a sikossá váló sziklán a töltés a fogazott termőréteggel együtt könnyen lecsuszhatnék. Ily esetben a töltést vagy kőből készítjük, de legalább a rézsüt, amelyet erőteljes, a sziklába is beérő fokkal támasztunk meg, avagy még jobb, ha ilyenkor a sziklába alapozott, száraz falat építünk. E szerkezetek rajzát a 30.§.-ből ismerjük.

### C.) Csuszásra hajlamos terepen való alapozás.

Nyugtalan, csuszásra hajlamos terepen lehetőleg ne vezessük a pályát, még ha ez látszólag anyagi áldozattal járna is, mert a csuszós terepen a legnagyobb elővigyázat mellett fogatosított alapozás és építés mellett még mindig előfordulhatnak előre nem látható talajmegmozdulások, amelyek a kész építményt veszélyeztetik, sőt néha utólag kényszerítenek költséges, de eredménytelen helyreállítási kísérletek után a pálya áthelyezésére. Csak, ha egyáltalában nem tudjuk elkerülni a csuszásra hajló terepet, vagy a csuszás okát sikerült világosan megállapítanunk, és bebizonyosodott, hogy az ok teljes megszüntetése aránylag csekélyebb költséggel is lehetséges, a kellő óvó intézkedések megtétele után építhetünk, vagy kell építenünk nyugtalan terepen. De minden esetben legfontosabb teendő ilyenkor a csuszás okának tüzetes kipuhatólása.

A föld kérge különböző, egymáson elterülő rétegekből áll, amelyek a beszivárgó vízzel szemben igen eltérően viselkednek. És épen e tulajdonságuk különbözőségénél fogva rendszeren a beszivárgó víz, a talaj víz okozója a legtöbb elmozdulásnak. Így, ha oly rétegek váltják egymást, amelyek közül a felső jobban bocsátja át a vizet, mint az alatta lévő, akkor a beszivárgási sebességkülönbség folytán a két réteg határán víz tárolódik, amely egyrészt a felette levő talajt áztatja, annak kohézióját és surlódását csökkenti, de emellett a jobban vízzáró réteget csuszamlóssá, sikossá teszi. Ha most a rétegek dőlése ferde, épen a csökkentett surlódás és tapadás folytán annál inkább fog tisztán a nehézségi erő hatására önsulya alatt a felső réteg az alsón lecsuszni. És a csuszás veszélye még inkább fokozódik, ha az alsó építmény terhével a talajnak amugy is igen labilis egyensúlyát még megzavarjuk.

Legveszélyesebb e téren az agyagos talaj, amelynek - a gyagtartalma szerint - erős változásnak van kitéve a vízátbocsátó képessége, de többé-kevésbé mindig vízzáró. A mellett tudjuk az agyagról, hogy a víz hatása alatt megduzzad, tapadása és surlódása annyira csökken, hogy 10 %-os lejtőn már mozgásba jöhet. Továbbá az agyag szárazságban erősen zsugorodik, megreped és e repedések csak elődegitik a víz behatolását, hogy az azután a rétegek egyensúlyát megbolygassa. A csuszó terepet a legtöbbször már elárulják a látszólag mindon ok nélkül való kagylószerű repedések, a lejtőnek többé-kevésbé hullámos vonulata, erdőben a fák össze-vissza állása stb.

Nyugtalan terepen való építkezés **szüksége esetén** tehát mindenekelőtt a csuszás közvetlen előidézőjét kell kikutatnunk; és e vizsgálat eredménye szerint más és más módon igyekszünk az okot ée vele az okozatot megszüntetni.

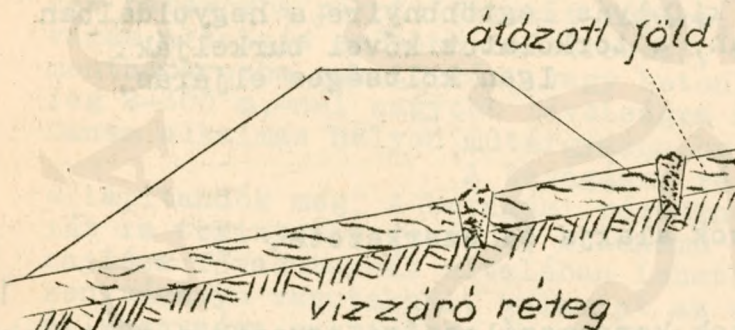
Határozott előírásokat nem lehet tenni, mert az eljárás mindig igazodik a helyi viszonyokhoz. Sokszor a pálya felett levő teberben összegyülemelő és innen beszivárgó víz idézi elő a csuszást, amikor elegendő e kis tebernek lefolyást biztosítani pl. nyílt árokkal stb.

A pálya mentén 60 - 100 m. vagy még nagyobb szélességben kell a terepet mélységben is átkutatnunk, hogy a talajt alkotó rétegek milyenségéről, de főleg a vízáteresztő és **vizzáró rétegek** elhelyezkedéséről, dőléséről helyes képet kaphassunk, és a **víz útjára** is következtethessünk. A kutatást legtöbbször próbafurásokkal, ritkábban a jóval költségesebb aknákkal és tárókkal végezzük el. A kutatás eredményeképpen térképeljük nemcsak a terep felszínének, hanem a **vizzáró rétegek** fekvésének, dőlésének magassági adatait is, és ezek nyomán megszerkesztjük a felszíni és a csuszó rétegek rétegvonalait. E munka elvégzésével választhatjuk meg csak azt az eljárást, amely az adott viszonyok mellett a legcélravezetőbb. Feladatunk mindig a víz beszivárgásának megakadályozása, vagy - mert ezt legritkább esetben tudjuk elérni - a vízzel áztatott föld kiszáritása és újabb átázás meggátlása lesz.

A kiszáritás a csuszó réteg mélységi fekvése és dőlése szerint többféleképpen történhetik.

Ha a csuszó réteg nem fekszik nagyon mélyen, a talajt kiszáritathatjuk:

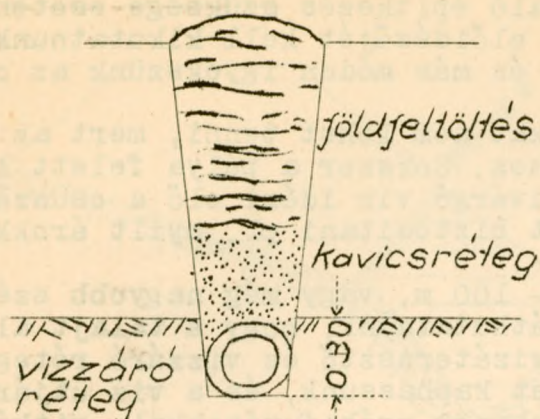
a.) szivárgókkal. A szivárgókat az előbbi pontban leírt szerkezetben úgy készítjük el, hogy annak fenéke legalább 30 cm.-nyire a vizzáró rétegbe hatoljon. A töltés lába mellett a hegyoldalon végig vezetünk ily szivárgót és bizonyos hosszúság után a pályán átvezetjük. A szivárgók esésének legalább 5‰-nak kell lennie, de jobb 10‰ esést adni, hogy hatásosabbak legyenek. A szivárgók a felettük levő réteg vizét magukba szívják, azt kiszáritják és így a csuszó felület keletkezésének elejét veszik. Az eliszaposodás elkerülése végett a szivárgók ne legyenek túlságosan hosszúak, továbbá célszerű őket több helyen a pályán keresztül vezetni, esetleg műtárgyak segítségével is.



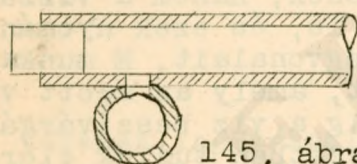
143. ábra

A szárító hatást fokozni tudjuk, ha a töltés felett vezetett szivárgón kívül még egy szivárgót vezetünk a töltés alatt is, a felső lábtól mintegy 10-15 m. távolságban, és ezt, valamint a felső szivárgót minden 10 - 15 méter távolságban hálózatszerűen kereszt-szivárgókkal vezetjük át az alsó építmény alatt

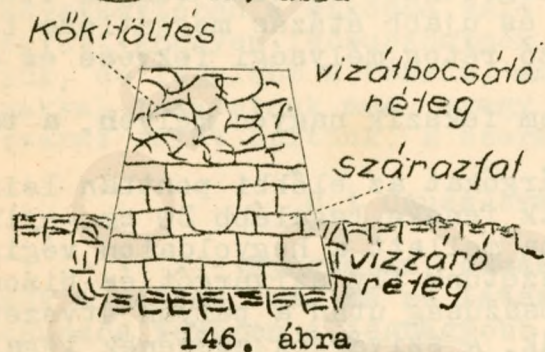
b.) történhetik a talajszáritás talajcsövezéssel (drainage) is. A talajcsövek 3-15 cm. átmérőjű, mintegy 30 cm. hosszú égetett agyagcsövek. A csöveket előre megállapított hálózatban - és pedig rendszeren párhuzamosan kisebb átmérőjű szívó csövekből, és ezeket összegyűjtő többrendbeli gyűjtőcsövekből - gondos fenékesésű és meredek oldalu árokba helyezik (144. ábra), és legtöbbször rövidebb és az ütköző cső külső átmérőjénél 1 mm-el nagyobb <sup>beleső</sup> átmérőjű 6-8 cm. hosszú csövekkel illesztik. A csövek természetesen a vizzáró rétegbe fektetendők, de felettük a kavics, vagy homok szűrő rétegre kerül rá csak a földfeltöltés. A víz beszivárgása főleg az illesztéseken történik. A csövek beágazására legtöbbször külön idomdarabok vannak, de lehet a beágaztatást úgy is eszközölni, hogy a beágazó csövet a gyűjtő cső fölé fektetjük, végét fadugóval elzárjuk (145. ábra) és e csövek, valamint a gyűjtő csövek érintkező részein nyílást készítünk, amelyen a víz a szívó csőből átfoly-



144. ábra



145. ábra



146. ábra

hatik a gyűjtőbe. Hatásuk azonos a szivó árkokéval. A csövek állandó eséssel fektetendők, amelynek oly nagynak kell lennie, hogy az áramló víz legalább 0.20 m., de legfeljebb 1.00 m. sebességgel folyjék bennük. A fő-gyűjtő cső vagy a terepen, vagy valamely árokban végződik. A talajcsövek méretezése, a szivó hálózat megtervezése stb. a vízepítéstan körében talál főiskolánkon bővebb tárgyalást.

Ha a csuszó réteg nagyon mélyen fekszik, akkor a talajszáritás már csak tárókkal és istolyokkal történhetik. Száritásra természetesen felhasználhatjuk a megelőző talajkutatóknál készített tárokat is, de ezeken felül az adott viszonyok szerint még újakat is kell vezetnünk. (Tárokknak szokták egyesek nevezni a vízszintesen és istolyoknak a bizonyos esésben haladó földalatti vágatokat). A vágatok építése mindig csak ducolással történhetik, amely ducolás gyorsan korhadó faanyagát azután ki kell szedni, a vágatot kővel szárazon kirakni úgy, hogy abban alul egy kis szivárgó keletkezzék. A felette levő kőkirakás szolgáltatja a szűrő réteget. A tárok, illetve istolyok kellő esésben vezetendők és a bennük áramló víznek a lefolyásáról is gondoskodni kell. A kifolyás legtöbbször a hegyoldalban van, a törcolatot kővel burkolják. Igen költséges eljárás.

### 35.§. A bevágások alakja és szerkezete.

A bevágások koronaszélessége egyezik a töltésekével. Víztelenítés végett szintén lehet a koronát egy, vagy két dialra eséssel kiképezni, mint a töltéseknél, azonkívül azonban mindig a korona két oldalán vízvezető oldalárkot kell építeni. Az oldalárkok méretei rendszeren a szabványtervekben vannak megállapítva.

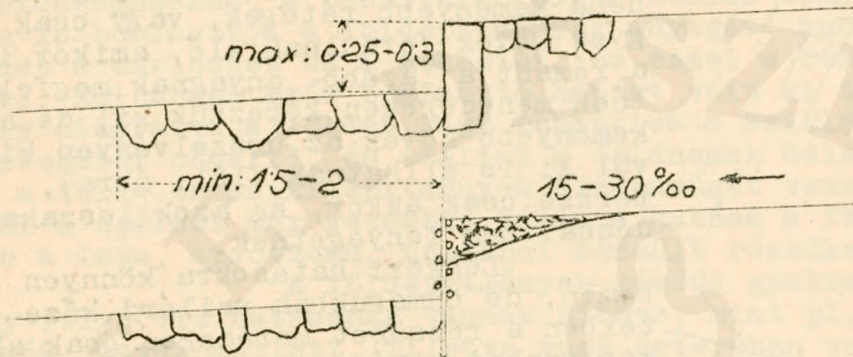
A vízvezető árok részűl a korona mentén fővasutakon 1.5 láb-  
basak, mellérendelt vonalakon és utak mentén gyakran 1 láb-  
részű is meg van engedve. Az árkoknak a bevágási részűl folytatásába eső részűl természetesen ezekkel egyenlő hajlásu-  
ak. Epen ezért

147. ábra

rendszeren csak az árok fenékszélessége és mélysége szokott megadva lenni. A bevágási szelvényterület csökkentése végett gyakran az árkok részűl kőburkolattal látják el, esetleg falazzák, amikor természetesen a részűl

sokkal meredekebbek lehetnek, de ilyenkor a kellő terület elérésére a fenékszélességet kell növelni. Sziklabevágásokban a vízvezető árkok is meredekebb részüvel ( $\frac{1}{5}$  -  $\frac{1}{2}$  lábas) készíthetők.

A vízvezető árkokat megfelelő fenékeséssel kell kiképezni. Rendszeresen a vízvezető árkok esése egyezik a pályaszin esésével. Ha a pályaszin esése 30 ‰, vagy ennél nagyobb, az oldalárkokat, vagy kőből készült fenék- és oldalburkolattal kell ellátni, vagy pedig az árok fenekét lépcsőszerűen kiképezni. A lépcsők készíthetők kőből, vagy apró fűzfafonásból is. Ily lépcsők helyén a lépcső alatt az árokfenéket és az oldalakat mindig legalább 1.5 - 2.0 m. hosszúságban kőburkolattal kell ellátni.



148. ábra

A lépcsők kivételesen az árkon keresztbefektetett és a földbe vert karókkal kitámasztott palló, vagy gerendadarabokból is készíthetők, de kis tartósságuk miatt az ily fenégek nem kedveltek.

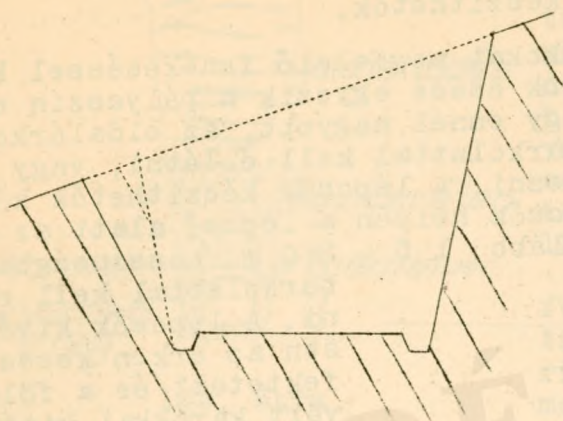
Ha a pályaszin vízszintes, akkor a vízvezető árkoknak a fenékmélység változtatásával kell esést biztosítani. A vízvezető árkok leg-

kisebb esése 2 ‰, ha az árkok habarcsba rakott fenék- és oldalburkolattal bírnak, akkor az esés 1 ‰-ig is mérsékelhető.

Támfalak mentén gyakran a szabványárkot is teljesen habarcsba rakott falazat módjára, vagy betonból képezik ki. Ha a bevágás altalaja erősen vízáteresztő, az árkokat egész hosszúságukban cementhabarcsba rakott kő-, vagy betonburkolattal kell ellátni. Lehetőleg 2-300 m.-nél nagyobb távolságra ne vezessük a vizet a pálya mentén, hanem alkalmas helyen műtárgyakon bocsássuk át a pályatesten keresztül.

A bevágások részüi az anyag állékonysága szerint állapítandók meg. A bevágási részüknél már némileg a földnem kohézióját is tekintetbe vesszük. Földnemű anyagokban a bevágási részü hajlása fővasutaknál általában lehetőleg másfél lábas, h.é.v. és keskenyvágányú vasutaknál, valamint az utaknál 2.0 m. mélységig az anyag állékonysága szerint 1, vagy  $1\frac{1}{4}$  lábas is lehet, 2.0 m.-nél magasabb részüket azonban már lehetőleg másfél lábasra mérsékelendők. Igen magas részüket néha 3-4 m. magassági közökben 0.80 - 1.00 m. széles padka közbeiktatásával lépcsőzni is szoktak. Erős kohézióval bíró földnemeknek a részü meredekebben egészen egy lábasig. Sziklabevágások részüit  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$  lábasra készíthetjük, és fokozatosan meredekebbek lehetnek az anyag keménysége szerint  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{5}$  lábasig. Utóbbinál ( $\frac{1}{5}$  lábasnál) meredekebb részü ritkák. Ha a bevágásban a sziklák ferdén rétegzettek, akkor az a részü, amellyel a szikla ellenkező rétegzettségű, meredekebb lehet, míg az egyező rétegzettségű oldalon gyakran a részü párhuzamosan kell készíteni a sziklarétegekkel. Igen kemény szikla függőleges részüben is megáll, sőt néha a kemény sziklába berobbantják a pályát úgy, hogy csak az egyik oldala marad az úrszelvénynek szabad. E szabad oldalon azután legtöbbnyire bizonyos közökben sziklapilléreket hagynak állva, avagy ily pilléreket falaznak a fölötte levő tömegek alá támasztására. Ezek az u.n. galériák.

Ha a sziklabevágásban a kőrétegek között esetleg kis kohézióju homokréteg ágyazódik be (150. ábra), akkor a bevágási részüit a szikla állékonyságának megfelelően kell kiképezni, és a homokrétegek a részübe eső részét fallal elzárni. Gyakran a bevágás felső része, rétege földes anyag, amely sziklán nyugszik. Ilyenkor a sziklát



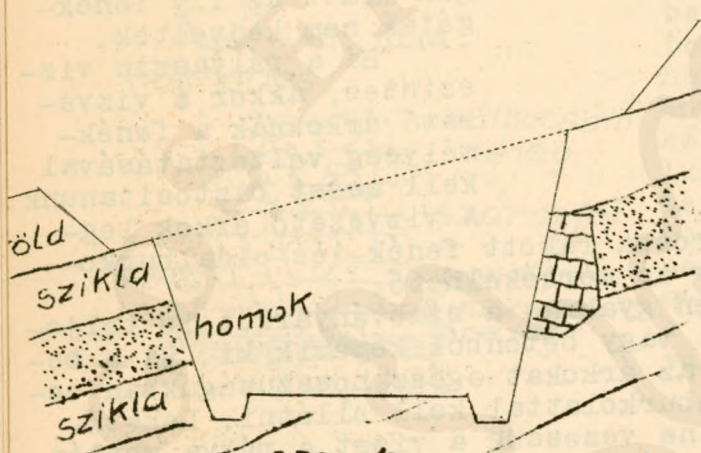
149. ábra

állékonyságának megfelelő meredek rézsűvel dolgozzuk ki, míg a felső, földes részt lapos ( $1\frac{1}{4}$  vagy  $1\frac{1}{2}$  láb-as) rézsűvel. Jobb, ha a sziklarézsű széle és a földrézsű lába között legalább 0.50 - 0.80 m. széles, vízszintes padkát hagyunk, hogy a földrézsűknek megfelelő támasztékuk legyen.

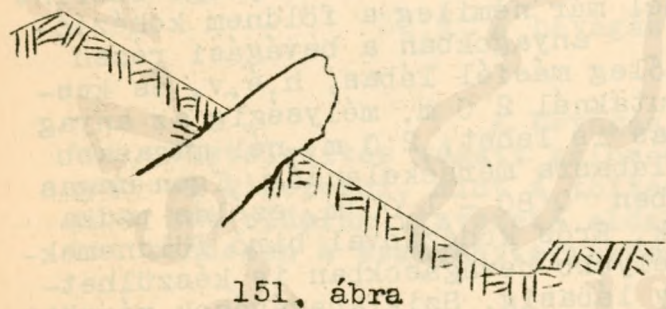
Tulnyomóan laza, vagy puha kőzetekben, vagy agyagos anyagban néha keményebb rétegek, vagy csak egyes kövek fordulnak elő, amikor is a rézsűt a lazább anyagnak megfelelően menedékesen képezzük ki, de a keményebb kövek az úrszelvényen kívül ki is állhatnak (151. ábra), persze csak akkor, ha azok leszakadással nem fenyegetnek.

Légköri hatásokra könnyen bomló, de önmagukban szilárd kőzetekben a rézsűket meredeken csak akkor szabad kiképezni, ha azokat borító falak védik. A borító falaknak semmiféle eróműtani szerepe nincsen, épen azért lehető kis szelvényvel készülnek, többnyire habarcsba rakott kőfalak, vagy betonfalak módjára. A borító falaknak a MÁV-nál előírt szabványméreteit a 152. ábra tünteti fel.

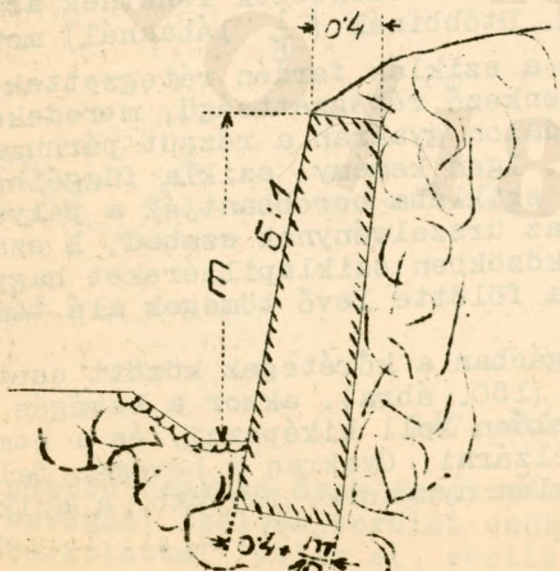
Végül még megjegyezzük, hogy hegylejtőn, különösen alacsony bevágásoknál mindig meggondolandó, hogy nem gazdaságosabb-e a bevágást a lejtő felől megnyitni, és ezáltal a bevágás helyett levágást készíteni. A levágás ugyan több földmunkával jár, de helyette elmarad egy rézsű és egy vízvezető árok, amelyet mindig fenn is kell tartani, és amellet az így nyert fennsíkakat az üzemban és a pályafenntartási munkáknál tartalékanyagok készletezésére stb. mindig jól fel is lehet használni. A levágásokban (153. ábra) jó a pálya koronája alatt mintegy 15cm.-el mélyebben a keletkező fennsíkot a völgy felé 4-5 %-os oldaleséssel kiképezni, hogy a csapadékvíz lefolyhasson rajta.



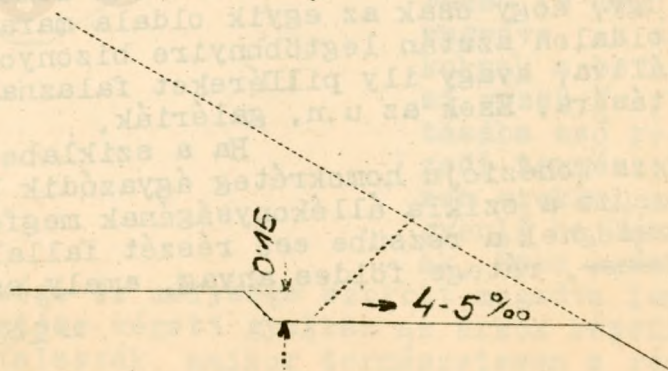
150. ábra



151. ábra



152. ábra



153. ábra

A földépitmények rézsüi állandóan ki vannak téve a légköriek és víz behatásának. A légköriek behatása kémiailag és mechanikailag is jelentkezik. A csapadékok beszivárgó vize a földnemeket alkotó kőzetek kémiai átalakulását, bomlását, mállását idézi elő. De a légköriek, főleg a víz, mechanikailag is támadja a rézsüket, így a csapadékoknak be nem szivárgott vize a rézsün lefolyva folytonosan mossa a földszemcséket. A beszivárgó víz a kémiai bomláson kívül, mechanikai úton is bomlasztja a földépitmények anyagát, amonnyiben átáztatva a földet a surlódást és a kohéziót, és ezzel a rézsük állékonyságát csökkenti. Különösen erős bomlasztó hatást vált ki télen a beszivárgó víz, amely átáztatva a földet, vagy behatolva a sziklák repedéseibe, megfagy (térfogatót növeli), és ezáltal a földnemek belső összetartását legyőzi, a föld- és sziklaépitmények biztonságát veszélyezteti. A légköriek közül a szélnek már kevésbé káros a hatása a földépitményekre, legfeljebb a laza, aprószomú, homokból készült rézsüket korrodálja.

A földépitmények rézsüi gyakran közvetlenül is álló, vagy folyó víz hatásának vannak kitéve, mint pl. árvédelmi töltések, folyók, tavak mellett, illetve ezek árterében vezető utak, vasutak alsó építménye, amelyeket tehát még a hullámverés is támad. Az árterekben levő földépitményeket nemcsak az árvíz káros hullámcsapása veszélyezteti, de igen káros következményekkel járhat az árvíz elvonulása, apadása is, amikor is az apadó ár mintegy kiszívja a földmübe beszivárgott vizet, amely távozásakor magával ragadja a földmü kolloidális szemcséit, de még ezeknél nagyobb szemcséket is, és így annak bomlását idézi elő.

Amint láthatjuk tehát, a földépitmények legnagyobb ellensége a víz.

A rézsük, és ezzel az egész földépitmény állékonyságát megvédi első sorban a rézsük megfelelő burkolása és másod-sorban a helyes víztelenítés.

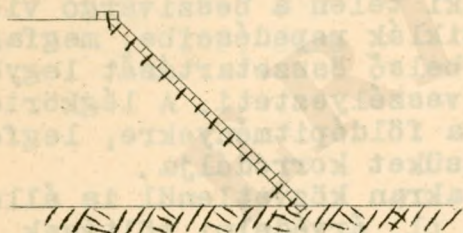
A rézsüburkolatnak, illetve biztosításnak azonban nem mindig csak a védelem a célja, hanem a védelemmel együtt gyakran – különösen hegyvidékon – az is, hogy a kellő biztosítással meredekebb rézsühajlást érjünk el, mint amilyont egyébként a földmü anyaga megengedne.

A rézsübiztosítások legegyszerűbb neme a rézsük begyepesítése. Történhetik egyszerűen úgy, hogy a rézsüket fűmaggal bevetjük. A sikeresebb begyepesítés végett sokszor, a torméketlen, vagy kavicsos földből való rézsüket pedig mindig előbb 10 – 15 cm. vastag termőréteggel (humusszal) borítjuk. Hogy a humuszborítást az eső le ne mossa, a rézsüket előbb éles kapával rovátkolni szokták. A rovátkákat lehetőleg vízszintesen, kis megszakításokkal, az egymás alatt levő sorokat pedig váltakozó megszakításokkal készítjük, hogy a rovátkák mentén vízfolyás ne keletkezzék. Szokták néhol a rovátkákat egymást keresztezve ferdén is bevágni, miáltal rovátkahálózat keletkezik. Ez azonban már inkább szolgáltató alkalmat a rovátkák mentén vízfolyások keletkezésére és azért rosszabb, mint a vízszintes rovátkák rendszere. A rovátkolt nyers rézsüre ráhelyezik a már a földmunka megkezdése előtt lefejtett és külön raktározott termőföldet – és pedig rendszeresen, miután azt előzőleg már összekeverték fűmaggal – és ledöngölik. A bevetésre dús gyökérzetű, évelő fűvek, mint pl. perjék magvát használják, amelyet herefélék, vagy lucerna magjával is kevernek. A bevetést legjobb nedves időben végezni, avagy csendes eső előtt. Ha igen forró, száraz idő következnék a vetés után, a rézsüket öntözni kell. 1 Ha. rézsüterületre mintegy 45–50 kg (1 m<sup>2</sup>-re 0.0045–0.005 kg) magot szokták számítani.

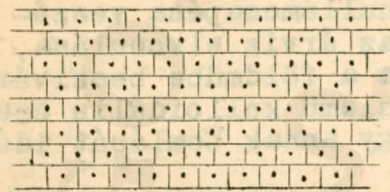
A rézsük gyepesítésének másik módja a gyeptéglával való borítása. Az előbbinél költségesebb, de gyorsabb eredményt ad. Az e célra szolgáló gyeptéglákat még a földmunkák megkezdése előtt termel-

jük, rendszeren a vasut által elfoglalt pázsitos területről. A gyeget előbb mitegy 20 x 30, 25x40 cm. méretű, avagy 25 x 25, 30 x 30 cm. oldalnagyságú négyzög-hálózatban külön késsel, vagy ásóval bevágjuk 8 - 10 cm. mélységig, és azután ásóval, vagy külön erre a célra szolgáló lapáttal kiemeljük a **gyeptéglákat**. Ezeket rendszeren füves oldalukkal lefelé fordítva, árnyékos helyen rakásoljuk, és igen száraz időben öntözzük is. Hosszu ideig tárolt gyeptéglák könnyen összenőnek, amikor már burkolási célra nem alkalmasak, legfeljebb humuszt szolgáltatnak.

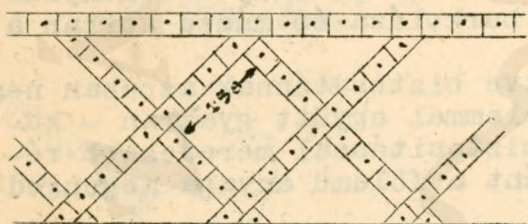
A gyeptéglaborítás készülhet lapjára fektetett gyeptéglákból, vagy mint réteges gyeptéglaborkolat. Előbbinél a gyeptéglákat gyökeres lapjukkal lefelé a rézsüre helyezik valaközö illesztéssel, többnyire vízszintesen futó sorokban, az egyes téglákat fakalapóccsal szorosan egymáshoz verve. Azonkívül még az egyes gyeptéglákat



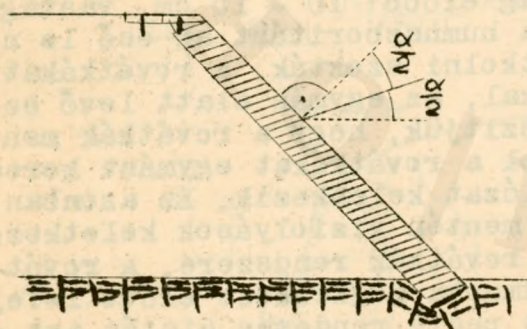
154. ábra



155. ábra



156. ábra



157. ábra

közepükön 2-3 cm. vastag faszeggel a rézsühöz is szegzik, hogy gyökérzetüknek az alatta levő földbe való behatolásáig is rögzítsék őket. Lehet e gyepliborítást vetéssel kombinálva is alkalmazni olyképen, hogy gyeptéglákból a rézsüre egymást derékszögben keresztező ferde sorokat szegeznek, és az így közöttük keletkező mintegy 1.5 m. oldalnagyságú négyzeteket termőfölddel borítják és fűmaggal bevetik.

A lapjára fektetett gyepliborítást inkább a bevágások rézsűin nyer alkalmazást, míg töltések rézsűit inkább réteges gyepliborítással látják el.

A réteges gyepliborítást úgy készül, hogy a rézsűt egymásra füves részével lefelé fordított gyeptéglákkal rakják ki. Az egyes rétegek vagy vízszintesek, vagy a rézsüre merőlegesek, vagy a vízszintes és a rézsű merőlegesének felező irányában esnek; utóbbi elrendezés a legjobb. A burkolat lábát mindig földbe ásott árokban kell megtámasztani, továbbá felül az alsó építmény koronáján legalább 2. lapjára fektetett gyeptéglasort elhelyezni, hogy a víznek a gyepliborítást mögé való juthatását megakadályozzuk. (157. ábra).

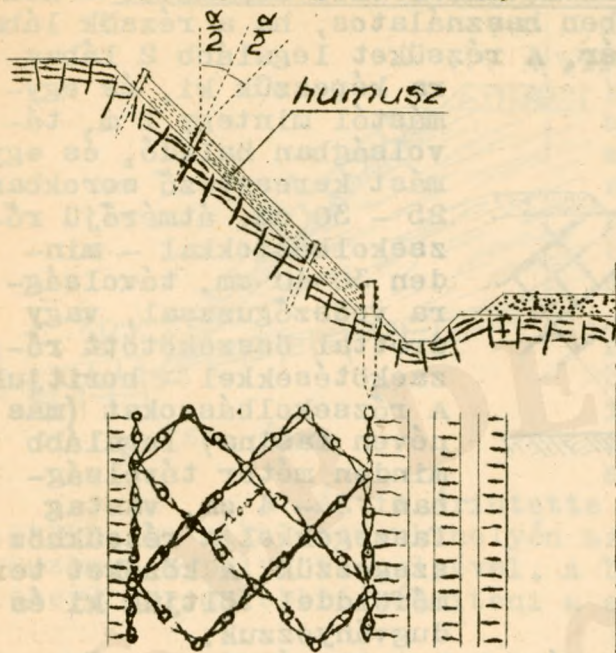
A réteges gyepliborítást sokkal erősebb, mint a lapjára fektetett, de költségesebb is.

A rézsűk beültetése. Kellő mennyiségű termőföld hiányában szokták néha a bevágási rézsűket nyirral, juharral, szillel, vagy akáccal is beültetni. Nyirkosabb talajon az éger és fűz jól használható. Kőomlásra, valamint vízmosás képződésére hajló rézsűket, avagy könnyen málló anyagban készült rézsűket a szükség szerint előbb sövényfonásokkal meg szokták kötni, és azután beültetni. A beültetésre erdei, fekete fenyőt vagy Pinus Banksiana-t is használnak.

A rézsűk sövényfonásokkal való megkötése. (158. ábra). Az igen magas rézsűket, avagy kimosásnak kitett rézsűket, valamint folyók mentén árvízmosásnak kitett rézsűket szokták sövényfonással is megkötni.

A sövényfonás úgy készül, hogy egymástól 30 cm. távolságra egyenes sorokban mintegy 5-6 cm. átmérőjű karókat verünk be a

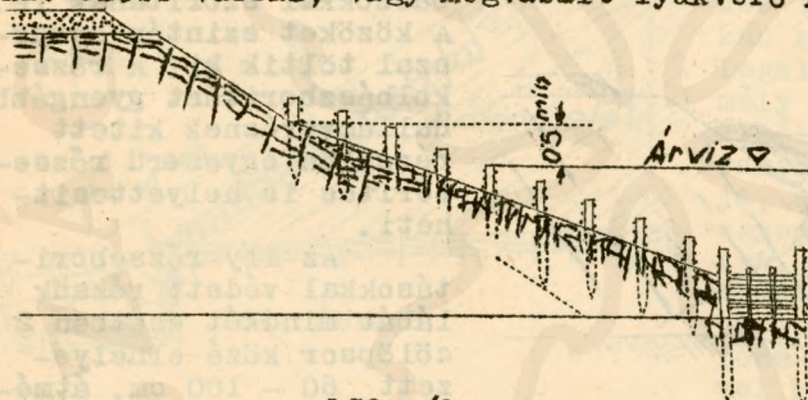
részübe, es pedig a rézsü merőleges és a függőleges között levő szög felezője irányában. A bevett karókat a rézsü felett mintegy 0,25 - 0,30 cm. magasságban levágjuk és vesszőfonással látjuk el. **Árviznek**



158. ábra

ki nem tett ily részük 1 1/2 sőt 1 láb-  
basak is lehetnek. Ha bevágásban fek-  
szenek alul az oldalárok felett ren-  
desen függőleges, 60 cm. magas, vess-  
zőfonás csorral szegélyezzük. Az e-  
gyes sorok lehetnek egymástól 1,0 m.  
távolságban ferdén haladók és egymást  
keresztezők, miáltal 1,0 m. oldalnag-  
ságu, négyzetes közök keletkeznek,  
vagy a sorok párhuzamosak, többé-ke-  
véstbő vízszintesek egymástól mintegy  
40 cm. távolságban. A sorok között ke-  
letkező mezőket, vagy a sorközöket  
azután rendszeren termőfölddel töltik  
ki mintegy 15 cm. vastagságban, és fü-  
maggal vetik be. Ha azt akarjuk, hogy  
a fonás ne csak a gyop megerősödéséig  
védje a rézsüt a lemosás ellen, cél-  
szerű a karókat oly fanemből (éger,  
fűz stb.) készíteni, amelyek gyökeret  
hajtanak. Ilyenkor a vesszők is hason-  
ló fanemből veendőek, és minden fonó  
vessző vastagabb vége a földbe dugandó.

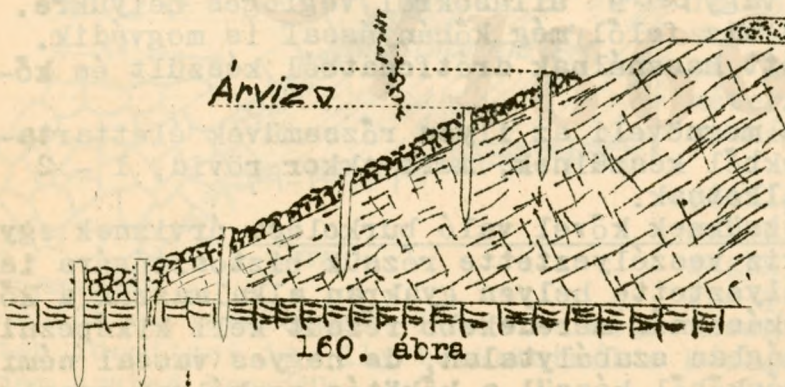
A karóknak legalább másfélszer oly mélyen kell a talajba érniök, mint amennyire kiállanak a földből. Keményebb földben a meghegyezett karó-  
kat előbb vassal, vagy megvasalt lyukverő karóval készített lyukba ve-  
rik. Árviznek kitett, a le-  
irt módon sövényfonással  
(többnyire párhuzamos sorok-  
ban) megkötött részük a ré-  
zsülábánál 2 sor, egymástól  
1,0 m. távolságban, legalább  
60 cm. magas vesszősövény-  
nyel biztosítandó, amely 2  
sört azonkívül minden 1,0 -  
1,5 m. távolságban kereszt-  
sövények is összekötnek. Az  
így biztosított részük haj-  
lása 2 lábásra mérsékelendő.  
A részüburkolatok az árviz



159. ábra

színe fölé legalább fél méterrel magasabba kell érnie.

Folyók árterében levő, és hullámcsapásoknak is ki-  
tett részüket szintén sövényfonással - de erősebb kivitelben - lehet  
biztosítani, akár párhuzam-  
os, akár egymást kereszte-  
ző, ferde sorokban, de a kö-  
zőknek kővel való kitöltésé-  
vel. A fonások karóhoz és  
fonóvesszőkhöz szintén jó  
éget, vagy fűzfát választani,  
hogy azok gyökeret ver-  
ve élő biztosítást szolgál-  
tassanak. A kővel kitöltött  
sövényfonásck elrendezése a  
160. ábrából kivehető. A ré-  
zsühajlás ez esetben is két  
lábásra mérsékelendő.

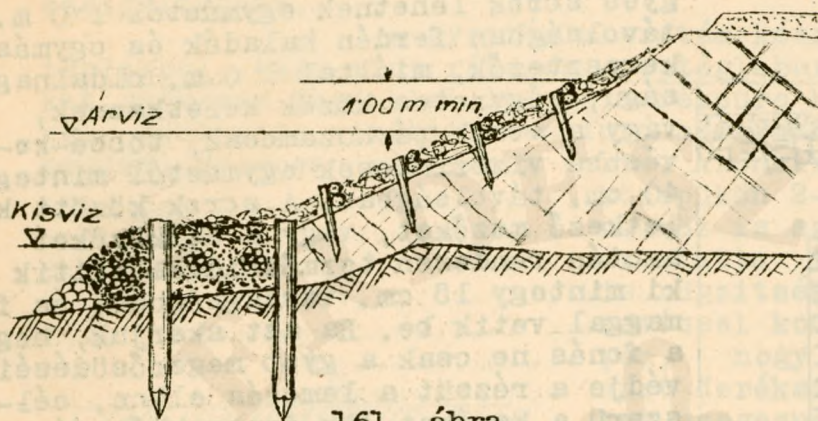


160. ábra

inek biztosítására, amelyek lába alig éri el az árvizmagasságot, gyak-  
ran a rézsüt nem is burkolják, hanem csak a rézsü lába mentén dugvány-  
cznak 2, vagy 3 sorban fűzfa, vagy éger vesszőket, esetleg jobban vessé-

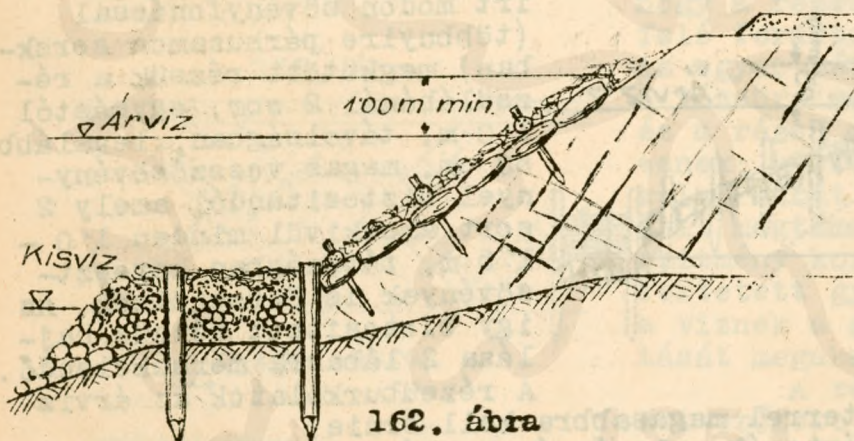


lyezettett részeken 2, vagy 3 soros, kővel kitöltött vesszőfonásokat hasonló kivitelben, mint azt az előbbi ábrán a rézsük lábánál látjuk. A rézsüknak rőzseművekkel való megvédése – költségesebb biztosítások helyett – árterben használatos, ha a rézsük lába esetleg a kis, vagy közép víz alá is ér. A rézsüket legalább 2 lábasa-



161. ábra

Erősebb hullámverésnek kitett rézsüket előbb szorosan egymás mellé, a rézsü alkotójával párhuzamosan fektetett rőzsekolbászokkal borítják be, amelyeket mintegy 1.0 m. távolságban víz-



162. ábra

méter kerületű, belül legalább 20 cm. szemnagyságu kövekkel bélelt, és minden méter távolságban vasdróttal összekötött rőzseművek, amelyeket a felhasználás helyén, a part mentén kötnek meg egy hosszúságban, és hengergetik le csónakokról, vagy pedig állásokról végleges helyükre. A sülyesztett rőzsekévéket a víz felől még kőhányással is megvédik. Sülyesztett rőzsekévék helyett használnak drótfonatból készült és kővel kitöltött hengereket is.

Igen megnöveli az ilyen rőzseművek élettartamát, ha sarjadzóképes fanomekból készülnek, mert akkor rövid, 1 - 2 éven belül élő biztosítást alkotnak.

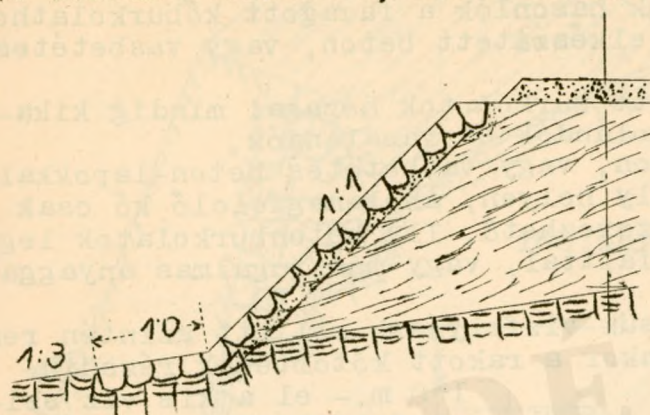
A rézsüknak kővel való burkolása árvíznek egyáltalában ki nem tett és árvíz veszélyeztette rézsük biztosítására is szolgálhat. Árvíz nem veszélyeztette helyen gyakran alkalmazzák a kővel való burkolást, ha a szokásosnál meredekebb rézsüt kell kiképezni. A burkolás 15-30 cm. vastagságban szabálytalan, de hegyes vassal némileg idcmitott, fagyálló terméskőből készül a kőkötés szabályai szerint. A nagyobb kövek között egymás mellett 2 férckövet nem szabad elhelyezni, a férckövek mindig befelé szélesedjenek, hogy kívülről ne legyenek

ra képezzük ki, és egymástól mintegy 1 m. távolságban haladó, és egymást keresztező sorokban 25 - 30 cm. átmérőjű rőzsekolbászokkal – minden 30-40 cm. távolságra vesszőguzzsal, vagy dróttal összekötött rőzsaekötésekkel – borítjuk. A rőzsekolbászokat (más néven fasina) legalább minden méter távolságban 3 - 4 cm. vastag faszegekkel a rézsükhöz szegezzük. A közöket termőfölddel töltjük ki és dugványozzuk.

Az ily rőzseborításokkal védett rézsük lábát mindkét esetben 2 cölöpsor közé elhelyezett 60 - 100 cm. átmérőjű sülyesztett rőzsekévékkel szokták biztosítani. A sülyesztett rőzsekévék legalább 1.0

hullámverésnek kitett rézsükön egyszerű rőzse-terítés is helyettesítheti.

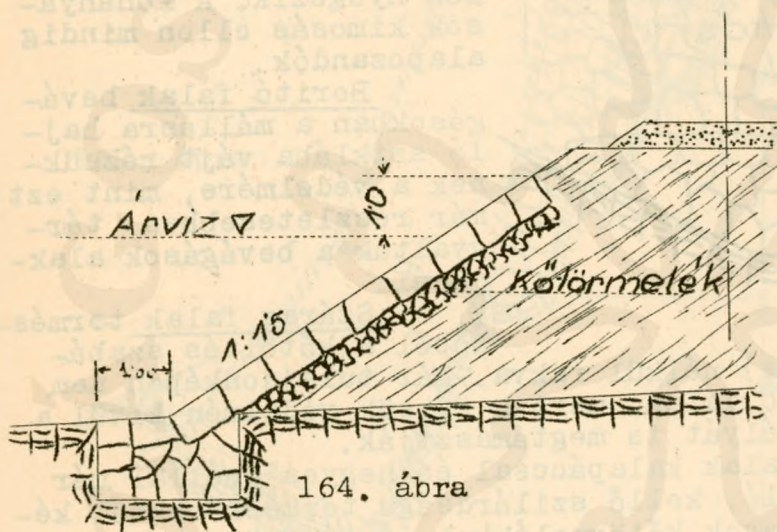
elmozdithatók. A kőburkolat mindig csak már ülepedett töltésen, illetve rézsűn készíthető, mert különben a töltés ülepedésekor megrokkann és megbomlik a burkolat is. A kőburkolat rendszerint 10 - 15 cm. vastag kőtörmelék, kavics, illetve homok alapon nyugszik. A rézsű lába legalább 1.0 m. szélességben a természetes tereppel szinelő burkolattal zárandó a 163. ábra szerint. A kőburkolattal ellátott rézsűk hajlása 1 lábás is lehet.



163. ábra

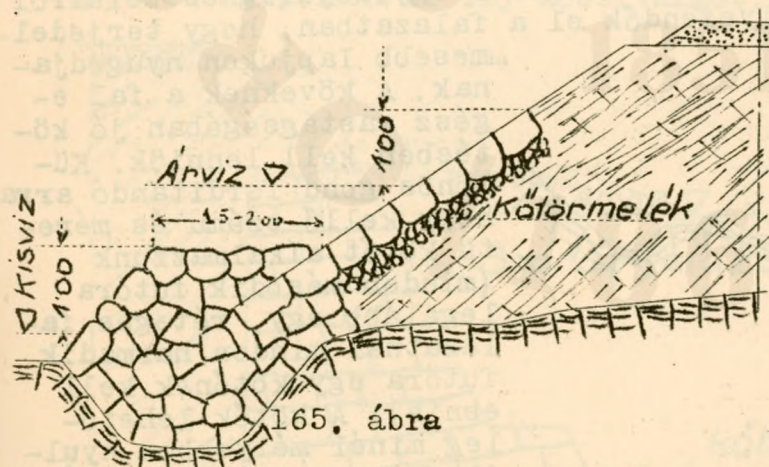
Szokták a kőburkolat hézagait mohába is rakni, ami ellen csak az a kifogás emelhető, hogy az ily burkolat gondos kivitelét nehezebb ellenárizni, mert a moha sokat elföd.

Árvíz érintette rézsűk szintén biztosíthatók kőburkolattal, ha alkalmazásuk helyén az árvíz lefolyása többé-kevésbé párhuzamos a pálya tengelyével. A burkolandó rézsűket ily helyen nem célszerű meredekebbre készíteni a szokottnál, mert ez esetben a burkolatnak célja tisztán csak a hullámverés ellen való védelem. A burkolat alá ez esetben csakis kőtörmelék-ágy alkalmazható. A burkolat lába ha egyáltalán nem, vagy csendes folyású helyeken csak ritkán kerül a középvíz alá - legalább 1.0 m. széles és mély kőlábbal van biztosítva. A kőláb szárazfalszerűen van rakva. Ha a kőláb felső lapja, amely természetszerűleg egyenletes lejtésű síkot mutat, a terep egyenlenségei miatt helyenkint a terepből kiemelkednek, a kiemelkedő rész a terepig féllábás rézsűvel képzendő ki, mint a száraz falak.



164. ábra

A kőburkolatok, amelyek lábát a kis víz mossa, legalább 1.5 - 2 m. széles felső szélességgel bíró kőhányással biztosítandók, amely kőhányások kőburkolatszerű felső felületébe a 165. ábra szerint benyulik a burkolat is. A kőpadka rendszerint 1.0 méterrel magasabb a kis víz színénél.



165. ábra

A kőburkolatot néha portlandcement-habarcsta is rakják, amikor a látható hézagok mindig kikaparandók, zsiros portlandcement-habarcossal

kikenendők és vasalandók. Lehet természetesen a kőburkolat látható felületén idomítani is. Ily burkolatnál a hézagok 1 cm.-nél szélesebbnek nem szabad lenniük.

Terméskő helyett használhatunk rézsűburkolatokra faragott követ, vagy műkővet is. Az ily burkolatot legfeljebb 0.5 cm.-es hézagokkal szabad rakni és pedig homokba, vagy habarcsta. Elvértve

burkolatot is találunk lapjára, vagy élére rakott téglából a kő-kötés szabályai szerint rakva homokba, esetleg portlandcement-habarc-sba.

A műkő-burkolatok hasonlóak a faragott kőburkolathoz. A műkőnek rendszeren gyárilag előre elkészített beton, vagy vasbetétes betonlapokat használnak.

A habarcsba rakott burkolatok hézagai mindig kikaparás után zsiros habarccsal hézagolandók és vasalandók.

Ujabban nagy beton, vagy vasbetétes beton-lapokkal is burkolták a rézsüket különösen oly helyen, ahol megfelelő kő csak igen nagy költséggel lett volna beszerezhető. Ily betonburkolatok legfeljebb 4-5 mm. széles hézagait aszfalttal, vagy más rugalmas anyaggal szokták kitölteni.

Kőből rakott rézsük vízfolyások mellett szintén rendszeren kőhányásokon nyugszanak. Ilyenkor a rakott kőtöltések rézsűin

1.0 m.- el a kis víz színe felett 1.0 m. széles kőpadkát szoktak készíteni, míg az egész kőből rakott rézsű a kis víz színéig épített és legalább 1.0 - 1.5 m. szélesen előugró kőhányásokon nyugszik. A kőhányások kimosás ellen mindig alapozandók.

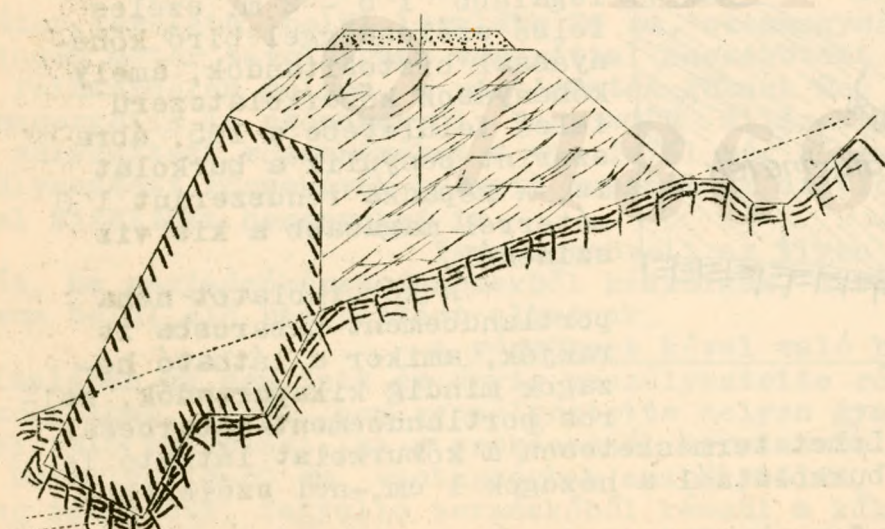
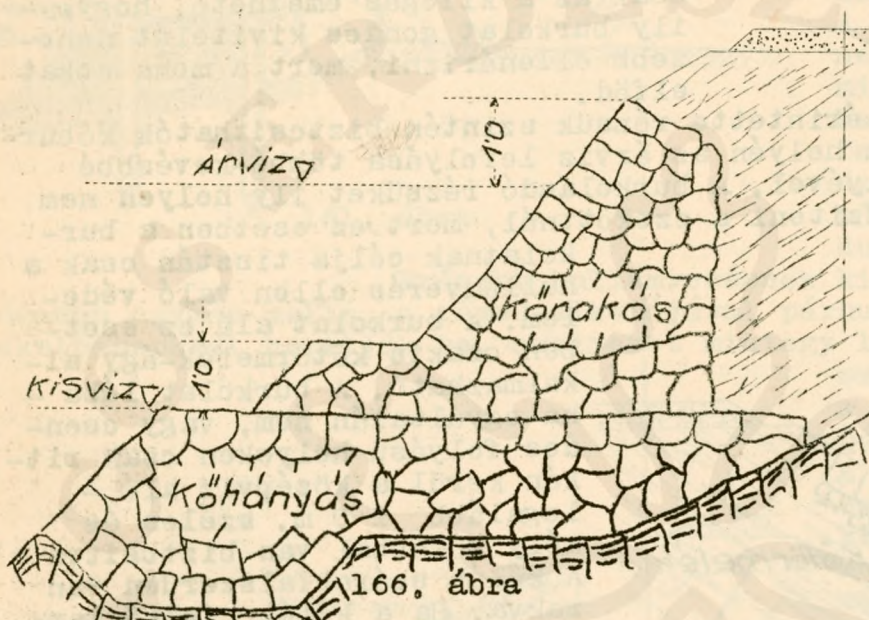
Borító falak bevágásokban a mállásra hajló sziklába vájt rézsűknek a védelmére, mint ezt már részletesebben tárgyaltuk a bevágások alakjánál.

Száraz falak természetesen kőből a kőtöltés szabá-

lyai szerint kötőanyag (habarcs) nélkül rakva. Már tulajdonképpen nem rézsűburkolatok, hanem támasztó falak, mert a rézsük védelmén kívül a mögöttük levő töltést és a pályát is megtámasztják.

A száraz falak kalapáccsal és hegyes acéllal már kés, némileg alakított, fagyálló, kellő szilárdságú terméskövekből készülnek gondos kötésben. A hézgek kötőrmelékkel és fémkövekkel vannak kitölve. A használt kövek legalább 20 cm. magasak, a kötők legalább 30 cm. szélesek és 45 cm. hosszúak legyenek. A fémkövek elhelyezésének és az ékelésnek mindig a falazással egyidejűleg és belülről kell történnie. A kövek úgy helyezendők el a falazatban, hogy terjedel-

mesebb lapjukon nyugodjanak. A köveknek a fal egész vastagságában jó kötésben kell lenniük. Különös gond fordítandó arra, hogy kellő számú és méretű kötőt alkalmazzunk (minden második futóra legalább egy, réteges falazatnál minden harmadik futóra egy kötőnek kell esnie). A kötők lehetőleg minél mélyebben nyuljanak be a fal belsejébe. A hézagok legnagyobb szélessége legfeljebb 2 cm. lehet. A falazatot többé-kevésbé rétegesen



167. ábra

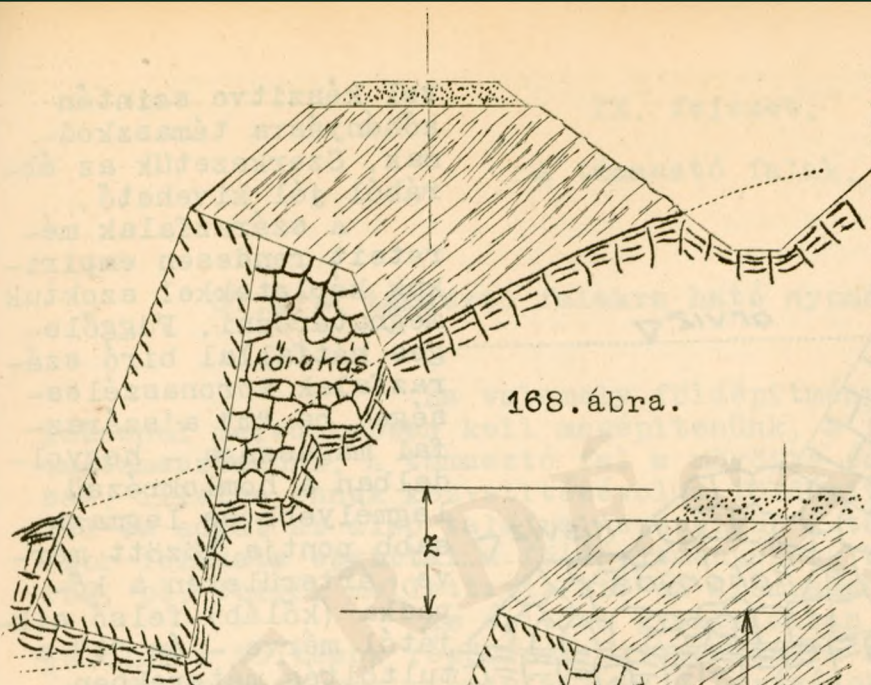
rakják. A részben lehetőleg merőlegesen álljanak a rézsű síkjára.

A száraz falakat máhára is szokták rakni, ami a hézagok gyorsabb beiszapolása miatt célszerűnek is mondható, de hátránya, hogy a falazat nem ellonörizhető oly jól, és azért csak megbízható munkások mellett ajánlható. A száraz falak homlok-rézsűje legfeljebb 10,0 m. magasságig rendszeren  $\frac{1}{2}$  lábas (egy-egy fővasutaknál  $\frac{2}{3}$  lábas), 10,0 m.-nél magasabb száraz falak alsó részének rézsűje  $\frac{5}{4}$  lábásra mérsékelendő. A szárazfalak hátsó rézsűje a terepvonalig függőleges, azontul párhuzamos lehet az elülső rézsűvel. Nagy vastagságoknál padka közbeiktatásával az alsó falvastagság  $1,5 + \frac{m}{10}$  méterre csökkenthető a 167. ábra szerint. Ha a szárazfal legalább 1,5 m. széles és hátul  $\frac{1}{3}$  rézsűvel bíró kőrakásra támaszkodik, akkor hátsó rézsűje is ferde lehet (lásd 168. ábrát). A szárazfalak koronáját rendszeren 3:1 hajlásnak készítik. Ha az alsó építmény koronájáig ér, szegélykövel fejezik be. Az alap a homlok-rézsűre merőleges hajlással készül. Az alappal

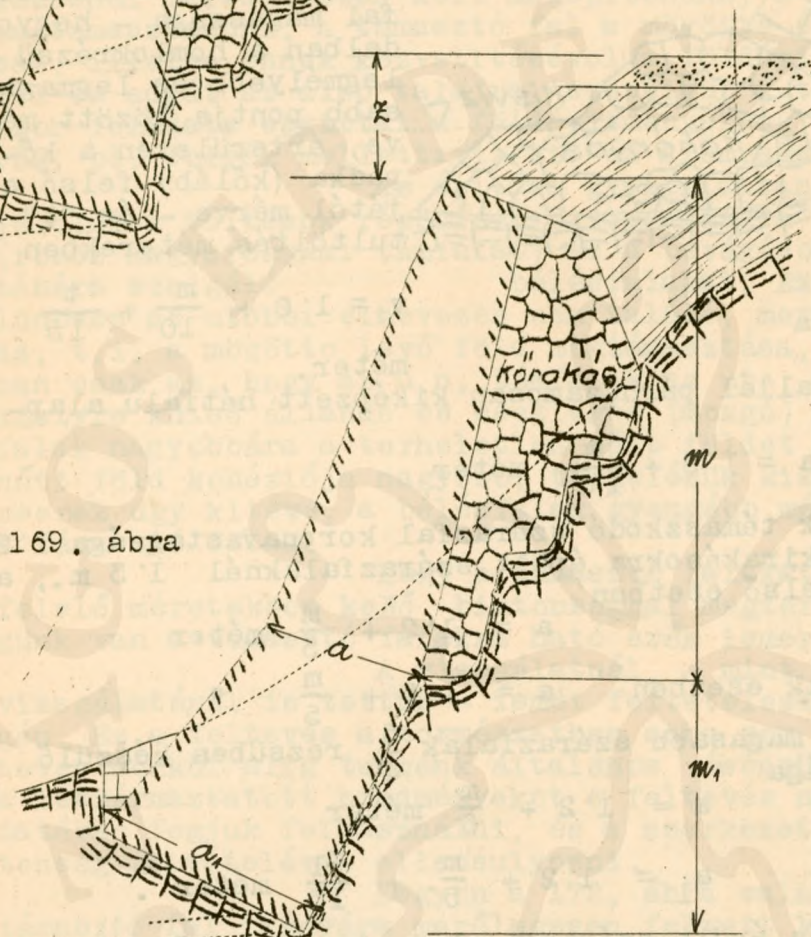
feltétlenül a terepbíró talajig kell mennünk. Az alappan esetleg összegyűlő vizet  $\frac{1}{2}$  esésű kőszivárgóval kell kivezetnünk. Minden 5-10 méterre helyezünk el ily kőszivárgót.

Ártérben, vagy vízfolyások mentén a száraz falakat hasonló kivitelben készítjük, mint előbb, csak hogy az egész szárazfalat - a 170. ábra szerint - a kis víz színéig kőhányásra építjük, és a szárazfal lába előtt 1,0 m. magas és ugyanolyan széles,  $\frac{1}{2}$  lábas homlokrézsűvel megerősített padkával.

Kőtöltésre támaszkodó szárazfalak - a 171. ábra szerint -  $\frac{2}{3}$  lábas homlokrézsű-

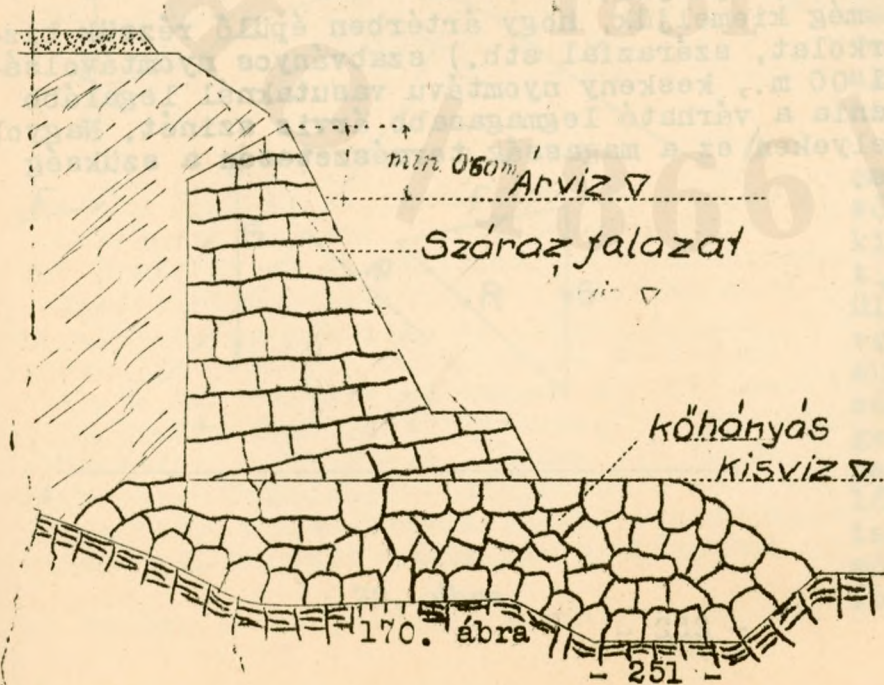


168. ábra.

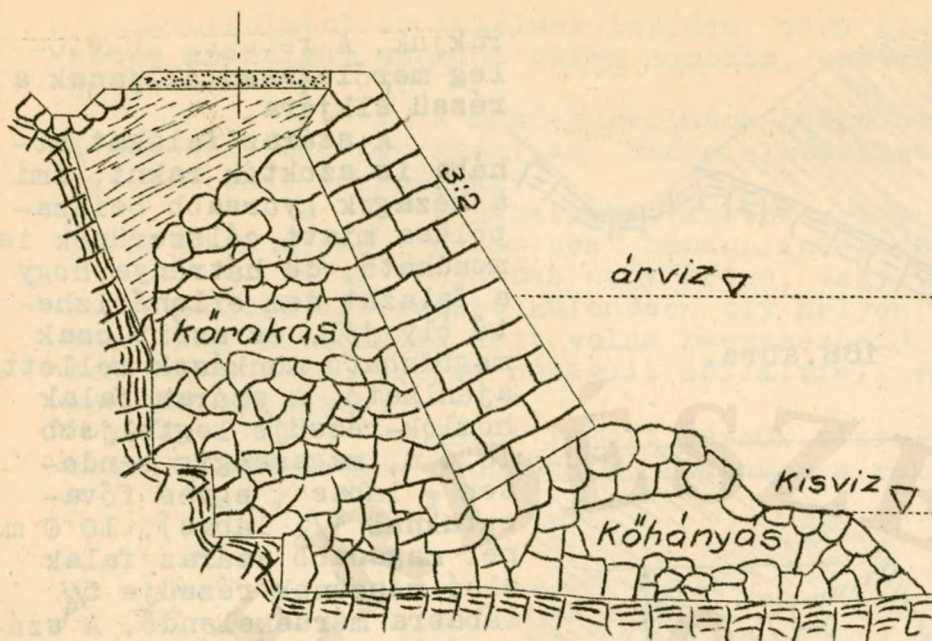


169. ábra

feltétlenül a terepbíró talajig kell mennünk. Az alappan esetleg összegyűlő vizet  $\frac{1}{2}$  esésű kőszivárgóval kell kivezetnünk. Minden 5-10 méterre helyezünk el ily kőszivárgót.



170. ábra



171. ábra

vel készítve szintén kőhányásra támaszkodnak. Szerkezetük az ábrából jól kivehető.

A szárazfalak méreteit rendszeresen empirikus képletekkel szoktuk meghatározni. Függőleges hátfallal bíró szárazfalak koronaszélessége, ha "m" a szárazfal magassága - hegyoldalban a homlokrézszü legmélyebb és legmagasabb pontja között mérve, árterületen a kőpadka (kőláb) felső síkjától mérve - és "t" a tultöltés méterekben

$$v = 1.0 + \frac{m}{10} + \frac{t}{15}$$

méter.

A homlokfalal párhuzamosan kiképzett hátfalu alapfal legkisebb szélessége

$$a = 1.5 + \frac{m}{10} \text{ méter}$$

**Kőrakásnak** támaszkodó szárazfal koronavastagsága 1.2 méter, ártérben fekvő, és kirakásokra épült szárazfalaknál 1.5 m., az alap szélessége pedig az első esetben

$$a = 1.2 + \frac{m}{5} \text{ méter}$$

$$\text{a második esetben} \quad a = 1.5 + \frac{m}{5} \quad "$$

10 m.-nél magasabb szárazfalak  $\frac{5}{4}$  rézsűben készülő alsó részének felső magassága

$$a = 1.2 + \frac{m}{5} \text{ méter}$$

$$\text{alsó alapszélessége} \quad a_1 = 1.2 + \frac{m}{5} + \frac{m_1}{15} \text{ méter.}$$

Hegylejtőn épült szárazfalakat, ha azok kőrakásnak támaszkodnak az ülepedésre való tekintettel eredetileg  $\frac{m}{25}$ -el szélesebbre (illetve meredekebbre) építjük.

Végül még kiemeljük, hogy ártérben épülő részükbiztosításának (tehát kőburkolat, szárazfal stb.) szabványos nyomtávolságu vasutaknál legalább 1.00 m., keskeny nyomtávu vasutaknál legalább 0.60 m.-el kell meghaladnia a várható legmagasabb **árviz szintét**. Nagyobb hullámverésnek kitett helyeken ez a magasság természetesen a szükség szerint még növelhető is.

## 37.§. A támasztó falakra ható nyomás meghatározása.

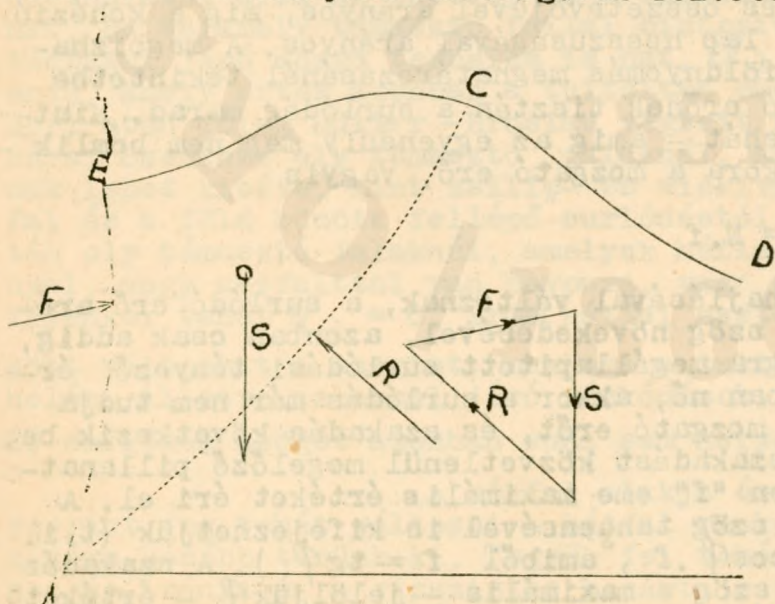
Ha valamely földépitmény rézsűjét bármi okból egy lábásnál meredekebben kell megépítenünk, a földépitményt fallal kell megtámasztanunk. A támasztó fal a mögötte és fölötté levő föld nyomását, illetve ennek közvetítésével a földépitményre ható terhelést veszi fel és adja át az alsó talajra, ezenkívül a támasztó falaknak igen sokszor feladata egyúttal a földépitményeknek biztosítása is más külső erők, pl. folyók mellett víz-ki- és alámosása ellen stb.

Az építési gyakorlatban külön névvel szokták megjelölni a töltések rézsűinek biztosítására szolgáló támasztó falakat (rossz magyarsággal támfalat) és a bevágásokban a nőtt föld megtámasztására szolgáló bélésfalakat. Ez a megkülönböztetés, de különösen az utóbbi elnevezés nem találó, mert mindkét falnak célja ugyanaz, t. i. a mögöttes levő föld megtámasztása, és a különbség feladatukban csak az, hogy az u. n. támfalak az ut-, vagy pályatestet biztosítják, amelyre külső állandó és esetleges (mozgó) terhelés is hat, míg a bélésfalak nagyobbára a terheletlen nőtt földet támasztják meg. Minthogy a nőtt föld kohéziója nagyobb, terhelésük kisebb, de rázkódásoknak mincsenek ugy kitéve, a bélésfalak gyengébb méretekkkel készülhetnek, mint a támasztó falak.

Hogy a támasztó falakat helyes szerkezetben és megfelelő méretekből kellő biztonsággal megtervezhessük, feltétlen szükségünk van a támasztó falakra ható erők ismeretére.

A vizsgálatnál, - mint azt a rézsűk állékonyságának vizsgálatánál is tettük - ismét feltételezzük, hogy a földanyag homogén. Ez a feltevés a természetben soha sem teljesedik egészen, de a feltevés nélkül alig tudnánk általános érvényű eredményre jutni, éppen ezért a lezármaztatott eredményeket e feltevés nem teljes helyességének tudatában fogjuk felhasználni, és a szerkezetek méretezésénél kellő biztonság felvételével ellensúlyozni.

Legyen a 172. ábra valamely tetszőleges hátsófalú támasztó fal irányára merőlegesen felvett keresztmetszet. A támasztó



172. ábra

fal hátsó falát AB, a föld-töltés felső határát a BDC görbevonallal jelöli. Ha a támasztó fal helyesen van méretezve, és jól megépítve, akkor semmiféle elmozdulás nem történik.

(A természetben új támasztó falak mentén az első időben mindig történnek kisebb fokú elmozdulások, t. i. a föld ülepszik, de ülepszik a friss fal is egy kevéssé, a fal saját súlyának, és a föld nyomásának, azonkívül az esetleges mozgó terhelés hatásának következtében az egyenlőtlenül megterhelt alsó talajba egyenlőtlenül nyomódik bc, ami kis fokú kifordulással, tehát szintén

elmozdulással jár, de még régen álló támasztó falak, és a rajtuk levő töltés is mindannyiszor rezgésszerű elmozdulásuknak van kitéve, ahányszor pl. a vasuti töltésen a vonat halad).

Ha a támasztó fal bármely oknál fogva elmozdul, akkor ennek következtében a támasztó fal mögött levő töltésből bizonyos AC lap mentén a keresztmetszetben ABC alapterületű földhasáb igyekszik lecsuszni. (Éppen ezért sokan a szakadó lapot csuszó lapnak is nevezik). Az elmozdulást közvetlenül megelőző pillanatban, vagyis a labilis egyensúly pillanatában a leszakadó földrészre ható összes erők még egyensúlyban voltak, és éppen ezért az erők meghatározására ezt a pillanatot választjuk. Ekkor érik el az egyensúlyozó erők maximális értéküket.

A labilis egyensúly pillanatában a leszakadó ABC földhasábra hat a föld nehézségi ereje, vagyis súlya, mint mozgató erő, amelyet ellesúlyoz először a szakadó lapon fellépő ellenállás, vagyis a surlódás és a kohézió együttesen, másodszer a támasztó falnak az ellenállása, reakciója, amelynek természetesen egyenlőnek, de ellentétes értelműnek kell lennie a földhasábnak a támasztó falra ható nyomásával, vagyis a keresett földnyomással. Egyensúlyban levő erők zárt erőpálygon adnak. Ha tehát ismerjük a szakadó lapot, és így az ABC földhasáb súlyát, valamint a szakadó lap, és a támasztó fal reakcióinak az irányát, az erőket az erőpálygonból meg tudjuk határozni.

A további vizsgálatnál még egy feltevésre van szükségünk, t. i., hogy a szakadó lap sík. (Tulajdonképpen a szakadó lap gyengén homorú, és csak speciális esetekben sík.)

Hogy az erők között levő összefüggést egyszerűbben határozhassuk meg, képzeljük az ábra síkjára merőlegesen a támasztó fallal biztosított földmüből 1.0 m. mély sávot kimetszve. Így a szakadó hasáb súlya kifejezhető, mint az ABC terület és a földanyag faj súlyának ( $\gamma$ ) a szorzatával, tehát

$$S = \text{area ABC} \cdot \gamma$$

Ezt a mennyiséget felvett erőléptékben, meghatározott hosszúsággal grafikusán is ábrázolhatjuk.

Az AC szakadó lapon a föld hasábot súlyának az AC lappal párhuzamos összetevője - ha a szakadó lapnak a vízszintessel bezárt hajlásszöge  $\beta$  -  $P = S \cdot \sin \beta$  elmozdítani törekszik. Ezzel a mozgató erővel egyenlő, de ellentéte értelmű ellenállás, vagyis mozgást gátló erő keletkezik a szakadó lapon, amelyet a surlódás és a kohézió együttes hatása vált ki. A surlódás a szakadásra hajló földhasáb súlyának a szakadó lapra merőleges összetevőjével arányos, míg a kohézió feltevéseink szerint a szakadó lap hosszúságával arányos. A megbízhatatlan kohéziót nem szokták a földnyomás meghatározásánál tekintetbe venni és így mozgást akadályozó erőnek tisztán a surlódás marad. Mint-hogy a surlódás passzív erő, tehát - amíg az egyensúly meg nem bomlik - csak oly nagy lehet, mint amekkora a mozgató erő, vagyis

$$P = N \cdot f$$

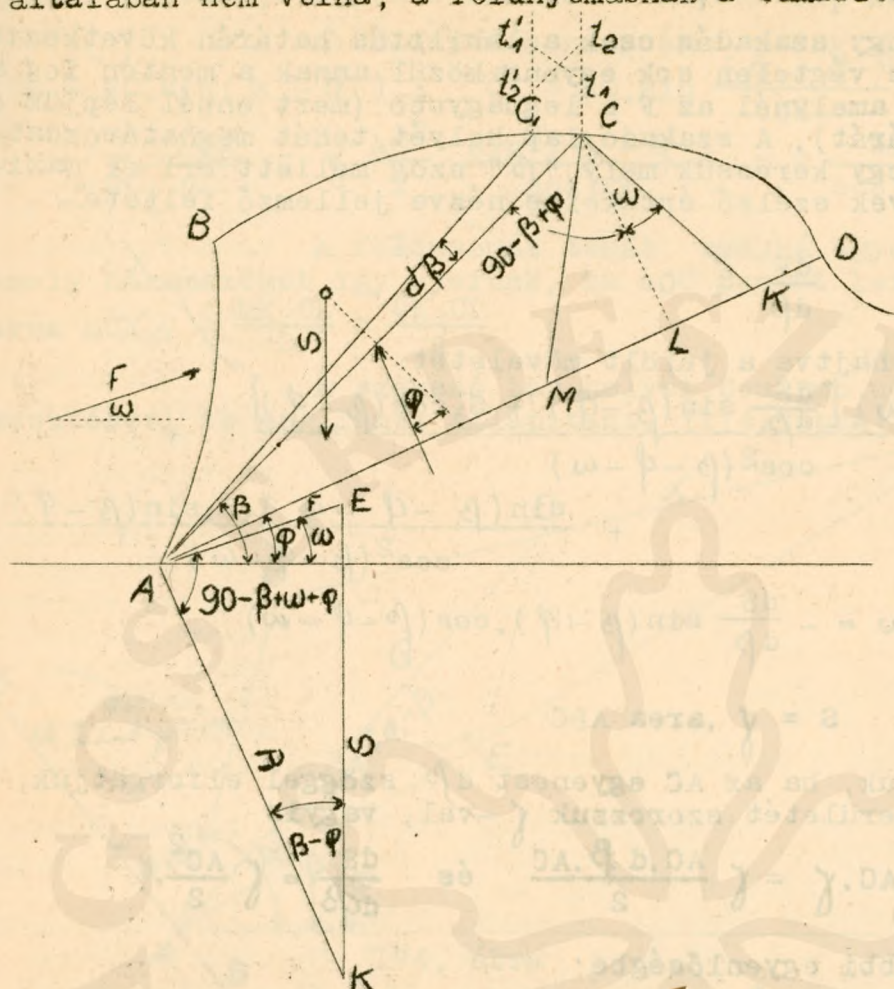
Mint-hogy P és N a szakadó lap hajlásával változnak, a surlódó erő arányossági tényezője f is nő a szög növekedésével, azonban csak addig, amíg el nem éri az illető anyagra megállapított surlódási tényező értékét "f"-t. Ha szög még jobban nő, akkor a surlódás már nem tudja ellensúlyozni a  $S \cdot \sin \beta = P$  mozgató erőt, és szakadás következik be. A labilis egyensúly, vagyis a szakadást közvetlenül megelőző pillanatban, tehát vizsgálatunk esetében "f" eme maximális értéket éri el. A surlódási tényezőt a surlódási szög tangensével is kifejezhetjük (t. i.  $P = N \cdot f$ , de  $P = S \cdot \sin \varphi = S \cdot \cos \varphi \cdot f$ , amiből  $f = \tan \varphi$ ). A szakadás pillanatában tehát a surlódási szög e maximális - jelöljük  $\varphi$  - értéket éri el, és ez jellemző a szakadó lapra. Ebből következik, hogy vizsgálatunk esetében a szakadó lap reakciója a szakadási sík merőlegesével  $\varphi$  szöget zár be. (173. ábra).

A támasztó fal reakciója egyenlő, de ellenkező ér-

telmü a földhasábnak a támasztó falra ható nyomásával, és pedig, ha a támasztó fal háta és a földanyag részecskéi között surlódás egyáltalában nem volna, a földnyomásnak a támasztó falra merőleges össze-

tevőjével. De mint-hogy legtöbbször surlódás lép fel, a földnyomás iránya, és így a lábfal reakciója is eltér a merőlegetől bizonyos  $\varphi_1$ , surlódási szöggel. A hátfal reakciójának és így a földnyomásnak iránya és nagysága állandó ACD felső földfelszín esetén függ első sorban a hátfal alakjától és a  $\varphi_1$  surlódási szögtől.

" $\varphi_1$ " surlódási szög nem vehető egyenlőnek a föld és az érdes támasztó fal között fellépő - rendszeren a föld és föld között való surlódási szögnél jóval nagyobb - surlódási szöggel, mert, ha  $\varphi_1 > \varphi$ , akkor a hátfalra ugyan rátapadnának a földrészecskék, hanem mögöttük, föld és föld között nem lévén  $\operatorname{tg} \varphi$  -nél nagyobb surlódás lehetséges, szakadás következne. Erre való tekintettel tehát



173. ábra

$\varphi_1$  felső határa  $\varphi$  volna. És ezzel számoltak az első kutatók: Winkler, Haseler, Engesser is. Utóbbi azonban már megszorította  $\varphi_1 = \varphi$  érték használatát arra az esetre, ha a támasztó falra csak nyugvó terhelés hat. Ha valamely támasztó fallal biztosított földépitményre rázkódtatásokkal járó mozgó terhelés is hat,  $\varphi_1$  értéke már jóval kisebbre veendő, amely érték azonban a túltöltés emelkedésével növelhető. Ujabban Mörl után főleg Müller - Broslau végzett kísérleteket a  $\varphi_1$  meghatározására. Szerinte oly támasztó falaknál, amelyek mögött levő föld átázásnak lehet kitéve, mint zsilib- és vizkiviteli műveknél, legjobb a hátfal és a föld között fellépő surlódástól teljesen eltekinteni, úgy szintén oly támasztó falaknál, amelyek hátlapja teljesen sima, pl. kátránnal, vagy aszfalttal van bevonva, vagy gyalult deszkából készült stb. ilyenkor tehát  $\varphi_1 = 0$ . Erdeghátfal esetében  $\varphi_1$  értéke  $\frac{\varphi}{3}$  és  $\frac{3\varphi}{4}$  között változhat a szerint, mekkora a túltöltés, és mekkora a mozgó terhelés, illetve az azzal járó rázkódások. A hátfal és a föld között való surlódás szögét azonban soha sem helyes  $\frac{3\varphi}{4}$ -nél nagyobbra venni.

A hátfal alakja és a felvett  $\varphi_1$  surlódási szög szerint fog tehát változni a hátfal reakciójának az iránya. Meghatározására később térünk ki. Tegyük fel tehát, hogy az " $\omega$ " szöget - a földnyomás iránya és a vízszintes bezárta szöget - ismerjük, akkor erőháromszöggel grafikusan határozhatjuk meg az R és F erőket, avagy számítás útján is meghatározható a földnyomás, illetve a támasztó fal-reakció



$$F = S \frac{\sin(\beta - \varphi)}{\cos(\beta - \varphi - \omega)}$$

Mint hogy szakadás csak a labilitás határán következik be, ezért a lehetséges végtelen sok egyenes közül annak a mentén fog a szakadás bekövetkezni, amelynél az F a legnagyobb (mert ennél lépjük át t.i. az egyensúly határát). A szakadó lap helyét tehát meghatározhatjuk ezen az alapon, hogy keressük mely " $\beta$ " szög mellett éri el maximumát az F. A függvények szélső értékeire nézve jellemző feltétel:

$$\frac{dF}{d\beta} = 0$$

Végrehajtva a jelölt műveletet:

$$0 = \frac{\cos(\beta - \varphi - \omega) \left[ \frac{dS}{d\beta} \sin(\beta - \varphi) + S \cdot \cos(\beta - \varphi) \right]}{\cos^2(\beta - \varphi - \omega)} + \frac{\sin(\beta - \varphi - \omega) \cdot S \cdot \sin(\beta - \varphi)}{\cos^2(\beta - \varphi - \omega)}$$

$$S \cdot \cos \omega = - \frac{dS}{d\beta} \sin(\beta - \varphi) \cdot \cos(\beta - \varphi - \omega)$$

de

$$S = \gamma \cdot \text{area ABC}$$

$dS$ -t kapjuk, ha az AC egyenest  $d\beta$  szöggel elforgatjuk, és az így nyert  $C_1AC \Delta$  területét szorozzuk  $\gamma$ -val, vagyis

$$dS = \text{area } C_1AC \cdot \gamma = \gamma \frac{AC \cdot d\beta \cdot AC}{2} \quad \text{és} \quad \frac{dS}{d\beta} = \gamma \frac{AC^2}{2}$$

Behelyettesítve az előbbi egyenlőségbe:

$$S = \gamma \text{ area ABC} = \frac{\gamma}{2} AC^2 \frac{\sin(\beta - \varphi) \cdot \cos(\beta - \varphi - \omega)}{\cos \omega}$$

Az egyenlet jobb oldalán levő kifejezés azonban az erőháromszög  $AEK \Delta$  területével arányos, sőt megfelelő erőlépték megválasztásakor vele egyenlő területet jelent. A jobb oldalon álló kifejezéssel egyenlő területű háromszöget azonban egyszerűen úgy is megszerkeszthetjük, hogy a C-ről merőlegest bocsátunk a  $\varphi$  surlódási rézsűre, majd a C-nél a merőlegestől jobbra felmérjük az  $\omega$  szöveget, és meghúzzuk a CK egyenest. Az így nyert  $AKC \Delta$  területe egyenlő lesz a jobb oldali kifejezéssel, mert

$$\text{area AKC} = \frac{AK \cdot LC}{2}; \quad AK = AC \frac{\cos(\beta - \varphi - \omega)}{\cos \omega} \quad \text{és} \quad CL = AC \cdot \sin(\beta - \varphi)$$

tehát

$$\text{area AKC } \Delta = \frac{AC^2}{2} \frac{\sin(\beta - \varphi) \cdot \cos(\beta - \varphi - \omega)}{\cos \omega} = \text{area ABC}$$

Ez a területegyenlőség tétele, amelyet egyenes hátú támasztó falakra először Rebhann állított fel, és Winkler általánosított.

Ezt a területegyenlőségi tételt használhatjuk fel a szakadó lap meghatározására is. Szabálytalan BD földvonal esetén leggyorsabban próbálgatással találhatjuk meg a szakadó lapot. T.i. szemmérték szerint felvesszünk egy AC szakadó lapot, megszerkesztjük az ACK háromszöget a C ponton húzott függőlegesről felmérjük rá e háromszög és az ABC idom területének mérőhosszuságait, a szerint melyik mérőhosszuság nagyobb a másiknál, a nagyobb idom felé felvesszünk egy új  $AC_1$  szakadó lapot, megszerkesztjük hozzá ismét az  $AC_1K$  háromszöget, és a  $C_1$  függőlegesére ismét rárajtuk a megfelelő területmérőhosszuságokat. E pontokat össze-

kötve megkapjuk a  $t_1$ , illetve  $t_2$  területek változásainak görbéjét. A két görbe metszéspontja adja az  $\alpha$  AC irányt, amelynél a 2 terület egymással egyenlő, vagyis a keresett szakadó lap helyét.

A földnyomás nagyságát pedig  $\gamma \frac{CL \cdot CK}{2}$  adja, mert

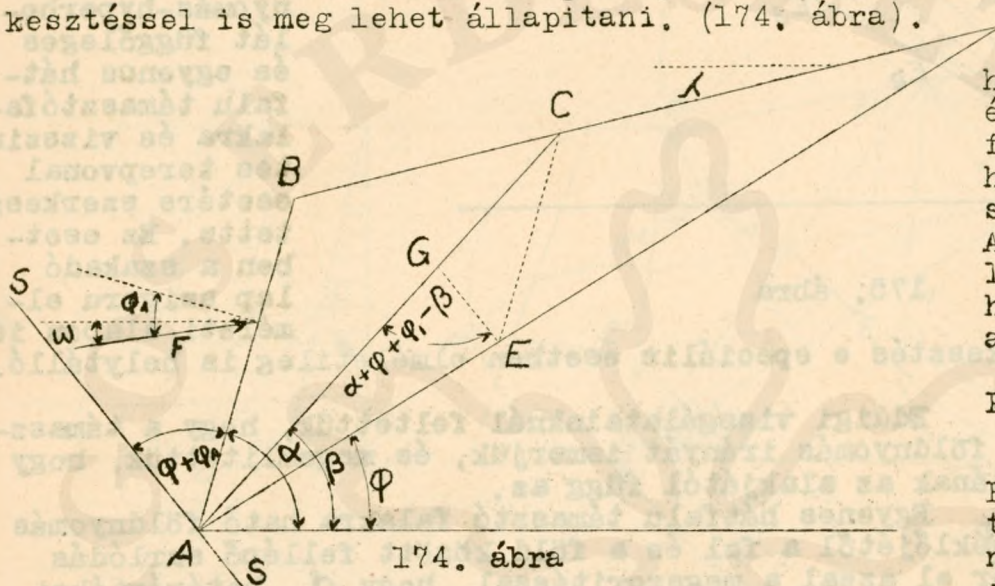
$$CL = AC \cdot \sin(\beta - \varphi) ; \quad CK = AC \cdot \sin \frac{(\beta - \varphi)}{\cos \omega}$$

$$\gamma \frac{CL \cdot CK}{2} = \gamma \frac{AC^2}{2} \frac{\sin^2(\beta - \varphi)}{\cos \omega} = S \cdot \frac{\sin(\beta - \varphi)}{\cos(\beta - \varphi - \omega)} = F$$

A földnyomás tehát továbbá egyenlő  $F = \gamma \cdot \text{area MCK}$ , amely háromszöget így nyerünk, ha a C pontot leforgatjuk M-be,  $KM = CK$

$$\text{area MCK} \Delta = \frac{MK \cdot CL}{2} = \frac{CK \cdot CL}{2}$$

A szakadó lap helyét Coulomb után a következő szerkesztéssel is meg lehet állapítani. (174. ábra).



A támasztó fal háta legyen egyenes, épen úgy a földmű felső rézsüje is  $\lambda$  hajlásu egyenes. Tet-szőlegesen felvéve AC irányt szakadó lapnak, akkor az ehhez tartozó falreakció

$$F = S \frac{\sin(\beta - \varphi)}{\cos(\beta - \varphi - \omega)}$$

Egyenes hátfal esetén " $\omega$ " szöveget könnyen meghatározhatjuk, mert a földnyo-

más a hátfal merőlegesével  $\varphi_1$  surlódási szöveget zár be.  $\omega = \alpha + \varphi_1 - 90^\circ$ , és így az egyenlet lesz:

$$F = S \frac{\sin(\beta - \varphi)}{\sin(\alpha + \varphi_1 - \beta)}$$

A támasztó fal hátvonalához mérjük fel  $\varphi_1 + \varphi$  szöveget, és meghúzzuk SS irányt. Majd a C pontról párhuzamost húzva a hátfal AB vonalával ( $AB \parallel CE$ ) a surlódási rézsüre, az így kapott "E" pontról párhuzamost húzunk a felvett szakadó lapig ( $EG \parallel SS$ ), akkor az így nyert EG egyenes arányos az AC szakadó laphoz tartozó földnyomással, mert AE arányos az ABC háromszög területével és így az ABC földhasát súlyával is, t.i.

$$\text{area ABC} = \frac{AB \cdot AE \cdot \cos(\alpha - \varphi)}{2}, \quad \text{az} \quad \frac{AB \cdot \cos(\alpha - \varphi)}{2} \quad \text{pedig állandó érték.}$$

$$S = \gamma \frac{AB \cdot AE \cdot \cos(\alpha - \varphi)}{2}$$

Továbbá az AEG háromszögből:

$$\frac{EG}{AE} = \frac{\sin(\beta - \varphi)}{\sin(\alpha + \varphi_1 + \varphi - \beta)} = \frac{f}{AE}$$

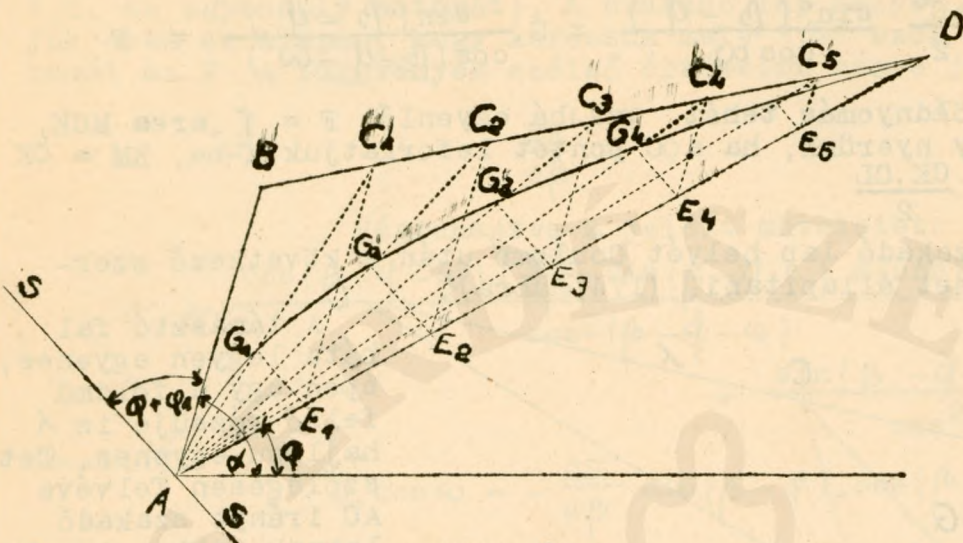
$$EG = f = AE \cdot \frac{\sin(\beta - \varphi)}{\sin(\alpha + \varphi_1 + \varphi - \beta)}$$

Más szakadó laphoz tartozó, a földnyomással arányos  $E'G'$  mérőhosszuságokat épen így szerkesztjük meg. A szerkesztésekkel kapott G pontokat összekötve, kapjuk a földnyomásnak a szakadó ré-

zsü szerint vett változását. Ez a görbe hyperbola, és felfedezőjéről Coulomb-féle hyperbolának, vagy földnyomásgörbének is nevezik. A szakadó lapot most már felkereshetjük, mert tudjuk, hogy a szakadó lap rézsűjének felel meg a legnagyobb földnyomás, tehát "f" mérőhosszuság is.

A földnyomás görbéjéhez a surlódási rézsűvel párhuzamosan húzott érintő érintési pontján át húzott AC irány lesz a szakadó lap.

Coulomb a földnyomás-hyperbolát függőleges és egyenes hátfalu támasztófalakra és vízszintes terepvonal esetére szerkesztette. Ez esetben a szakadó lap szigorú elméleti alapon is



175. ábra

sik, és így a szerkesztés e speciális esetben elméletileg is helytálló. (175. ábra).

Eddigi vizsgálatainknál feltettük, hogy a támasztó fal hátára eső földnyomás irányát ismerjük, és megemlítettük, hogy a támasztó fal hátának az alakjától függ az.

Egyenes hátfalu támasztó falakra ható földnyomás iránya a hátfal deklójától a fal és a föld között fellépő surlódás szögével  $\varphi_1$ -el tér el azzal a megszorítással, hogy  $\varphi_1$  határértékei  $\frac{\varphi}{3}$  és  $\frac{3}{4}\varphi$ , mint azt már előbb kifejtettük. Ha a támasztott föld felszíne sík, azaz a térszín vonala keresztmetszetben egyenes, vagy törtvonal, akkor a szakadó lap a Rebhan-féle területegyenlőségi tétel alapján a következő egyszerű szerkesztéssel állapítható meg: (176. ábra)

A Rebhan területegyenlőségi tétel szerint a szerkesztés akkor jó, ha  $\text{area } ABC\Delta = \text{area } ACK\Delta$ . Húzzuk meg a  $KH \parallel AC$  egyenest, akkor a nyert

$$\text{area } ACH\Delta = \text{area } ACK\Delta = \text{area } ABC\Delta$$

Utóbbi egyenlőségből, minthogy  $ACH\Delta$  és  $ABC\Delta$  -ek közös  $AC$  alappal bírnak, és  $CH$  a  $BC$  egyenesébe esik, következik, hogy  $BC = CH$ .

Az  $ACD\Delta$  és  $KHD\Delta$  -ek hasonlóságából pedig a következő arányok írhatók fel:

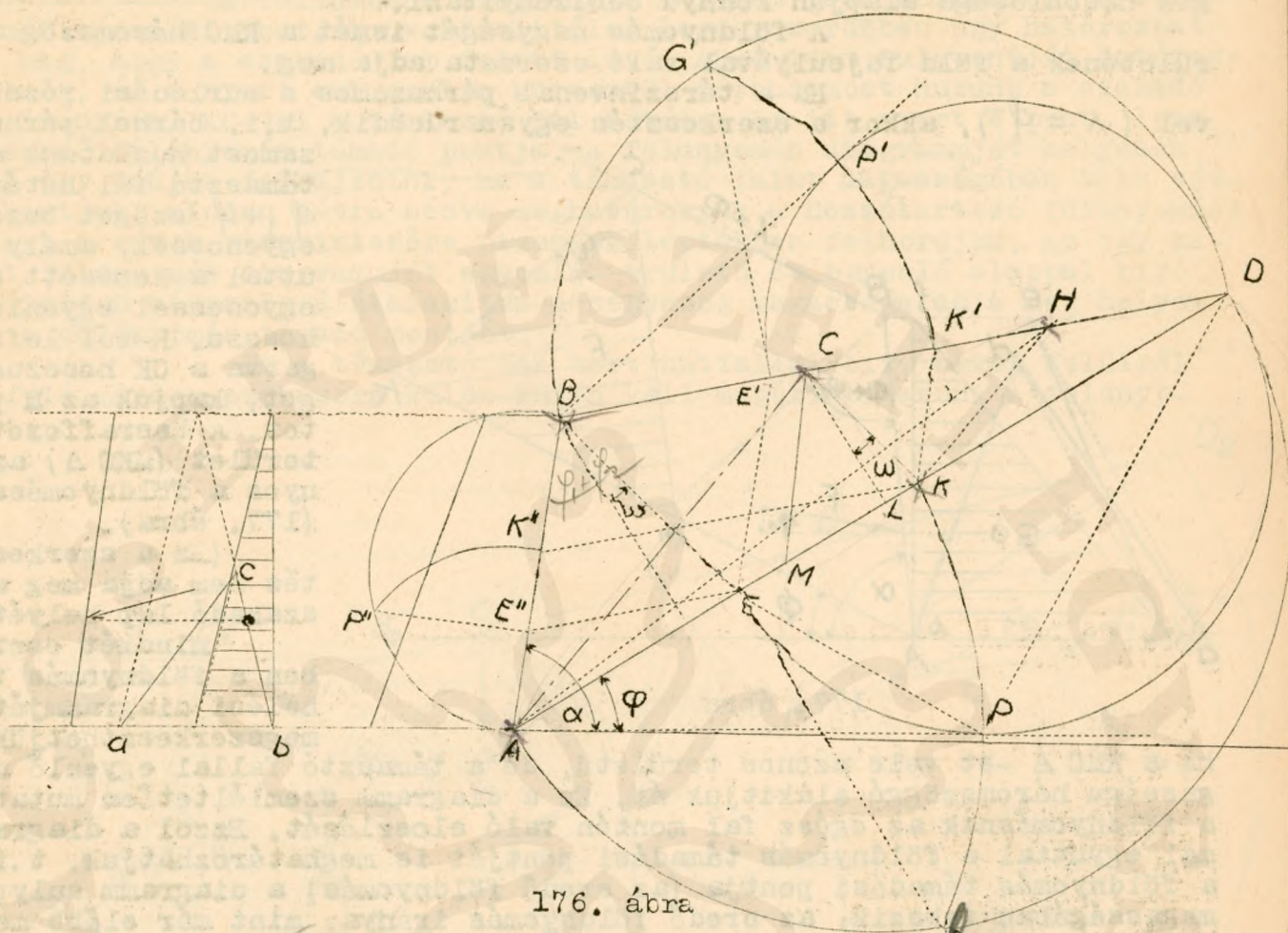
$$ACD\Delta \sim KHD\Delta, \quad ; \quad \frac{AK}{AD} = \frac{CH}{CD} = \frac{BC}{CD}$$

Meghúzva az  $BE \parallel CK$  egyenest, a  $BEDA \sim CKD\Delta$

$$\frac{BC}{CD} = \frac{EK}{KD} = \frac{AK}{AD} \quad \text{de} \quad EK = AK - AE \quad \text{és} \quad KD = AD - AK$$

$$\frac{AK}{AD} = \frac{AK - AE}{AD - AK} \quad \text{és ebből az egyenlet rendezése után}$$

$$AK^2 = AE \cdot AD$$



176. ábra

AK tehát mértani középarányos AE és AD között, amelyet legegyszerűbben úgy szerkeszthetünk meg, ha AD-re félkört emelünk, B-ről az AD merőlegeséhez felmérve az  $\omega = \alpha + \varphi - 90^\circ$  szöveget meghúzzuk a BE egyenest - a BE egyenes a támasztó fal hátával

$$90^\circ - \alpha + \varphi + \omega = 90^\circ - \alpha + \varphi + \alpha + \varphi - 90^\circ = \varphi + \varphi$$

szöveget zárja be.

Az E ponton emelt merőleges a félkört G-ben metszi, de az AG távolság mértani középarányos AE és AD között, vagyis a keresett hosszúság. A-ból AG-t körzöbe vesszük és rávetítjük az AD egyenesre, kapjuk az  $AG = AK = \sqrt{AE \cdot AD}$  egyenest. K ponton párhuzamost húzva a BE egyenessel, a térszin egyenesén kapjuk "C" a szakadó lap keresett felső pontját. A fölénymás nagysága pedig az ismertek alapján:

$$F = \frac{CK \cdot CL}{AK} = \gamma \cdot \text{area KMC} \Delta \quad (\text{mert e háromszögnek alapja } KM = CK \text{ és magassága } CL).$$

hogy az AP egyenes fölé emelünk egy félkört, és A pontból e félkörhöz érintőt húzunk. Az érintési P pont távolsága A-tól AP lesz a keresett mértani középarányos AE és AG között. (T.i.  $\triangle AEP \sim \triangle ADP$  -höz, mert az A-nál levő szög közös, az  $\angle AEP = \angle APD$ , és így az oldalak viszonya  $\frac{AE}{AP} = \frac{AP}{AG}$ ;  $AP^2 = AK^2 = AE \cdot AG$ ).

Ugyanazt a szakadó lapot, de annak alsó "K" pontját szerkeszthetjük meg, ha az E pontot  $EE' \parallel AB$  egyenessel a térszin vonalára vetítjük és a  $BK^2 = BE \cdot ED$  feltételnek megfelelő  $BG = BE = BK'$  hosszúságot az ismert kétféle eljárás bármelyikével meghatározzuk, és

az így nyert  $K'$  pontot  $K'K \parallel AB$  párhuzamos egyenessel az  $AG$  vonalra vetítjük. Ugyancsak a szakadó lap "K" pontját megkaphatjuk az  $AB$  hátfalon hasonló szerkesztéssel csak a vetítést kell a térszín vonalával ( $AG$ -vel) párhuzamosan elvégezni.

Ez utóbbi két szerkesztés helyességét a háromszögek hasonlósága alapján könnyű bebizonyítani.

A földnyomás nagyságát ismét a  $KMC$  háromszög területének a föld fajsúlyával való szorzata adja meg.

Ha a térszínvonal párhuzamos a surlódási rézszínnel ( $\lambda = \varphi$ ), akkor a szerkesztés egyszerűsödik, t. i. bárhol párhuzamosan húzhatunk a támasztó fal hátával  $\varphi_1 + \varphi$  szöget bezáró egyenessel, amely egyúttal a keresett  $CK$  egyenessel egyenlő hosszú.  $K$ -ből leforgatva a  $CK$  hosszúságot, kapjuk az  $M$  pontot. A besraffozott terület ( $MKC \Delta$ ) arányos a földnyomással. (177. ábra).

(Ez a szerkesztés nem adja meg a szakadó lap helyét).

Mindkét esetben a földnyomás terhelési diagrammját megszerkeszthetjük;

177. ábra

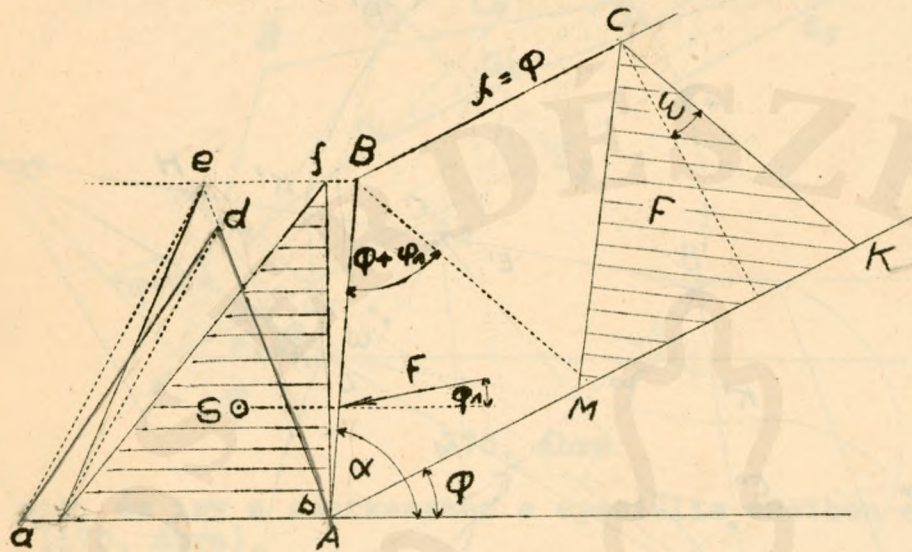
ha a  $KMC \Delta$ -et vele azonos területű, de a támasztó fallal egyenlő magasságú háromszöggé alakítjuk át. Ez a diagramm szemléltetően mutatja a földnyomásnak az egész fal mentén való eloszlását. Ezzel a diagrammmal egyúttal a földnyomás támadási pontját is meghatározhatjuk, t. i. a földnyomás támadási pontja (az eredő földnyomás) a diagramm súlypontmagasságában fekszik; az eredő földnyomás iránya, mint már előbb meghatároztuk - a hátfal merőlegesével  $\varphi_1$  szöget zár be. Minthogy a diagramm háromszög, a földnyomás támadó pontja, tehát ily esetben mindig a támasztó fal magasságának alsó  $\frac{1}{3}$ -ába esik.

Ha a térszín vonala törtvonal, akkor egészen addig az egyenesig, amelyet valószínűleg metszeni fog a szakadó lap a törtvonal törési pontjait egymásután kiküszöbölhetjük úgy, hogy a nyert egyszerű határu idom épen olyan területű legyen, mint volt az eredeti idom. Az ábrán pl. a  $B$  törési pontot kiküszöbölhetjük, ha  $Q$ -t

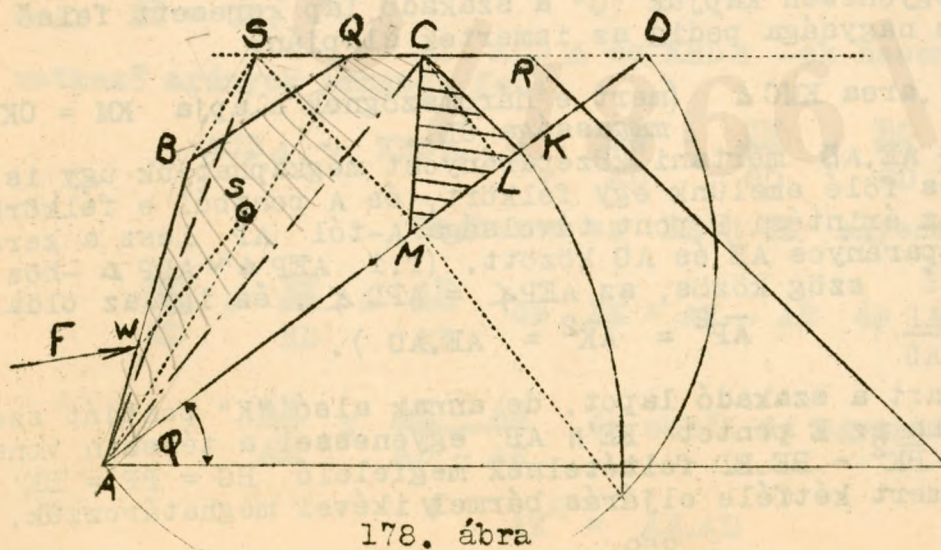
összekötjük  $A$ -val, és  $B$ -ből  $AQ \parallel BS$  egyenest húzunk a  $QR$  irány meghosszabbítására. (178. ábra). Minthogy előreláthatólag ezt az oldalt fogja a szakadó lap metszeni, a további átalakítás szükségtelen.

area  $ABQ$  = area  $ASQ$ , mert alapjuk  $AQ$  közös, magasságuk pedig egyenlő (párhuzamosok között fekszenek).

Átalakítás után a  $QC$  egyenest metszésbe hozzuk a természe-



177. ábra

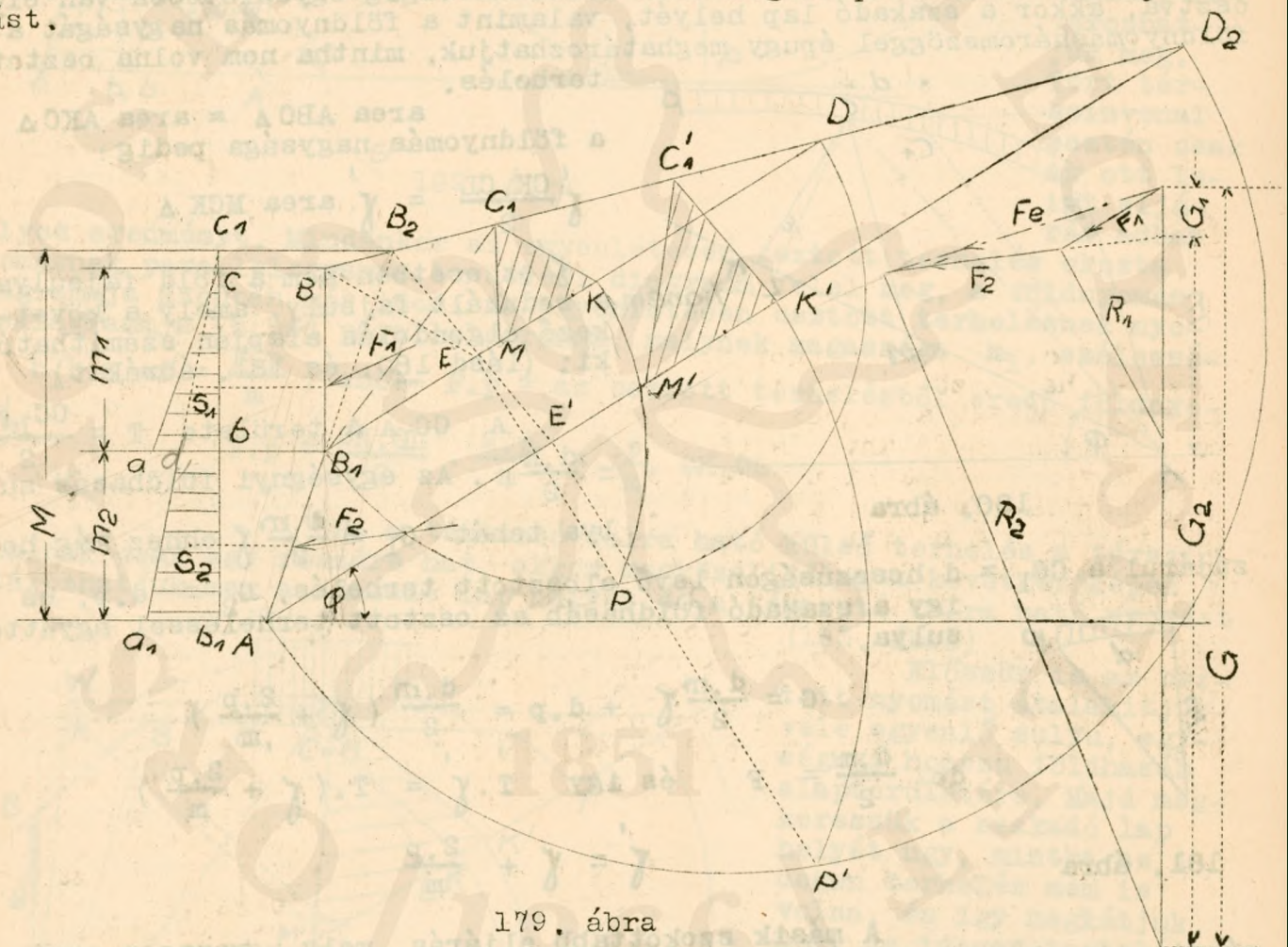


178. ábra

tes rézsű ( $\varphi$ ) meghosszabbításával kapjuk a D pontot, majd S pontból a hátfallal  $\varphi_1 + \varphi$  szöget bezáró S'S' egyenesel párhuzamosot húzunk az E pontig, és azután épügy mint előbb az  $\overline{AE} \cdot \overline{AD} = \overline{AK}^2$  feltétel alapján megszerkesztjük az  $MCK\Delta$  földnyomás-háromszöget, amelynek területét szorozva a föld fajssúlyával kapjuk meg a földnyomás nagyságát.

A földnyomás diagrammja már nem lesz háromszög. A földnyomás támadási pontját megközelítőleg legegyszerűbben úgy határozhatjuk meg, hogy a szakadó lap felett levő  $ABQC$  idom súlypontját határozzuk meg, és a nyert súlyponton keresztül párhuzamosot húzunk a szakadó lap irányával  $AC$ -vel a támasztó fal hátáig. Az itt nyert  $W$  pont lesz az eredő földnyomás támadó pontja. A földnyomás diagrammját helyesen csak úgy tudjuk felrajzolni, ha a támasztó falat magasságában több sávra bontjuk, minden sávra nézve meghatározzuk a hozzá tartozó földnyomást és azt a sávok vízszintesére bizonyos léptékben felhordjuk. Az így kapott földnyomás diagrammját egyenlő területű és egyenlő alappal bíró derékszögű négyszöggé átalakítva a négyszög magassága adja meg helyesen a földnyomás támadó pontját.

Ha a támasztó fal tört hátfallal bír, akkor felülről lefelé minden szakaszra külön-külön kell megállapítanunk a földnyomást.



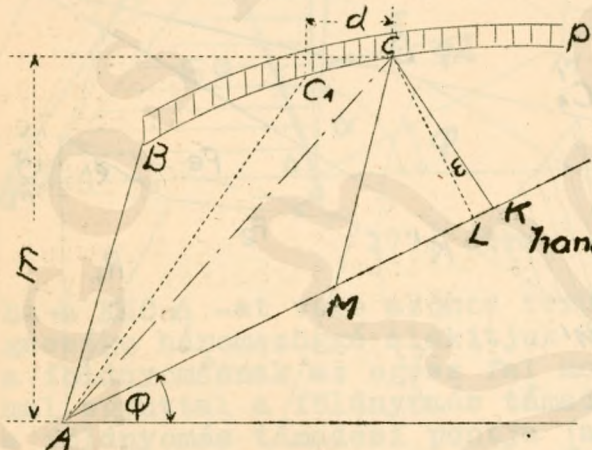
179. ábra

Az ábrán erőháromszögekkel, és a Rebhann-féle módszerrel is elvégeztük a szerkesztést. A legfelső szakaszra vonatkozó földnyomást  $F_1$ -t épen úgy határozzuk meg, mint az egyenes hátfalú támasztó falaknál. A Rebhann-féle szerkesztéssel a  $\chi$  area  $KMC\Delta = F_1$ , amely szakaszra vonatkozó nyomás-diagrammot oldalt meg is szerkesztettünk az ismert módon (t.i. area  $KMC\Delta = \text{area } abc\Delta$ , mely utóbbi magasságával az első szakasz magasságával). A földnyomás háromszöggel egyenlő területű  $abc\Delta$  súlypontmagasságában húzott vízszintes adja a földnyomás támadó pontját. A második szakasz földnyomását a következőképpen határoztuk meg: meghosszabbítottuk az  $AB_1$  hátfalat egészen a térszín vonalában fekvő  $B_2$  pontig, és a földnyomást épügy határoztuk meg, mintha a támasztó fal  $B_1$  e  $B_2$  pontig terjedne. Az így kapott  $M'K'C'\Delta$  -el egyen-

lő területű, de M magasságu a, bc<sub>1</sub> terhelési diagrammot szerkesztettük meg, mely diagrammból ab egyenes alatt levő rész adja a második szakaszra ható földnyomás nagyságát és diagramját is. Ennek az a, b, bd, trapéz súlypontmagasságát vízszintesen átvetítve a támasztó fal hátfalára, kapjuk az e szakaszra ható földnyomás támadó pontját. Oldalt erőháromszögekkel ugyanezt a szerkesztést végeztük el. Az erőháromszögben az F<sub>1</sub> és F<sub>2</sub> földnyomásck eredője adja jelen esetben az eredő földnyomás irányát, nagyságát, értelmét, míg támadó pontját kötélpolygonnal könnyű volna megállapítani.

A támasztó falakra ható nyomás meghatározása, ha a megtámasztott földépitményre még idegen terhelés is hat. Az idegen terhelés lehet pl. rézsüburkolat súlya, utakon, vasutakon a felső építmény súlya és még esetleges (pl. mozgó) terhelés. A terhelés lehet koncentrált (az utakon és vasutakon ritka, mert a keréknyomást a felső építmény már nagyobb felületre osztottan adja át az alsó építményre), vagy osztott terhelés, mely utóbbi vagy a megtámasztott föld felületén végig, de legalább is a szakadó lapig hat, vagy pedig a megtámasztott térszínvonal csak egy rövidebb részén hat.

a.) A terhelés a térszínen végig egyenletesen van elosztva, akkor a szakadó lap helyét, valamint a földnyomás nagyságát a földnyomásháromszöggel épügy meghatározhatjuk, mintha nem volna osztott terhelés.



180. ábra

area ABCΔ = area AKCΔ  
a földnyomás nagysága pedig:

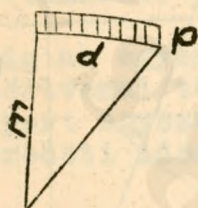
$$\gamma \frac{CK \cdot CL}{2} = \gamma \cdot \text{area MCK} \Delta$$

$\gamma'$  ez esetben nem a föld fajsúlya, hanem a redukált fajsúly, amely a következő elgondolás alapján számítható ki: (lásd 180. és 181. ábrákat)

$$\text{A } CC_1A \Delta \text{ területe } T = \frac{CC_1 \cdot h}{2} = \frac{d \cdot h}{2} \text{ . Az egységnyi földhasáb súlya tehát } G_1 = \frac{d \cdot m}{2} \gamma \text{ ehhez még hozzájárul a } CC_1 = d \text{ hosszúságn levő elosztott terhelés, } G_2 = d \cdot p, \text{ és így a szakadó földhasáb az osztott terheléssel együttes súlya}$$

$$G_1 = \frac{d \cdot m}{2} \gamma$$

zárójárul a  $CC_1 = d$  hosszúságn levő elosztott terhelés,  $G_2 = d \cdot p$ , és így a szakadó földhasáb az osztott terheléssel együttes súlya



181. ábra

$$G = \frac{d \cdot m}{2} \gamma + d \cdot p = \frac{d \cdot m}{2} \left( \gamma + \frac{2 \cdot p}{m} \right)$$

$$\text{de } \frac{d \cdot m}{2} = F \text{ és így } T \cdot \gamma' = T \cdot \left( \gamma + \frac{2 \cdot p}{m} \right)$$

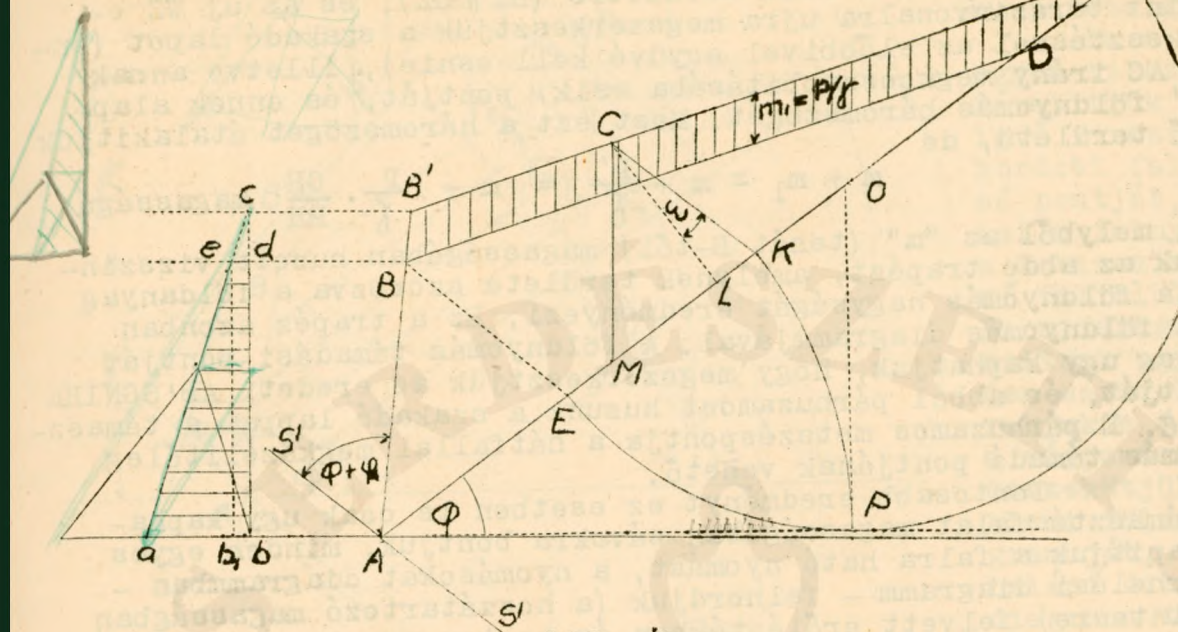
$$\gamma' = \gamma + \frac{2 \cdot p}{m}$$

A másik szokottabb eljárás, mely ugyanazon eredményt adja, hogy t.i. az osztott terhelést grafikusan ábrázoljuk a térszínvonal fölé oly földterülettel, amelynek súlya ugyanannyi volna, mint amekkora a terhelés. Így pl. az egyenletesen osztott terhelést helyettesítő, vele egyenlő súlyu idcm (ez esetben parallelogramm) magassága:  $\frac{p}{\gamma}$ . (182. ábra).

Most a földnyomás háromszögét az ismert módon szerkesztjük meg, de BD helyett a B'D' terepvonalig. A kapott földnyomás háromszöge szorozva a föld fajsúlyával a földnyomásnál nagyobb értéket fog adni, mert az t.i. AB' magasságu támasztó falra vonatkozik. Ha tehát a földnyomás háromszögét vele egyenlő területű, de az AB'-nek megfelelő magasságu abc háromszöggé alakítjuk át, és a B ponton keresztül huzott vízszintessel metszésbe hozzuk, az abde trapéz területe

szorozva a föld fajsúlyával adja a földnyomás nagyságát. Ez a trapéz azonban csak akkor felel meg egyúttal a földnyomás területi diagramm-

jának, ha a támasztó fal háta és a térszín vonala a szakadó lapig egyenes. Ez esetben a földnyomás támasztási pontját az abde trapéz súlypont magasságával határozhatjuk meg. Tört térszínvonal esetén csak az ott leírt eljárás adhat

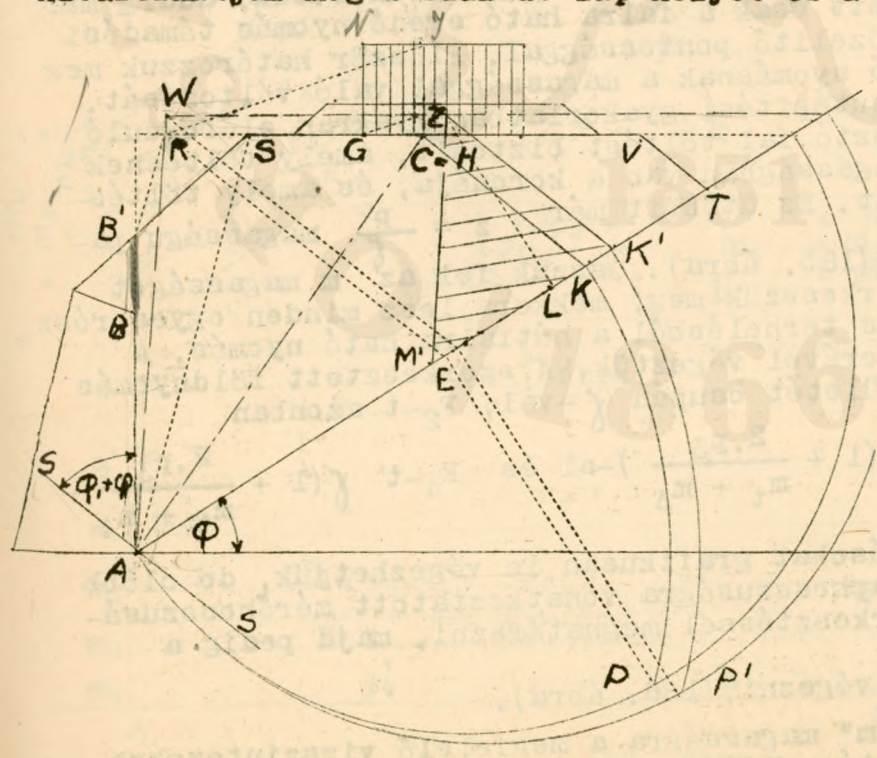


182. ábra

helyes eredményt. Mindenkor az egyenletesen osztott terhelés okozta nyomásnak parallelogramma terhelési diagramm felel meg, a földnyomás diagrammja azonban más idcm. Az egyenletesen osztott terhelésnek nyomásdiagrammja  $b_1$  bed parallelogramma, melynek magassága  $m_1$ , szélessége  $b_1 b = ed = \frac{F \cdot p}{m}$ , ahol  $F \cdot p =$  az osztott terhelésből eredő földnyomás.

$$F \cdot p = \frac{CK \cdot CL}{2} \cdot \frac{2 \cdot p}{m} = \frac{p}{m} \cdot CK \cdot CL$$

Ha a támasztó falra ható külső terhelés a térszínvonalnak csak egy részére hat, akkor megközelítőleg a következőképpen határozhatjuk meg a szakadó lap helyét és a támasztó falra ható nyomást (183. ábra)



183. ábra

Először is az osztott nyomást átalakítjuk vele egyenlő sulyu, egységnyi hosszú földhasáb alapterületére. Majd megkeressük a szakadó lap helyét úgy, mintha az idegen terhelés nem is volna, és így megkátjuk, hogy az idegen terhelés egyáltalában és mennyi hat a szakadó lapon innen maradó térszínvonalra. Az ábrán, minthogy a támasztó fal tetején is feltöltés van, a támasztó fal-hátvonalát meghosszabbítottuk a B' pontig, majd a B'-nél levő szögpontot kiküszöbölve ( $AS \parallel B'R$ ), kapjuk az area ABSVT = area ARVT egyenlő területű sokszöget, és most az idegen



terhelés figyelmen kívül hagyása mellett megszerkesztjük a szakadó lap irányát az AC-t. Az AC szakadó lapra a leszakadó földhasáb sulyán kívül még GHIN földterület sulyával arányos osztott terhelés is hat. Ezt a GHIN paralelogrammot átalakítjuk a vele egyenlő területű, de az egész RC hosszúságon eloszló RWZH területre (RI || GZ), és az új WZ egyenesre, mint térszinvonalra újra megszerkesztjük a szakadó lapot (ennek jó szerkesztéssel az előbbivel együvé kell esnie), illetve annak C' (mely az AC irány meghosszabbításába esik) pontját, és ennek alapján a K'M'C' földnyomás háromszögét. Most ezt a háromszöget átalakítjuk vele egyenlő területű, de

$$m + m_1 = m + \frac{p'}{\gamma} = m + \frac{p}{\gamma} \cdot \frac{GH}{RH} \text{ magasságu}$$

háromszöggé, melyből az "m" (tehát B-től) magasságában huzott vízszintessel kapjuk az abde trapézt, amelynek területe szorozva a földanyag fajsúlyával a földnyomás nagyságát eredményezi. Ez a trapéz azonban nem azonos a földnyomás diagrammjával. A földnyomás támadási pontját megközelítőleg úgy kaphatjuk, hogy megszerkesztjük az eredeti AB'SGNIHA idom sulypontját, és abból párhuzamost huzunk a szakadó lappal a támasztó fal hátáig. E párhuzamos metszéspontja a hátfallal megközelítőleg az eredő nyomás támadó pontjának vehető.

Pontosabb eredményt ez esetben is csak úgy kaphatunk, ha a támasztó falat magasságában sávokra bontjuk, minden egyes sávra megállapítjuk a falra ható nyomást, a nyomásokat diagrammban - de ez nem terhelési diagramm - felhordjuk (a hozzátartozó magasságban huzott vízszintesre) felvett erőléptékben és az így nyert pontokat összekötve a kapott idomot átalakítjuk vele egyenlő alapu és területű derékszögű négyszöggé

$$\text{area } ADF_1F_2F_3B = AB \cdot HB ; \quad HB = m_s$$

amely négyszög magassága a támasztó falra ható nyomás támadó pontjának az A talpponttól való függőleges magasságát adja.

A támasztó falak méretezésénél nemcsak az eredő földnyomás nagyságát, irányát és támadási pontját kell ismernünk, hanem sokszor még a támasztó falra ható nyomásnak a hátfal mentén való eloszlását is. Míg egyszerű esetekben már a földnyomás nagyságának meghatározásánál

együttal mindjárt a terhelési diagrammot is feltüntetjük, addig már pl. törtvonalu térszin mellett csak a falra ható eredő nyomás támadási pontját határoztuk meg megközelítő pontossággal. Először határozzuk meg valamely támasztó falra ható nyomásnak a magassággal való változását. Példának választottunk a vasutépítési gyakorlatban gyakran előforduló esetet. Az AB hátfalu támasztó fal töltést biztosít, amely töltésnek a támasztó fal felett  $m_t$  magasságban van a koronája, és amely töltésre még idegen terhelés is hat. Ez utóbbit már  $z = \frac{p}{\gamma}$  magasságu pa-

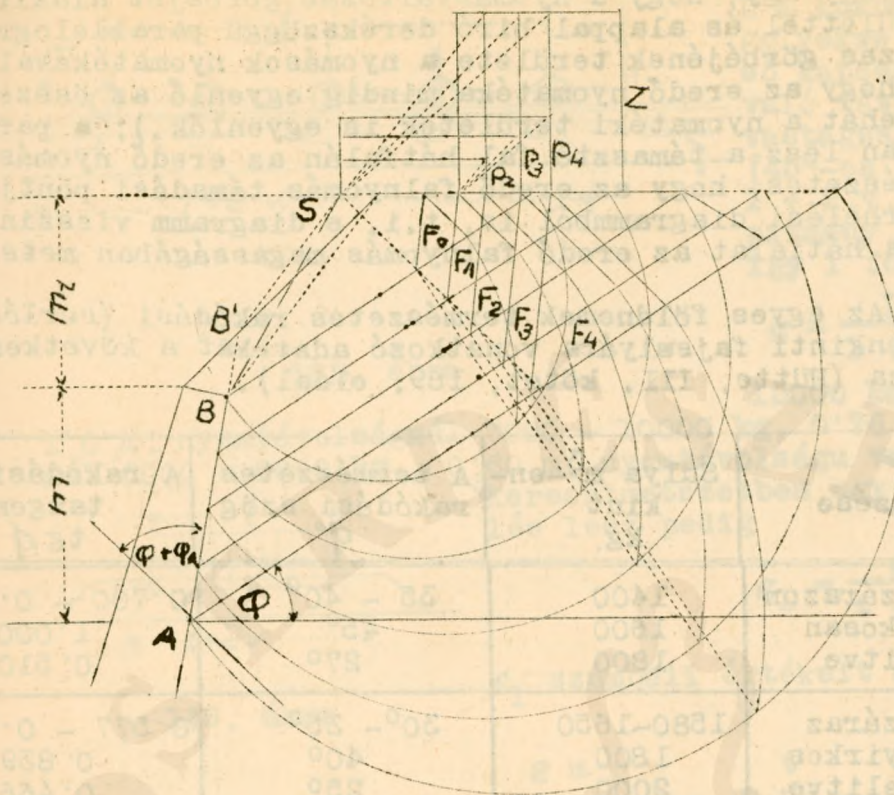
rallelogrammal ábrázoltunk. (185. ábra). Osszuk fel az  $m$  magasságot pl. 4 egyenlő részre, és szerkesszük meg, mekkora lesz minden egyes rész határán a felette ható összes terhelésből a hátfalra ható nyomás. A szerkesztést a Rebhann módszerével végeztük. A szerkesztett földnyomás háromszögekből  $F_0$  és  $F_1$  területét csupán  $\gamma$ -val,  $F_2$ -t azonban

$$\gamma \left( 1 + \frac{2 \cdot p_2}{m_t + m_2} \right) ; \quad F_3\text{-t } \gamma \left( 1 + \frac{2 \cdot p_3}{m_t + m_3} \right)\text{-al és } F_4\text{-t } \gamma \left( 1 + \frac{2 \cdot p_3}{m_t + m_4} \right)\text{-$$

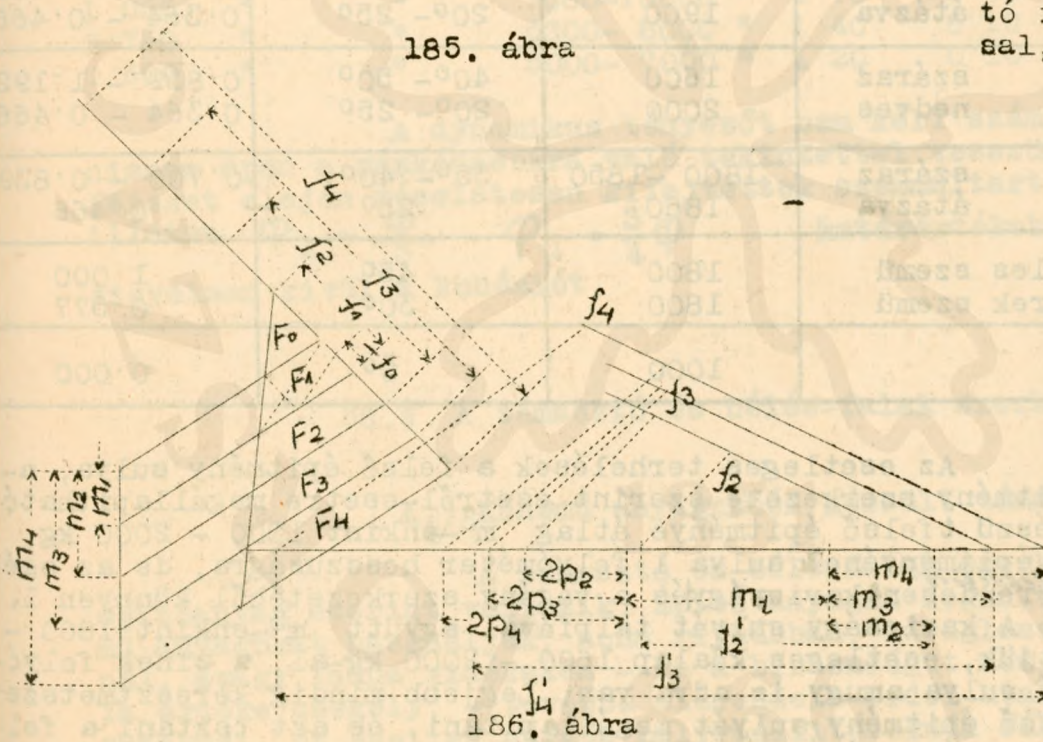
el kell megszorozni. A szorzásokat grafikusán is végezhetjük, de előbb az összes területek közös alaphosszúságra vonatkoztatott mérőhosszuságait fogjuk egy kis segítség szerkesztéssel meghatározni, majd pedig a

$\frac{f'}{\gamma}$  -el való szorzásokat elvégezni. (186. ábra).

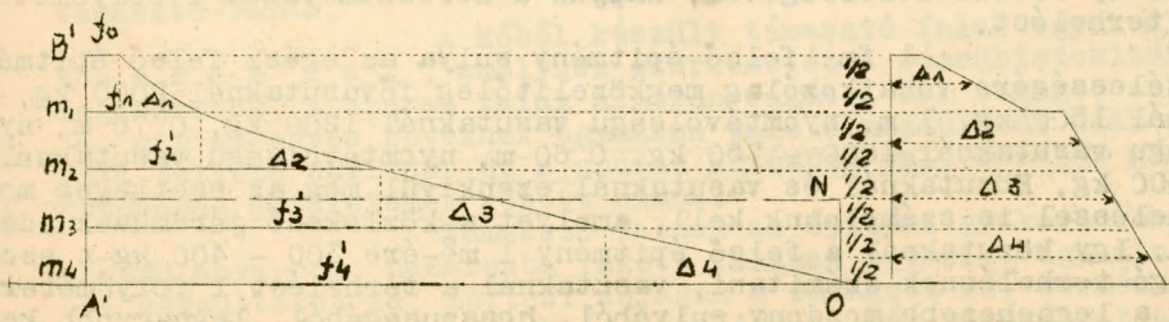
Most az "m" magasságra a megfelelő vízszintesekre hordjuk fel az előbb szerkesztéssel, vagy számítással kapott "f" mérő-



185. ábra



186. ábra



187. ábra

hosszuságokat, és végpontjaikat összekötve kapjuk a nyomásváltozás görbéjét. Ez a mi esetünkben 2 másodfokú parabola. (187. ábra)

Ha e görbében az egyes vízszintesekre rávetítjük a felette levő vízszintesen felhordott falnyomás végső pontját, megkapjuk azt a falnyomást, amely a 2 vízszintes közé eső falfelületre hat. Ha új diagrammot készítünk úgy, hogy minden sáv felezőjére felrakjuk e 4 értékeket, a végpontokat görbével összekötjük, kapjuk az elemi földnyomások diagrammját, vagyis a terhelési diagrammot. E diagramm területe szorozva a föld fajszúlyával természetesen egyenlő az egész támasztó falra ható nyomással, vagyis a nyomásváltozás diagrammjának legnagyobb A'N abszcisszájával (természetesen az abszcissa, az alap-hosszuság és a fajszúly szorzatával) Ha pedig bárhol vízszintest húzunk mindkét diagrammon keresztül, a nyomásváltozás görbéjének e vízszintesébe eső abszcisszája mindig arányos a terhelési diagramnak a vízszintes fölé eső területével. Más szóval a terhelési diagramm

differenciál-görbéje a nyomásváltozás görbéjének. A földnyomás támasztási pontját

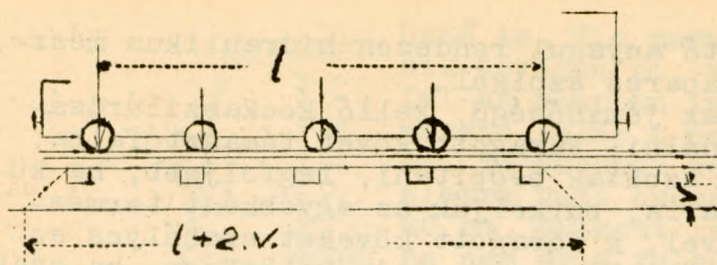
megszerkeszthetjük vagy úgy, hogy a nyomásváltozás görbáját alakítjuk át vele egyenlő területtel és alappal bíró derékszögű paralelogrammá (t.i. a nyomásváltozás görbéjének területe a nyomások nyomatókával arányos és tudjuk, hogy az eredő nyomatóka mindig egyenlő az összetevők nyomatókával, tehát a nyomatóki területek is egyenlők.); a paralelogramm magasságában lesz a támasztó fal hátfalán az eredő nyomás támadási pontja. Természetes, hogy az eredő falnyomás támadási pontja meghatározható a terhelési diagramból is, t.i. e diagramm vízszintes sulyvonalá szintén a hátfalat az eredő falnyomás magasságában metszi.

Az egyes földnemek természetes rakódási (surlódási) szögére és köbméterenkinti fajszulyára vonatkozó adatokat a következő kimutatás tartalmazza (Hütte, III. kötet, 169. oldal).

A földnem megnevezése	Sulya m <sup>3</sup> -enkint kg.	A természetes rakódási szög $\varphi^\circ$	A rakódási szög tangense tg $\varphi$
Töltés termőföld szárazon ből: term. nyirkosan vizzel telítve	1400 1600 1800	35 - 40° 45° 27°	0.700 - 0.839 1.000 0.510
Homok: száraz természetesen nyirkos vizzel telítve	1580-1650 1800 2000	30°- 35° 40° 25°	0.577 - 0.700 0.839 0.466
Agyagos föld: szárazon (Lehmboden) átázva	1500 1900	40°- 45° 20°- 25°	0.830 - 1.000 0.364 - 0.466
Agyag: száraz (Tonerde) nedves	1600 2000	40°- 50° 20°- 25°	0.839 - 1.192 0.364 - 0.466
Kavics: száraz átázva	1800-1850 1860	35°- 40° 25°	0.700 - 0.839 0.466
Hordalék: éles szemű kerek szemű	1800 1800	45° 30°	1.000 0.577
Víz	1000	0°	0.000

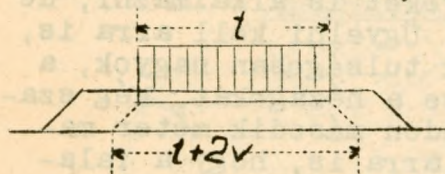
Az esetleges terhelések a felső építmény sulya, amely a felső építmény szerkezete szerint esetről-esetre megállapítható. Közutak kőből készű felső építménye átlag m<sup>2</sup>-enkint 1800 - 2000 kg, a vasutak felső építményének sulya 1 folyóméter hosszúságra, de az egész felső építmény <sup>szélességére</sup> rendezésénél kavicságyás a vágány szerkezetéből könnyen le származtatható. A kavicságy sulyát talpfával együtt m<sup>2</sup>-enkint 1800 - 2000 kg-al vehetjük, esetleges kőalap 1600 - 2000 kg-al, a sínek folyóméterenkint való sulya amugy is adva van. Legjobb mindig keresztmetszetben az egész felső építmény sulyát megállapítani, és azt osztani a felső építmény koronaszélességével, kapjuk a keresztmetszet 1 folyóméterére eső terhelést.

1 fm. felső építmény sulya az egész felső építmény alsó szélességére vonatkozólag megközelítőleg fővasutaknál 2000 kg, H. é. v.-nál 1500 kg, 1 m. nyomtávolságu vasutaknál 1200 kg, 0.76 m. nyomtávolságu vasutaknál 1000 - 750 kg, 0.60 m. nyomtávolságu vasutaknál 600 - 500 kg. Közutaknál és vasutaknál ezenkívül még az esetleges mozgó terheléssel is számolnunk kell, amelyet a közlekedő járóművek idéznek elő. Így közutaknál a felső építmény 1 m<sup>2</sup>-ére 300 - 400 kg-t szokás mozgó terhelésnek számítani, vasutaknál a terhelést 1 folyóméter pályára a legnehezebb mozdony sulyából, hosszúságából, legnagyobb kértávolságából és a kavicságyak a talpfa alsó élétől mért magasságá-



188. ábra

1.0 m. nyomtávolságnál 7000 - 10000 kg., h.é.v.-nál 8 - 12000 kg.  
 0.60 m. nyomtávolságu vasutaknál 5000 - 7000 kg.  
 Keresztmetszetben egy folyóméterre eső terhelés lesz pedig



189. ábra

ból számíthatjuk ki és pedig, ha  $L$  a lokomotívnek a kapcsolt tengelyekre eső súlya, " $l$ " a legszélső kapcsolt tengelynek egymástól való távolsága, " $v$ " a kavicságy vastagsága, akkor az  $L$  nyomás (45°-os nyomásátadást számítva)  $l + 2.v \cdot 1.00 = l + 2.v$  alsó építmény hosszúságra adódik át, és így  $l$  folyóméterre eső nyomás

$$g = \frac{L}{l + 2.v}$$

Ez az érték fővasutaknál 14000-15000 kg., h.é.v.-nál 8 - 12000 kg.

$$g_1 = \frac{g}{t + 2.v}$$

$g_1$  számbeli értékeit alant láthatjuk:

		$g$ m	$t$	$v$	$g_1$ m <sup>2</sup>
1.435 nyomköz	fővasut	15000 kg	2.70 m	0.20 m	4800 - 5000 kg m <sup>2</sup>
1.435 "	h.é.v.	10000-12000 "	2.20	0.10	4000 - 5000 " "
1.000 "	"	7000-10000 "	1.70	0.10	3500 - 5000 " "
0.760 "	"	6000- 8000 "	1.40	0.10	3750 - 5000 " "
0.600 "	"	5000- 7000 "	1.20	0.10	3750 - 5000 " "

A dinamikus tényezőt nem kell számításba venni, mert hiszen épen a rázkódásokra való tekintettel vesszük fel  $\Phi_1$  értéket a fejezet elején részletesen kifejtettek szemeltartása mellett  $\Phi_1 = 0$ , illetve  $\Phi_1 = \frac{\Phi}{3}$   $\Phi_1 = \frac{3}{4}\Phi$  határértékek között és hagyjuk figyelmen kívül a kohéziót.

### 38.§. A támasztó és bélés-falak szerkezete.

#### A.) Kőnemű anyagokból készült támasztó falak szerkezete.

A támasztó és bélésfalak szerkezete a felhasznált építőanyag szerint változik. Építő anyagul leginkább a követ és a kőnemű anyagokat használják, noha ritkábban, ideiglenes jellegű építményeknél, avagy fadus vidékeken - ha a biztonságot nem veszélyezteti és a fa értéke csekély, - továbbá alárendelt erdei utaknál, erdei szárnyvasutaknál, és esetleg sürgős helyreállításoknál fából is készülhetnek a támasztó falak.

A kőből készült támasztó falak egyik alakja a száraz fal, amelynek szerkezetét a rézsűbiztosításoknál már megismertük. A száraz falak állékonyságát a fal tömege, súlya biztosítja, míg az egyes köveknek egymáson való elmozdulását csak a kövek között fellépő surlódás és a gondos kötésben való falazás gátolja meg. Kötőanyag a falelemek között nincs.

Támasztó falnak az építési gyakorlatban inkább a kőnemű anyagból, habarcsba rakott falakat nevezik, ugyancsak a betonnál készületeket is. Építési anyaguk a faragott kő, terméskő, avagy megfelelő kő hiányában, jól kiégetett téglá, bár ez utóbbit a beton már

májd nem teljesen kiszorította. Kötő anyagul rendszeren hidraulikus més-, de leggyakrabban portlandcement-habarcst szolgál.

Falazáshoz csak jóminőségű, kellő kockaszilárdságu, fagyálló követ szabad felhasználni. Faragott követ támasztófalba, az anyag drágasága miatt nem igen szoktak beépíteni, legfőképpen, ha különös esztetikai okok késztetnek arra, burkolják az egyébként természetből készült falakat faragott kővel. A faragott köveket szabályos sorokban és kötésben rakják, mindig ügyelve arra, - de különösen, ha csak a burkolat faragott kő - , hogy a fal belsejébe eléggé mélyen benyúló kötések elég számban legyenek beépítve. A tisztán terméskő-falakat rakják rétegesen, vagy szabálytalan sorokban, de mindig gondos kötésben, váltakozó hézagokkal. A külső felületekre a jobb, és nagyobb köveket szokták elhelyezni, ami ellen, ha jó kötésben vannak, nem lehet kifogást tenni, mert hiszen a homlokfelületen legtöbbször nagyobb is a hézagok igénybevétele. Lapjával a fal síkjába követ nem szabad elhelyezni. A falak belső részében már szabad kisebb köveket is alkalmazni, de ott is ügyelni kell a gondos rakásra és kötésre. Ügyelni kell arra is, hogy az egyes kövek között a hézagok ne legyenek túlságosan nagyok, a köveket jól körülvegye a habarcst, és jól kitöltse a hézagokat. Még szabálytalan sorokban rakott falaknál is jó, ha minden második méter magasságban a rétegeket kiegyenlítjük. Vigyázzunk arra is, hogy a falazásnál lehetőleg mindig a támasztó fal homloksíkjára merőlegesek legyenek a fekvő hézagok, illetve rétegek.

Kötő anyagul rendszeren portlandcement, vagy hidraulikus mészből és élesszemű, tiszta homokból készült habarcst kell használni, de különösen az alapok mindig vízálló habarcstba rakandók. Habarcstul szokták vagy cementtel, vagy fehérmésszel együtt a trassz-földet is használni.

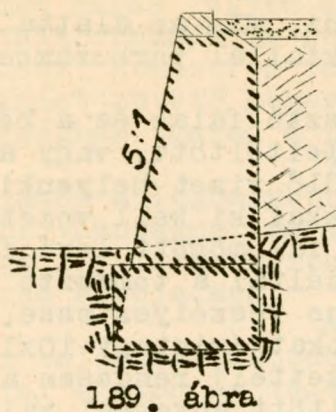
A téglafalak szabályos kötésben csak jól kiégetett, fagyálló téglából építhetők, rendszeren szintén vízálló habarcstba rakva.

A támasztó falak külső felületeit soha sem szokták vakolni, hanem a hézagokat 2-3 cm. mélyen kikaparják, zsirosabb cementhabarccsal kitömik és vasalják. A terméskőfalak homlokzatában gyakran a kövek látható felületeit vagdalják is.

A betontámasztófalak rendszeren csömöszölt betonból készülnek. A keverési arány különböző a szerint, hogy jobban, vagy kevésbé van-e a víz támadásának kitéve. Az állami előírások szerint azonban egy m<sup>3</sup> falra legalább 200 kg. cementet kell felhasználni. A kavicsnak minden földes anyagtól mentesnek, lehetőleg éles szeműnek kell lennie, a szemnagyság ne haladja túl egy irányban sem a 7 cm.-t. A homoknak is okvetlen tisztának, és nem túlságosan apró szeműnek kell lennie. Esetleg kavicsal együttesen kevert homokot is szabad felhasználni, ha benne a különböző szemnagyságú alkotórészek a kellő arányban vannak. Minthogy a támasztó falak inkább csak tömegükkel hatnak, nem lehet az ellen sem kifogást emelni, ha a betonba elég szilárd köztől egyes nagyobb köveket raknak, de ilyenkor a köveket felhasználásuk előtt mindig meg kell tisztítani, megnedvesíteni és úgy a betonba helyezni, hogy a kövek sem egymáshoz, sem a külső felületekhez közel ne kerüljenek, és betonnal jól körül legyenek véve és a köztük levő beton jól csömöszölve legyen. Vállalati munkánál, ha a gondos kivitel nem tudjuk megbízhatóan ellenőrizni, inkább ne is engedjük meg.

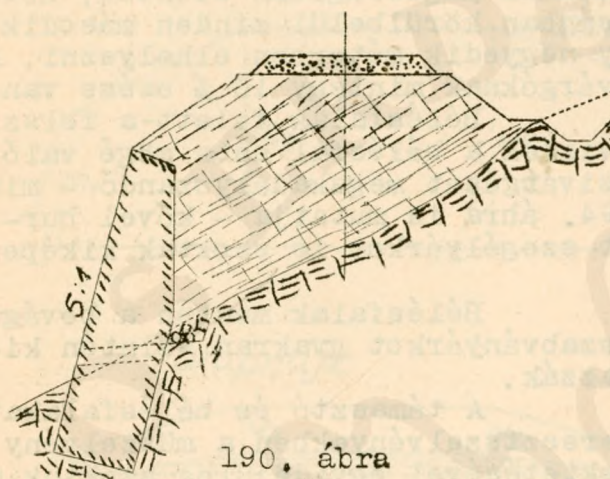
A kész beton-támasztó falak külső felületeit régebben zsirosabb cementhabarccsal mindig lesimitották, újabban a simítást elhagyják, hanem helyette a csömöszölésnél vigyáznak arra, hogy a zsámozó deszkákhoz inkább homok, mint nagyszemű kavics kerüljön. A zsámozás levétele után esetleg jelentkező lyukakat a külső felületeken mindig habarccsal kell betömni és kisimitani, hogy a víz ne férhessen a fal belsejébe.

A falazott támasztó falak keresztmetszvény alakja legtöbbször trapéz. A homlokfal 1/3, 1/4, 1/5 hajlásu, míg a hátfal addig, míg a nött terepet el nem éri, többnyire függőleges, alatta azonban - anyagban való takarékoskodás végett - az alapgödör a homlokfallal egyező rézsűvel is ásható le. Szikla alattalajon az alap lépcsőz-



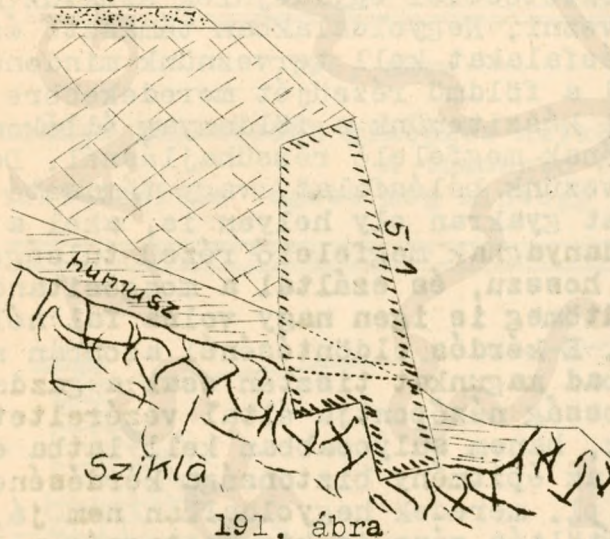
189. ábra

hető is. Kis magasságu támasztó falaknál, avagy sík terepen pl. vízfolyásba való beépítésnél a hátfal az alapon is függőlegesen folytatódik. Ily támasztó falak a homlok fal előtt alapozási előfokkal is szoktak készülni, melynek szélessége, ha az alapra ható nyomás nagyobb méretet nem kíván, 15-20 cm. az okott lenni. A támasztó fal felső sija, ha nem ér a felső építmény magasságáig, többnyire 3:1, vagy 2:1 hajlásu, hogy a fölötte levő töltés jó megtámasztást nyerjen. Gyakran a támasztó falak felső végződése a homlokfal felé szegélykővel zárul, és a szegélykő mögött van a ferde sík végződése. Egészen a felső építmény magasságáig erő támasztó falakat felül mindig szegélykővel zárják le. A szerkesztetek az ábrékból jól kivehetők.



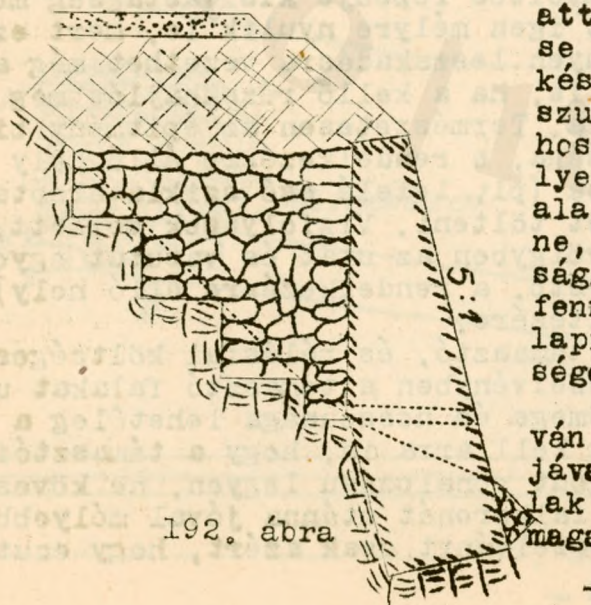
190. ábra

Függőleges homlokkal a támasztó falaknál ritka, mert ez az alak hatásszenvedésüknek kevésbé felel meg, és így méreteik kevésbé gazdaságosak. Téglából készült támasztó falaknál néha előfordul a függőleges homlok, amikor rendszeren a hátfal is függőleges, avagy lépcsőzött. De téglafalaknál is célszerűbb a kőfalaknál leírt kereszt-szelvényalakot megtartani, mert a fal állékonyasága nagyobb, és a mellett, ha a rétegeket a homlokkalra merőlegesen képezzük ki, kevés téglát kell megfagnunk. Ivelt keresztmetszetű támasztó falak ritkák. A betonfalak kereszt-szelvényalakja teljesen egyezik a kőfalakéval.



191. ábra

A támasztó falak alapja mindig a fagyhatáron alul a teherbíró talajig mélyítendő, az alapárok vízszintes, hegyoldalakon pedig rendszeren 3:1, vagy 4:1 hajlással befelé dül. Különös gond fordítandó vízfolyások mellett a támasztó falak alapozására. Ezeknél a kimosás veszélye is fenyeget, és éppen ezért az alapárok mélységének megállapításánál nemcsak az építés idején levő mederfenék lesz az irányadó, hanem mindig még megvizsgálandó az is, hogy a beépítés helyén a meder szűkítése miatt nem valószínű-e a mederfenék mélyülése és ezáltal a támasztó falak alapjának későbbi kimosása. Ezért mindig kellő hosszú szakaszon fel kell vennünk a meder hosszúsági szelvényét, valamint több helyen a meder kereszt-szelvényét, hogy ezek alapján és a várható legnagyobb árvíz színe, és víztömege alapján megfelelő biztonsággal következtethessünk, mennyiben forog fenn a meder kimosásának veszélye, és alapíthassuk meg a szükséges alapozási mélységet.



192. ábra

A bélésfalak alakja ugyyszólván teljesen egyezik a támasztó falak alakjával. A MÁV szabványok szerint a bélésfalak hátfalát a szabványárok fenekétől mért magasságuk felső 0,7 részében függőlegesen

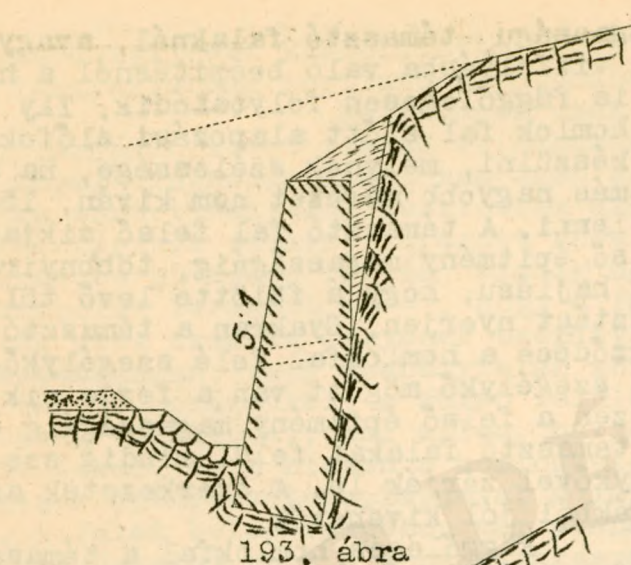
szokták kiképezni, míg az alatta lévő rész a homlokfalal párhuzamosan is haladhat.

A támasztó falak és a bélésfalak mögött a feltöltött, vagy a nőtt földben összegyűlő vizet helyenkint szivárgónyílásokkal ki kell vezetni, hogy ez a víz a fal mögött levő földet ne áztassa és ezáltal a támasztó fal állékonyosságát ne veszélyeztesse. A szivárgó nyílásokat (mintegy 10x15 cm. keresztmetszettel) rendszeren a nőtt földnek a feltöltött anyaggal való találkozásában magasságában szokták, hosszúságban körülbelül minden második, vagy negyedik méterben elhelyezni. A szivárgóknak mintegy 10 % esése van.

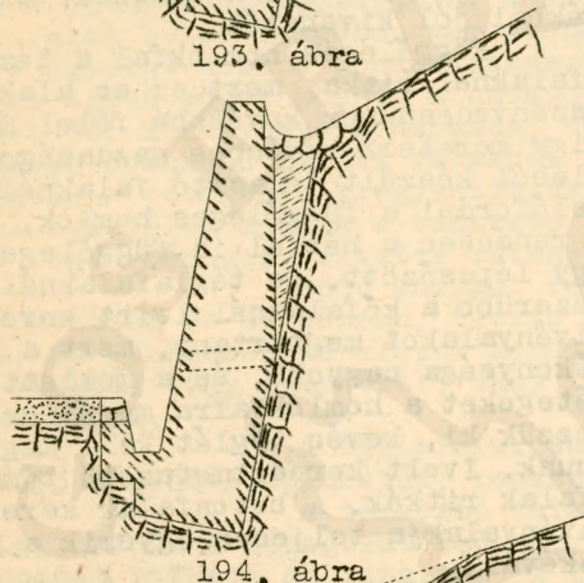
Bélésfalak felett-a felszíni víznek a bélésfal háta mögé való beszivárgását megakadályozandó - mint a 194. ábra is mutatja - kövel burkolt szegélyárkot is szokták kiképezni.

Bélésfalak mentén a bevágási szabványárkot gyakran szintén kifalazzák.

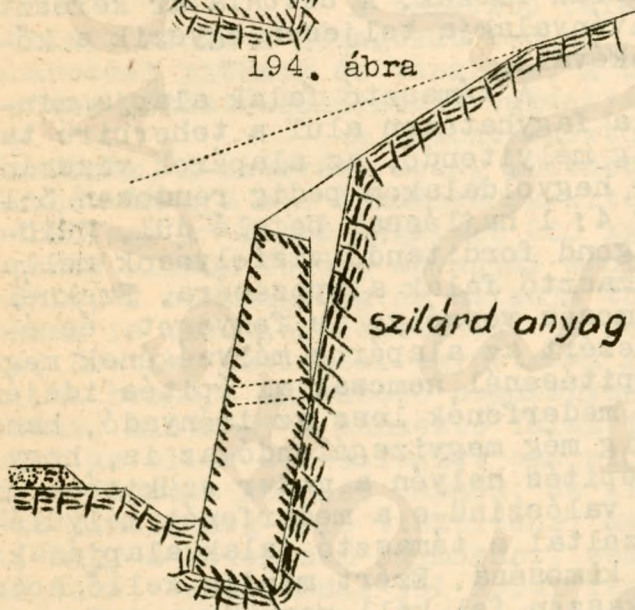
A támasztó és bélésfalakat a keresztmetszvényekben a műszelvény befektetésével egyidejűleg szoktuk megtervezni. Hegyoldalokban támasztó és bélésfalakat kell terveznünk mindenütt, ahol a földmű rézsűjét meredekebbre kell készítenünk a földanyag állékonyságának megfelelő rézsűhajlásnál. De tervezünk bélésfalat, vagy támasztó falat gyakran oly helyen is, ahol a földanyagnak megfelelő rézsű tulságosan hosszú, és ezáltal a mozgósítandó földtömeg is igen nagy volna fal nélkül. E kérdés eldöntésénél azonban nem szabad magunkat tisztán csak a gazdaságosság nézőpontja által vezéreltetnünk, hanem súlyosabban kell latba esnie az építmény biztonsága kérdésének. Így pl. merdek hegyoldalban nem jó, ha a feltöltés rézsűje kis vastagság mellett igen mélyre nyulik le, mert ez könnyen leszakadásra vezethet még akkor is, ha a kellő rézsűhajlás meg is volna. Természetesen az építmény biztonsága, a rendelkezésre álló hely szűk volta (pl. lefelé eső szikla-alsótalajon fekvő vékony földrétegre nem lehet tölteni. Vizfolyások mellett, esetleg utak mellett, avagy, ha szűk völgyben az utat és vasutat egyoldalon kell vezetni, épületek mellett stb. a rendelkezésre álló hely) készlet legtöbbször támasztófalak építésére.



193. ábra



194. ábra



195. ábra

Minthogy a támasztó, és bélésfal költségesebb a földmunkánál, igyekeznünk a keresztmetszvényben a támasztó falakat úgy megtervezni, hogy a támasztó falak tömege és hosszúsága lehetőleg a legkisebb-re szorítkozzék. De vigyáznunk kell arra is, hogy a támasztófal koronája oldalnézetben lehetőleg nyugodt vonalozásu legyen, ne kövessen egyik helyen a pályaszinig tervezett falkoronát utánna jóval mélyebb koronával és nagyobb túltöltéssel bíró szelvényt csak azért, hogy ezután

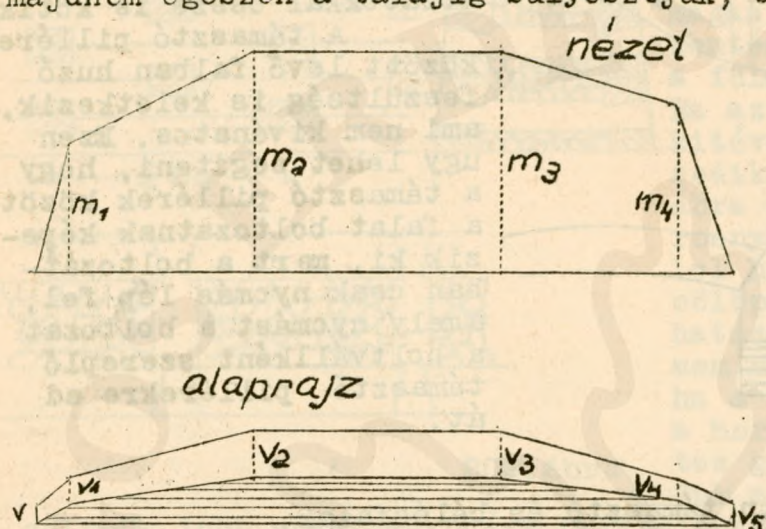
ismét magas legyen a támasztó, illetve bélésfal koronája, hanem adjunk a falkoronának is lehetőleg minél kevesebb töréssel bíró esést és emelkedést. Sokszor a fal koronája a pályaszinnel párhuzamos, amikor is az egymást követő keresztmetszelvekben a korona külső éle is egyforma távolságban marad a pálya tengelyétől.

Vizfolyások mellett, ártérben a támasztófalak koronájának a legnagyobb árvíz színe felett legalább 1.00 m., alárendelt vasutaknál és közutaknál 0.60 m.-rel magasabban kell lennie úgy, hogy ily falak koronájának lejtési viszonyait rendszeresen már az árvíz színe szabja meg.

A támasztó és bélésfalnak a rendes alsóépitményhez való csatlakozása földépitménynél legtöbbször úgy történik, hogy a fal elején és végén a fal koronáját erős esésben szárnyfalszerűen majdnem egészen a talajig súlyesztjük, avagy pedig az alsóépitményt

föld, esetleg kőkupakkal csatlakoztatjuk a falhoz. A földkup szerkezete a 197. ábrából vehető ki. Amennyiben kővel burkoljuk, a fallal párhuzamos részűjét 1:1 hajlásra is készíthetjük, ha pedig szárazfal módjára kőből rakjuk, e részűje fél lábasra is csökkenthető, míg a pálya tengelyére merőleges részűje természetesen igazodik a csatlakozó földmű részűjéhez. Ezáltal az ily földkupok vízszintes metszetei ellipszisek lesznek.

Az előbb leírt szárnyfalszerű csatlakozás a kedveltebb, mert nyugodtabb. Sziklához csatlakozó fal egyszerűen

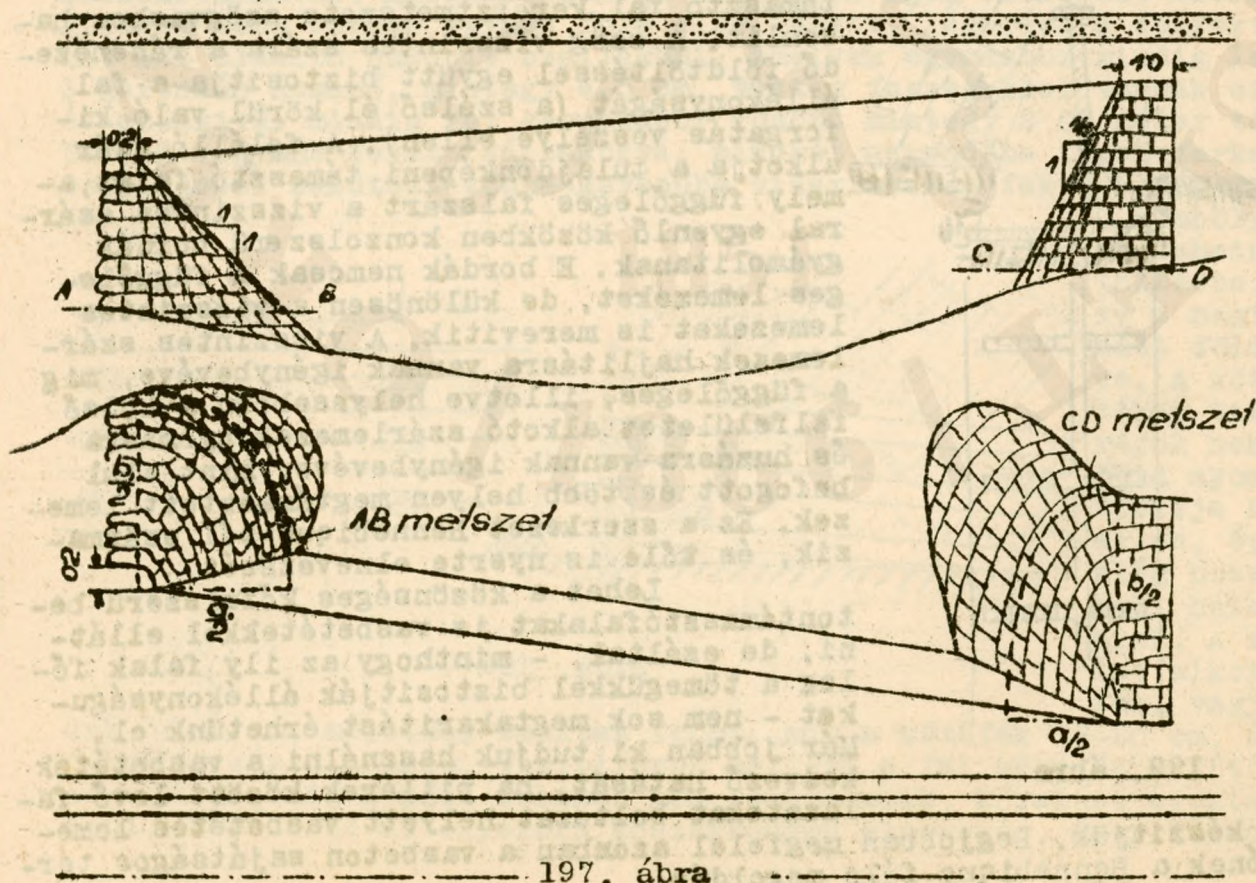


196. ábra

minden különösebb kiképzés nélkül be lesz kötve a sziklába.

A támasztó és a bélésfalak mögé legtöbbször a jobb víztelenítés végett még mintegy 0.15-0.30 m. vastag kavics, vagy homok réteget szaktak elhelyezni és csak azután a földöt, amelyet gondosan döngölni kell.

Ha kellő kövünk van, még jobb, ha a fal mögé közvetlenül előbb kőrakás



197. ábra

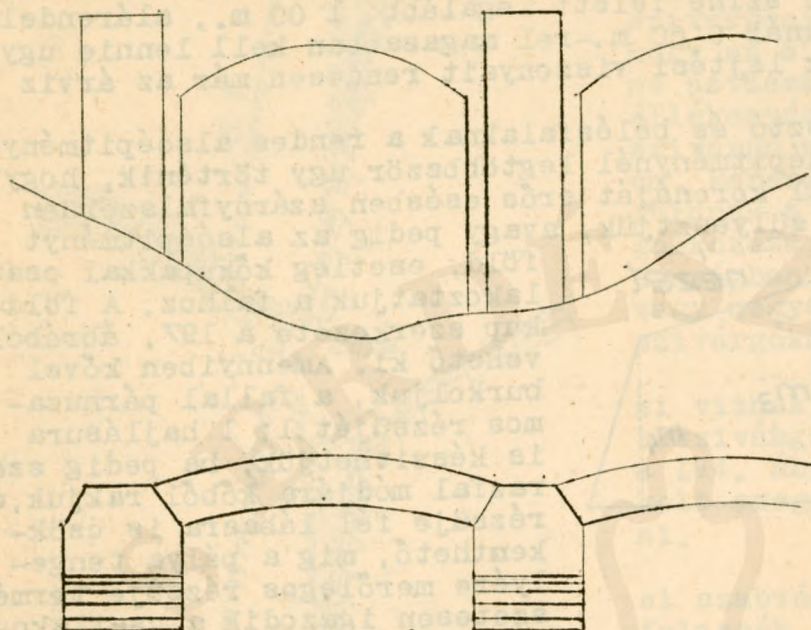


kerül. Ilyenkor a támasztófal koronáját koronavastagságának  $1/20$ -ával szabad csökkenteni.

Ritkábban találunk más szerkezetű, kőből készült támasztófalakat is. Így különösen magas támfalakat – az építési anyag-

ban való takarékoskodás végett, – szoktak támasztó pillérekkel is ellátni, amikor a pillérek között levő fal vastagsága csökkenthető. A támasztó fal homlokzatában e támasztó pilléreket esetleg boltozatokkal össze is kötik.

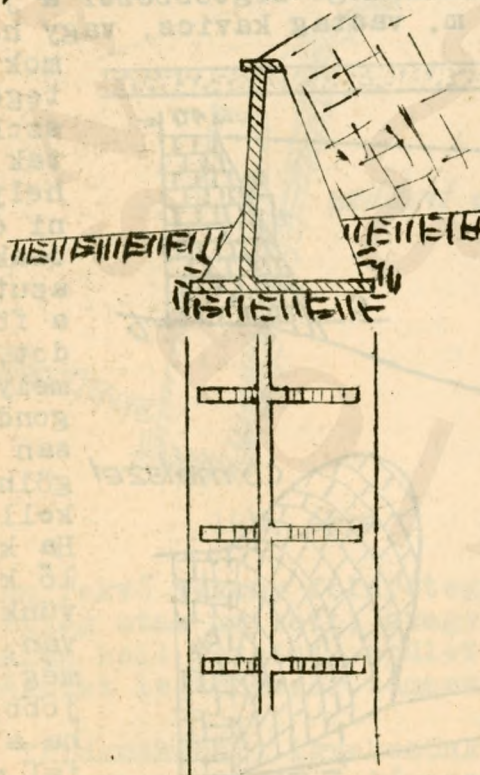
A támasztó pillérek között levő falban húzó feszültség is keletkezik, ami nem kívánatos. Ezen úgy lehet segíteni, hogy a támasztó pillérek között a falat boltozatnak képezik ki, mert a boltozatban csak nyomás lép fel, amely nyomást a boltozat a boltvállként szereplő támasztó pillérekre ad át.



198. ábra

#### B.) Vasbeton támasztó és bélésfalak.

Ujabbán már vasbetétes támasztófalakat is építettek, amelyeknek előnyük, hogy még sokkal kisebb helyet foglalnak el, mint a kőből készültek, és amellettt megfelelő szerkezetben kivitelezve, a terhelést is sokkal nagyobb felületre osztják szét. Egyik szerkezeti alakja a 199. ábrából vehető ki. A



199. ábra

támasztó fal keresztmetszete szögvashoz hasonlít. A szög vízszintes szára a ránehező földtöltéssel együtt biztosítja a fal állékonyságát (a szélső él körül való kiforgatás veszélye ellen). A felálló szár alkotja a tulajdonképeni támasztó falat, amely függőleges falszár a vízszintes szárral egyenlő közökben konzolszerű bordák gyámolítanak. E bordák nemcsak a függőleges lemezeket, de különösen a vízszintes lemezeket is merevítik. A vízszintes szárlemezek hajlításra vannak igénybevéve, míg a függőleges, illetve helyesebben a külső falfelületet alkotó szárlemezek nyomásra és húzásra vannak igénybevéve, mint alul befogott és több helyen megtámasztott lemezek. Ez a szerkezet Hennebique-től származik, és tőle is nyerte elnevezését.

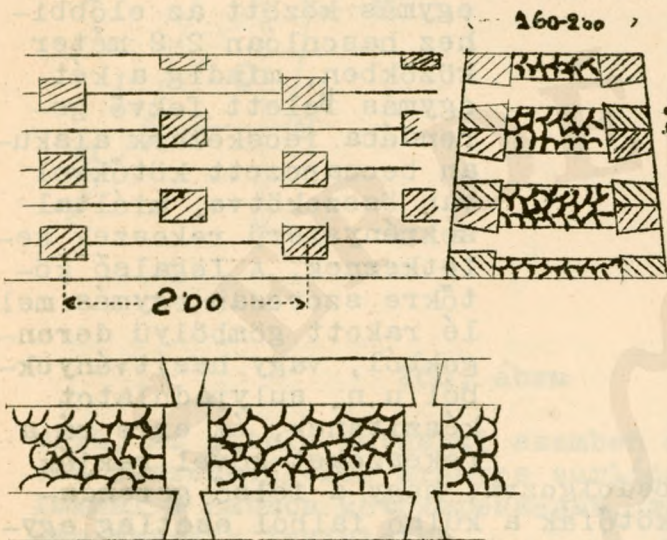
Lehet a közönséges kőfalszerű betontámasztófalakat is vasbetétekkel ellátni, de ezáltal, – minthogy az ily falak főleg a tömegükkel biztosítják állékonyságukat – nem sok megtakarítást érhetünk el. Már jobban ki tudjuk használni a vasbetétek kedvező hatását, ha pillérek között levő falazatokat boltozat helyett vasbetétes leme-

zekből készítjük. Legjobban megfelel azonban a vasbeton sajátos ter-  
mészetének a Hennebique-féle megoldás.

### C.) Fából készült támasztó falak.

Ideiglenes építkezéseknél, továbbá különösen az erdészeti ut-, és vízepítkezéseknél igen kedveltek voltak a fából készült támasztó és bélésfalak. Nagyforgalmu utakon, állandó jellegű, erdei vasutakon azonban olcsóságuk mellett sem ajánlhatók, mert rövid életűek, kicserélésük és javításuk pedig mindig csak a forgalom megakasztásával történhetik. Szerkezetük többféle lehet.

1.) Cölöpözött támasztó falak. Allanak egymástól mintegy 0.80 - 1.20 m. távolságra egy sorban bevert cölöpökből, amelyekre

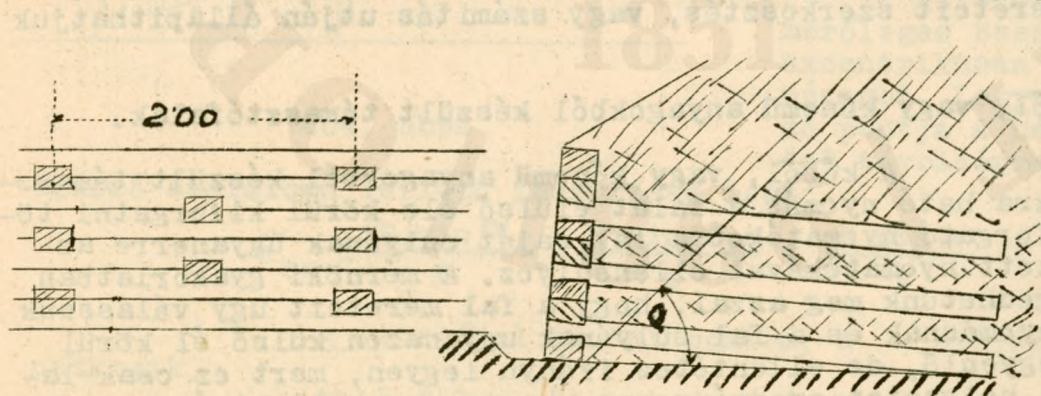


202. ábra.

hátul palló, vagy hasítványból készült fal van részegezve. Esetleg a cölöp-sort felül süvegfával is összefogjuk. Ha a fal alacsony - legfeljebb 1.0 m. magas, - a cölöpöket a kihajlás csökkentése végett 1/10 hajlással ferdén a földtöltés felé szokták beverni. Ha az ily fal nagyobb nyomásnak van kitéve, minden, vagy csak minden második, vagy harmadik cölöpöt a 200. ábra szerint fogófákkal, vagy vassodronnyal, esetleg vékony sodronykötéllől hátul bevert karókhöz, de inkább cölöpökhöz szokták horgonyozni. Hat-  
hatósabb e horgonyzás - különösen, ha nem minden cölöpöt horgonyozunk le - ha a támfal cölöpei elé, de hátul is a horgonycölöpök mögé átmenő vízszintes gerendát teszünk, és erre akasztjuk a fogófákat, mert így az összes

cölöpök jobb együttműködése biztosítható. A horgonycölöpök mindig úgy verendők be, hogy a töltésanyag természetes rakodási rézsúje alá essenek, mert különben inkább ártanak, mint használnak. Magasabb, valamint nagyobb nyomásnak kitétt támasztó, vagy bélésfalra ez a szerkezet nem alkalmas.

2.) Egyszerű rovott falak, vagy más néven egyszerű kőszekrényművek. Máramarosban és Erdélyben igen elterjedt szerkezetek. Allanak több sorban egymás fölé elhelyezett, legalább a felfekvési, tehát két oldalon bárdolt szálfákból, amelyek egymáshoz mindig legalább 3 gerendán átmenő, mintegy 4-5 cm. vastag faszegőkkel vannak erősítve, és azonkívül mindig két gerendasor között mintegy 2.00 méter távolságban, de egymás felett váltakozva, mindkét gerendába fecskefarkalaku csapozással bekötött többé-kevésbé vízszintesen fekvő kötőgerendákkal

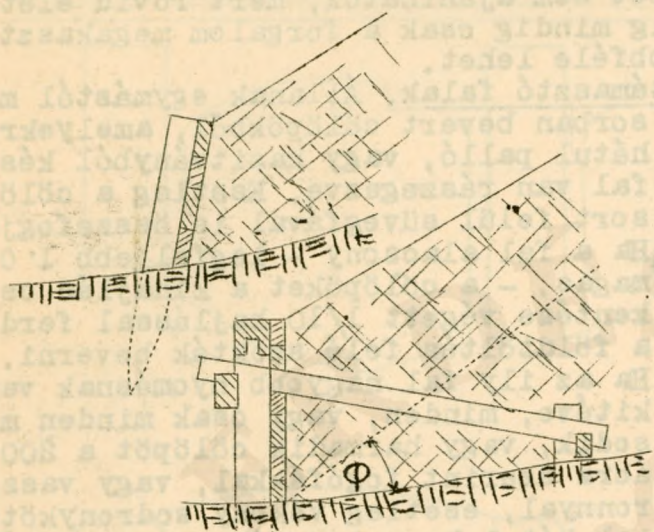


201. ábra

- gömbölyűfából is lehetnek - a töltésbe, illetve a megtámasztott földbe kötve. A kötőgerendákat tisztán a rájuk nehezedő föld nyomása biztosítja kihuzás ellen, épen ezért elég hosszúságban kell hátra nyúlniuk. A rovott falat alkotó szálfák, vagy gerendák 30-40 cm. méretűek szoktak lenni, míg a kötőfák 18-20 cm. átmérőjű fából is készülhetnek. Vízfolyások mellett a fal mögé és a kötőfák közé egészen, míg a földhöz nem csatlakozik, kőrakást szoktak készíteni. Innen ered az egyszerű kőszekrénymű elnevezés. Nagy földnyomásnál

nem igen használják. A rovott fal 1/10 hajlással hátra szokott dőlni.

3.) Kettős rovott fal, vagy kettős szekrénymű. Az előbbihez hasonló, de erősebb szerkezet. Áll két egymástól mintegy 1.60 - 2.00 m. távolságban elhelyezett és egymás felé mintegy magassá-



a 200. ábra

guk egy tizedével hajló gerendafalból, amely legalább két felfekvő oldalon megbárdolt szálfából készül. A két gerendafal egymás között az előbbihez hasonlóan 2-2 méter közökben, mindig a két egymás felett fekvő gerendába fecskefark alakúan becsapozott kötőkkel van összekötve, miáltal szekrényszerű rekeszek keletkeznek. A legalsó kötékre szorosan egymás mellé rakott gömbölyű dorongokból, vagy hasítványokból u.n. sulypadolatot készítenek, és erre rá a rekeszeket kővel rakják

ki. A felső sor kötőfái úgy vannak bedolgozva, hogy a felső gerendsorral (koszoruval) szineljenek. A kötőfák a külső falból esetleg egyáltalában ki sem állanak, hanem a vízszintes gerendáknak csak 2/3 szélességéig vannak becsapozva, miáltal a külső felület szebb is lesz, de főleg az amugy is kothadásra hajlamos bütü van így külső sérülések ellen védve. Vízfolyások mellett a szekrényművet rőzseterítésre szokták rakni.

Igen erős támasztó falat alkot, csak az a hátránya, hogy sok fát emészt (legtöbbnyire fenyőfából készítették) és élettartama csekély.

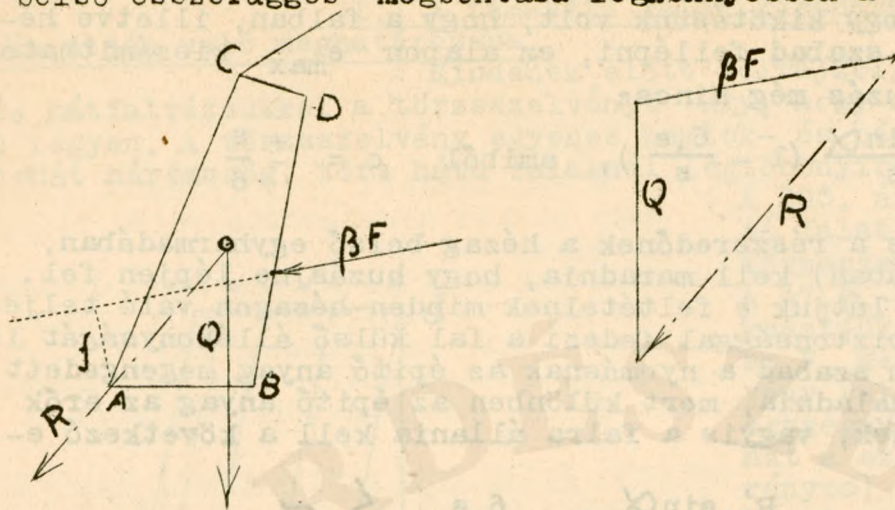
### 39.§. A támasztó és bélésfalak méretezése.

A támasztófalakra ható nyomás nagyságának és eloszlásának, valamint a falak szerkezetének és anyagának ismeretében a támasztófal méreteit szerkesztés, vagy számítás útján állapíthatjuk meg.

#### A.) Kőből, vagy kőnemű anyagokból készült támasztófalak.

A kőből, vagy kőnemű anyagokból készült támasztó és bélésfalakra ható nyomás a falat elülső éle körül kiforgatni törekedik, amely forgató nyomatékot a fal saját sulyának ugyanerre az élre vonatkoztatott nyomatékával ellensúlyoz. A mérnöki gyakorlatban azonban nem elégedhetünk meg azzal, hogy a fal méreteit úgy válasszuk meg, hogy a falnyomásnak és a fal sulyának ugyanazon külső él körül való nyomatéka egyenlő, de ellentétes irányu legyen, mert ez csak labilis egyensúlyi helyzetet eredményezne, hanem úgy kell kimérni a falat, hogy még bizonyos  $\beta$ -szoros ( $\beta$  rendszeren 2-5-szörös, falaknál elegendő 3-szörös) terhelést is kibírjon a billenés veszélye nélkül, vagyis a falat  $\beta$ -szoros biztonsággal szoktuk méretezni. Ez grafikus szerkesztésben annyit jelent, hogy a falra ható nyomás  $\beta$ -szorosa és a fal sulyának eredője épen a külső él "A" pontján menjen át. E feltétellel teljesedése azonban a falnak csak külső stabilitását biztosítja. A földnyomás a fal egyes alkotó elemeire is hatást gyakorol, azokat elmozdítani, összezuzni és ezáltal a fal belső szerkezetét is megbon-

tani igyekeznek. Vizsgálunk tehát a fal belső állékonyságát is. A belső összefüggés megbontása legkönnyebben a falhézagoknál léphet fel és épen ezért a falnyomásnak a hézagokra való hatását kell vizsgálnunk, hogy a belső egyensúly, illetve állékonyság állapotáról meggyőződ-hessünk.



203. ábra

Egy tetszőle-  
gesen felvett a-b  
hézagot vizsgálva  
azt látjuk, hogy a  
hézagokra ható nyo-  
omásnak (vagyis az  
eredő nyomásnak) a  
hézaggal párhuzamos  
összetevője az ele-  
mi falrészeket (kö-  
veket, téglákat) egy-  
máson eltolni igyek-  
szik. Az eltoló hatással szemben az eredő erőnek a hézag merőlegesébe eső összetevőjével arányos surlódás áll ellen. A habarcsba rakott falaknál a habarcs kötőképeségét, vagyis más szóval húzó szilárdságát nem vesszük tekintetbe.

Az egyensúly megmarad,

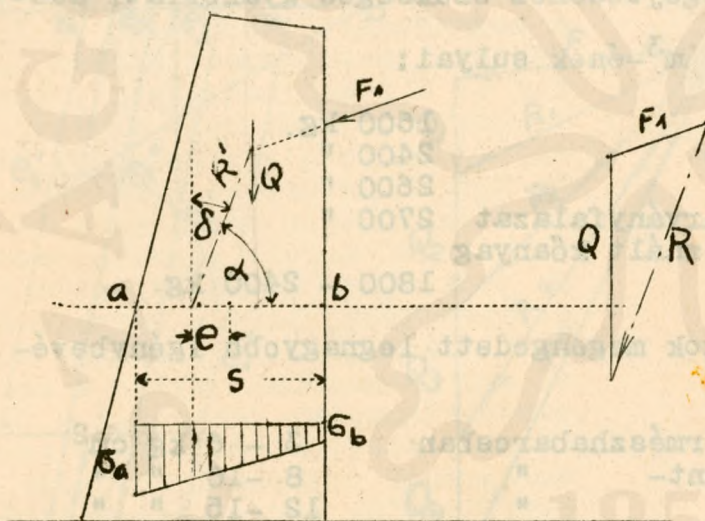
ha  $R' \cdot \sin \delta < R' \cdot \cos \delta \cdot f$

ahol  $f = \operatorname{tg} \phi$  ; és ebből

$$\operatorname{tg} \delta < \operatorname{tg} \phi$$

Vagyis az eredőnek nem szabad a hézag merőlegesével a hézagokban fellépő surlódás szögénél nagyobb szöget bezárnia. A gyakorlatban  $\phi$  szög legnagyobb értékét  $25^\circ$ -nak szokták felvenni.

Az eredőnek a hézagra merőleges összetevője  $R \cdot \sin \delta$  excentrikusan nyomja az "a b" hézagot. Legyen az eredő támaszó pontja a hézag felezőjétől "e" távolságra, akkor a hézag



204. ábra

szélső szálaiban fellépő feszültség lesz:

$$\sigma_{sz} = \frac{R \cdot \sin \alpha}{s} \pm \frac{R \cdot \sin \alpha \cdot e}{W} = \frac{R \cdot \sin \alpha}{s} \left( 1 \pm \frac{e \cdot s}{W} \right)$$

A + előjel az "a" pontra, a - előjel a "b" pontra vonatkozik.

Ha a fal a pálya tengelyével párhuzamos, és állandó keresztmetszvényű, és belőle egységnyi hosszú darabot vizsgálunk, akkor a nyomott féület derékszögű paralelogramma:  $F = s \cdot l$  ;  $W = \frac{l \cdot s^2}{6}$

Ezt behelyettesítve fenti egyenlőségbe

$$\sigma_{sz} = \frac{R \cdot \sin \alpha}{s} \left( 1 \pm \frac{6 \cdot e}{s} \right)$$

A nyomás eloszlását az "ab" hégazon a nyomásdiagramm szemlélteti.

Mint ahogy kikötésünk volt, hogy a falban, illetve hégazonban húzó erőnek nem szabad fellépni, ez alapon  $e_{max}$  kiszámítható, mert a határon, ahol húzás még nincs:

$$0 = \frac{R \cdot \sin \alpha}{s} \left(1 - \frac{6 \cdot e}{s}\right), \text{ amiből } c = \frac{+s}{6}$$

Vagyis a részeredőnek a hégazon belső egyharmadában, (a keresztmetszet magjában) kell maradnia, hogy húzás ne lépjen fel. (Amint látjuk e feltételnek minden hégazon való teljesítése egyúttal kellő biztonsággal fedezi a fal külső állékonyságát is).

De nem szabad a nyomásnak az építő anyag megengedett igénybevételét sem túlhaladnia, mert különben az építő anyag az erők hatása alatt szétzúzódna, vagyis a falra állania kell a következő egyenlőtlenségnek:

$$\sigma_{max} = \frac{R' \cdot \sin \alpha}{s} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{s}\right) \leq \sigma_{megengedett}$$

Mint ahogy a támasztófal a reá ható összes nyomást az alap síkjában az alsó talajra adja át, következik, hogy a fal egyenlőtlen süllyedésének és így előbb-utóbb feldőlésének az alap csak akkor állhat ellen, ha az előbbi egyenlőtlenség szerint az alap szélső szálaiban keletkező nyomás nem haladja túl a talaj teherbírását.

A támasztó, illetve bélésfal akkor van helyesen méretezve, ha a felsorolt négy feltételnek megfelel.

A vizsgálatok megejtéséhez szükséges gyakorlati adatok a következők:

A falazatok egy  $m^3$ -ének súlyai:

Tégla falazat	1600 kg.
Homokkő-falazat	2400 "
Mész-kő "	2600 "
Gránit, vagy márványfalazat	2700 "
Beton, a felhasznált kőanyag szerint	1800 - 2400 kg.

A falazati anyagok megengedett legnagyobb igénybevételére nyomásra:

Közönséges téglá	fehérmészhabarcsban	3 - 6 kg cm <sup>2</sup>
" "	cement-	8 - 10 " "
Kongó "	" "	12 - 15 " "
Terméskő, puhább kövekből	fehér mész-	3 - 6 " "
" "	cement-	5 - 7 " "
Terméskő szilárd kövekből	" "	10 - 25 " "
Beton, a keverési arány és a felhasznált adalékanyagok szerint		6 - 15 " "

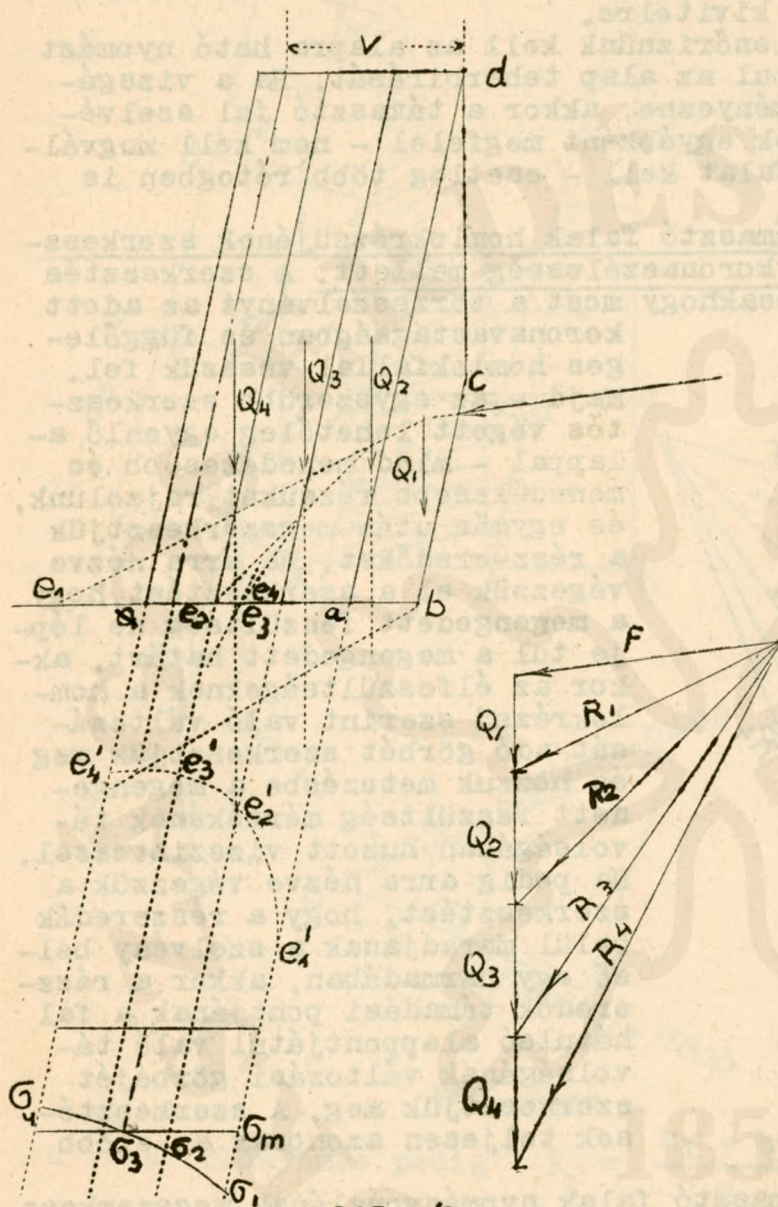
A talajnevek teherbírására vonatkozó adatok a 23.§-ban le lehetők fel.

A támasztó falak méreteinek megállapítását mindig megelőzi a támasztó falra ható nyomásnak és e nyomás támasztási pontjának a meghatározása, sőt igen jó, ha a nyomás terhelési diagrammját is megrajzoljuk.

A támasztó fal keresztmetszet-alakját megválasztva, általában véve a méretek meghatározására 2 eset szokott előfordulni, T.i. vagy adott hát- és homlokfal-alak és részü mellett keressük a támasztó fal koronavastagságát, vagy pedig adott hátfal és koronához a homlokfal részüjét kell meghatároznunk. Mindkét feladatot megoldhatjuk analitikai számítással, vagy szerkesztéssel. Utóbbi helyes rajzlepték választása mellett a gyakorlat igényeinek teljesen

megfelelő pontosságot szolgáltat, és amellelt gyors és átnézetes is.  
 1.) A támasztó falak koronavastagságának szerkesztés útján való meghatározása.

Mindenek előtt felrajzoljuk az adott homlok- és hátfalrészükkel a törzsszelvényt úgy, hogy annak koronavastagsága 0 legyen. A törzsszelvény egyenes homlok- és hátfalu támasztó falaknál tehát háromszög, tört hátú falaknál legtöbbször trapéz.



205. ábra

nyert  $e'_1, e'_2, \dots$  pontokat összekötve megkaptuk az eredő metszéspontjának mozgását jelző görbét. Ha most  $b$  ponttól az alap vonalában tetszőleges 3 egységet mérünk fel, és ennek végpontjától a homlokfalal párhuzamos egyenesre 2 egységet, és  $e$  pontot összekötjük a  $b$  ponttal, kapunk egy egyenest, amelynek az alapsikkal és a homlokfalal párhuzamos koordinátái úgy aránylanak, mint  $3:2$ . Ez az egyenes metszi az  $e'_i$  pontok görbéjét. E metszésponton át a homlokfalal húzott párhuzamos zárja be a keresett falszelvényt.

Az így szerkesztett falszelvény billenés ellen is állékony, valamint megfelel annak a feltételnek is, hogy hézagaiban húzó feszültség nem keletkezik. Hogy a fal a hézagirányu elmozdulás ellen kellőleg biztos, arról egyszerűen meggyőződhetünk, ha az eredőnek a hézag merőlegesével képzett szögét megmérjük. Még meg kell vizsgálnunk arra nézve is a falat, hogy ne lépjen fel egy hézagban sem, de az erre nézve legveszélyesebb, vagyis az alsó hézagban sem, az építő anyag-

A 205. ábrán alámetszet támasztó falat vettünk fel, és így a törzsszelvény  $abcd$  trapéz lesz. A 37.§.-ban leírt módon megszerkesztjük a földnyomást, legyen ez  $F$ . Meghatározzuk a törzsszelvény súlypontját, és abban az egységnyi hosszú falrész (tehát a szelvényterülettel is arányos) súlyával arányos erőt,  $Q_i$ -et működtetünk, természetesen az "F" nyomóerővel ugyanazon léptékben.  $F$  és  $Q_i$  erők eredőjét megszerkesztjük, amely  $R'$ eredő bizonyára még nem felel meg a stabilitás feltételének.

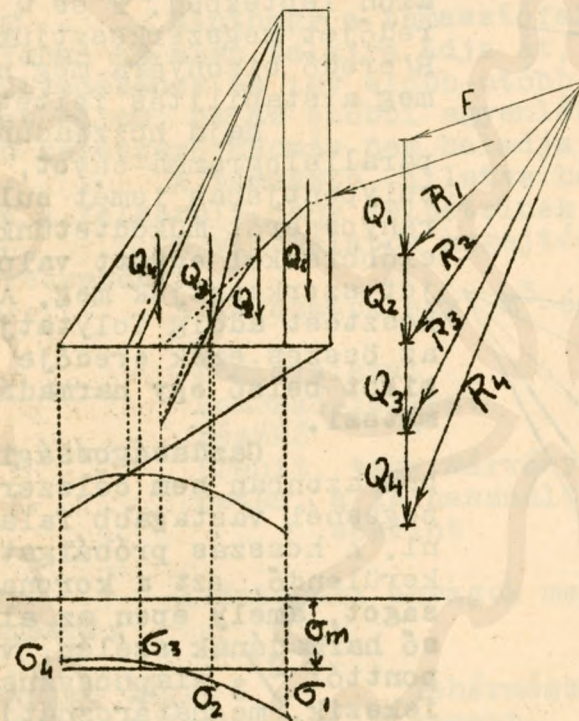
Majd hozzáadunk egy paralelogramma-sávot, ennek súlypontjában ismét súlyával arányos erőt működtetünk, és az előbbiekkal együtt való eredőjét szerkesztjük meg. A szerkesztést addig folytatjuk, míg az összes erők eredője az alapsíkot belső egy harmadában nem metszi.

Gazdaságossági nézőpontból azonban nem célszerű a szükségesnél vastagabb falat építeni. A hosszas próbálgatást elkerülendő, azt a koronavastagságot, amely épen az alap belső harmadának szélén, vagyis  $b$  ponttól  $\frac{2}{3}$  alaphosszusáigra fekszik, meghatározhatjuk úgy, hogy minden egyes sáv homlokfalának meghosszabbításába az alaponaltól felhordjuk a sávhoz tartozó részeredőnek az alapsikkal való metszéspontja és  $a, b$  pont közötti távolságot. Az így

ra megengedett legnagyobb igénybevételeknél. Az egyes sávokra kiszámítjuk a keletkező legnagyobb feszültséget, és tetszőleges léptékben a homlokfal meghosszabbítására felmérjük. Az így nyert szélső szálakban a homlokfal eltolásával változó élfeszültség görbáját azután metszésbe hozzuk az alapvonalal párhuzamosan, tőle a megengedett feszültség mértékének távolságára huzott egyenessel. A metszéspont adja azt a támasztófal-homlokfalát, amelynél a megengedett feszültségnél nagyobb nem keletkezik. Amelyik az első, vagy utolsó szerkesztés során nagyobb méretet ad, azt kell elfogadni kivitelre.

Végül még ellenőriznünk kell az alapra ható nyomást is, amely szintén nem lépheti túl az alap teherbírását. Ha a vizsgálat ennél nagyobb nyomást eredményezne, akkor a támasztó fal szelvényét - ha az a többi feltételnek egyébként megfelel - nem kell megváltoztatnunk, hanem csak az alapfalat kell - esetleg több rétegben is lépcsőszerűen - kiszélesíteni.

2.) A támasztó falak homlokrézsjének szerkesztéssel való meghatározása adott koronaszélesség mellett. A szerkesztés menete hasonló az előbbihez, csak hogy most a törzsszelvényt az adott koronavastagságban és függőleges homlokfalal vesszük fel.



Majd - az egyszerűbb szerkesztés végett lehetőleg egyenlő alappal - mind menedékesebb és menedékesebb részüket rajzolunk, és egymás után megszerkesztjük a rész-eredőket. Ha arra nézve végezzük el a szerkesztést, hogy a megengedett feszültség ne lépje túl a megengedett határt, akkor az élfeszültségeknek a homlokrézsjü szerint való változást adó görbét szerkesztjük meg és hozzuk metszésbe a megengedett feszültség mértékének távolságában huzott vízszintessel. Ha pedig arra nézve végezzük a szerkesztést, hogy a részeredők belül maradjanak a szelvény belső egy harmadában, akkor a rész-eredők támadási pontjának a fal hátsó alappontjától való távolságának változási görbáját szerkesztjük meg. A szerkesztések teljesen azonosak az előbb

206, ábra leírt eljárásokkal.

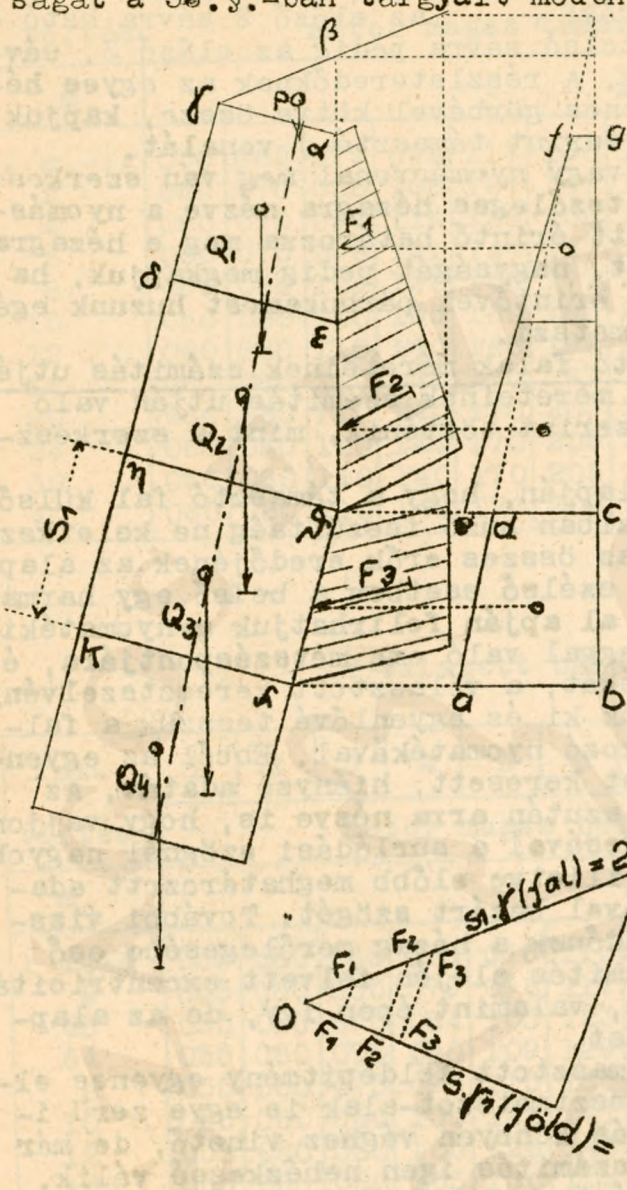
A támasztó falak nyomásvonalának megszerkesztése. A támasztó falak egészében fellépő hatásszenvedésről legjobb képet nyújtja a nyomásvonal. A nyomásvonal szerkesztése úgy történik, hogy a támasztó falat több - mindig a hézagok irányába eső - sávra bontjuk, és minden egyes sávra nézve meghatározzuk az eredőnyomást. Az egyes sávok eredőinek a sáv alsó hézagaival való metszéspontjait azután folytonos görbével kötjük össze. Ez a görbe a nyomásvonal. Az egyes sávok alsó hézagaiban a részeredők irányát e nyomásvonalhoz huzott érintő mutatja. Ha bármely tetszés szerint való hézagra vonatkozó nyomást ismer-ni akarjuk, akkor a nyomásvonalhoz, az illető hézaggal való metszéspontjához érintőt huzunk. Ez az érintő adja az illető hézagra eső eredőnyomás irányát és támadó pontját. A szerkesztés egyszerűbbé válik, ha a támasztó fal mellé a nyomás- (terhelési) diagramot is felrajzoljuk, különösen, ha a támasztó fal háta tört vonal. A szerkesztés menete egyébként a 207. ábrából jól kivehető.

A támasztó fal szelvényét 4 egyenlő magas sávra osztottuk, amelyeknek súlya  $Q_1 = F_1 \cdot \delta_1$ ;  $Q_2 = F_2 \cdot \delta_1$  stb. A súlyok mérő-

hosszuságának a 2 párhuzamos oldal felét vettük, és így az alaphosszu-  
ság:  $(\gamma_1 \cdot F = \frac{a+b}{2} \cdot s \cdot \gamma_1 = Q_1)$   $s \gamma_1$

A földnyomás nagy-

ságát a 38. §.-ban tárgyalt módon határoztuk meg (lásd a 179. ábrát), a



terhelési diagram-  
ja az abcdefg idom.  
A terhelési diagram-  
mot ugyanazon sávok  
vizzintesével szint-  
tén sávokra bontot-  
tuk, amely sávok ter-  
ülete szorozva a  
föld faj súlyával a-  
rányos e sávhoz tar-  
tozó földnyomással,  
a támadási pontju-  
kat pedig megkapjuk,  
ha e sáv - trapéz -  
területek súlypont-  
magasságát vetítjük  
a hátfalra. A rész-  
földnyomások irányát  
pedig a hátfal merő-  
legesével  $\varphi$  szög-  
gel elhajló egyenes  
adja meg. Hogy a  
számítást ne kell-  
jen elvégezni, a  
rész-földnyomások  
nagyságát az egyes  
trapézok párhuzamos  
oldalainak a felé-  
vel arányosan álla-  
pitottuk meg, és pe-  
dig ugyanazon alap-  
hosszuságra (v. p =  
= s.  $\gamma_1$ ), mint azt  
a falsúlyoknál tett-  
tük. (A földnyomás  
trapézeinek terüle-

$$\text{te } \frac{a_1 + b_1}{2} \cdot s_1,$$

207. ábra

a rész földnyomás pedig  $F_1 = \frac{a_1 + b_1}{2} s_1 \cdot \gamma$ , ahol  $\gamma$  = a föld faj-  
sulya. A mérőhosszuság pedig az előbbi  $p = s \cdot \gamma_1$  alapra vonatkoztat-

va  $\frac{a_1 + b_1}{2} \frac{s_1 \gamma}{s \cdot \gamma_1}$ , vagyis a földnyomás mérőhosszusága a földnyomás-  
sal azonos erőléptékben kifejezhető, mint a részterületek párhuzamos

oldalainak fele szorozva  $\frac{s_1 \gamma}{s \cdot \gamma_1}$  tényezővel. (A szorzást sugárrendszer-

rel végezzük el, grafikusán.) - Minthogy a támasztó fal koronáját föld-  
réteg fedi, ennek súlyát ugyanazon erőléptékben P-vel jelöltük meg, a  
mérőhosszuságot szintén grafikus segédszerkesztéssel határoztuk meg,  
b.i. az  $\alpha \beta \gamma \Delta$ -et előbb átalakítottuk vele egyenlő területű, de  $s_1$  ma-

gasságu háromszöggé, amely háromszög fél alaphosszusága szorozva  $\frac{s_1 \gamma}{s \cdot \gamma_1}$   
tényezővel adja a keresett "P" mérőhosszuságot. Az első sáv felső he-  
zagára eső terhelés a P erő, támadási pontját pedig a "P" határvonalá-



nak az  $\alpha \chi$  hézaggal való metszése adja. Az első sávra ható erők  $P_1, F_1, Q_1$  amelyeknek eredőjét meghatározva, határvonalát metszésbe hozzuk a

$E_0$  hézaggal. A második sávra hatnak ugyanazon fenti  $P_1, F_1$  és  $Q_1$  erők hozzáadva a  $Q_2$  és  $F_2$  erőket: eredőjüket az  $\eta^V$  hézaggal hozzuk metszésbe. Ép így a 3. sávra ható erők az előző 2 sávra ható erőkön kívül az  $F_3$  és  $Q_3$  erők, az utolsó sávra pedig az előző 3. sávra ható erőkön kívül még a  $Q_4$  erő is. A részleteredőknek az egyes hézagokkal való metszéspontjait folytonos görbével kötve össze, kapjuk a támasztó fal nyomás- (vagy mások szerint támasztó-) vonalát.

Ha a támasztó, vagy nyomásvonal meg van szerkesztve, akkor egyszerű szerkesztéssel tetszőleges hézagra nézve a nyomásvonalhoz a hézag metszéspontján húzott érintő határozza meg e hézagra eső eredőfalnyomás irányát és helyét, nagyságát pedig megkapjuk, ha az erőpolygonban az "0" ponton át az érintővel párhuzamost húzunk egészen addig, amíg az erőpolygont nem metszi.

**3.) A támasztó falak méreteinek számítás útján való meghatározása.** A támasztó falak méreteinek számítás útján való meghatározása ugyanazon nézőpontok szerint történik, mint a szerkesztés.

Azon feltétel alapján, hogy a támasztó fal külső stabilitása biztosítva legyen és a falban húzó feszültség ne keletkezhessek, vizsgálva a támasztó falat, az összes erők eredőjének az alap-hézagot belső egy harmadában - tehát szélső esetben a belső egy harmad külső szélén - kell metszenie. Ennek alapján felírhatjuk a nyomatéki egyenletet az eredőnek az alaphézaggal való eme metszéspontjára, és pedig a támasztó fal súlyának nyomatékát, a választott keresztmetszvények és a falsúly függvényében fejezzük ki és egyenlővé tesszük a falnyomásnak ugyanerre a pontjára vonatkozó nyomatékával. Ebből az egyenletből kiszámíthatjuk a keresztmetszet keresett, hiányzó adatát. Az így kapott méretet még megvizsgáljuk azután arra nézve is, hogy vajjon az eredő nem zár-e be a hézag merőlegesével a surlódási szögnél nagyobb szöget, vagyis kiszámítjuk az adott, illetve előbb meghatározott adatokból az eredőnek a hézag merőlegesével bezárt szögét. További vizsgálatunk során kiszámítjuk még az eredőnek a hézag merőlegesébe eső összetevőjét és ebből, valamint a számítás elején felvett excentricitásból a hézagra ható legnagyobb nyomást, valamint épen így, de az alapfalazat alsó síkjára ható hézagnyomást.

Ameddig a megtámasztott földépitmény egyenes elhatárolással bír, és a választott keresztmetszet-alak is egyszerű idom, a számítás útján való meghatározás könnyen véghez vihető, de már törthát- és földhatárvonal esetében a számítás igen nehézkesé válik. A nagyobb pontosságot pedig kétségesé teszi az adatok felvételében való bizonytalanság (a föld fajsúlya, surlódási hajlásszög, a kohézió teljes elhanyagolása stb.) épen ezért a gyakorlatban inkább a szerkesztés szokásos.

Hazánkban a vasutakra vonatkozólag a támasztó és bélésfalak méretei szabványosan vannak előírva. Alakjuk a 38.§. A pontjában közölt ábrákból vehető ki. A támasztó falak hcmlokrészűje rendszeren  $1/5$  hajlásu, míg a koronavastagság a fal és a túltöltés magasságával változik. A változó koronavastagság Rendelet szerint kiszámított következő táblázatból olvasható ki, megjegyezvén, hogy e méretek csak az előbb leírt alakban és legalább  $m^3$ -enkint 2100 kg. súlyu anyagból készült falakra alkalmazhatók és könnyebb falazati anyag esetén a koronavastagság a súly viszonyában növelendő. Kőrakásszerű háttöltés, avagy bélésfalaknál pedig szilárd bevágási anyagban a táblázatból kiolvasott méretek  $1/20$ -al csökkenthetők.

Falazott támasztó falak koronaszélessége

Tul-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
töltés	méter magas támasztó fal koronaszélessége														
m.	méterben														
1 m.-ig	060	065	079	098	117	136	155	174	192	212	249	287	224	362	410
2	060	070	086	106	127	147	168	179	209	229	271	312	352	394	435
4	060	070	092	114	136	158	180	202	224	246	290	334	377	421	465
6	060	075	098	121	144	167	191	213	237	259	305	351	398	444	490
8	060	080	104	128	152	177	201	225	249	274	322	370	418	467	515
10	060	080	110	135	160	185	210	235	260	285	335	385	435	485	535
12	060	080	110	140	166	192	218	244	270	296	347	400	451	503	555
16	060	080	110	140	170	197	225	252	279	307	362	416	471	526	580
20	060	080	110	140	170	205	234	262	291	319	377	433	490	548	605
24	060	080	110	140	170	205	238	270	300	329	388	448	506	568	650
30	060	080	110	140	170	205	238	270	305	340	402	464	526	588	650
40	060	080	110	140	170	205	238	270	305	340	413	481	544	607	670

A falazott bélésfalak koronaszélessége.

Tul-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
töltés	méter magas bélésfal koronaszélessége														
m.	méter														
1 m.-ig	055	060	065	078	096	115	133	151	170	188	224	261	297	334	370
2	055	060	065	079	098	117	136	154	173	193	230	267	305	343	381
43	055	060	070	084	103	123	142	161	180	199	237	276	314	353	391
64	055	060	070	090	109	129	148	168	188	207	246	285	324	363	403
8	055	060	075	095	115	135	154	174	194	214	253	293	333	373	412
10	055	060	080	100	120	141	161	181	202	222	262	302	342	383	423
12	055	060	080	105	126	146	166	187	207	228	269	310	351	392	433
16	055	060	080	105	130	152	173	195	216	238	282	324	368	411	454
20	055	060	080	105	130	155	178	201	224	246	292	338	383	429	475
24	055	060	080	105	130	155	180	205	229	254	302	351	399	448	496
30	055	060	080	105	130	155	180	205	233	266	314	368	421	475	528
40	055	060	080	105	130	155	180	205	233	260	320	385	450	515	580

A közutak támasztó falai az állami előírás szerint tekintet nélkül a magasságra 0,60 m. koronaszélességgel készülnek, de ezzel szemben hcmlokrézcsüjük hajlása  $\frac{1}{4}$ .

A pillérek között boltozatszerűen kiképzett támasztó falak méreteinek megállapítása a falnyomás meghatározása után a boltzatok elmélete alapján történik.

**B. A fából való támasztó és bélésfalak méretezése.**

A cölöpözött támasztó falak cölöpei egyvégükön befogott tartók, amelyekre a falnyomás hat. Legnagyobb nyomaték a befogás helyén keletkezik, s így tehát ez a nyomaték lesz irányadó a cölöpök méreteinek a megállapítására. Legjobb a falnyomást egy cölöpközre megállapítani, mert akkor fennomlított nyomatéki egyenlet alapján

azonnal kiszámíthatjuk egy cölöp átmérőjét. Itt még csak azt szeretném megemlíteni, hogy a cölöpözés nem felel meg teljes befogásnak, tehát jó, ha vagy a cölöp kihajlási hosszúságát vesszük valamivel nagyobbra, mint annak a földből kiálló magassága, vagy a megengedett igénybevételt csökkentjük. Ha a cölöpök hátrafelé le vannak horgonyozva, akkor a cölöp, mint egy végén befogott, és a horgonyzás helyén alátámasztott tartó méretezendő. A horgonyzásra használt cimborakötőre, avagy sodronykötélre pedig a bekötés helyén fellépő felszabadító erőnek az irányába eső összetevője, mint húzó erő hat. A cölöpök mögött hátfalul szolgáló pallók, vagy gerendák több helyen alátámasztott és a földnyomás hajlított tartók egyszerűség kedvéért rendszeren, mint egy cölöpközre átérő két végükön alátámasztott tartók legnagyobb nyomatékának 0,80 -a alapján méreteztetnek, elhanyagolva azt, hogy a terhelés nem esik a pallók, vagy gerendák semleges tengelyébe. Minthogy a földnyomás alulról felfelé mindinkább csökken, a gerendák, illetve pallók is mindinkább vékonyabbra volnának vehetők, de a gyakorlatban az egyszerűbb kivitel végett a gerendák, illetve pallók egyenlő, magasabb falaknál esetleg szakaszonként változó vastagságban szoktak készülni, amikor is a legalsó sorban elhelyezett gerendák hatásszenvedése lesz az irányadó a méretek megállapításánál.

Köszekrényműves támasztó, vagy bélésfalak szilárdsági vizsgálata hasonlóképen történhetnék, mint a falazottaké, azzal a különbséggel, hogy e szerkezeteknél a veszélyes bontó hatást a hézagokra ható nyomásnak a hézagok, de főleg az alaptalaj síkjában fellépő összetevője idézi elő, amelynek csak a surlódás áll ellen. Megjegyezzük, hogy ily szerkezettel magas támasztó és bélésfalakat - a gazdaságosságra való tekintettel - nem igen szoktak építeni, a 2-3 m. magas ily támasztó falak állékonysága - kivéve különleges nagy terheléseket, vagy magas túltöltést - már szerkezetüknél fogva van biztosítva úgy, hogy ily esetekben a szilárdságtani vizsgálatról el is tekinthetünk.

A vasbeton támasztó falak hatásszenvedését már e falak szerkezetének ismertetésénél vázoltuk, méretezésük tehát ennek alapján a vasbetétes beton-szerkezeteknél szokásos módon ejtendő meg.

## X. fejezet.

### Földművek védelme.

#### 40.§. Töltések bomlása és az ellene való védekezés.

A földművek bomlását leginkább a behatoló víz okozza, amely azután a földmű elemeinek egymáshoz való tapadását és egymáson való surlódását csökkenti, sőt a töltésből távozó víz ki is moshatja a földanyag kolloidális alkotó részeit. A földművek bomlását általában a legkisebb mértékre szoríthatjuk töltéseknél, ha azokat jó anyagból készítjük. A rossz töltésanyagot raktározzuk oldalt. Nedves, vagy fagyos anyagot semmi esetre se használjunk, nehogy az anyaggal együtt belevigyük a töltésbe a káros vizet. Különösen fagyos anyag használata igen káros, mert nagy töltések belsejében a fagy sokszor csak hónapok után enged, és a felszabaduló víz akkor idézi elő a töltés bomlását. Ha rosszabb anyagot kell felhasználnunk, akkor azt mindig a töltések belső részébe vigyük és csak ennek megtörtént ülepedése után, kívül, meg felül a töltéstestet készítsük vízvezető, jó anyagból.

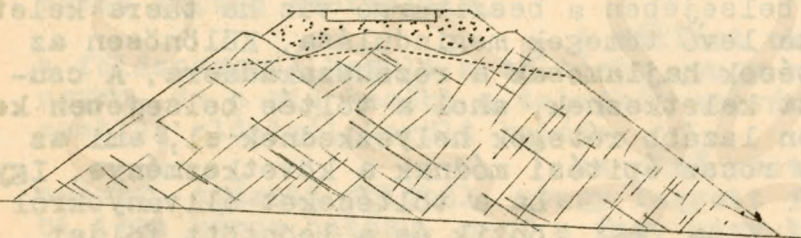
Természetesen, ha a rossz anyag vizet át nem bocsát

tó, szivárgókkal mindig kellő víztelenítésről is kell gondoskodnunk. Ily rossz és megbizhatatlan töltésanyag az agyag, vagy agyagos föld. Utóbbi kisebb-nagyobb homoktartalma, szerint változtatja vízbocsátó képességét. Tiszta agyagos földből lehetőleg ne készítsünk töltést. Elég jó megoldás, ha agyagból a töltést a korona szintje alatt 100 m.-nyire készítjük csak, míg a felső részt homokból, vagy kavicsból. A rézsűket természetesen burkolni, vagy gyepesíteni kell. Lehet esetleg a rossz anyagot vízszintes rétegenként homokkal, sálakkal keverni, mindenkor azonban a felső réteget vízátbocsátó, jó anyagból kell készíteni. A víztelenítésről szivárgók, a rézsűk védelméről a gyepesítés gondoskodik.

Vasuti alsóépitménybe a víz felülről is beszüremlik, ha pl. a kavicsréteg vékony, vagy pedig agyagos földből készített töltéseken gyakori az az eset, hogy a kavicsréteg a sínek felfekvése alatt jobban benyomódik az alsóépitmény koronájába, a lágy töltésanyag pedig oldalt és a sínek között a nyomásnak kitérve fel is tűremlik. Ez által a benyomódott kavics vízcsákokban fekszik, amelyből az összegyűlemlő víz nem tudván lefolyani, beszivárog a töltésbe és azt átáztatja. A víz eltávolítására 4-6 m. közökben u.n. felépitményi szivárgót készítünk, t.i. lehetőleg talpfák között meredek oldalu, a tengelytől mindkét oldalra 5-10 % esésben árkot vágunk, azt kővel kitöltjük és ezáltal a vízcsákoknak lefolyást biztosítunk. A megújított kavicsréteg alsó részét is e szivárgók felé esésben képezzük ki. Leg-



208. ábra



209. ábra

jobb oly anyagokból készült töltésekben, amelyekben vízcsákok keletkezése előre látható, ezeket a felépitményi szivárgókat az alsó építményi munkával egyszerre elkészíteni.

Ártérben épült töltésekbe víz kerülhet az árvíz nyomán is, amely különösen veszélyessé válik akkor, ha a töltés az árteret szeli, és így a töltés mögé is duzzad az ár. Hogy apadáskor a töltés el ne zárja a víz lefolyását, jó a töltés árjárta alsó részét kőből készíteni, amelyen keresztül a visszavonuló ár is átszivárghat anélkül, hogy a töltést megbontaná.

A töltések bomlását tehát megakadályozhatjuk legtöbbször, ha a földmunkát gondos kivitelben készítjük el, vagyis csak megfelelő anyagot használunk fel, az alapozást és a talaj esetleg szükséges szárítását lelkiismeretesen elvégezzük, a töltést kis rétegekben töltjük és végül a rézsűhajlásokat helyesen választjuk meg.

A töltések bomlásának a következő alakjait ismerjük:

1.) A rézsűk hámlása. A töltések rézsűin egyes földgörmögök megindulnak és lefelé gurulnak. Nem veszélyes, ha ideje korán megszüntetjük. Oka a rézsűhajlás helytelen megválasztása, a rézsű túlságosan meredek. Elkerülhető, ha a rézsűt helyesen választjuk meg, avagy a rézsűt megfelelő módon burkoljuk. Megjegyzendő, hogy földnemi anyagokból készült rézsűkön, ha azokat nem gyepesítjük be, bizonyos fokú hámlás mindig be fog állani, különösen a rézsűn lefolyó csapadékvíz fogja azt elősegíteni. Epen ezért az ily anyagból épült töl-

tések rézsűit mindig be kell gyepesíteni, vagy más burkolattal ellátni.

Ha a hámlás beállott, a helyreállítás úgy történhetik, hogy a rézsűk menedékesebbé tételéhez szükséges földet a töltés oldalához hozzátöltjük. Ez a földhozzátöltés nem történhetik

tulságosan vékony rétegben. Hogy a csapadékvíz az ujonnan rátöltött részt le ne mossa, előbb a meglevő rézsűt rovatkolni, vagy lépcsőzni kell és a hozzátöltött anyagot döngölni.

Lehet a hozzátöltött részt döngölt földből készített lábbal is megtámasztani. Ilyenkor a víztelenítésről sem szabad elfelejtkezni.

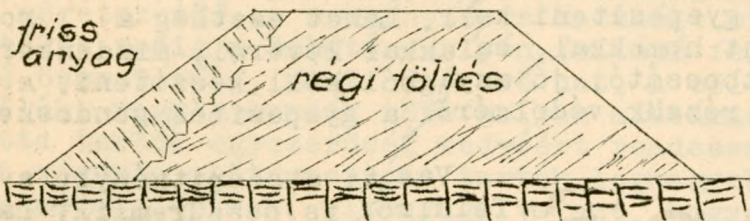
Mindkét esetben a rézsűt minél előbb be kell gyepesíteni.

A rézsűszakadás már az előbbinél sokkal veszedelemesebb. Rendesen a baj kezdetén a rézsűkön repedések, majd ezek mentén kagylószerű leválásck jelentkeznek. Ezek a leválások idővel oly nagy mér-

téket vehetnek fel, hogy az egész forgalmat veszélyeztethetik. A rézsűszakadás oka mindig a töltés belsejében a beszivárgó víz ha társra keletkező csuszó rétegen a felette levő tömegek megindulása. Különösen az agyagos földből készült töltések hajlamosak a rézsűszakadásra. A csuszó felületek rendszerint ott keletkeznek, ahol a töltés belsejében kevésbé vízáteresztő rétegeken lazább rétegek helyezkednek el, ami az egyenetlen ülepedésnek, vagy rossz építési módnak a következménye. Így ha a töltéseket állványokról öntik és a leöntött földet nem terítik el vékonyabb vízszintes rétegekben, a töltés közepén mindig jobban tömörített lesz az anyag, a széleken pedig lazább. A lazább rétegek nem kötnek jól a középső tömörebb maggal és így a beszivárgó víz a tömött mag határan sebességcsökkenés következtében torlódik és a felületet csuszóssá teszi. Ferde terpen agyagos földből készített töltéseken, ha a töltés két oldala között nagy magasságkülönbség van, az egyenlőtlen ülepedés következtében a töltésen ferde repedések is keletkezhetnek, amelyek mentén beszivárgó víz szintén töltésszakadásra szolgáltathat okot.

Megelőzhetjük a bajt, ha a töltéseket legfeljebb 0,60 m. magas vízszintes rétegekben készítjük; állványról való töltésnél pedig a leöntött földet ily rétegekben gondosan elgyepesítjük; rossz, zsiros anyagot nem használunk; hegyoldalokban a töltést jól alapozzuk és legalább az alsó rétegeket elterítés után tömörítjük is.

Ha a kagylószerű repedések már jelentkeztek, a további bomlásnak utját szeghetjük a repedéseknek száraz föld-



210. ábra



211. ábra

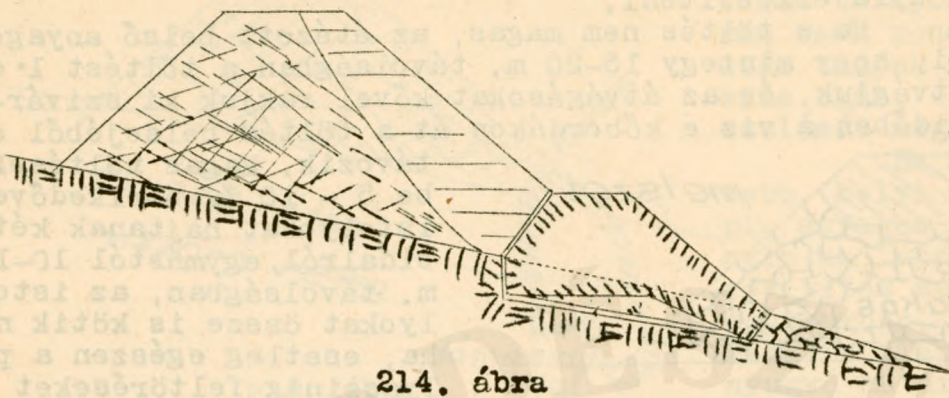
téket vehetnek fel, hogy az egész forgalmat veszélyeztethetik. A rézsűszakadás oka mindig a töltés belsejében a beszivárgó víz ha társra keletkező csuszó rétegen a felette levő tömegek megindulása. Különösen az agyagos földből készült töltések hajlamosak a rézsűszakadásra. A csuszó felületek rendszerint ott keletkeznek, ahol a töltés belsejében kevésbé vízáteresztő rétegeken lazább rétegek helyezkednek el, ami az egyenetlen ülepedésnek, vagy rossz építési módnak a következménye. Így

ha a töltéseket állványokról öntik és a leöntött földet nem terítik el vékonyabb vízszintes rétegekben, a töltés közepén mindig jobban tömörített lesz az anyag, a széleken pedig lazább. A lazább rétegek nem kötnek jól a középső tömörebb maggal és így a beszivárgó víz a tömött mag határan sebességcsökkenés következtében torlódik és a felületet csuszóssá teszi. Ferde terpen agyagos földből készített töltéseken, ha a töltés két oldala között nagy magasságkülönbség van, az egyenlőtlen ülepedés következtében a töltésen ferde repedések is keletkezhetnek, amelyek mentén beszivárgó víz szintén töltésszakadásra szolgáltathat okot.

Megelőzhetjük a bajt, ha a töltéseket legfeljebb 0,60 m. magas vízszintes rétegekben készítjük; állványról való töltésnél pedig a leöntött földet ily rétegekben gondosan elgyepesítjük; rossz, zsiros anyagot nem használunk; hegyoldalokban a töltést jól alapozzuk és legalább az alsó rétegeket elterítés után tömörítjük is.

Ha a kagylószerű repedések már jelentkeztek, a további bomlásnak utját szeghetjük a repedéseknek száraz föld-

del való betömékélésével. Megtörtént töltésszakadás után a lecsuszott, rendszeren vizes anyagot eltávolítjuk, és száraz anyagból döngöléssel lábat készítünk, amelyre jó anyagból a töltést kiegészítjük. A hozzá-



214. ábra

töltött részt lépcsőzéssel kötjük be a megmaradt földbe. A tömörített láb mellett a töltésből összegyűlő vizet szivárgóval kell elvezetni.

Ha a töltésszakadás nagy mérvű, lehet az átázott anyag eltávolítás után a töltés lábánál száraz falat készíteni, amelyre a jó anyagból

való kiegészítő töltés rátámaszkodik. Helyreállítás után a rézsűket begyepesítjük, vagy burkoljuk.

3.) A töltések mállása, vagy szétnyomódása mindig a töltések átázásának következménye. A víz a földanyagot annyira megpuhítja, hogy teherbirása megszűnik, és nemcsak a forgalom, de sokszor már a felette levő föld nyomása alatt is szétnyomódik, néha szinte szétfolyik. A töltések eleinte megroskadnak, majd a baj előrehaladtával az alsó rétegek péppé ázva a felsők nyomása alól kitérnek és az egész töltés szétmállik.

A mállást okozó víz vagy építéskor magával a földanyaggal került a töltésbe, vagy a töltés száraz anyagból készült ugyan, de a víz később a talajból szivárgott fel, vagy pedig felülről, esetleg oldalról került beléje.

Az első eset akkor áll be, ha a töltés nedves, átázott földből, avagy fagyott földből épült; különösen az utóbbi igen káros hatású, mert a fagy nagy töltések belsejében sokszor több hónap eltelte után kezd csak engedni, a fagyott föld nagy üregeket hagyó rögei szétesnek, a töltés megrokkán, a fagyos földből felszabaduló víz pedig nem találva lelyást, a földet annyira átáztatja, hogy péppé válik. Ha az épülő töltést munka közben nagy és tartós esőzések érik, ez szintén oka lehet a töltés belső átázásának, és így a mállásnak.

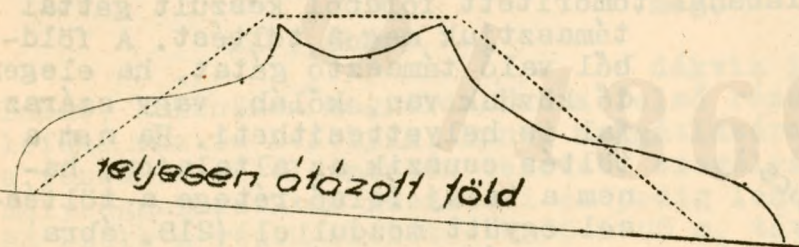
Ha vizes talajon annak kiszáritása nélkül töltünk, a víz a kapillaritásnál fogva szintén felszivódhat a töltés belsejébe.

De kerülhet a víz a töltésbe felülről, és pedig például a §. elején említett felsőépítményi vízcsákokból, vagy a töltéskoronán, esetleg a rézsűkön levő repedéseken keresztül, sőt hegyoldalon akkor is, ha a töltés lába mellett vízvezető árkot nem építünk,

vagy azt meg nem felelő módon, kellő esés nélkül készítjük, avagy tisztán nem tartjuk.

A bomlás elkerülésére tehát az építkezéseknél a következőkre kell ügyelnünk:

Csak száraz anyagból töltünk, fagyott anyagot semmi esetre ne használjunk fel; ha munka közben eső esik, a lehulló vizet árkokkal azonnal ki kell vezetni a

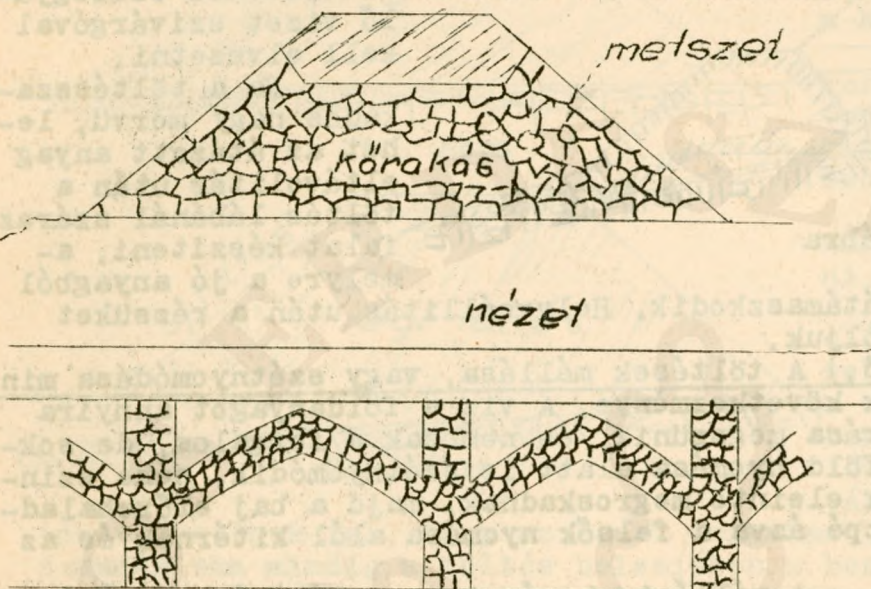


215. ábra

töltésből, a töltés helyén a talajt jól ki kell száritani, a hegyoldalon a vízvezető árkot megfelelő módon kiépíteni, a felsőépítményi vízcsákok keletkezését szivárgókkal és kellő vastag kavicsággal megakadályozni, a töltések rézsűit gondosan karban tartani, egyenetlenségeket kiegyenlíteni, a repedéseket száraz anyaggal betömöködni, a rézsűt fűmaggal bevetni stb.

Ha a mállás már jelentkezik, akkor mindenképp előt a viznek további beszivárgását kell megakadályozni, és a már átázott töltést kiszáritani. Előre-haladt málláskor nem marad más hátra, mint az ázott anyagot teljesen eltávolítani és megfelelő módon száraz, jó anyagból a töltést újra elkészíteni.

Ha a töltés nem magas, az átázott belső anyagot úgy száríthatjuk ki, hogy mintegy 15-20 m. távolságban a töltést 1.6 - 2.00 m. szélesen átvágjuk, és az átvágásokat kővel rakjuk ki szivárgószerűen. Száraz időben a víz e kőbordákon át a töltés beldejéből el-



távozik. Magas töltésekbe 5 - 10 ‰ emelkedővel istolyokat hajtanak két oldalról, egymástól 10-15 m. távolságban, az istolyokat össze is kötik néha, esetleg egészen a pályaszínig feltöréseket is készítenek, és a vajatokat kővel rakják ki szivárgószerűen. Mállásra hajló anyagból - pl. agyagból - készült töltéseket már építéskor kell szivárgó hálózattal ellátni.

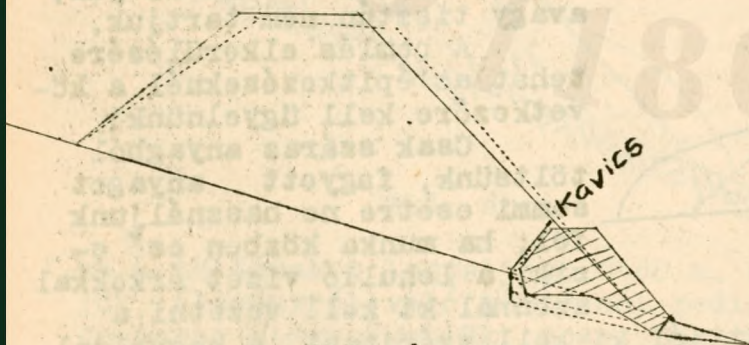
#### Töltéscsuszások

nyugtalan terepen fordulnak elő, ha előzőleg a töltések alapozása során a talajnak a csuszó rétegig való kiszáritását vagy egyáltalában nem, vagy nem kellő gonddal végeztük el.

De csuszás léphet fel akkor is, ha a különben nyugodt talajon fekvő töltéseket hegylejtőn nem alapoztuk, vagyis az alapot nem lépcsőztük, nem fogasztuk.

A töltéscsuszásokat tehát legtöbbször elkerülhetjük gondos alapozással, vagy nyugtalan terepen a csuszó rétegig terjedő

talajszáritással. A csuszás beálltakor a helyreállítás, ha a csuszást egyébként nyugodt talajon a kellő alapozás elmaradása okozta, úgy történhetik, hogy a töltés lábánál tömörített földből készült gáttal



217. ábra

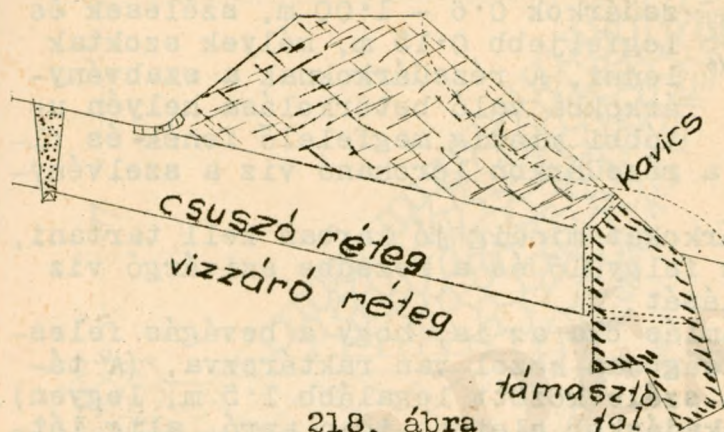
támasztjuk meg a töltést. A földből való támasztó gátat, ha elegendő kövünk van, kőláb, vagy száraz fal is helyettesítheti. Ha nem a töltés csuszik az altalajon, hanem a talaj felső rétege a töltéssel együtt mozdul el (218. ábra) egy alsóbb csuszó rétegen, akkor csak száritással segíthetünk. Így pl. a töltés lábától mintegy 5 m.-nyire szivárgót készítünk egészen a vízzáró rétegig a felső réteg kiszáritására, a megindult töltést

pedig az alsó oldalon egészen a vízzáró rétegig alapozott, tömörített földből készített lábbal, esetleg kőlábbal, vagy fallal támasztjuk meg.

A támasztó láb, vagy fal mögött összegyűlemlő vizet szivárgóval kell átvezetni.

Ha a töltéscsuszás nyugtalan talajon lépett fel, gyakran csak gondos tanulmányozás után tudjuk megállapítani a csuszás okát, és ennek helyes orvoslását megtalálni.

Ha a csuszás csak kisebb, helyi jelentőségű, mint pl. agyagos altalajban néha kisebb hajlatokban lép fel, a helyreállítás során a csuszós részt egyszerűen, egészen a vízzáró rétegbe alapozott pilléreken nyugvó műtárggyal is áthidalhatjuk.

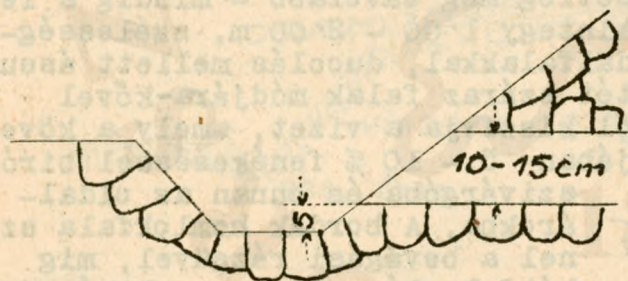


218. ábra

#### 41.§. A bevágásck bomlása és az ellene való védekezés.

1.) A rézsűnéhlás hasonló jelenség, mint a töltések-nél. Oka vagy a rézsű lábának beázása, vagy a rézsű tulságosan meredek volta, vagy a légköriek behatása. Megelőzhető tehát először is a bevágási szabványárkoknak megfelelő szelvényben és esésben való kiképzésével és gondos tisztán tartásával. A rézsűről leguruló, leváló földrészecskék könnyen betömhetik a szabványárkot, minek következtében a víz benne visszaduzzad, és beszivárogya a rézsű lábába, azt átáztatja. De mállásra hajlá anyagban, vagy, ha az ároknak tulságosan nagy az esése, a szelvényárkokban folyó víz az árok fenekét és a rézsű lábát is moshatja s így a felette levő föld támasztékát veszítvén, lehámlik, esetleg leszakad. Épen ezért kell az árok fenekét nagy esésű pályaszakaszokon lépcsőzni, laza talajban pedig az árok fenekét és oldalát vízzáró, 15 cm. vastag cementhabarcsba rakott kő, vagy betonburkolattal

ellátni, esetleg kifalazni, de emellett a fal mögött összegyűlő viznek átvezetésére 10-15 m. távolságokban az árok feneké felett 5 cm. magasságban betorkoló nyílásokat készíteni. Ha a hámlás erős, akkor a rézsűt kell leásni olyan menedékesre, amilyen a bevágás-anyag állékonyságának megfelel. A légköriek ellen a rézsűt gyeppesítéssel, vagy burkolattal védjük meg.



219. ábra

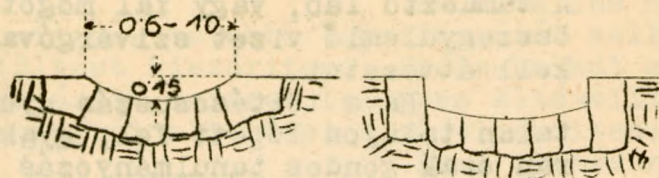
lását, különösen hegyoldalban a felső rézsűét, mert ezen a hegyoldalon lefutó víz is lefolyik. Ennek meggátlására igen jó szolgálatot tesznek a rézsű felső éle mentén vezetett szegélyárkok. Ezeket 0.3 - 0.5 m. mélységgel szokták készíteni és pedig lehetőleg úgy, hogy az árok alsó széle a rézsű szélétől 0.60-1.00 m. távolságban legyen. A szegély-

árkok természetesen csak akkor felelhet meg céljának, ha mindig meg van a kellő esése és lefolyása. Az árkok vizét legtöbbször műtárgyakhoz vezetik le, de néha a ter- rep alakulata - pl. ha a bevágás kis mélyedésen (völgyeleten) halad át - szükségessé teszi, hogy a szegélyárkok vizét a rézsűn át



220.a) ábra





220.b) ábra

dal-burkolattal látandó el, hogy a rézsűárkon lerohanó víz a szelvényárkot ki ne moshassa.

A szegélyárkokat mindig jó karban kell tartani, mert a beiszapolt szegélyárkokban felgyűlő és a rézsűbe szivárgó víz még elő is segítheti a rézsű bomlását.

Lehet a hámlás oka az is, hogy a bevágás felesleges anyaga a rézsű széléhez túlságosan közel van raktározva. (A távolság a rézsű széle és a deponia széle között legalább 1.5 m. legyen).

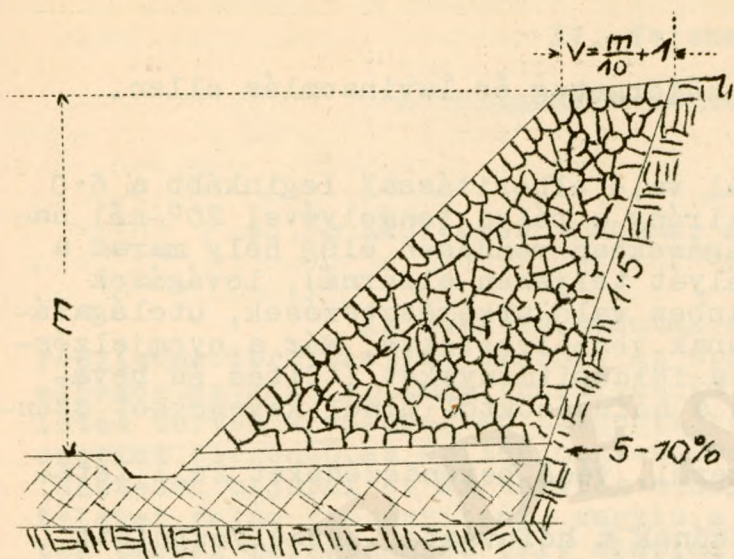
A rézsűszakadásakor eleinte igen apró, alig látható, majd nagyobb kagylóalakú repedések jelentkeznek, a repedések közelében vizes foltok, begyepesített rézsűkön élénkebb, savanyu füvekkel kevert növényzet látható, majd a foltok helyén a föld a kagylós repedések alatt elválik a rézsűtől és leszakad. A rézsűszakadást mindig a földbe beszivárgó víz okozza, amely ott a tömörebb rétegek felett levő talajt átázta, míg az átázott talaj kohézióját majdnem teljesen elvesztve a csökkentett surlódás folytán le nem válik. Az átázás oka lehet az is, hogy a mellékárkokat a rézsűről lehámló föld eldugta, a víz pedig hajszálcsöveségénél fogva felszívódva, a talajt átázta. Különösen az agyagos föld hajlik rézsűszakadásra. Ez t.i. nyáron erősen zsugorodik, s így a felületén megszámlálhatatlan sok apró repedés keletkezik, amelyeken keresztül a csapadékvíz behatolva a talajt átázta; még veszélyesebbé válik a helyzet a fagy beálltával, amikor is a talajban felgyülemlt viznek a rézsűhöz közel levő része megfagy, és ez a fagyott rész most már teljesen elzárja a víz útját attól, hogy a felszínre kerülhessen. A víz a fagyott föld mögött összegyűl, és rendszeren tavasszal a rézsű leomlását okozza.

Helyreállításakor legelőször is a leszakadt és az oldalárkokat is elzáró, átázott földet kell eltávolítani, majd a rézsűt kiszáritani és megtámasztani. Ez rendszeren bordákkal történik. A bordák egymástól mintegy 5-10 m, esetleg még távolabb - mindig a legjobban átázott részeken keresztül - mintegy 1.00 - 2.00 m. szélességben készülnek. A bordákat meredek oldalfalakkal, ducolás mellett ássuk ki és kőrakásszerűen, látható felületét száraz falak módjára kővel töltjük ki. A borda a környező földből kiszívja a vizet, amely a kövön keresztül átszüremlik a borda aljában 5 - 10 % fenékeséssel bíró szivárgóba és onnan az oldalárkokba. A bordák homlokfala színel a bevágási rézsűvel, míg hátfala lépcsősen van kiképezve. A borda felső vastagságát úgy szokták kiszámítani, mint a száraz falakét, vagyis

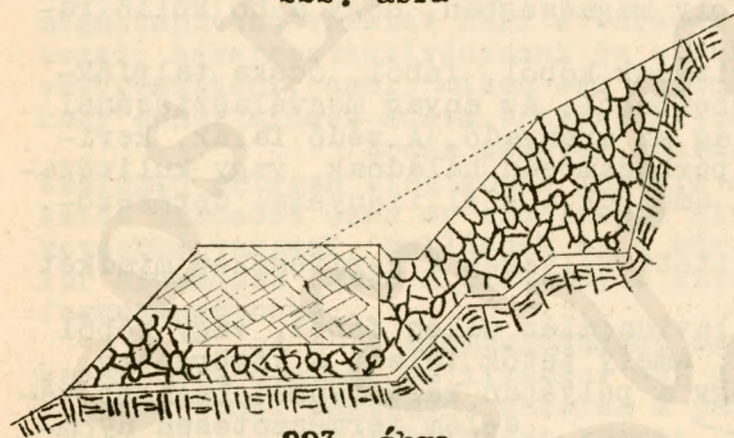
$$v = \frac{m}{10} + 1.00 \text{ méter}$$

Ha a borda még leszakadás előtt készül, amikor a nedves foltokból még csak következtetünk várható szakadásra, akkor a borda hátfala rendszeren  $\frac{1}{5}$  hajlásban épül. A rézsűt alul, helyreállításoknál legtöbbszörre kő-

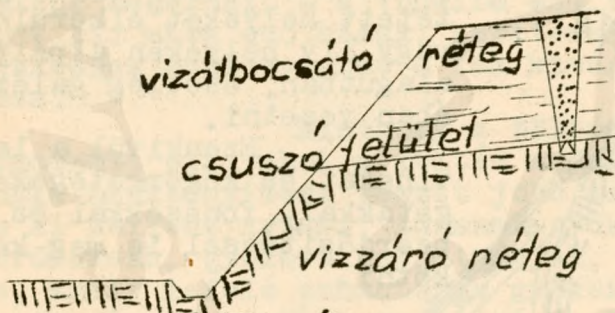
rakással gyámolítják, amely kőrakásba futnak be a bordák is. Ezenkívül szokták még - de különösen helyreállításoknál - a bordákat egymás kö-



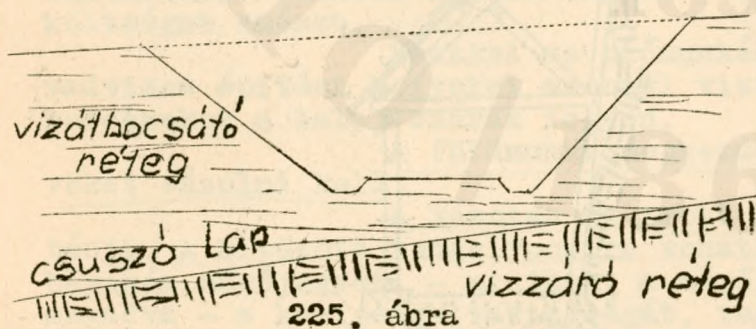
222. ábra



223. ábra



224. ábra



225. ábra

zött a rézsűn lapos, vagy csu-  
csos boltozatszerű kőkirakások-  
kal összekötni, amelyek a bor-  
dák között levő rézsűt a beomlás  
ellen megvédik. (222. ábra). Le-  
vágások, vagy vegyes szelvények  
bevágási rézsűin a rézsűszakadás  
meggátolására, - vagy helyreállí-  
táskor - a bordákat gyakran keresz-  
tül viszik a töltésen is úgy,  
hogy a bordák szivárgóin lefolyó  
viz a töltésrész alatt a terep  
felszínére ömlik. (223. ábra).

A rézsűszakadás megaka-  
dályozására megkísérelték a ré-  
zsűnek talajcsövekkel való szá-  
rítását is, de nem sok eredmén-  
nyel, mert a talajcsövek könnyen  
bedugultak. Ha a tömörebb, a vi-  
zet kevésbé átteresztő talaj ha-  
tározott réteget alkot, lehet a  
rézsűszakadásnak gyakran a vizet  
jobban átengedő, tehát átázott  
talajnak a kevésbé átteresztő ré-  
tegbe mélyesztett, hosszúságban  
elhelyezett szivárgókkal való ki-  
száritásával elejét venni, de a  
bordák ilyenkor is hatásosabbak  
lesznek, és kevésbé dugulnak el.

A rézsűcsuszás nyugta-  
lan talajon lép fel. A csuszó ré-  
teg vagy szelheti a bevágás ré-  
zsűt, vagy pedig a bevágás alatt  
haladhat el. Rézsűomlás rendszeren  
akkor lép fel, ha az építést meg-  
előzőleg a talaj száritása nem  
történt kellő sikerrel. Az első  
esetben a rézsűn a csuszó réteg  
határán elhuzódó vizes folt ke-  
letkezik. A folt vonalszerű meg-  
jelenése jelzi a csuszólap helyét.

A baj előrehaladtával  
néha egészen forrásszerűen bugyog  
ki a víz a rézsűből. A csuszást  
csakis talajszáritással lehet  
megakasztani. Így ha csak kisebb  
mértvű a baj, akkor a vízátbocsá-  
tó rétegen át a csuszórétegbe leg-  
alább 30 cm.-nyire behatoló hosz-  
szúságban elhelyezett övszivárgó-  
val szárithatjuk ki a talajt, de  
ezt az övszivárgót oly messzire  
kell a rézsű szélétől elhelyez-  
nünk, hogy a szivárgó és a rézsű  
között fennmaradó földgát surló-  
dása egyensúlyozza a szivárgó fe-

lett levő csuszó tömeget, mert különben az övszivárgó csak még súlyos-  
bitja a helyzetet. Más esetekben sikerült a rézsűcsuszást erős bélés-  
falakkal felfogni, amelyen természetesen szivárgónyílások vezettek  
át.

Ha a csuszó réteg a bevágásfenék alatt halad, ak-  
kor a fellépő csuszások sokkal veszedelmesebbek. Ezeket csak gondos  
vizsgálat után istolyokkal való száritással lehet segíteni.

## 42.§. Védőberendezések hófuvás, kőgörgeteg és lavinaomlás ellen.

Hófuváskor hóval való elborítással leginkább a 6.0 m.-nél kisebb bevágások, ha a szélirány a pálya tengelyével  $20^\circ$ -nál nagyobb szöget zár be (a mélyebb bevágásokban rendszeren elég hely marad a hó lerakódására anélkül, hogy a pályát teljesen elzárná), levágások völgy felől jövő szélben, pályaszinben való utkeresztetések, utelágazások és végül alacsony töltések vannak veszélyeztetve. Már a nyomjelzésnél kell a pályát úgy vezetni, és a földépitményeket (töltés és bevágás) úgy megtervezni, hogy a pálya a hófuvásoktól minél kevesebbet szenvedjen.

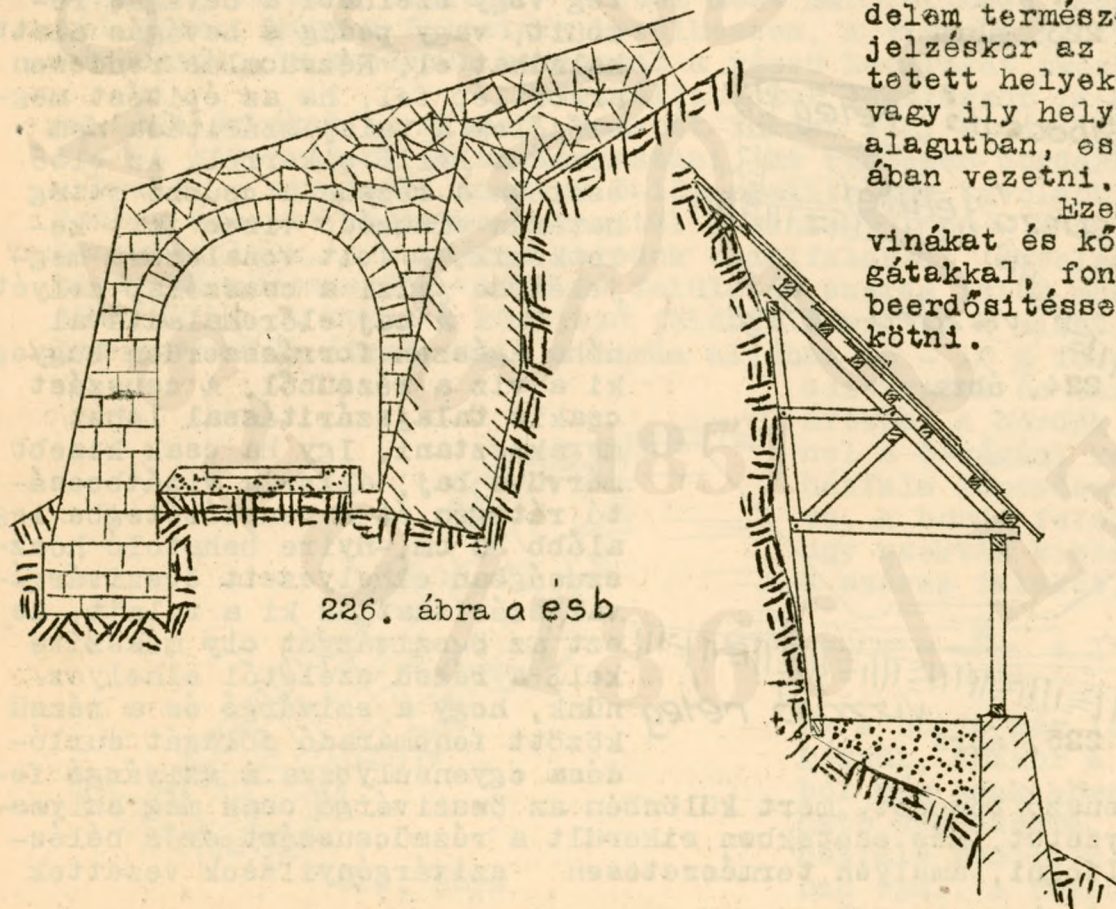
Ahol ez nem sikerül, védő berendezéseket kell létesíteni. Ilyenek:

- 1.) a bevágási részsünek a hófuvástól veszélyeztetett helyen 1:6 - 1:10 lábasra való leásása;
- 2.) védő töltések oly magasságban, hogy a hó kellő rakódó területet nyerjen;
- 3.) védőfalak, kerítések kőből, fából, ócska talpfákból, sövényfonásból és újabban vasbetonból. Az anyag megválasztásánál a helyi viszonyok és a gazdaságosság az irányadó. A védő falak, kerítések, vagy a bevágási részsüvel párhuzamosan haladnak, vagy kulisszaszerűen egyes táblákból készülnek, amelyek a szél irányával derékszöget, vagy tompaszöget zárnak be.

Erős szélnek kitett helyeken a kerítéseket mindkét oldalon kitámasztják.

Kőgörgeteg és lavinaomlás ellen fából, vagy kőből épült védő tetőket szoktak építeni, amely tetők felett a kőgörgeteg, vagy lavina lecsuszhat anélkül, hogy a pályában kárt tenne. Legjobb védelem természetesen nyomjelzéskor az ily veszélyeztetett helyeket elkerülni, vagy ily helyeken a pályát alagutban, esetleg galériában vezetni.

Ezenkívül a lavinákat és kőgörgetegeket gátakkal, fonásokkal és beerdősítéssel is meg kell kötni.



226. ábra a és b

## XI. fejezet.

### A földmunkák végrehajtása.

#### 43.§. Előkészítő munkák. A földművek vázolója.

Az utak és vasutak alsóépítménye mindig elfogadott, részletes terv alapján készül. Az építés megkezdését megelőzőleg legelőször az alsó építmény tengelyét kell részletesen kitűzni. Ha a részletes tervek a valóságban kitűzött vonal alapján készültek, akkor rendszerint elegendő az építés megkezdése előtt a kitűzést pontról-pontra tüzetesen bejárni és az esetleg hiányzó pontokat pótolni, egyes felvételeket talán kiegészíteni, vagyis a vonalat reambulálni. Ha a részletes tervek rétegvonalas terv alapján, vagy legalább részben ily módon készültek, akkor az építés előtt mindenképp a részletes tervben megállapított vonalat kell a terepen is kitűzni, stacionálni, beszíntezni, bekeresztshelvényezni és e felvételek alapján u.n. építési tervet készíteni, amely miben sem különbözik a részletes tervtől, csak, hogy ennek minden adata tényleg kitűzött karóra (vonatra) vonatkozik.

Erdős terepen, ha a rétegvonalas terv felvételére szolgáló polygon elég közel fekszik a tervezett vonalhoz, jobb a részletes kitűzést csak az erdőpászta kivágása után elvégezni, mert akkor kevésbé vesznek, kallódnak el a már kitűzött karók, de másrészt ilyenkor szabadabb lévén a kilátás, a kitűzés is gyorsabban és pontosabban fogatosítható.

A reambulálással együtt természetesen újra tüzetesen bejárjuk a vonalat és ilyenkor még mindig végezhetünk kisebb javításokat a vonal fekvésén, esetleg a pálya színén.

A kitűzést követi, - kivéve az előbb említett esetet, amikor megelőzi, - a vonalba eső területen az akadályok eltávolítása, mint pl. utba eső házak, kerítések lebontása, erdőben a pálya részére szükséges szélességben a fák kivágása, esetleg ortolása, tuskók kiszedése.

Mint ahogy a töltések alatt a tuskókat ki kell szedni mindenütt ott, ahol a töltés a tuskó felett 0.5 m.-t meg nem halad, a munka megkönnyítése végett jobb azokat a fákat, amelyeknek tuskóit úgy is ki kellene irtani, azonnal gyökerestől kiszedni, ortolni. A fákat körülássák, gyökereiket átvágják, és az így előkészített fát döntik le, amely lefelé zuhantában gyökereit is kirántja. Ha ez nem sikerült, avagy elmulasztottuk megtenni, a tuskóknak kiásása, kiegészítése, vagy robbantása - utóbbi csakis fagyos földben gazdaságos - jóval nagyobb költséget emészt.

Ezekkel az előmunkálatokkal együtt helyes a vadvizes építési helyeket azonnal vízteleníteni, hogy a földmunka megkezdésekor a talaj száraz legyen.

A földmunka megkezdése előtt a létesítendő földműveket vázolni kell.

A vázolás az írott hosszúsági szelvény alapján történik. A kitűzött tengelypontra vonatkozólag kiolvassuk a töltés, vagy bevágás mérőjegyét, - minthogy a mérőjegy rendszeren a pályaszínre van megadva - a kavicságy vastagságát, vagy utaknál a kiszámított "d" értéket levonjuk, illetve bevágásokban hozzáadjuk, hogy a földmű magasságát, vagy mélységét megállapíthassuk, amelyet azután az íráskaró hátára felírunk ( a bevágási mélységet (-) előjellel, vagy lefelé írt nyíllal jegyezve meg). Oly tengelykarókon, amelyek helyére cső, vagy egyéb műtárgy kerül, nem írjuk fel a töltés magasságát, hanem csak a tengelykaró mellé egy a földből mintegy 0.60 m.-nyire kiálló karót szoktak verni, és erre vízszintesen egy a műtárgy nyílását jelző zsindeletet rászégezni. Ha értelmesebb munkafelügyelőink, vagy

altisztünk van, akkor el is hagyhatjuk a földművek mérőjegyeinek az irászkatókra való ráírását, hanem helyette a munkafelügyezőknek, vagy altiszteknek adjuk ki az írott hosszúsági szelvényt.

A földművek alakját ritkábban földprofilokkal, legtöbbször lécvázakkal u.n. lécpofilokkal szokás megjelölni. Az egyes vázaknak nem szabad 20 m.-nél távolabb lenniök egymástól, ivatekben, élesebb ivatekben különösen, még közelebb kell felállítani őket. Ivekben az egymástól való távolság felső határa a sugár egy tizede. Ha a terep igen erősen változik, természetesen még egyenesben is közelebb állítjuk fel a vázakat. Irányadó elv, hogy a vázak oly közel állítandók fel, hogy a földmunka gondos alakja még biztosítva legyen.

A földprofilok nem egyebek, mint a tengelyre merőlegesen emelt, vagy bemélyesztett keskeny töltések, illetve bevágások, amelyeknek alakja, méretei teljesen egyeznek a kivitelre kerülő földműéivel. Csak alacsony töltések és sekély bevágások alakjának jelölésére alkalmasak, készítésük sok időt igényel, tehát költséges.

A lécváz-szelvényvázak készülhetnek fűrészelt lécekből, de megfelelnek az erdei (4-8 cm. átmérőjű gömbölyű) lécekből való is.

Arra való tekintettel, hogy a frissen töltött földből épített töltések ülepednek, a töltéseket, és így a töltések alakját jelző szelvényvázakat is mindig oly méretűre kell készíteni, hogy teljes ülepedés után lehetőleg elérjék szabványos alakjukat. Az ülepedés nagyjára arányos a felhasznált földnek kezdeti és maradandó lazulási együtthatóinak különbségével, de azt befolyásolja a töltési mód is (rétegesen töltött, gondosan egyengetett töltés kevésbé, állványról öntött töltés jobban ülepszik, döngölt töltés legkevésbé változtatja az alakját), végül a földmunka végzésekor való időjárás is behatással van rá. Így száraz időben készült töltés jobban ülepszik, mint az olyan, amelyet építés közben ~~széles~~ lassu eső ért stb.

Az ülepedésre való tekintettel a töltések szelvényvázait magasabbra és szélesebbre kell készíteni. A magasbitás és szélesítés mindig a töltésmagasság arányában történik.

Igy a töltésmagasbitás értéke a vízszintes terepen:

$$\Delta m = m \cdot p$$

a koronakiszélesítés mértéke mindkét oldalon:

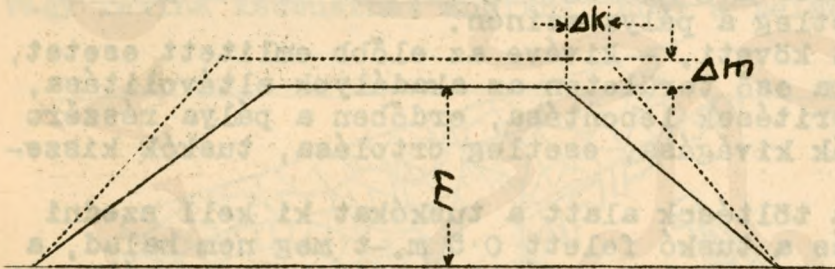
$$\Delta k = m \cdot q$$

b.) ferde terepen

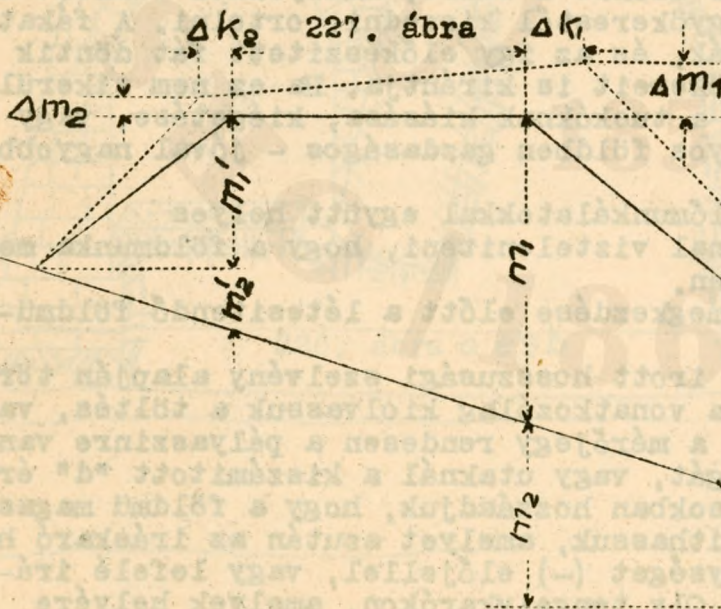
$$\Delta m_1 = \left(m_1 + \frac{m_2}{2}\right) \cdot p$$

$$\Delta k_1 = \left(m_1 + \frac{m_2}{2}\right) \cdot q$$

$m_1$  és  $m_2$  értelmezése az ábrából jól kivethető.



227. ábra



228. ábra

A magasbitásra és szélesbitésre a gyakorlatban elég jól bevált következő tényezők használatosak:

a használt töltésanyag	p	q
agyag, vagy agyagos föld	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{8}$
lössz, közepes töltésanyag	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{10}$
homok	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{15}$
kőtöltés	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{40}$

Sokan azt ajánlják, hogy az arányossági tényezőket a töltés magasságával változónak vegyük fel, így pl. Zielinszky az előbb közölt tényezőket csak 4.00 m.-ig terjedő töltésmagasságig tekinti érvényeseknek, míg a kőanyagot kivéve, 4.00 - 10 m.-ig terjedő töltésmagasság esetén e tényezőket 50 %-al, 10 m.-nél magasabb töltésekre vonatkozólag 100 %-al növeli.

A gyakorlatban sokhelyütt közepes föld-töltésanyag-  
ra a magasbitást 0.50 m.-nél magasabb töltésekre a magasság 1/10-ére, a szélesbitést a magasbitás másfélszeresére veszik, míg a 0.50 m.-nél alacsonyabb töltéseket mind 5 cm.-el magasabbra és két oldalt 7.5 cm.-el szélesebbre veszik.

Megjegyzendő még, hogy kanyarulatokban a vasutak koronaszélességét az iv külső oldalán a tulemelés másfélszeresével szélesebbre kell vennünk. A gyakorlatban néhol az ivek külső oldalán a koronaszélességet egységesen, tekintet nélkül a sugárra, 10 cm.-el szokták növelni.

A szelvényvázak felállítása a következőképen történik:

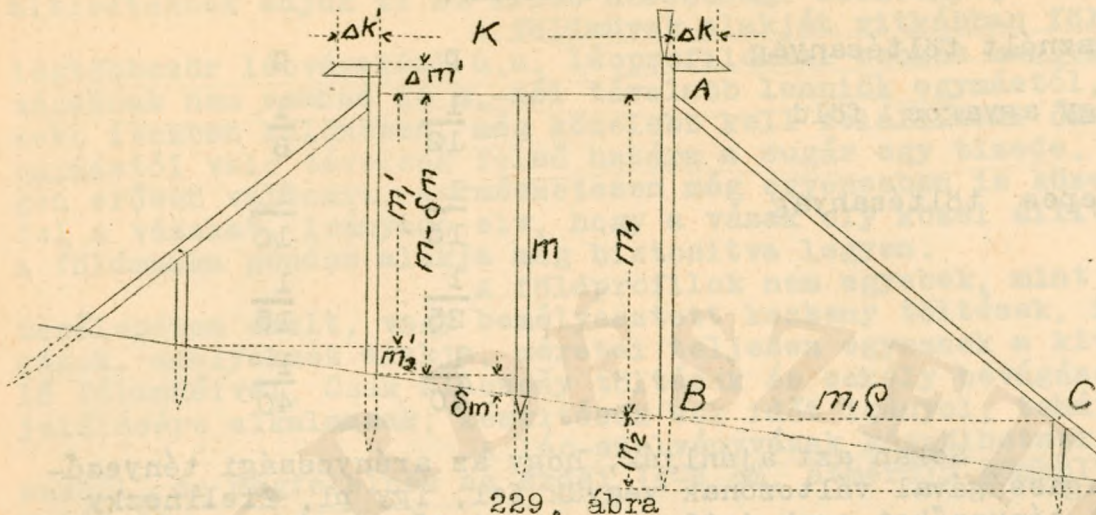
Legelőször is a kitűzött tengelykaróban a pálya tengelyére merőlegest tűzünk ki (szögdobbal, sík terepen esetleg tükörrel, vagy prizmával). Ivekben a sugár irányát kell kitűznünk. Kis sugaru ivekben a legcélszerűbb a körív középpontját kitűzni és ruddal megjelölni, mert a tengely- és a középponton átmenő egyenes a sugár irányában fekszik. Nagyobb sugaru ivekben, vagy, ha a fedett terep miatt az előbbi eljárás nem volna lehetséges, és ha a közbenső ivpontok egymástól egyenlő távolságban vannak, akkor a sugárirányt könnyen kitűzhetjük, mint a két szomszédos ivpontot összekötő hur felezőjére emelt merőlegest, amelynek egyuttal a tengelyponton kell keresztülmennie (igen nagy sugaru ivekben néha a szomszédos ponttal összekötő egyenesre emelt merőlegest veszik megközelítéssel a szelvényváz irányául).

A szelvényvázat az így kitűzött merőleges irányában kell felállítani.

Kisebb töltések vázolásánál, ha a töltés koronája széles, a tengelykaró mögé egy lécezt állítunk fel, és arra rámérjük az irott hosszúsági szelvényből kiolvasott, vagy a már előzőleg a tengelykaróra ráírt magasságot (rendesen magasbitás nélkül) és ott levágjuk a lécezt, illetve addig verjük be, míg a lécezteteje a karó felett a kívánt magasságot mutatja. Ez a közbenső léce el is maradhat.

Majd most a tengelykarótól jobbra-balra vízi mértékkel ellátott léccel vízszintesen kimérjük a fél koronaszélességet (ismét kiszélesítés nélkül, csak az ivek külső oldalán vesszük figyelembe a tulemelés miatt szükséges szélesbitést), e pontokban függőleges lécezt verünk a talajba úgy, hogy a léce külső oldala adja a pontos méretet. Most ezekre a lécekre vizimértékkel rávesszük a tengelykaró magasságát, vonást húzunk, és e vonástól felmérjük a tengelykaróra vonatkozó töltésmagasságot. Ez a felső vonás jelöli az ülepedés után a koronaszélét. E vonás fölé felmérjük az előbb tárgyaltak szerint ki-

számított magassbitást  $\Delta m$ -et, és e magasságban levágjuk a léceket.



Ha a terep emelkedése miatt az egyik oldalon levő lécre a tengelykaró magassága nem vihető rá, akkor e lécen

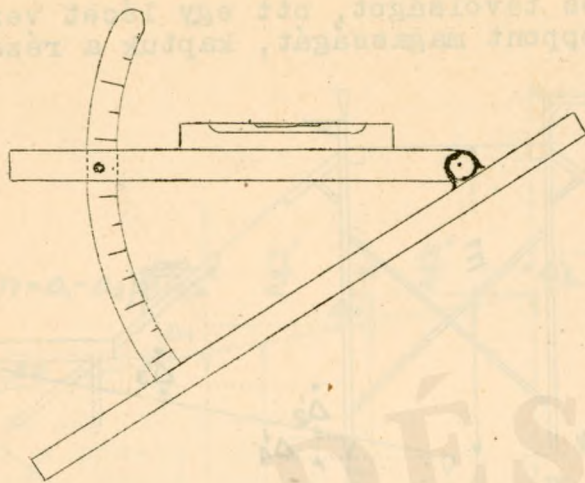
lehetőleg minél közelebb a talajhoz egy vonást húzunk, és ezt a magasságot visszük át vízszintesen a tengelyben felállított lécre, és meghatározzuk a magasságkülönbséget. Most e külső lécen a húzott vonaltól felfelé természetesen nem az  $m$ , hanem  $(m - \delta m)$  magasságot mérve fel, kapjuk a töltésnek ülepedés után való koronaszélét. Ha a terep gyenge oldalhajlású, vagy sík, akkor mindkét külső lécen a megjelölt magasságtól felfelé mérjük az előbb tárgyaltak szerint kiszámított magassbitást és ott a léceket levágjuk. A kiszélesítést a lécekre felül vízszintesen részegzett, és esetleg kiducolt kis keresztléc-cel, az u.n. pipával jelöljük meg. Ezután következik a rézsűknek a vázolója. Ha a terep hajlását nem hanyagoltuk el akkor a rézsűk vázolója előzi meg a magassbitás és kiszélesítés kijelölését.

A rézsűk vázolásánál egyik legfontosabb teendőnk a rézsűknek a tereppel való dőfpontjának meghatározása, sőt ferde terepen csak ennek ismeretében határozhatjuk meg és jelölhetjük ki a koronamagassbitást és szélesítést. A dőfpontok távolságának a terep hajlása alapján való kiszámítása hosszadalmasabb számítást igényel, és amellett nem lehet pontos, mert a terepnek mindig csak átlagos lejtését határozhatjuk meg, a közbenső apróbb egyenletlenségek figyelmen kívül hagyásával, pedig a dőfpont helyén való esetleges lyuk, pl. kiortolt tuskó gödre, vagy ellenkezőleg a gödörbők kihányt földhányás stb. nagyon befolyásolja a dőfpont helyét, és így a rézsű helyes hajlásának a kijelölését is.

A dőfpontot a hosszadalmas próbálgatás (és a vele összekötött, sok tévedésre alkalmas adó számítgatás) helyett rendszeren a rézsű vonalába az előírt lejtésben tartott egyenes lécnek a tereppel való tényleges metszésével szoktuk meghatározni.

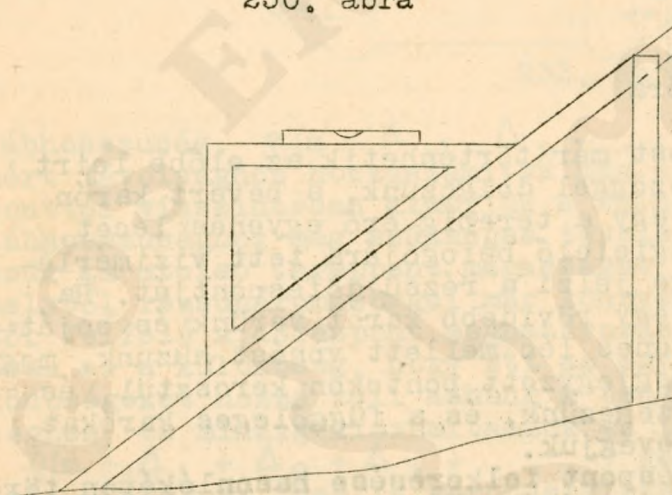
Igy pl. alacsonyabb töltéseknél a külső léceken, tetszőlegesen választott pontban meghatározzuk a töltéskoronától való magasságát, kiszámítjuk az előírt rézsűhajlásnak megfelelő vízszintes (talp-) hosszúságot, pl. a rajzban a lejtő felé a külső léc legalsó (B) pontjának megfelelő  $q_m$  távolságot, ezt vízszintesen a szelvény síkjában lemérjük, ott léceket verünk be a talajba, és e lécre rávisszük a választott pont magasságát (C). Ezáltal a rézsű két pontját ismerjük; ha tehát a koronaszél (A) és ez utóbbi lécen megjelölt magassági pontokon (C) keresztül egyenes léceket tartunk egészen addig, míg az a talajt nem éri, a lécnek a talajjal való érintési pontja adja a rézsű dőfpontját. Így szegeljük is fel a rézsűt jelölő léceket. A rézsűléceket gyámolító karókat azután a rézsű irányában ferdén le szokták vágni.

A dőfpont meghatározását még egyszerűbbé tehetjük, ha u.n. rézsűmérőket, vagy rézsűháromszögeket alkalmazunk. Az



230. ábra

előbbiek ritkábbak. Allanak rendszeren egy gyalult lécből és egy hozzá csuklósan megerősített, és vizimérleggel felszerelt karból. A kar fok- és rézsühajlás-beosztásos iven mozog. Használatban a kart beállítjuk a szükséges rézsühajlásra, és most az egész rézsümérőt rátéve egy egyenes lécre, annak helyzetét addig változtatjuk, míg a buborék be nem vág. A rézsümérő fix karja, és így a hozzátartott lécbévigott buborék mellett a beállított hajlást mutatja.



231. ábra

A rézsüháromszögek gyalult lécből készült derékszögű háromszögek, amelyeknek befogói a rézsühajlás viszonyának megfelelnek. Természetesen annyi ilyen rézsüháromszöget kell készítenünk, ahányféle rézsühajlást akarunk kitűzni. A rézsüháromszögekkel szintén kitűzhetjük a rézsűnek a tereppel való dőléspontját, ha a rézsűnek csak egy pontját is ismerjük. T. i. az ismert rézsűponthoz tartunk egy elegendő hosszú egyenes lécet és erre tesszük a rézsüháromszöget - persze ügyelve, hogy a rézsüháromszögnek azon befogója fekszen vízszintesen, amely a talpasságnak megfelelő hosszúsággal bír. - A rézsűtalpasságnak megfelelő befogóra vizimérleget, esetleg függő ónos

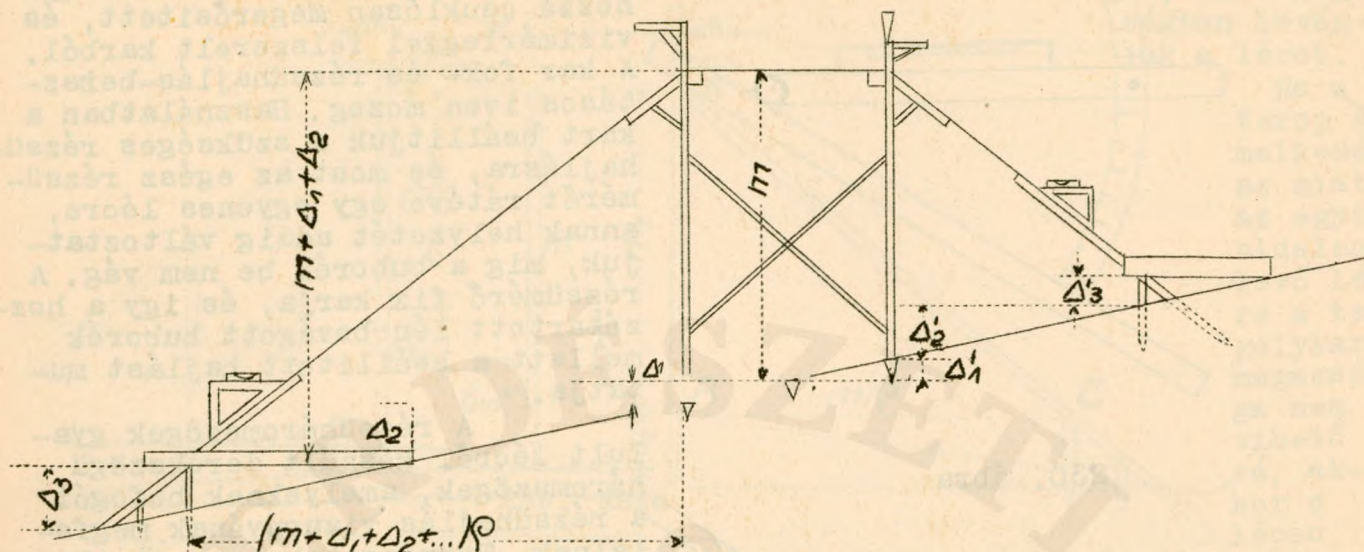
mérleget helyezünk rá, és a háromszöget a hozzászorított léccel együtt addig mozgatjuk, míg a libella be nem vág. Ahol a lécbévigott libella bevágásakor a terepet, ott van a rézsű dőléspontja.

Ha a rézsű magas, rendszeren nem szoktuk a rézsűt egy, teljesen a terepig haladó léccel jelölni, hanem a koronaszélen csak egy rövidebb, a rézsű vonalába eső és megfelelően kimerevített kisebb léccel, és azonkívül még felkeressük a rézsűnek a tereppel való dőléspontját és ott a rézsűlábát vázoljuk. A rézsűláb vázolása és a rézsűnek a tereppel való dőléspontjának a meghatározása úgy történik, hogy mindenek előtt a rézsű szélét jelző függélyes lécen húzott vonásnak, vagy ha ezt a lécet fel sem állítottuk, a rézsű szélét jelző talajkáró tetejének a tengelykarótól való szintkülönbségét libellás léccel megállapítjuk. Ha a terep vízszintes, vagy ha a lejtőn lefelé eső dőléspontot keressük, akkor e szintkülönbséget hozzáadva a tengelyre adott töltésmagassághoz, kiszámíthatjuk a  $(m + \Delta_1) \varphi$  hosszúságot, mint e magasságnak megfelelő vízszintes rézsűlábhosszuságot.

Ha ez a kiszámított hosszúság nagyobb, mint a használt libellás lécbévigott, akkor egy teljes lécbévigotttal vízszintesen tovább mérünk és egyúttal e karótól megmérjük a lécbévigott végénél a  $\Delta_2$  szintkülönbséget. Majd ismét kiszámítva az  $(m + \Delta_1 + \Delta_2) \varphi$  vízszintes rézsűlábhosszuságot, ha ez ismét nagyobb, mint az eddig mért vízszintes távolság + a következő lécbévigotttal, ugyanígy tovább haladunk, és így folytatjuk a lépcsős mérést, míg a lécbévigott végénél a  $\varphi (m + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \dots)$  vízszintes talphosszuság nem ad kisebb értéket, mint az addig mért vízszintes távolságok és hozzáadva egy lécbévigotttal. Már most, ha oly ponthoz értünk, amely e feltételnek megfelel, akkor kiszámítjuk pontosan és a terepponttól kimérjük a  $(m + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \dots) \varphi$



hosszuság kiegészítésére szükséges távolságot, ott egy lécet verünk a talajba, rámérjük az előbbi tereppont magasságát, kaptuk a rézsű egy



232. ábra

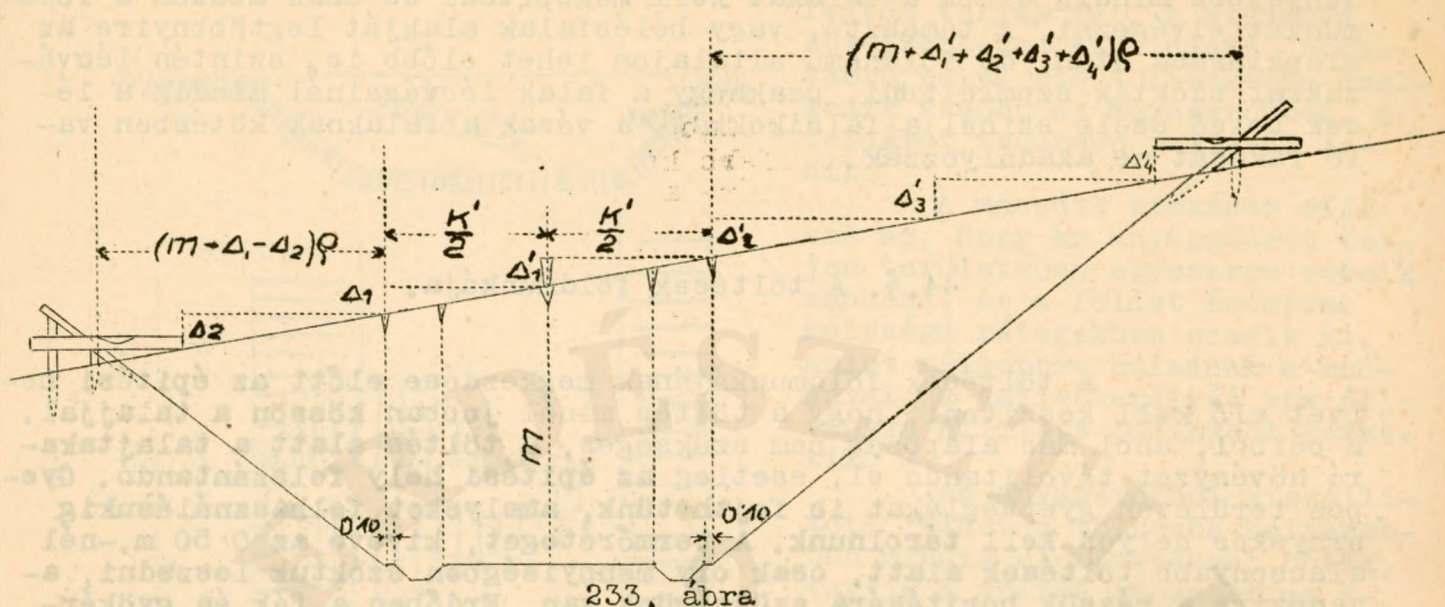
pontját. A dőféspont felkeresése most már történhetik az előbb leirt bármelyik módon; pl. ha rézsűháromszöggel dolgozunk, a bevert karón jelölt rézsűpont mellé úgy tartunk egy a terepig érő egyenes lécet, hogy a lécre helyezett háromszög megfelelő befogójára tett vizimérlegen a buborék bejåtsszék. A léc vége jelzi a rézsű dőféspontját. Ha tehát közelebb a rézsű végéhez még egy rövidebb karót verünk és bejåtsszó libella mellett e karóra az egyenes léc mellett vonást huzunk, megkaptuk a rézsű második pontját. A megjegyzett pontokon keresztül, és a végén kissé a földbe vert lécet szegezünk, és a függőleges karókat a rézsűt jelző léc mellett ferdén levágjuk.

Emelkedőnél a dőféspont felkeresése hasonlóképen történik, csak hogy felfelé a libellás léc végén mért szintkülönbségek mindig levonandók az  $m - \Delta_1$  magasságból. Ez esetben tehát pl. a második libellásléc-hosszuságot úgy mérjük ki, hogy az előbb leírt tereppont felett oly magasságra emeljük a léc végét - természetesen a bedugott kitűző rud, vagy léc mellett - hogy az  $(m - \Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3 - \dots)$  hosszúság a következő léc hosszúságába essék. Kiszámítva pontosan a magassághoz tartozó vízszintes rézsűlábhosszuságot, azt kimérjük és ott karót verünk be, amelyre ismét rávisszük a magasságot, kapjuk a rézsű egy pontját. A rézsű dőféspontjának felkeresése, valamint a láb vázolása épen úgy történik, mint azt előbb már leírtuk.

A magasabb szelvényvázakat természetesen megfelelően ki kell merevíteni. Igen magas töltéseknek sokszor csak a töltéslábát vázolják, és a koronát pedig csak akkor, amikor a feltöltés már meglehetősen magassáig haladt. A lécvázak külső határai szinelnek mindig a földmunka előírt külső felületeivel.

Bevágások vázolásánál (233. ábra) a tengelytől jobbra-balra kimérjük a fél koronaszélességet, majd az oldalárkoknak külső szélét - legtöbbször itt még 10 cm. széles humuszpadkát is számítunk - , vagyis az ideális koronaszélesség felét. A kitűzött pontok mindegyikén talajkarót verünk, és megmérve e karók tetejének szintkülönbségét a tengelykarótól, melléje szurt iráskaróra ráírjuk a talajkaró tetejétől számított leásási mélységet; ugyanigy a hosszúsági szelvényből kiolvasott bevágási mélység mérőjegyével ellátott iráskarót teszünk a tengelykaró mellé is.

A rézsűnek a tereppel való metszéspontjától a leásandó rézsű folytatásában lécvázat állítunk fel. A dőféspont felkeresésére hasonlóképen libellás lécet - esetleg még rézsűháromszöget, vagy rézsűmérőt - használunk, mint töltéseknél. Az eső irányban teljes libellásléc-hosszusággal haladunk, mindig megmérve a szintkülönbséget addig, míg a szintkülönbségek alapján kiszámított vízszintes



lábhosszuság,  $g(m - \Delta_1 - \Delta_2 - \dots)$  nem kisebb, mint az addig le-  
 mért távolsághoz hozzászámítva még egy léchosszuságot. Most az utolsó  
 ponttól vízszintesen kimérjük a szintkülönbségek alapján kiszámított  
 lábhosszúsághoz még szükséges távolságot, ott karót verünk, és rávisz-  
 szük az utolsó tereppont magasságát, kapjuk a rézsűnek egy pontját, a-  
 melytől rézsűháromszöggel már könnyen kitűzhetjük a lécvázat. A tengely-  
 től felfelé a dőléspont meghatározásánál az előbbi eljárással szemben  
 csak az a különbség, hogy itt az egyes léchosszuságoknál mért szintkü-  
 lönbségeket hozzá kell adnunk a tengelyben megadott bevágási mély-  
 séghez, és mindig kiszámítanunk az illető bevágási mélységhez tartozó  
 $g(m + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \dots)$  rézsűlábhosszuságot. Ezt addig foly-  
 tatjuk, míg az ideális koronaszélességtől mért távolság meg nem halad-  
 ja a szintkülönbségnek megfelelő lábhosszuságot. Most az utolsó léchosz-  
 zuság végétől visszamérünk annyit, hogy a távolság épen megfeleljen  
 a kiszámított rézsűlábhosszuságnak, ott karót verünk be, vízmérleggel  
 rávetítjük az utolsó lécvég magasságát, kapjuk a rézsű meghosszabbítá-  
 sának egy pontját.

A tengely karó mellett talált stacionálási iráska-  
 rót, hogy el ne kallódjék, se be ne temessék földmunka közben, tölté-  
 seknél mindig a lécváz egyik oldalán a koronaszélt jelző léchez szege-  
 zik, míg bevágásoknál vagy a tengelykaró mellett hagyják, vagy - min-  
 dig ugyanazon az oldalon - a rézsű meghosszabbítását jelző vázhoz sze-  
 gezik.

Magas töltések vázolásánál földmunka közben a lécváz könnyen elmozdul, esetleg össze is török. Hogy tehát munka közben ne kelljen mindannyiszor a tengelyt újra és újra kitűzni, beszintezni, jó, ha a tengelykarótól az egyik oldalra - lehetőleg a hegy felé - a szelvényváz irányában, a tengelytől meghatározott - és ugyanazon töltésnél egyforma - távolságra talajkarót és iráskarót verünk, amelynek a tengelykaró felett való szintkülönbségét megmérjük, és a talajkaró mellett vert zsindelyre, vagy iráskaróra a tengelypont stacionálásán kívül rajzoljuk a töltés - esetleg bevágás - mérőjegyét erre az oldalkaró tetejére vonatkoztatva. Amellett természetesen jó, ha ugyanezen adatot egyúttal bejegyezzük - kis vázrajzzal együtt - az írott hosszúsági szelvénybe. Ezáltal bármikor egyszerűen mérőszalaggal a földmunkához megfelelő pontossággal tudjuk helyreállítani a tengelyt, libellás léccel pedig az esetleg szükségesnek bizonyult új lécvázakat felállítani.

Ha két szelvényváz között átmeneti pont van, a földmunka könnyebb megkezdése végett jó mindig az átmeneti, vagy 0 pontot kitűzni. Ez rendszeren irányzó keresztekkel történik.

Ahol támasztó, vagy szárazfalak épülnek, azokban a szelvényekben mindig előbb a falakat kell megépíteni és csak azután a földmunkát elvégezni. A támasztó, vagy bélésfalak alakját legtöbbször az alapkiásása után, (de földnemű altalajon lehet előbb is) szintén légyázakkal szokták szemléltetni, csak hogy a falak lécvázainál mindig a lécek belső széle színel a falsíkokkal, a vázak a falaknak kötésben való rakását ne akadályozzák.

#### 44. §. A töltések földmunkája.

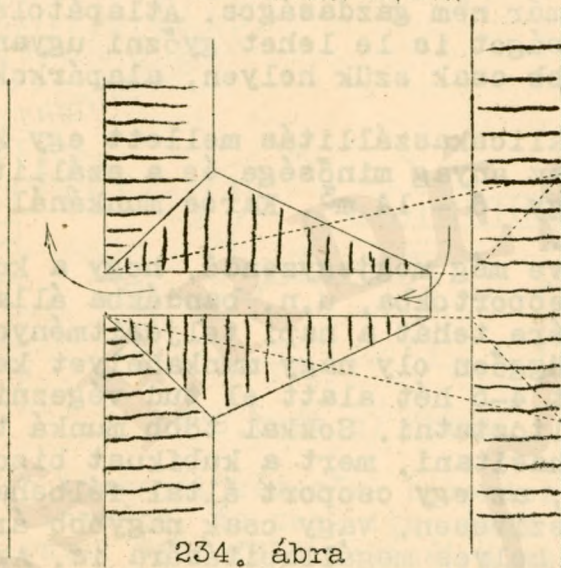
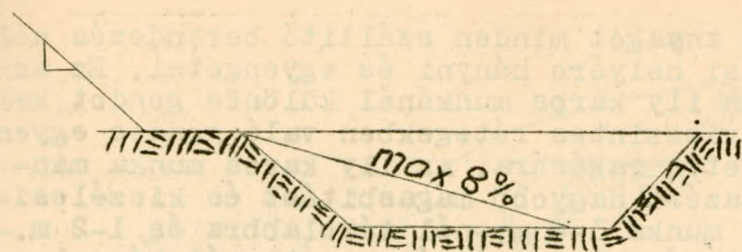
A töltések földmunkájának megkezdése előtt az építési helyet elő kell készíteni, hogy a töltés minél jobban kössön a talajjal. E célból, ahol más alapozás nem szükséges, a töltés alatt a talajtakaró növényzet távolítandó el, esetleg az építési hely felszántandó. Gyepes területen gyeptéglákat is fejthetünk, amelyeket felhasználásukig árnyékos helyen kell tárolnunk. A termőréteget, kivéve az 0.50 m.-nél alacsonyabb töltések alatt, csak oly mennyiségben szoktuk leszedni, amennyire a rézsük borítására szükségünk van. Erdőben a fák és gyökértuskók irtásán kívül szintén el kell távolítanunk a növényzetet, és a lehullott száraz leveleket, mert különben a töltés nem tud összenőni az alsó talajjal.

Ezeket az előkészületeket követi, ha szükséges, a töltések alapozása. A töltések földmunkája, vagy oldalt termelt és az épülő utra, vagy pályára többé-kevésbé keresztirányban szállított anyagból, vagy pedig magának az alsó építménynek bevágásaiból kikerült anyagból készül. Előbbit keresztiszállításnak, utóbbit hosszúságban való szállítás rendszerének szokták nevezni.

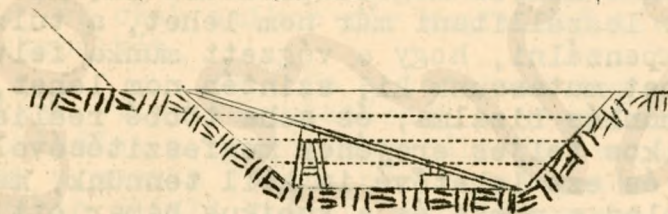
A.) A keresztiszállítás földmunkája. A keresztiszállításnál legtöbbször a töltés a mellette nyitott anyaggyödréből termelt anyagból készül, de hegyoldalon az anyagnyerő hely levágásként is termelhető ki. Az anyaggyödröket a töltés lábától fővasutaknál legalább 1.0 méter, h.é. vasutaknál és keskenyvágányu vasutaknál legalább 0.60 m. széles padkával kell elválasztani. Az anyaggyödrnek a töltés felé eső rézsűjét mindig legalább a töltés rézsűjével egyező hajlással kell készíteni, míg a külső rézsű az anyag állékonysága szerint meredekebb is lehet. Altalában véve szelvénytől-szelvényig az anyaggyödr nagyságát úgy szokták megállapítani, hogy az épen a szükséges földanyag ki-termelésére elegendő legyen; természetesen, hullámos terepfelületen nem szabad ezzel tulságba menni, hanem az anyagárok szélességét többé-kevésbé ki kell egyenliteni. Az anyaggyödröket völgyekben lehetőleg ne nyissuk a patak oldalán, hogy a pályát ne veszélyeztesse az árvíz. Az anyaggyödröket ha csak lehet víztelenítsük; de nem jó ebből a célból az áteresztőket tulságosan mélyen elhelyezni, mert könnyen bedugulhatnak. Hogy az anyagárkokban a pályával párhuzamos vízfolyás ne keletkezhessek, az anyagárkokat 40-60 m. távolságokban mintegy 1.00 m. széles bordákkal szakítják meg. Ha a bordák miatt esetleg valahol a víz lefolyása akadályozva volna, akkor a bordába kis árokszerű nyílást szoktak vágni. Oly anyagárkokat, amelyekben időnkint a talajvíz felszáll, égerrel, vagy fűzzel dugványozzuk. Víztelenítés végett sokszor az anyagárok fenékesését is szabályozni szokták. Az anyagárkokat többnyire épen úgy vázolják, mint a bevágásokat, de legalább a töltés felé eső rézsűt kell okvetlenül lécvázzal kijelölni.

Anyagárkokból a földanyagnak a töltésbe való szállítása legtöbbször talicskával történik, habár távolabb fekvő anyagárkokból az a földszállítás a hosszúságban való szállítás rendszerénél szokásos más szállító berendezésekkel is lehetséges.

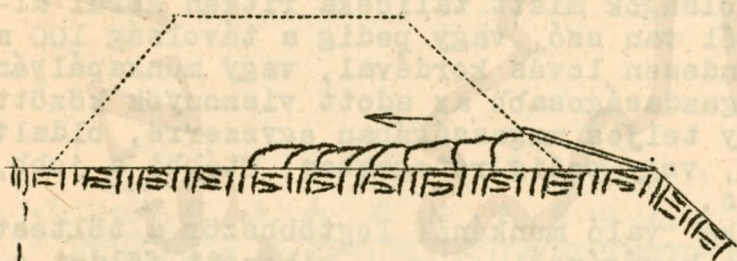
Talicskával való munkánál az anyagnak a gödréből való kiemelésénél kétféle eljárást szoktak követni. Az első eljárásnál az anyagárok szélétől legfeljebb 8 % esésben árkot ásnak a gödr fenekéig; ez szolgál szállító pályául. Ettől a ároktól jobbra-balra kiszedik



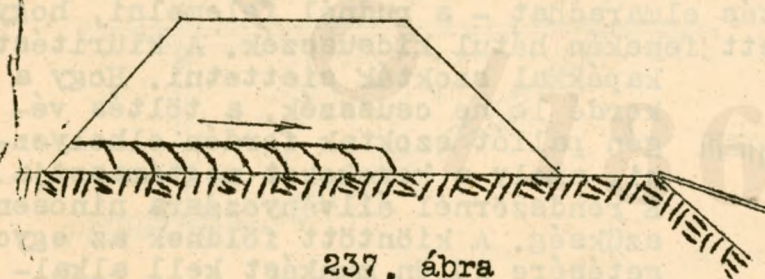
234. ábra



235. ábra



236. ábra



237. ábra

az anyagot, mindig egészen az anyaggödör fenekéig, és a kiásott lejtőn tolják fel. A kiszedés következtében az eleinte árok-szerű pálya kis töltésképpen emelkedik később az anyagárokából. A feljárót rendszeresen pallóval fedik.

A második szokásos eljárás az, hogy az anyaggödört teljes területében egyszerre veszik munkába, és a földet ásónyom-mélységű rétegekben szedik ki. Amint mélyebbre haladnak a munkával, a talicskapályát kis állványra állított pallókból készítik.

Az anyagárokából kiszállított földet a töltésbe helyesebben mindig előrevetéssel öntik, vagyis a töltés képzését az anyaggödör felé eső lábnaál kezdi meg, és a további talicskákat mindig az előbb kiöntött földön áttolva ürítik ki. A töltést természetesen vízszintes rétegekben kell készíteni. Az előrevetésnek az az előnye, hogy a talicskák mindig a frissen töltött anyagon haladva, azt tömörítik, s így a töltés ülepedését csökkentik.

A munkások, ha kellő szigorúsággal nem szoritjuk rá, a jobb előrevetés helyett a könnyebb hátravetéssel szeretnek dolgozni. Ez abban áll, hogy az anyaggödörből kihordott földet mindig az anyaggödörtől távolabb eső szélem kezdi lerakni, és így haladnak a gödör felé. Ezáltal a talicska tolésa kisebb erőfeszítéssel jár, de hátránya, hogy a töltés nem tömörül olyan jól, mint az előbbi eljárásnál, és azért az ilyen töltés nagyobb-foku ülepedésnek és deformációnak van kitéve.

Amint töltésnél a rétegekkel magasabbra és magasabbra haladnak, a töltés oldalába legfeljebb 8% emelkedésű padkát vágnak és arra rakják a pallókat.

Ha az anyagnyerő hely távolabb van a töltéstől, vagy rendezéseket is használnak, mint kordét, lovas kordét, vagy munkapályát. A töltéskészítés menete ez esetben épen olyan, mint a hosszúságban való szállítás rendszerénél, és azért azt itt külön nem is tárgyaljuk.

Keskeny és alacsony földművek töltésénél, avagy, ha, mint az síkvidéki utaknál gyakran előfordul, a töltés anyagát kétoldali oldalárokból nyerik, továbbá egyes szelvények földmunkáinál, amiknél a bevágási rész anyagát ugyanazon szelvényben a töltésrész készí-

tésére használják fel, a kiemelt anyagot minden szállító berendezés nélkül lapáttal szokás felhasználási helyére hányni és egyengetni. Ez az u.n. karos munka. Hegyoldalakban ily karos munkánál különös gondot kell fordítanunk a kihányt anyagnak vízszintes rétegekben való gondos egyengetésére és a rézsük lelkiismeretes rakására. Az ily karos munka mindig sokkal jobban ülepszik, és azért nagyobb magasbitást és kiszélesítést kell alkalmaznunk. A karos munka 3-4 m.-nél távolabbra és 1-2 m.-nél magasabbra való szállításnál már nem gazdaságos. Atlapátolással nagyobb távolságot és nagyobb magasságot is le lehet győzni ugyan, de ez rendszeren költséges, és azért inkább csak szűk helyen, alapárkok kiásásánál nyer alkalmazást.

Anyaggödörből talicskaszállítás mellett egy kubikos átlagos napi munkateljesítménye - az anyag minősége és a szállítási távolság szerint változólag - mintegy 6 - 14 m<sup>3</sup>. Karos munkánál a napi teljesítmény körülbelül ugyanannyi.

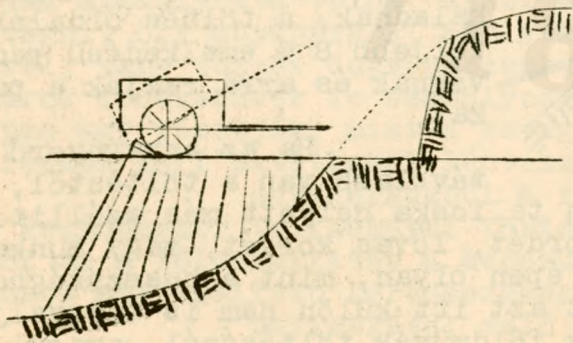
A kivitelre nézve még megjegyzendő, hogy a kubikusok rendszeren hatod-, tizedmagukkal csoportokba, u.n. bandákba állanak össze; egy ilyen munkáscsoport részére tehát a napi teljesítmények tekintetbe vételével, egymással összefüggően oly nagy munkahelyet kell kijelölni, mint amennyit egy csoport 4-5 hét alatt el tud végezni, hogy ne kelljen gyakrabban szállást változtatni. Sokkal több munkát ismét nem célszerű egy banda részére kihasítani, mert a kubikust bizonyos idő múlva elfogja a vándorlási láz, az egy csoport által félbehagyott munkát pedig már más csoport nem szívesen, vagy csak nagyobb árértékért végzi be. Ügyelnünk kell az egységár helyes megállapítására is. Az egyszerű már kialakított egységárat leszállítani már nem lehet, a túlzott egységárat pedig azáltal rekompenzálni, hogy a végzett munka felvételénél a munkás kárára kevesebbet mutassunk ki, szintén nem lehet, mert ezáltal teljesen megszűnik a munkás bizalma, és soha többé reális egységár ki nem alakulhat. A kubikos teljes erejének megfeszítésével végzett munkájáért keresni akar, és ezt lehetővé is kell tennünk, mert különben amerikázni kezd, nem halad a munka és a kubikus hamar ott is hagyja munkahelyét.

#### B.) A hosszúságban való szállítás földmunkája.

A nagyobb távolságok miatt talicska ritkán kerül alkalmazásba, csak, ha kis tömegről van szó, vagy pedig a távolság 100 m.-en alul van. A földszállítás rendszeren lovas kordéval, vagy munkapályán történik aszerint, melyik a leg gazdaságosabb az adott viszonyok között.

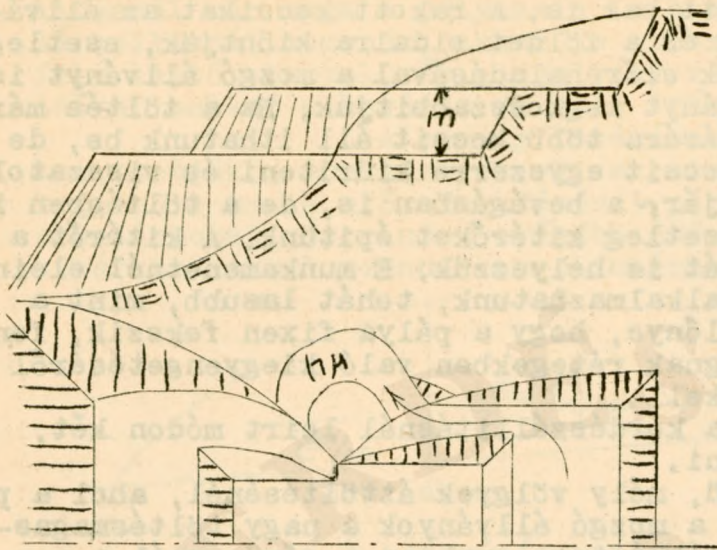
A töltést vagy teljes magasságában egyszerre, oldalt és homlokbuktatással építik meg, vagy pedig rétegekben. Utóbbi a jobb, de nem mindig lehetséges eljárás.

Lovas kordékkal való munkánál legtöbbször a töltést az átmeneti ponttól kezdjük és a bevágásból kihozott földet előre buktatjuk, és így a kordé mindig a frissen töltött földön jár. A kordét kiürítés előtt mindig meg kell fordítani. - átfordítható ruddal ellátott kordéknél a megfordítás elmaradhat - a rudnál felemelni, hogy a föld a kordé így lejtőssé tett fenekén hátul kicsusszék. A kiürítést kapákkal szokták siettetni. Hogy a kordé le ne csusszék, a töltés végén pallót szoktak ferdén elhelyezni, amely a kerekeket megtámasztja. E rendszeren állványozásra nincsen szükség. A kiöntött földnek az egyengetésére külön munkást kell alkalmazni.



238.a) ábra

Magasabb töltéseket, -és természetesen az anyagot szolgáltató bevágást is -néha két emeletben termelik ki, illetve öntik. Ilyenkor az alsó bevágási lépcsőből töltik az előbb leírt módhoz hasonlóan a töltés alsó szakaszát, míg a felső szakaszt a bevágásban előre hajtott ma-



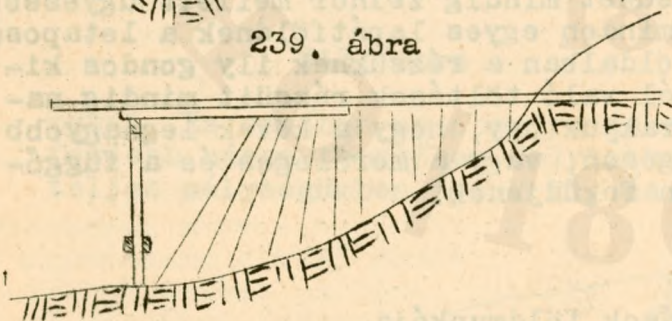
238.b)és c) ábrák

ban és tömegnél kézerőre berendezve, míg nagyobb távolságra és tömegnél lóerőre, és csak igen nagy tömegeknél gőzerőre berendezve. Munkapályával való földmunkánál a munkakezdés rendszeren talicskával történik, és csak amikor már megfelelő tér áll rendelkezésre, fektetik le a munkapályát.

a.) Ha a terepnek nem nagy az esése a pálya irányában, - kézi, vagy lóvontatásnál - legcélszerűbb és a leggyorsabb munkaelőrehaladást a mozgó munkapályával való töltésképzés éri el. Ilyenkor vagy a pusztá földön némi egyengetés után, vagy előbb a töltés hosszúságában oldalt kiásott árokából nyert földből készített kis töltésen, az u.n. nyurgán fektetjük le a munkapályát és azt száraz földdel alá-



239. ábra



240. ábra

kapálya végére tolvá homlokbuktató kocsiból előre és szükség szerint oldalra is kiöntjük. Ha homlokbuktató kocsink nincs, vagy egyszerre több kocsit akarunk kiüríteni, akkor szokás úgy is eljárni, hogy leg-

gasabb lépcsőről. A magasabb lépcsőben a kordék pályája részére természetesen megfelelő széles sávot kell hagyni. Ha a bevágás alsó lépcsője és a töltés alsó emelete között a terep nagy oldalhajlása miatt a pálya tulságosan nagy esésű volna, azt oldalt ki kell fejleszteni legalább oly hosszúra, hogy az osés legalább a menetellenállásnak megfelelő esésre

$$(h_{\mu} = \frac{m}{\mu} \cdot 1000) \text{ mérséklődjék.}$$

Állvány ez esetben sem szükséges, de a kibuktatott földnek egyengetésére ez esetben is nagy gond fordítandó, nehogy utóbb a kész töltésben szakadások lépjenek fel.

Ma a leghasználatosabb szállító berendezés a munkapálya, és pedig kisebb távolsá-

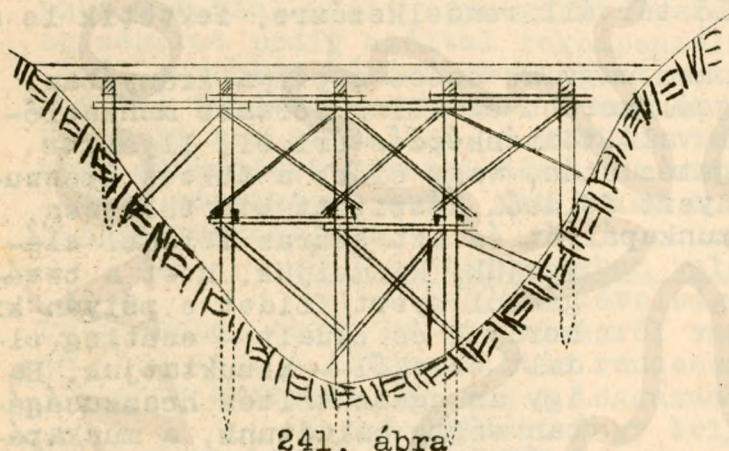
gában végig haladtunk, a munkapályát áthelyezzük e frissen töltött földre és folytatjuk a töltést, majd ismét és ismét pl. az ábrában számozással jelölt sorrendben áthelyezve a munkapályát és töltve, míg az egész töltés készen nincsen. Az így készített töltés igen jól tömörül, tehát igen állékony lesz. Hátránya e rendszernek csak az, hogy a pálya folytonos áthelyezése kellemetlen és költséges.

b.) Lehet azonban a töltést a kordémunkához hasonlóan homlokbuktatással is készíteni, esetleg több emeletben is. A munkapályát talicskával megkezdett bevágásban és a csatlakozó rövid töltésben lefektetjük, és a bevágásból kikerülő földet a mun-

alább egy vágánymező hosszúságban két gerendára fektetjük a pálya végét és e két gerendát áthelyezhető állvánnyal megtámasztjuk. A mozgó állvány lehet egyszerű merevített bak is. A rakott kocsikat az állványon nyugvó pályán előre toljuk és a földet oldalra kiöntjük, esetleg oldalra és előre is. A töltésnek előrehaladásával a mozgó állványt is mindig előrébb tesszük és a vágányt meghosszabbítjuk. Ha a töltés már hosszabb, akkor a munka gyorsítására több kocsit áll íthatunk be, de akkor, hogy ne kelljen minden kocsit egyszerre kiüríteni és visszatolni, -ami mindig idővesztéssel jár, a bevágásban is, de a töltésben is megfelelő hosszúságú kitérőt, esetleg kitérőket építünk. A kitérőt a munka előre haladtával előbbre át is helyezzük. E munkamenetnél eleinte csak korlátolt számú kocsit alkalmazhatunk, tehát lassabb, mint a mozgó pályával való munka, de előnye, hogy a pálya fixen fekszik, fenntartása olcsóbb. A töltött anyagnak rétegekben való kiegyengetéséről itt is feltétlenül gondoskodni kell.

Lehet a módszert a kordészállításnál leírt módon két, vagy több emeletben is alkalmazni.

c.) Hirtelen esésű, mély völgyek áttöltésénél, ahol a pálya fejlesztésére hely nincs, és a mozgó állványok a nagy töltésmagasság miatt sem alkalmazhatók, továbbá igen gyakran a gőzüzemenél, a munkapályákat a töltés egész hosszúságában épített állványra helyezik. Az állványok legtöbbszörre cölöpözött jármók, vagy bakok kello oldal- és hosszúságban való merevítéssel, felül rendszeren a járás megkönnyítésére bepallózva. Az állványra fektetik a fix munkapályát, amelynek fenntartása így alig emészt költséget. Az állványról egész hosszúságban lehet



241. ábra

a töltést önteni és ezért a munka gyorsítható. Az állványokat a töltés elkészültével nem igen lehet visszanyerni, legfeljebb a süveg- és tartófákat, a többi a földben marad és ott korhad. Hátránya e töltésmódnak, hogy ha a lebuk tatott földnek rétegekben, gondosan való kiegyengetéséről nem gondoskodunk, a töltést szakadás veszélye fenyegeti. Az így töltött töltés igen erős ülepedésnek is ki van téve, amit még fokoz az állványanyag- nak idővel való elkorhadása is.

A töltések készítésénél tekintet nélkül az alkalmazott rendszerre, mindig kello gondot kell fordítani a rézsük kiképzésére. Ha a töltés földből készül, a rézsüket mindig zsinór mellett ügyesebb munkással rétegekben kell rakni, minden egyes lapátföldnek a letaposása mellett. Különösen fontos hegyoldalban a rézsüknek ily gondos kiképzése. Kőből, vagy köves anyagból való töltések rézsüit mindig nagyobb kövekből, lehetőleg kézzel rakjuk úgy, hogy a kövek legnagyobb lapjukon, a rézsü irányára merőlegesen, vagy a merőleges és a függőleges felező egyenesének irányában feküdjenek.

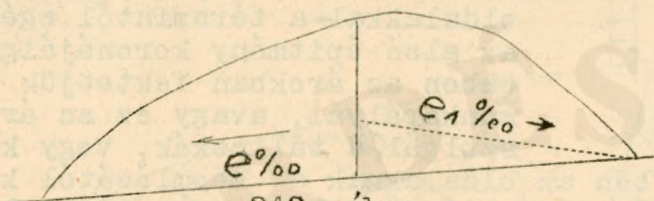
#### 45.§. A bevágások földmunkája.

A bevágások földmunkáját szintén a talajtakaró eltávolítása előzi meg, majd azután a rézsük begyepesítésére szükséges mértékben leszedjük a termőföldet. Ha a talaj csuszásra hajlamos, vagy vizes, természetesen a földmunkát meg kell előznie e talajszáritásnak is.

A bevágások földmunkájánál ügyelnünk kell arra, hogy a munkahely munka közben is lehetőleg mindig szárazon maradjon, mert különben sem a kitermelt anyagot nem használhatnók fel szárítás nélkül, de meg a munka is sokkal nehezebben halad átázott anyagban. Epen ezért

a munka mindig úgy vezetendő, hogy a kiásott rész alsó síkja kifelé lejtessen. Ezt esésben fekvő pályaszín esetében és lefelé való anyagszállításnál már maga a pályaszín is biztosítja. Ha azonban a földet felfelé kell szállítanunk, akkor is először termeljük az anyagot mindig kifelé lejtő alappal, és a szelvény végleges kiásását halasszuk arra az időre, amikor a bevágás az esés irányában is megnyílt.

Alacsony bevágásokban néha kis átvágásokkal is vízte leníthetjük a munkahelyet. Vízszintes pályaszínnel bíró bevágásokban legjobb a munka előrehaladásával párhuzamosan mindjárt elkészíteni az oldalárkokokat, és minden erősebb eső után a netán keletkezett tócsákat kis árkocskákkal azonnal az oldalárkokba levezetni.

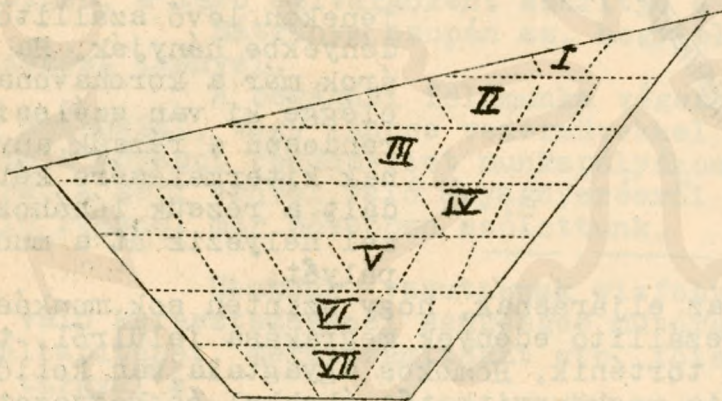


242. ábra

A bevágást vagy egyszerre teljes mélységében termelik ki a szélesség fokozatos bővítésével, vagy pedig rétegekben teljes szélességben és fokozatos mélyítéssel. Mindkét mód bármelyik szállító berendezésnél használható.

a.) A bevágás kitermelése fokozatos mélyítéssel.

A munkapályát, vagy talicska-, kordésszállításnál a pallópályát némi egyengetés után a térben fektetjük le a bevágás egész hosszúságában, esetleg több pályát is, ha a munka siettetése úgy kívánja. A pálya mellett árkot ásunk, amelynek földjét természetesen a lefektetett pályán felhasználási helyére visszük, azután áthelyezzük a pályát az előbb kitermelt árokba, és azt mindkét oldalról szélesítjük, a kitermelt anyagnak egyidejű kiszállítására mellett. A szükséghez képest a pályát oldalt is eltoljuk. Az első réteget teljes szélességében ledolgozva, hasonlóképpen folytatjuk a következő rétegek kitermelését. Ez a módszer tehát a munkapályának folytonos áthelyezésével jár, ami több fenntartási költséget igényel, de előnye, hogy majdnem tetszés szerint nagyobbítható a munkahely és így siettethető a munka.



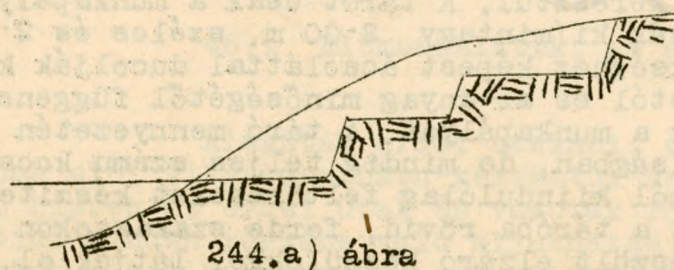
243. ábra

Talicska- és lovas kordésszállításnál a járó pálya folytonos áthelyezése különösebb több munkát s költséget sem jelent. Nem meredek terepen, legfeljebb 6-8 m. mély földanyagban levő bevágásban jól bevál a módszer.

Ide tartozik a kordésszállításnál alkalmazott lépcsős kitermelés is, amelyet a töltések földmunkájánál közölt ábra is mutat.

Ez esetben azonban rendszeren magasabb, de csak két, vagy legfeljebb három lépcsőben folytathatjuk a termelést, az egyes lépcsőket teljes mélységükben ássuk ki, és a pályát rendszeren csak fokozatosan nyújtjuk meg.

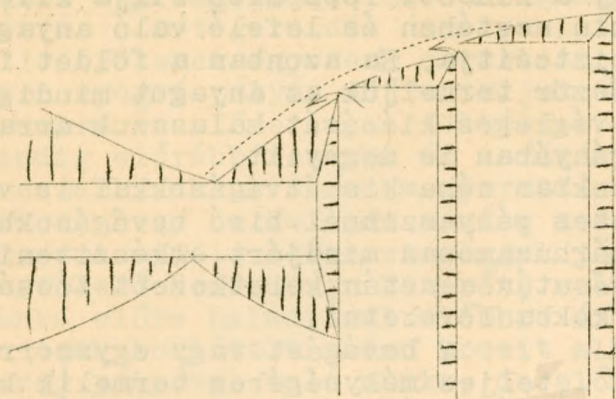
Az alsóbb lépcsők részűit a járó pályához szükséges padka hagyása mellett ássuk csak ki, és csak a munka befejezte felé képezzük ki teljesen. Ez a lépcsős termelés szintén tág munkateret ad, különösen meredek terepen igen alkalmas. Szikla-bevágások építésénél is igen kedvelt. A szállító berendezés talicskán és kordén kívül munkapálya is lehet. Előnye, hogy a munkahely jól tágítható, a munka tehát a szükséghez képest siettethető, és amellet még a szállító pá-



244.a) ábra

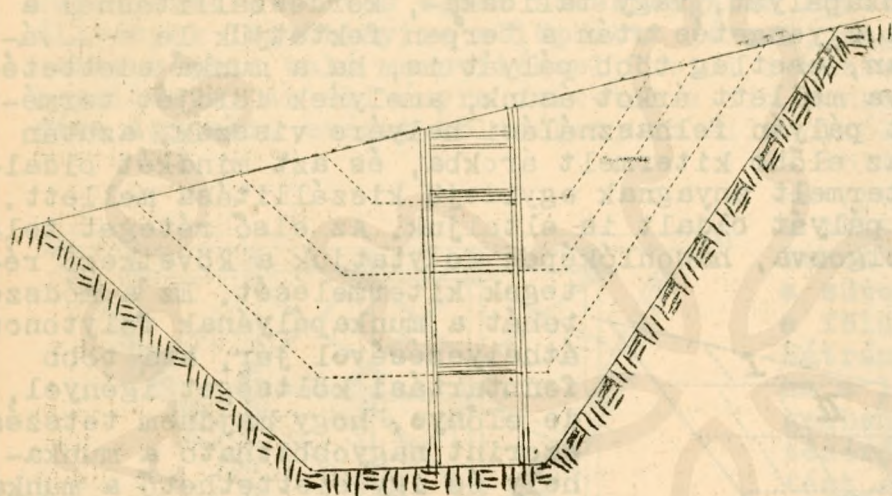
munkapálya is lehet. Előnye, hogy a munkahely jól tágítható, a munka tehát a szükséghez képest siettethető, és amellet még a szállító pá-





244.b) ábra

pályájául. Oly talajban, amelyben az oldalaknak a beomlásától kell tartanunk, pallókkal és azokat kitámasztó vízszintes gerendákkal ducoljuk a szűk és mély bevágást. Az árok előrehajtása rendszeren lépcső-



245. ábra

Előnye ennek az eljárásnak, hogy szintén sok munkást lehet egyszerre beállítani; a szállító edények megrakása felülről, tehát igen könnyen, kevés munkával történik. Homokos agyagtalajban kellő elővigyázat mellett a fejtés is megkönnyíthető; ékekkel és hegyezett farudakkal néha egész nagy tömegeket lehet lefeszíteni. De hátránya, hogy veszélyes; az elégtelen ducolás miatt esetleg beomló oldalak erősen rongálhatják a járóműveket, sőt még emberéletben is kárt tehetnek. 10 - 12 m.-nél mélyebb bevágásokban már nem nagyon gazdaságos.

Az angolrendszer a 2 m.-nél mélyebb bevágásokban legtöbbször a legjobb és leggazdaságosabb bevágási földmunka-mód; a mélyebb bevágásokban pedig gazdaságossága még jobban kidomborodik.

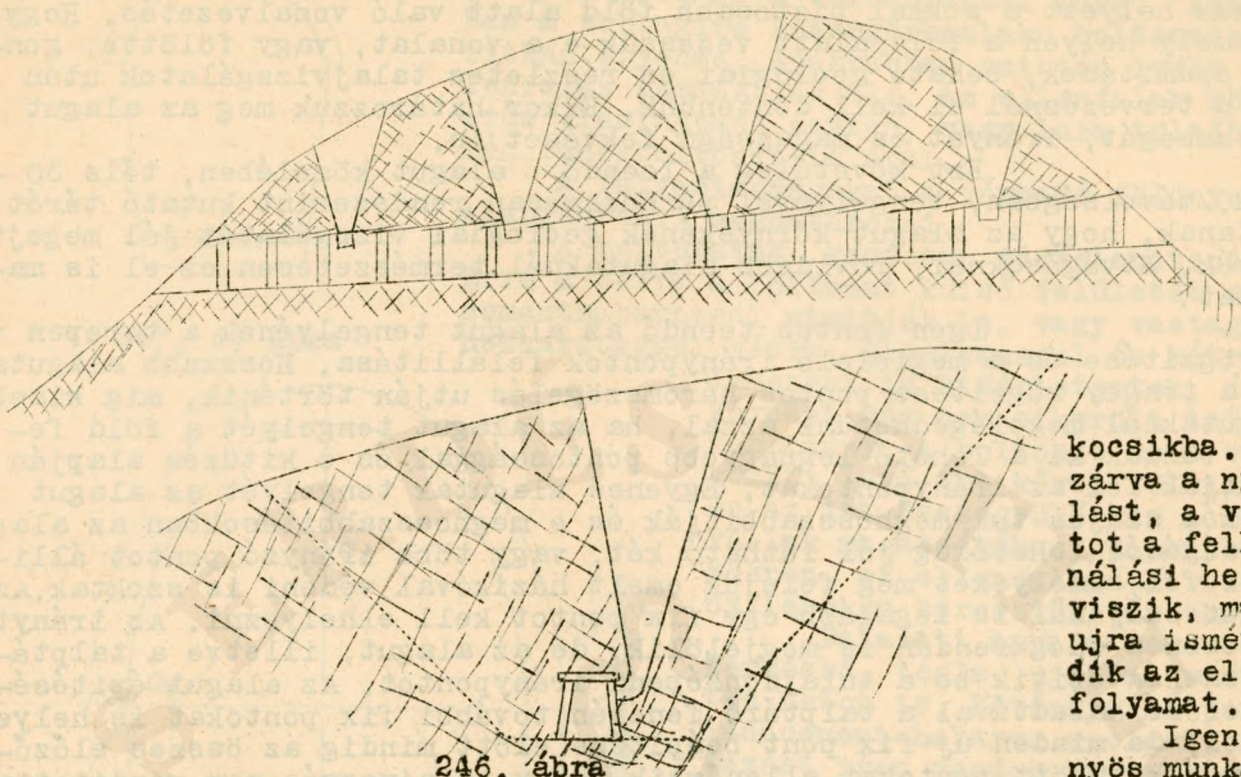
Először a pálya tengelyéhez közel, a korona magasságában tárót hajtanak a bevágáson keresztül. A tárót csak a munkapálya által megkivánt úrszelvényben ássák ki (mintegy 2.00 m. széles és 2.2 m. magas szokott lenni), és a szükséghez képest ácsolattal ducolják ki. Az ácsolat méretei a földnyomástól és az anyag minőségétől függenek. Ezen a tárón keresztül fektetik a munkapályát. A táró mennyezetén egymástól mintegy 10 - 15 m. távolságban, de mindig teljes számú kocsihosszuságnyira, az egyik oldalból kiindulólá feltréreseket készítenek a felső terepig. A feltréreseket a táróba rövid, ferde szakaszokon át torkoltatják be, és pallóból készült elzáró készülékkel látják el. A feltréreseket tölcseárszerűen bővítik felfelé, az anyagot mindig felülről hánnyva be a tölcseársébe. A munkavonatnak a táróba való betolása után megnyitják a tölcseársé alsó, elzáró szerkezetét, mire a föld beömlik a

lya is kevesebb áthelyezést igényel.

b.) Bevágások földmunkája teljes mélységgel, a szélesség fokozatos kiszélesítésével szintén ugyyszólván mindennemű szállító berendezésnél alkalmazható.

A pálya tengelyében, vagy inkább az egyik oldalon egy körülbelül 2.00 m. széles árkot ássunk meredek, majdnem függőleges oldalakkal - a térszintől egészen az alsó építmény koronájáig, és ebben az árokban fektetjük le a munkapályát, avagy ez az árok szolgálja a talicskák, vagy kordék

szon történik, és a nyert anyagot legtöbbszörre átlapátolással hánnyják le az árok mélyén levő szállító edénybe. Ha ez az árok már megfelelő hosszúságban előrehaladt, hozzáfogunk az árok fokozatos kiszélesítéséhez, és pedig lépcsősen. A kitermelt anyagot az árok fenekén levő szállító edényekbe hánnyják. Ha az árok már a koronavonalig eléggé ki van szélesítve, rendszeren a rézsűk anyagának kitermelésére kétoldalt a rézsűk lábához közel helyezik át a munkapályát.



246. ábra

kocsikba. Elzárva a nyílást, a vonatot a felhasználási helyre viszik, majd újra ismétlődik az előbbi folyamat.

Igen előnyös munkarendszer. A táró

áthajtása ugyan sokáig tart, de ez, minthogy a föld belsejéig nem hat a fagy, télen is elkészíthető, és így tavasszal megfelelő munkáslétszámmal a bevágás elkészülte tetszés szerint siettethető. A felrakás is olcsó; a táró szivárgóként szárítja a földet.

Hátránya osupán az, hogy elég nagy előkészületet és berendezést igényel.

A bevágási földmunka végezhető végül gépi erővel: kanalas kotrókkal, vagy láncos vederművekkel is. Ily berendezéseknél a ki-termelt anyagot rendszerint munkapályákon szállítják rendeltetési helyére. A gépi erővel való anyagnyerésről egyébként az anyag fejtéséről szóló résznél már bővebben szólottunk.

Utaknak, vasutaknak vízfolyásokkal, más közlekedési utakkal való keresztezésénél szükséges műtárgyak szerkezetét, nyílásainak megállapítását, méretszámítását stb. főiskolánkon a Hid- és Vízépítéstan tárgyalja.

## XII. Fejezet.

### Alagutak építése.

#### 46.§. Előmunkálatok. Az alagutak szelvénye.

Alagutak erdei utaknál, erdei vasutaknál igen rátkán fordulnak elő. Vizválasztókon keresztül nem igen fogunk alagutat építeni, mert hiszen az erdei utak és vasutak főfeladata épen az erdő feltárása, az erdő minden részébe való eljuthatás megkönnyítése. Azonban sziklás, meredek, kiálló hegyorrok már inkább készíthetnek - költségkimé-  
gett - arra, hogy költséges, nagytömegű, nyílt bevágások helyett a vonalat inkább alagutban vezessük el. Ép így esetleges kőlavinák el-

len is jó védelem lehet a nagy bevágás és költséges kőgörgetegkötési munkák helyett a sokkal biztosabb föld alatt való vonalvezetés. Hogy valamely helyen a föld alatt vezessük-e a vonalat, vagy fölötte, gondos számítások, beható geológiai és részletes talajvizsgálatok után már a tervezésnél el kell döntenünk. Ekkor határozzuk meg az alagut hosszúságát, irányát és magassági fekvését is.

Ezt követőleg a leendő alagut közelében, tőle 30 - 50 m. távolságban, tengelyével párhuzamosan rendszerint kutató tárót hajtanak, hogy az alagut környékének geológiai vizsgálatát jól megejt-hessék. Átvágásoknál, rövidebb alagutaknál természetesen ez el is ma-radhat.

Igen fontos teendő az alagut tengelyének a terepen va-ló rögzítése és a megfelelő iránypontok felállítása. Hosszabb alagutak-nál a tengely rögzítése pontos háromszögelés útján történik, míg kisebb alagutaknál megelégedhetünk azzal, ha az alagut tengelyét a föld fe-lett tűzzük ki a lehető legnagyobb pontossággal és e kitűzés alapján állítjuk fel az iránypontokat. Egyenes alagutak tengelyét az alagut mindkét száján túl meghosszabbítják és e meghosszabbításokban az alag-ut szájától lehetőleg jól látható két, vagy több irányzó pontot álli-tanak fel, amelyeket még féljük emelt házikóval védeni is szoktak. Az alagut szájánál is legalább egy fix pontot kell elhelyezni. Az irányt rendszeren a dúcgerendán is megjelölik, de az alagut, illetve a talptá-ró fenekén építik be a tulajdonképeni iránypontot. Az alagut építésé-nek előre haladtával a talptáró fenekén további fix pontokat is helyez-nek el, de minden új fix pont beépítése előtt mindig az összes előző-leg már kitűzött pontokat ellenőrzik (hogy talajmozgás nem mozdította-e el a pontot eredeti helyéről). Ivekben fekvő alagutak tengelyét az i-veket érintő egyenesek meghosszabbításában felállított irányzó pontok-kal szokták rögzíteni, azonkívül az alagutak szájánál épen úgy, mint az egyenes alagutaknál és a munka előre haladásával, de mindig a kiin-duló pontból kiindulólá mérve és az összes addig már lerögzített fix pontok ellenőrzése után, a talptáró több helyén is állítanak fel köz-benső fix pontokat. A lerögzített fix pontok nemcsak az alagut irányát jelzik, de amellet pontosan be is vannak szintezve úgy, hogy a magas-ság ellenőrzésére is szolgálnak.

Az alagutakban a pályaszint a víztelenítés miatt vagy egy irányban, hosszabb alagutakét két irányban eséssel kell megállapí-tani. Az emelkedő legfeljebb a mértékadó felét érje el, mert a nyirkos levegőjű alagutakban kisebb az adhézió.

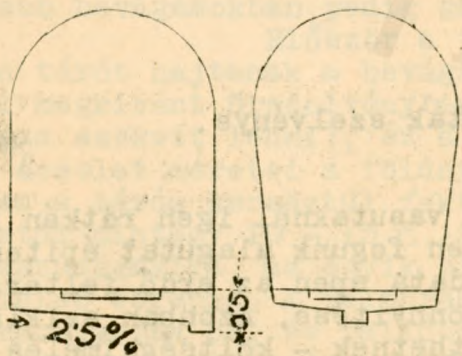
Az alagutak szelvénye a vasut, vagy ut előírt ürszel-vénye, a talaj geológiai viszonyai és a használt építő anyagtól függ.

Az alagut szabad belsősege minden irányban legalább 0.30 m.-el haladja meg az előírt ürszelvényt; ivekben a szelvény megfe-lelően bővitendő. A szelvény alakja legyen minél egyszerűbb, de mindig a fellépő igénybevételeknek megfelelő.

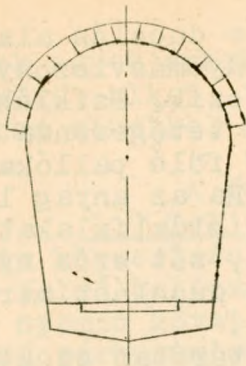
Teherbíró és fagyálló kőzetben az alagutakat és átvá-gásokat nem kell kifalazni. Ilyenkor a legcélszerűbb alagutszelvény e-

gyenes oldalfalakkal készül, ame-lyet félkör-boltozat zár. A víz el-vezetésére alul oldalt, ritkábban a közepén árokról kell gondoskodni. Az egyébként teherbíró mész-, vagy dolomitsziklában mindig jobb az a-lagutat belül 30-40 cm. vastag védő falazattal burkolni, hogy az at-mosferiliák behatása alatt leváló kövek kárt ne okozhassanak.

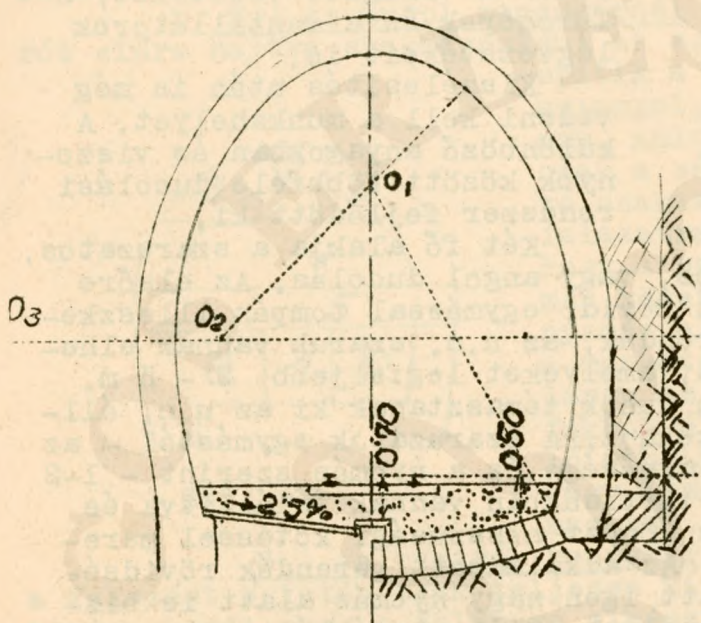
Minden oldalnyomás nélkül va-ló sziklaalagutakban-a szükség sze-rint-néha csak mennyezetboltozatot építenek, amely az ellenfalakként működő sziklafalakra támaszkodik.



247. a) és b) ábrák.



247. c) ábra



248. ábra

A kifalazott alagutak szelvénye a fellépő nyomástól és a földnyomástól függ. Általában a többnyire kosárgörbealakú boltozatot – ritkán egyenes, gyakrabban szintén ivelt – ellenfalak támasztják alá. Az ellenfalak között erős oldalnyomás esetén, vagy laza talajban még fenékboltozat is épül.

A falvastagságokat a várható földnyomás alapján kell meghatározni.

A boltozatot gondosan vízteleníteni kell. Erre a célra a boltozat külső felületét zsiros cementhabarccsal simítják le, vagy vastagabb betonréteggel védik. Ólomlemezrel és kátrányos

lemezrel is kísérleteztek, de a kérdést még nem sikerült teljesen megoldani. A boltozat és a vájat között levő űrt kővel töltik ki, és az itt összegyűlő vizet a boltvállak magasságában, bizonyos közökben, az ellenfalban kivezető nyílásokon keresztül távozhat.

Falazati anyaga rendszeresen terméskő, téglák, újabban vasbetetes beton is. Kötéanyagul portlandcement-habarcs szolgál. A falazást igen gondos kivitelben, jó kötésben kell készíteni.

Hosszabb alagutakban, minden 100 m. távolságban 1.00 m. mély, 2.00 m. széles és ugyanily magas fülkét szoktak vájni, továbbá minden 1000 m. távolságban 3-4 m. széles, 3-8 m. mély és 2-4 m. magas kamrákat építeni, hogy a javító munkáknál a munkások vo-

natjáráskor beállhassanak és szerszámukat is ott tarthassák.

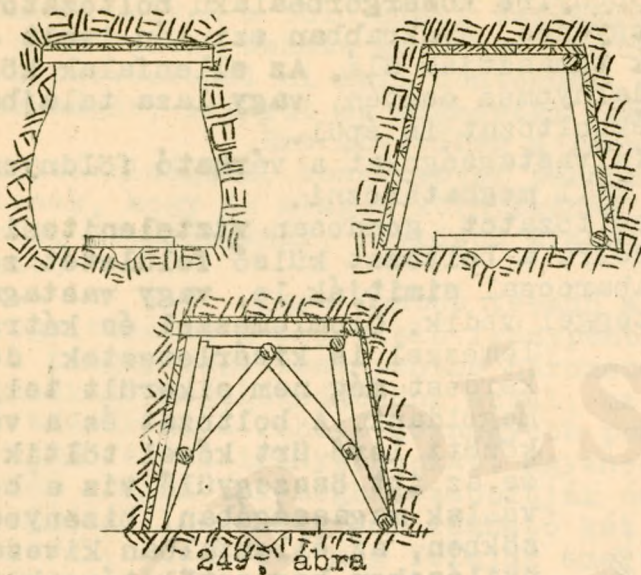
Az alagutak száját erős homlokfalazat zárja el. A homlokozat védi az alagutat eső, hó és fagy ellen, emellett felfogja a fejrészű nyomását is, és épen ezért erős keresztmetszettel, párhuzamos szárnyfalszerűen készül, néha támasztó pillérekkel gyámolítva. Rendszeresen építészeti szempontból is szép kiképzést adnak az alagut kapuzatának.

Míg rövidebb alagutakban a vonat áthaladása után fellépő erős légáram ragadja ki a füstöt és füstgázokat, addig hosszú, valamint erősen kanyarodó alagutaknak mesterséges szellőztetéséről kell gondoskodni. A szellőztetést kürtőben végződő légaknákkal, újabban inkább ventilátorokkal oldják meg.

#### 47. §. Alagutak építése.

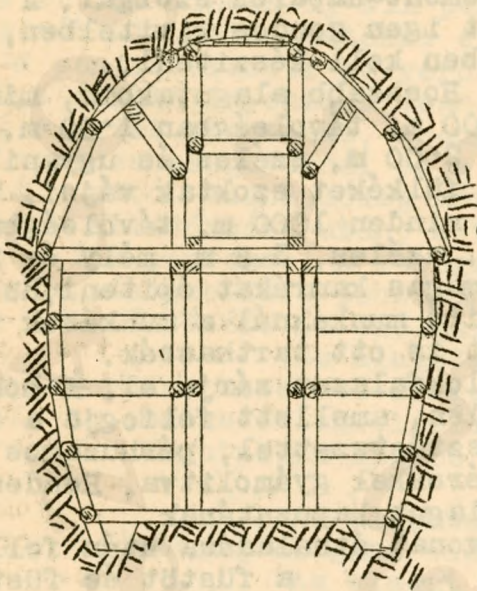
Az alagutakat – eltekintve a kis szelvényű, keskenyvágányú vasuti, vagy vízvezetéki alagutaktól – a legritkább esetben vájják ki egyszerre teljes szelvényben, hanem legtöbbször iránytárót hajtának, amelyet azután fokozatosan bővítenek teljes szelvényűre. A munkát legtöbbször az alagut mindkét vége felől kezdik meg.

A tárókban, valamint később is a fejtési munkákra ritkán használható a csákány és lapát, hanem inkább a bontó rud és a robbantás. A furás legtöbbször gépi furóval történik. A munkahelyeket mindig friss levegővel kell ellátni, és különösen minden robbantás után a keletkező mérges gázokkal telített levegőt frissel kicserélni. A tárót a bedülés veszélye ellen ducolni kell. A ducolásra bányafát



249. ábra

vagy osztrák ducolás és a szelemenés, vagy angol ducolás. Az elsőre jellemző, hogy a szelvény kerületén rövid, egymással tompán illeszkedő gerendák, az u.n. szaruk vannak elhelyezve, amelyeket legfeljebb 2 - 3 m.

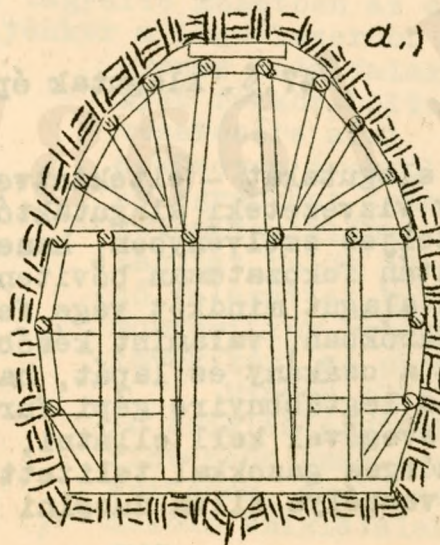
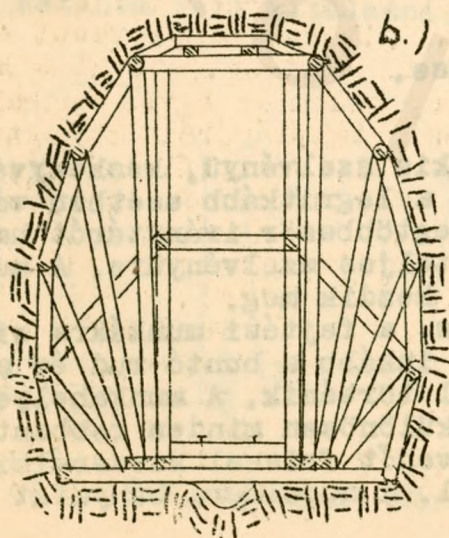


250. ábra

hosszu ducok támasztanak ki az u.n. állványszékhez. A szaruzatok egymástól - az anyag minősége és a nyomás szerint - 1-2 méter távolságban vannak felállítva és egymás között hosszúsági kötással merevítve. Az alkalmazott gerendák rövidsége miatt igen nagy nyomás alatt is biztos védelmet nyújt, továbbá rossz anyagban, hosszú szerkezeti részek hiányában is jól használható. (250. ábra).

Az angol, vagy szelemenés ducolásnál 3-9 m. hosszú és az alagut tengelyével párhuzamosan elhelyezett gerendákat, az u.n. szelemeneket vagy közvetlenül az alapra támaszkodó, vagy az állványszékre támaszkodó ducok merevítik. A szelemeneket hosszúsági irányban vagy egyáltalában nem, vagy csak a közepén támasztják meg ducokkal, illetve állványszékekkel. Csak jó, állékony anyagban használható,

amelyben a beszakadás veszélye nélkül lehet egyszerre legalább szelemenhosszúságu darabot kivájni. Állványszék nélkül (.251.b)ábra) pedig ez a ducolás csak akkor használható, ha nyomás alig lép fel, de állványszékekkel együtt is csak kisebb nyomás esetén.



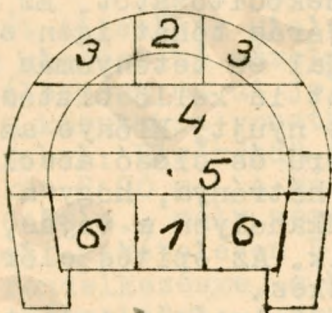
251. a.) és b) ábrák

amelynek egyes szaruit hajlitott sinekből készítettó. Ez a vasvért zárt gyűrűt alkot, tehát keresztirányu merevítésre nincs szükség. Hosszúságban sinekkel merevítik. Egyuttal falazó mintaállványul is szolgálhat.

A főbb alagutépítési rendszerek a következők:

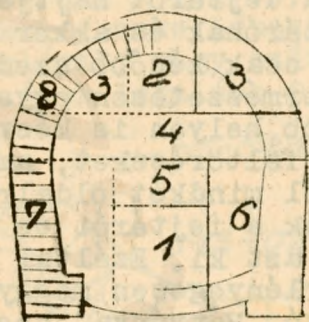
1.) Teljes szelvényben való alagutvájás iránytárol nélkül csak kis keresztmetszvényű alagutak építésénél jöhet számításba. A vájást a felső boltozatos résznek, a "calotte"-nak vájásával kezdik, amelyot nyomon követ az alsó részé. A ducolás többnyire szaruzatos. A vájással párhuzamosan halad a falazás és podig rendszeren először a fenékboltozat, majd az ellenfalak és végül a tetőboltozatot készítik el, de néha az ellenfalak előzik meg a tető- és fenékboltozatot.

2.) Az angol rendszernél az iránytárol (talp-) és a fejtárolt előre hajtva szakaszonként az egész szelvényt vájják ki és azonnal építik a falazatot is. Ducolásul rendszerint az angol, vagy szelemenenes ácsolást alkalmazák. Amint egy szakasz készen van, haladnak csak a vajat bővítésével tovább, a következő szakasz szelemeit mindig a már kész falazatra támasztják. Épen ez az előnye, hogy a csak rövid ideig álló ácsolást nyomon követi a szelvény kifalazása. Erősebb nyomás alatt az egyes szakaszok rövidebbek. A munkatér tágas. Hátránya azonban, hogy lassu az előre-haladás, továbbá a hosszú fából álló ácsolás kiszedése és újból való elhelyezése nehézkes. Nagy nyomás alatt, vagy laza talajban egyáltalában nem alkalmazható.



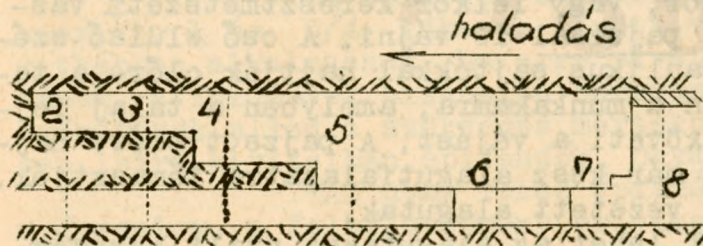
252. ábra

3.) Az osztrák rendszer abban hasonlít az előbbihez, hogy a falazást szintén csak teljesen kibővített szelvényben - szakaszonként - kezdi meg. A talptárol elkészülte és a fejtárol előre haladása után a szelvényt szakaszonként bővítik ki és falazzák ki a 253. ábrában számokkal megjelölt sorrendben. A kivájt szakaszt legtöbnyire szaruzatos ácsolással ducolják, és szintén alulról felfelé falazzák ki, legfeljebb a fenékboltozatot hagyják utoljára. A szakaszok hosszabbak lehetnek, mint az angolnál és így a munkahely tágasabb. Lazább anyagban és erősebb nyomás mellett is jól alkalmazható. A munka gyorsítására több helyen is lehet a szakaszok kiszélesítéséhez és a kifalazáshoz fogni. Hátránya azonban, különösen ilyenkor, a nehéz szellőztetés, továbbá az apró gerendák sokasága miatt a sok ácsmunka.



253. ábra

lőréséggel, hogy fejtárolt nem hajtottak előre, hanem az egyes munkahelyeken a talptárolból tetőáknát törtek fel, amelyből előre és hátra a fejtárolszerű kivájásokat folytonosan bővítették, míg csak a szakasz teljes szelvényben nem készült el.



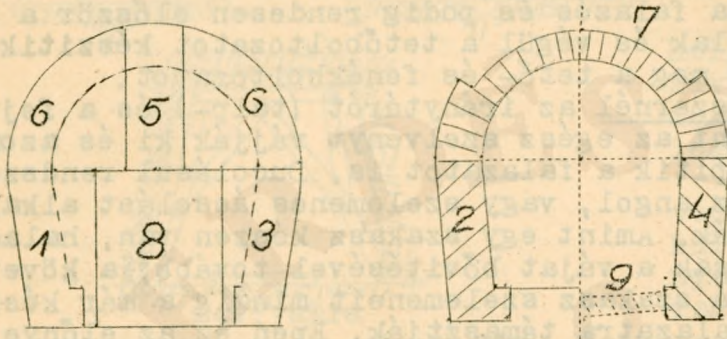
254. ábra

Az osztrák rendszerhez teljesen hasonlóan végezték az Albula-völgyi vasut néhány alagutjának az építését, azzal a különbséggel, hogy fejtárolt nem hajtottak előre, hanem az egyes munkahelyeken a talptárolból tetőáknát törtek fel, amelyből előre és hátra a fejtárolszerű kivájásokat folytonosan bővítették, míg csak a szakasz teljes szelvényben nem készült el.

A ducolás vagy szaruzatos, vagy rövid szelemenenes is volt. A kész szelvényt alulról felfelé haladólag falazták ki. Az egyes munkahelyeket azután mindkét irányban folytatták. Hátránya

szintén a nehéz szellőztetés és az egy helyre szorított anyagszállítás.

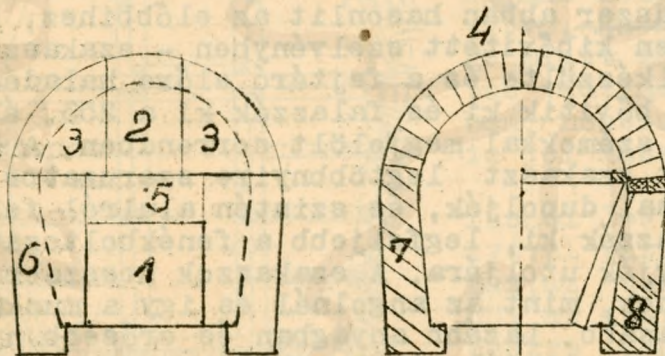
4.) A német rendszer két talptárót indít és mindig az ellenfalak helyén, amelyet felfelé a boltvállak magasságáig vájnak ki, a középső részt állva hagyják. Az ellenfalakat azonnal megépítik, majd fejtárót nyitva azt fokozatosan kiszélesítik és a boltozatot elkészítik. A ducolást mindig a közepén álló magra támasztják, csak a falazás befejezése után szedik ki a magot, és készítik el szükség esetén a fenékboltozatot. Ez az eljárás tehát igen erősen oldalt és tetőnyomás mellett is kellő biztonságot nyújt. Előnye az egyszerű és olcsó ácsolás, de hátránya, hogy a szűk munkahelyen a vájás, á-



255. ábra

csolás és falazás csaknem egyszerre folyik. Az építés előrehaladása tehát lassu és az anyagszállítás nehézkes.

5.) A belga rendszernél a talptárót (iránytárónak) és a fejtárót előre hajtva, a fejtárót két oldalt bővítik és megépítik a boltozatot. Majd több helyen rövid szakaszokban kiszedik az



256. ábra

anyagot az ellenfalak helyén, a boltozatot ideiglenesen ékekkel és oszlopokkal támasztják alá, az ellenfalakat megépítik. Néha a fejtárót hajtják iránytárónak és akkor a magot csak később szedik ki. Természetesen egyszerre több helyen is készítenek feltöréseket, amelyekből mindkét oldalra hajtják a fejtárót és bővítik azt ki. Ezáltal a munka lényegesen meggyorsítható. Hátránya, hogy a boltozatok alátámasztá-

sa igen nehéz, gondos munkát kíván. A boltozat könnyen megsérül, a robbantás által, egyenlőtlen süllyedésnek lehet kitéve, és így össze is omolhat. Előnye az olcsó és egyszerű ácsolás, a gyors munka.

6.) Laza anyagban lehet az alagutat megfelelő, erősen kiképzett és merevített kör, vagy félkör keresztmetszetű vaslemezről készült csővel, az u.n. pajzzsal is vájni. A cső elülső szája élben végződik. A csövet hidraulikus sajtókkal hajtják előre a talajban. A cső elülső részében van a munkakamra, amelyben a talaj fejtése történik. A falazás nyomos követi a vájást. A pajzsot előre hajtó hidraulikus sajtókat mindig a már kész alagutfalazatra támasztják. Így készülnek pl. a folyók alatt vezetett alagutak.

7.) Végül lehet az alagutakat nyílt bevágásként kiásni és csak a falazat elkészülte után ismét földdel betemetni, ami városi, föld alatt vezetõ vasutak építésénél gyakran alkalmazott eljárás.

## Utak építése és fenntartása.

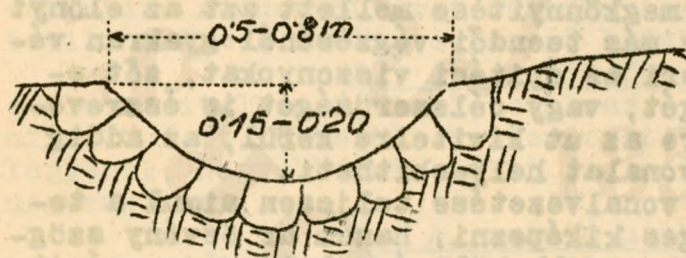
## XIII. Fejezet.

## Utak felsőépítménye.

## 48.§. Általános rész.

Az utak alsó építménye nagyobb részt földmű és így kivételét illetőleg utalunk az előző szakaszban tárgyaltakra, itt csak néhány kiegészítő méretet sorolunk fel. Az utak alsó építményének koronaszélessége az ut jellegétől, az utpálya szélességétől függ. Hazánkban a közutakra vonatkozólag a koronaszélesség a következőképen van megszabva: Elsőrendű állami közutak koronaszélessége 8·00 m., hegyvidéken 7·00 m. A másodrendű utaké síkvidéken 7·00 m., hegyes vidéken 6·00 m., mely méret igen nehéz viszonyok között és támasztó falak mellett kivételesen 5·00 m.-re is csökkenthető. Ahol elegendő terület áll rendelkezésre, a kőpályás ut mellett föld-, u.n. nyári utat is kell létesíteni. A nem állami utakra vonatkozólag ily határozott előírások nincsenek. A koronaszélességet tehát mindig az utpálya szélessége és az utpálya szerkezete szerint kell megállapítani.

Az utak mentén, sík vidéken, mindkét oldalt oldalárkot vezetünk, melynek - állami utaknál - legkisebb mélysége 0·30 m., és legkisebb fenékszélessége 0·30 m.. Ha az oldalárkokat egyuttal anyagnyerésre is használjuk, akkor mélységük lehetőleg ne haladja túl az 1·20 m.-t és fenékszélességük az 1·00 m.-t. Az uti árkok esése legalább 0·2 % legyen, de nem több, mint 3 %; ennél nagyobb esésben az árkok fenéke lépcsősen képzendő ki. A lépcsőket sövényfonással, gyep-  
tégglával, vagy száraz kőfállal biztosítják. Minden lépcsőt követőleg az árok legalább 0·80 m. hosszúságban burkolandó. Teljes hosszúságukban a közuti oldalárkokat csak kivételesen szokták burkolni, kivéve a városok belterületén vezető utakéit. Helyszűke esetén oldalárok helyett 0·5-0·8 méter széles és 0·15 - 0·20 m. mély, többnyire terméskőből, vagy patakkőből kirakott folyókák is építenek, ép úgy, mint esetleg 3 %-nál nagyobb esésben az árkok lépcsőzése helyett. A



257. ábra

folyókákat - bár ritkán - cementhabarcsba is rakják.

A töltések és bevágások részei az anyag állékonysága szerint 1 és 5/4 lábasak között változnak, másfél lábas részüt csak ritkábban alkalmaznak, ha erre okvetlenül szükség van. Rézsűbiztosítások, a földművek biztosító berendezései belső bomlások, vagy külső erőhatások ellen a szükséges mértékben az előbbi szakaszban részletesen leírt kivitelben építendőek. Ugyanez vonatkozik a műtárgyakra is.

Az utak felső építményén bonyolítódik le közvetlenül a forgalom, a felső építmény érintkezik közvetlenül a rajta haladó járóművekkel, vonóállatokkal, emberekkel, és így szerkezete szoros összefüggésben kell legyen velük. De nemcsak a forgalom neve, de annak sűrűsége is befolyással van a felső építmény szerkezetére, tovább-



bá az alsó építmény anyagának minősége, teherbíró és ellenálló képessége is. A felső építmény feladata t. i. első sorban az, hogy a rajta közlekedő járművek, emberek, vonóállatok továbbhaladásával szemben minél kisebb ellenállást kifejtő, szilárd és tartós pályát szolgáltatasson, vagyis a menetellenállás csökkentése; továbbá, hogy a forgalom következtében ráható terheléseket az alsó építmény teherbírásiának megfelelően elosztva és a lökéseket tompítva adja át és végül lehetőleg védje az alsó építményt a csapadékvíz ellen. A jó felső építménytől tehát megkívánjuk, hogy egyhuzamos felületű, kemény, a forgalom okozta mechanikai és a légköri hatásoknak ellenálló, szilárd és végül lehetőleg vizet át nem eresztő legyen.

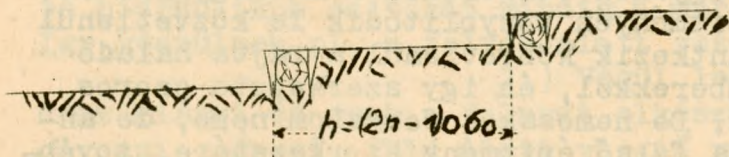
Az utakon lebonyolódó forgalom neme és nagysága szerint az utak felső építménye kevésbé szilárd, vagy szilárdabb kivitelben készül. Az első csoportba tartoznak a földutak, az erdei vonatútak, szántutak, a gyalog- és lovagló ösvények. A szilárd felső építménnyel bíró utak csoportjában ismét megkülönböztethetjük a helyiségek, városok belterületén kívül vezető utakat és az azokon belül levő utakat, amelyek felső építménye szerkezetileg és elrendezésileg, tekintettel a hozzájuk fűzött különböző feladatoknak egymástól többé-kevésbé eltérő. Utóbbiak teljesen kívül esnek tárgyunk keretén, tehát velük nem foglalkozunk. A földutak és a szilárd utak között közép-helyet foglalnak el a fa-felsőépítménnyel bíró utak.

#### 49. §. Szilárd felsőépítménnyel nem bíró utak.

1.) A gyalogutak, vagy ösvények az utak legrégebbi formája. Egyes telepek, munkahelyek megközelítésére, hegyvidéken pedig turisták részére, vagy utrövidítésre stb. szolgálnak. Az erdőgazdaságban is igen elterjedtek: megkönnyítik az erdő kezelést, az erdő védelmét és őrzését. Gyakoriak, mint a vágásokba, csemetekertekbe, vagy más munkahelyre vezető munkásösvények, usztatásra, vagy tutajozásra berendezett patakok, vízfolyások mellett, továbbá, mint vadászati céllal épült cserkészutak stb. Már kitűzött utak nyomvonala mentén építve is igen hasznos szolgálatot tesznek, mert egyrészt a könnyen kivesző kitűzési karóknál jobban rögzítik a nyomvonalat, de másrészt az erdővédelem, erdőbejárás megkönnyítése mellett azt az előnyt is nyújtják az erdőmérnöknek, hogy más teendői végzésénél gyakran végig menve ez ösvényen, jól megismeri az építési viszonyokat, sőt esetleges áttűzések szükségszerűségét, vagy célszerűségét is észreveszi még építés előtt úgy, hogy mire az ut kivitelre kerül, az addig szerzett megfigyelések alapján a vonalat helyesbitheti.

A gyalogösvények vonalvezetése teljesen simul a terephez, kanyarulatokat nem szükséges kiképezni, hanem az ösvény szögben is törhet. Fontos, hogy minél kevesebb költséggel legyen megépíthető, és ezért igyekszünk a költségesebb sziklás helyeket elkerülni. Ahol ez nem lehetséges, ott sziklába robbantva is vezethető. Az emelkedő alkalmazkodik a terepviszonyokhoz, elleneséseket csak akkor célszerű beiktatni, ha ezáltal a vonal lényegesen megrövidül. Hirtelen emelkedőket mindig célszerű helyenkint pihenővel megszakítani. Ha az emelkedő 20 - 25 %-nál nagyobb, a gyalogutat lépcsősen szokták kiképezni. A lépcsők vagy két földbevert cövekkel megtámasztott gömbölyű fából, dorongból készülnek, vagy, ha elegendő és megfelelő kő áll rendelkezésünkre, kőből is.

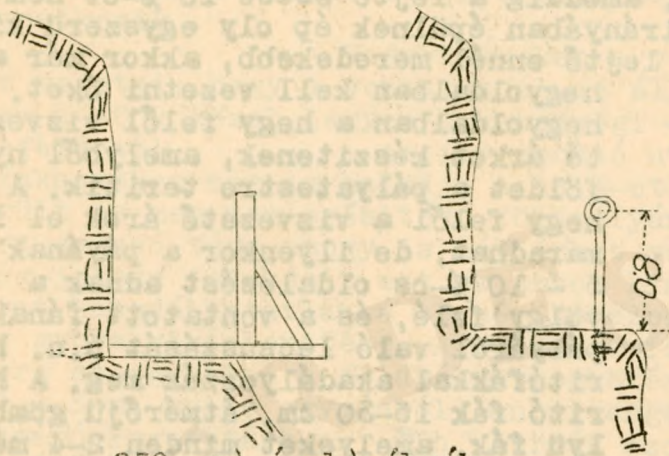
Veszélyes helyeken a külső oldalon legtöbbször gömbölyű rudakból korlátot állítanak fel. (259.a) ábra). Sziklába berobbantott szaka-



258. ábra

szokon a fakorlát helyett egymástól 2 - 4 m. távolságban a sziklába kénnel, vagy ólommal kiöntött, esetleg csak kiékelt és az ut színe fölé mintegy 80 cm.-nyire kiálló

vasrudakat helyeznek el, amely rudak felül fűlszerűen vannak ki- képezve. A fűleken keresztül hu- zott drótkötél pótolja a karfát. Még olcsóbb megoldás az, ha a sziklafalban egymástól egyenlő távolságra vasgyűrűket erősíte- nek meg és ebbe drótkötelet fűz- nek. Ilyenkor a levágás külső ol- dala szabad marad.



259. a) és b) ábrák

A vízfolyásokat vagy egy- szerű, rendszeren a legszükségesebb mértékben bárdolt gömbölyű fából készült gyalogpadokkal hidalják át, avagy sekély patakokon való átkelésnél a patak medrében egy- mástól lépésnyi (60 cm.) távol- ságban, a vízből kiérő köveket

helyeznek el műtárgy helyett.

2.) Málhás állatok részére való ösvények magas hegy- vidéken gyakran az egyedüli közlekedési berendezések. Kisebb faválasz- tékok, faszén, kisebb félgyártmányok kiszállítása málhás állatokkal is ily ösvényeken történhetik. A gyalogutakhoz hasonlóan egyszerű és ol- csó építmények. Koronaszélességük a helyi viszonyok szerint 1.00 - 1.50 méter között változik. A pályának szárazon való tartására nagy gond fordítandó. A csapadékvíz elvezetésére rendszerint az ut tengelyével ferde szögben elhelyezett dorongokból készült u.n. harántvizátéresztők szolgálnak. (Szerkezetükről később lesz szó). A vizes helyeket kővel szokták kirakni, és még azonkívül kavicsal fedni.

Az emelkedő rövid szakaszokon 20 % is lehet. Az emelkedő mérséklése végett kerülőben a vonal kifejlesztése hiábavaló költség, mert az állatok úgy sem járnának rajta. A vonal teljesen si- mul a terephez, éles kanyarulatok nem ritkák, sőt néha szögben is ve- zetnek. Igen éles kanyarodókban azonban nem szabad megfélekedni a meg- felelő kiszélesítésről.

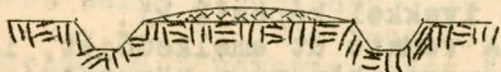
Veszélyes helyeken korlát épül. A patakokat leg- többnyire minden műtárgy nélkül, legfeljebb kirakott köveken át keresz- tezik, szükség esetén egyszerű hidakon.

3.) A lovagló ösvények az előbbiekhöz teljesen ha- sonló kivitelben épülnek, csak az emelkedőjük nem szokta túlhalad- ni a 12 %-ot. Elkerülhetetlen esetekben előforduló ellenesések enyhék legyenek. Nagyobb emelkedőket jó, helyenkint enyhe pihenő szakaszokkal megszakitani.

4.) A vontató utak igen fontos szerepet játsza- nak az erdőgazdaságban, és pedig a termékek kihozásánál és összegyűj- tésénél, és ilyenképen a jobban kiépített közlekedési utak, szállító berendezések szívó ereiként szerepelnek. Az erdei terméket, - csak 3.0 méternél hosszabb választékot - , a tönkfákat vagy egész hosszúságuk- ban a pályán csuszva, vagy első végét szánra, kerékpárra, vontató la- pátra helyezve vontatják emberi erővel, vagy állati erővel.

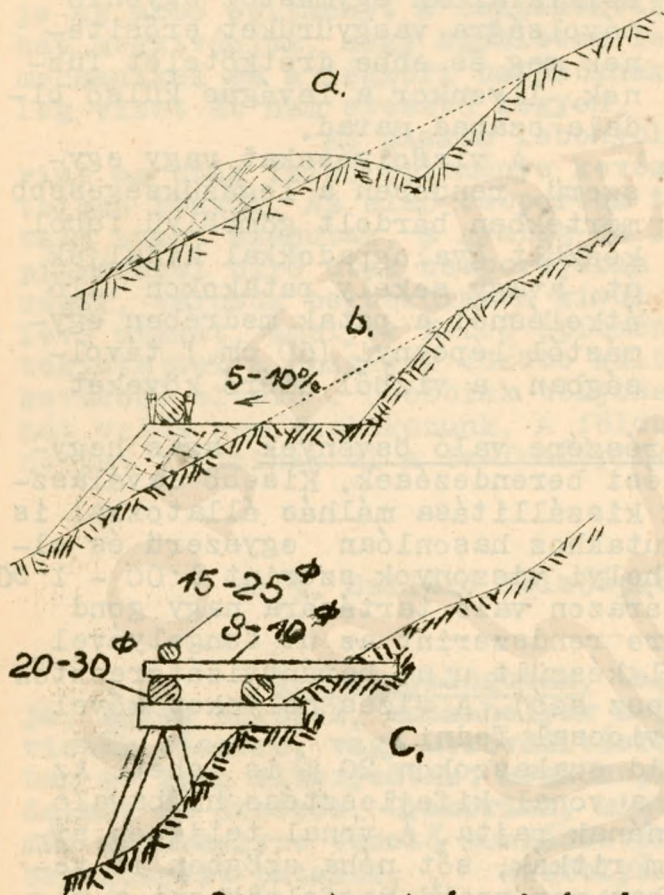
A vontató utak szélessége emberekkel való vontá- tás mellett 1.2 - 1.6 m., állati vonóerő alkalmazása esetén 2.00 - 3.00 m. szokott lenni.

A vontató utak egyszerű földépitmények, és így építésük kevés költséget igényel. Alsó és felső építményt gyakran ba- jos is volna elkülöníteni. Sik vidé- keken a vontató utakat egyszerűen úgy készítik, hogy a vontatás irányá- ból a szükséges szélességben kivágják a fákat, eltávolítják az esetleges a- kadályokat, kissé kiegyengetik a ta-



260. ábra

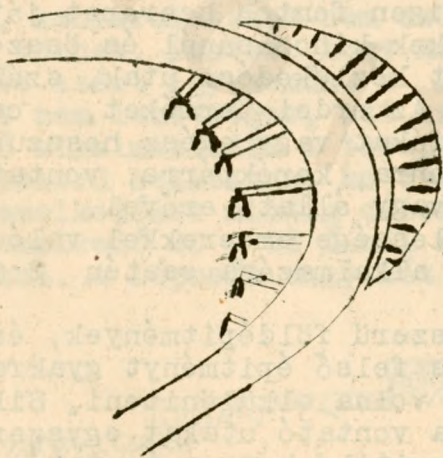
lajkiemelkedéseket és gödröket. Vizes talajon a pálya két szélén megfelelő esésű vízvezető árkot ásnak, amelyből kikerülő földet, ha nem nagyon nedves, a pályára hányják és alommal befödik. Mocsaras helyen a vontató utakat dorongut módjára képezik ki. (A dorongutak leírását majd később látjuk). Hegyvidéken, ameddig a lejtő esése 10 %-ot nem ér el, legtöbbször az esésvonal irányában épülnek ép oly egyszerű kivitelben, mint sík vidéken. Ha a lejtő ennél meredekebb, akkor már a



261. a), b) és c) ábrák

fa fogja le. A háritófa helyenkint fa, vagy ritkábban kovácszegekkel van a dorongokon keresztül az alsó, hosszú tartógerendára erősítve. Nem széles árkokat, völgyeket hasonló, de mindkét oldalt tartógerendákon nyugvó doronghidlással szokták áthidalni.

Elsebb kanyarulatokban a szükséges utszélesítést - a nagyobb földmunka elkerülése végett - bakokkal alátámasztott, megfelelő hosszú csusztató fakkal szokták ki-



262. ábra

hegyoldalban kell vezetni őket. A hegyoldalban a hegy felől vízvezető árkot készítenek, amelyből nyert földet a pályatestre terítik. A hegy felől a vízvezető árok el is maradhat, de ilyenkor a pályának 5 - 10 %-os oldalesést adnak a völgy felé, és a vontatott fának a pályáról való lecsuszását u.n. háritófakkal akadályozzák meg. A háritó fák 15-30 cm. átmérőjű gömbölyű fák, amelyeket minden 2-4 méter távolságban, kívül a talajba vert cövekkel rögzítenek. Meredek hegyoldalakon, vagy teljes bevágásban, illetve levágásban vezetik a vontató utat, vagy pedig a völgyfelőli oldalon a töltést bakokon, állványokon nyugvó hidlás helyettesíti. (Ezt mutatja a 261. c) ábra). A hidlás 10-15 cm. átmérőjű szorosan a pályatengelyre merőlegesen egymás mellé rakott dorongokból készül, amelyek egyik végükön vagy közvetlenül, vagy ászokfán a természetes talajon nyugszanak, míg külső végük bakokkal, vagy állványokkal alátámasztott, gömbölyű szálfákon nyugszik. A hidlaspallókat felül, a külső oldalon rendszerint gömbölyű fából való háritó

felől hosszú csusztató fakkal szokták kiképezni. A csusztató fakkal akár a kanyarulat belső, akár külső oldalán szélesíthetjük ki az utat. A csusztató fák egymástól mintegy 1.00 m. távolságban az ut szélén, sugárirányban elhelyezett 20 - 30 cm. vastag gömbölyű fák, amelyeket ferdén becsapozott gömbölyűfalák bakszerűen támasztanak alá. A csusztató fák felett hidlás nem szükséges. A legkisebb kanyarulati sugár és a hozzátartozó utszélesség kiszámítását már az utak nyomjelzéséről szóló III. fejezet tárgyalta részletesen. A kanyarulatokat körívvel, vagy - ami sokkal jobb - parabolikus ívekkel képezik ki.

A vontató ut emelkedőjét, illetve esését megszabja az a követelmény,

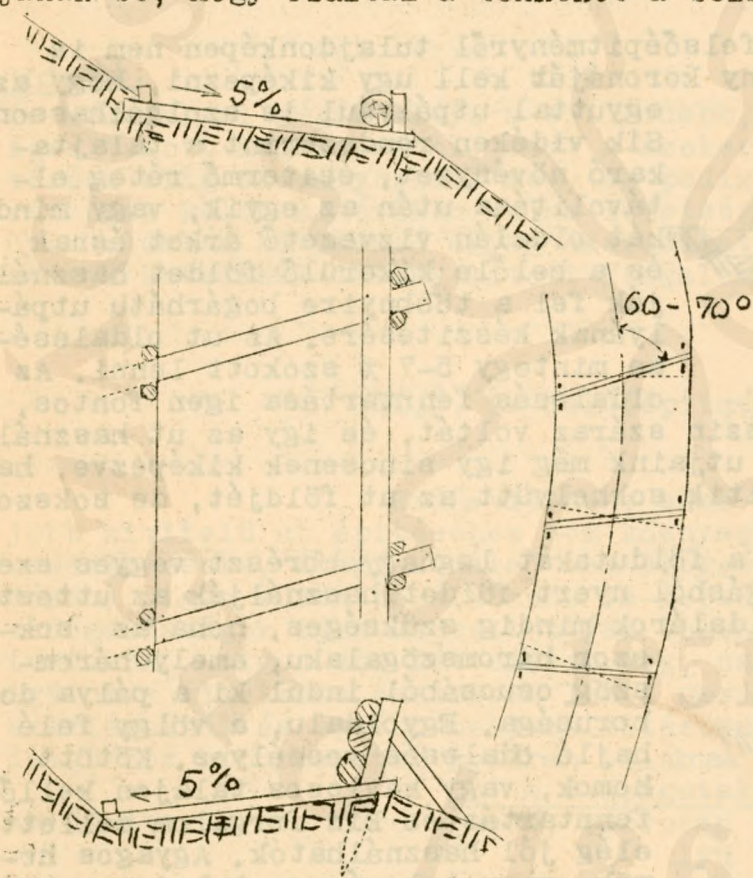
hogy az emelkedőnek nem szabad oly nagynak lennie, hogy rajta a fa magától is csuszásba jöhessen. A legnagyobb esés, ha a fa teljes hosszúságában a földön csuszik 15 - 20 %; ha az eleje felszánra van helyezve 6 - 15 %, ha az eleje kerékpáron nyugszik 6 - 12 %-ot ne haladjon meg. Az adott határértékek elsője havas, míg második száraz pályára vonatkozik.

Hegyvidékeken a vontató utakat szokták oly esésben is vezetni, hogy a vontatásnál az állat alig fejtsen ki vonóerőt, hanem a tönk közel legyen a nehézségi erő következtében a meginduláshoz lefelé való. Az ily vontató utakon az esés közel van, sőt egyes szakaszokon meg is haladja a 18 %-ot. Minthogy a tisztán földből készült és meg nem erősített földpályán a vontatott törzsek hátsó, az uton csuszó vége amugy is már árkot váj, ily nagy esésben a csapadékvíz még jobban igyekszik ezt az árkot kimélyíteni, miáltal idővel az egész utat használhatatlanná tenné, kétszeres fontossággal bír az ut kellő és gyors víztelenítése. A csapadékvíznek az utról oldalt való vezetésére és egyúttal a földpálya megkötésére az eséshez mértén, elég sűrűn (2 - 3 m.-nyire egymástól) an uttengelyével mintegy 60 - 70° szöget bezáró keresztátszkok, u.n. bordák szolgálnak. A keresztátszkok 10-15 cm. átmérőjű, gömbölyű fából készülnek, és mindkét végükön két oldalt mellőlük vert cövekekkel vannak leeresztve. Kisebb esésű szakaszokon e keresztátszkok, vagy bordák kanyarulatokban úgy vannak elhelyezve, hogy a kanyarulat belső oldalán a sugáriránnyal, előresietve, 70° szöget zárjanak be, hogy ezáltal a tönköket a belső oldal felé tereljék és egyen-

súlyozzák némileg a fellépő centrifugális erőt. Az utpálya egyenes szakaszokon a lejtő felé, kanyarulatokban a belső oldal felé 5 % oldaleséssel képzendő ki. Egyenesekben és töltéseken az ily vontató utat mindkét oldalról 20-25 cm. átmérőjű, gömbölyű fából készült és cövekekkel minden 2 - 4 m. távolságban rögzített háritófákkal szegélyezik. A háritófákkal egyúttal lefogják a keresztbordákat is. I-vekben a külső oldalon a fellépő centrifugális erő ellensúlyozására, különösen élesebb kanyarulatokban az előbb említett 5 %-os tulemelésen kívül a háritófákra velük nagyjára azonos méretű gömbölyűfából még u.n. korlátfákat is helyeznek, amelyeket kitámasztott cölöpökkel gyámolítanak.

Háritó és korlátfához kevésbé értékes, vagy csak tűzifára alkalmas tönköket, ideiglenesen, esetleg később leszállításra kerülő tönköket is használnak fel.

Havas szállításra berendezett vontató utakon a keresztbordák elmaradhatnak. Oly helyeken, amelyek gyakran eljese-



263. ábra növelésére

gésednek, jó mindig oldalt homokot, vagy földet tárolni, hogy a jégesedett pálya a surlódás szükség esetén beszórható legyen

A vontató utak rakodóra, vagy utak mellé való betorkolása a továbbszállítás irányával hegyes szögben történjék.

Az emberi erőre berendezett vontató utak hosszúsága ritkán haladja meg a 300 m.-t, míg állati vontatásnál a hosszúságuk

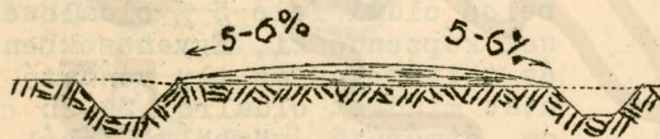
több kilométer is lehet.

Építésükre állati vontatásnál folyóméterenkint havas pályákon Förster szerint 5 - 12·5 napszamos-munkaóra szükséges, nyári használatuaknál pedig 11 - 21·5 napszamos-munkaóra. Kézivontatásu pályák építése folyóméterenkint sík vidéken 1·5 - 3, hegyes vidéken 1·5 - 4·5 napszamosmunkaórát igényel. Hárítófákra, bakokra, hidlásokra szükséges famennyiség esetenként könnyen kiszámítható. Építésük és üzemük olcsó, de 3·0 m.-nél kisebb választékok kihozásánál már nem használhatók.

A tűzifát, vagy más rövidebb választékokat kézi szánon szokták havas, vagy nyáron alommal beszórt földpályákon kihozni és gyűjteni. A kéz i szánutak a vontató utak egyik változata. Szélességük 1·5 - 2·0 m., hegyoldalban a hegy felé 5 %-os keresztirányu eséssel. Esésük, hogy lehetőleg a teher vontatását elkerüljük, 7-20 % között lesz. Célszerű esések Marchel szerint; tűzifánál 8-12 % 4·0 m. hosszú tűzifa kiszállítására szolgáló pályákon az esés 18 %-ig növelhető. 20 %-nál nagyobb esés már igen megnehezíti a fékezést. A nyári pályákon - ha az esés nem elegendő - a vontató utakhoz hasobló, de oly sűrűn rakott keresztbordákat is szoktak alkalmazni, hogy a szánkó mindig legalább 2 keresztcsánkón nyugodjék.

5.) A földutak. Mint erdei mellékutak elég gyakoriak, noha esős időben nem igen járhatók, és száraz időben is csak akkor, ha a talaj eléggé kemény. A mezei dülő utak majdnem kivétel nélkül mind földutak.

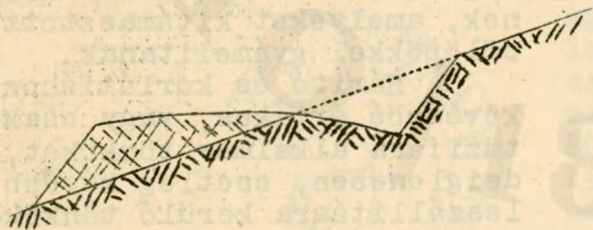
Földutaknál felsőépitményről tulajdonképpen nem is lehet beszélni. Az alsó épitmény koronáját kell úgy kiképezni, hogy az egyuttal utpályául is szolgálhasson. Sík vidéken rendszerint a talajtakaró növényzet, ésatermő réteg eltávolítása után az egyik, vagy mindkét oldalán vízvezető árkot ásnek és a belőle kikerülő földet használják fel a többnyire bogárhátú utpályának készítésére. Az ut oldalesése mintegy 5-7 % szokott lenni. Az oldalesés fenntartása igen fontos,



263. ábra

mert csak ez biztosítja a felszín száraz voltát, és így az ut használhatóságát. Sajnos hazai dülő utjaink még így sincsenek kiképezve, hanem tisztán a járóművek tömörítik sokhelyütt az ut földjét, de sokszor inkább tönkre teszik.

Hegyvidéken a földutakat legnagyobbbrészt vegyes szelvényben vezetnek és így a bevágásból nyert földet használják az uttest hiányzó részének töltésére. Oldalárok mindig szükséges, noha az sokszor háromszög alakú, amely háromszög csucsból indul ki a pálya domborúsága. Egyoldalú, a völgy felé hajló oldalesés veszélyes. Kötött homok, vagy kavicsos talajon kellő fenntartás és kis forgalom mellett elég jól használhatók. Agyagos homok, vagy televényes talajon - nedves időben ismételten - az utra 5-10 cm. vastagságban folyó-, vagy bányakavicsot, esetleg kohósalakot szoktak teríteni. Elég kemény utfelszint ad 2/3 rész kavics, vagy homok és 1/3 rész agyag keveréke



264. ábra

5-10 cm. rétegben elterítve. Nem kötött, finomszemű, vagy futóhomoktalajon az utat 20-30 cm. vastagságban agyaggal szokták burkolni. Erdőkben néha a földút begyepesedése is javára szolgál.

Vizes talajon, vagy sziklás részeken természetesen nem építhető. Az ily szakaszokat tehát vagy rőzse-, vagy domgutszerűen szokták elkészíteni, esetleg sziklába robbantani.

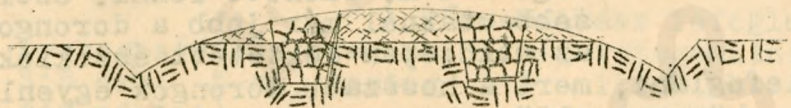
Földutakon a vízlevezetésére kell nagy gondot fordítani. Emelkedőjük lehetőleg ne haladja meg a 7, esetleg keményebb talajon, rövid szakaszon 8-10 %-ot, mert különben az utat lefolyó csapadék az utat kimossa. Ily meredek szakaszokon legfeljebb egymástól az esés szerint 2-3 m. távolságban az ut tengelyére merőlegesen elhelyezett, és két szélükön cövekekkel rögzített dorongokkal lehet a kimosás veszélyét csökkenteni. A keresztátszkek az ut felszínébe sülyesztendők és legtöbbször egyuttal haránt vízátéresztőkül is szolgálnak. A keresztátszkek között kavicsolni is szokták.

A földutak csak kis forgalmat bírnak el és gondos fenntartás mellett is csak jó időben használhatók. A téli havas időben használt földutak eléggé beválhatnak.

Építéjükre földmunkával együtt folyóméterenkint 5-8, vagy 10 napszamos-munkaórára van szükség az ut szélessége és a mozgósítandó földtömeg szerint.

A földutak egy változata feltalálójáról, Koltz luxemburgi főerdészről elnevezett ut. Az oldalárkókból kikerülő föld-

ből feltöltött uttesten a járóművek keréktávolságában egy-egy 0.4 - 0.6 m. széles és 0.3 m. mély árkot ásattak és ezt az árkot tört, vagy patakkavicssal töltötték ki. Ezáltal tehát nyampályát építettek, amelyhez azt a reményt fűzték, hogy kevesebb



265. ábra

Kövel

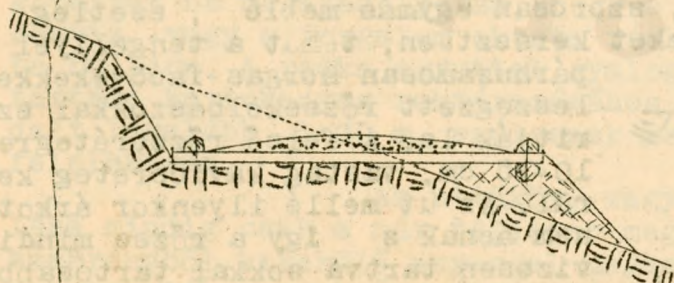
és költséggel mégis eléri a szilárdabb, kavicsolt utak előnyeit. Nem igen tudott meghonosodni, mert a szekereknek a nyomóról való leterésése alig akadályozható meg, ez pedig az utat igen rongálja. Kitérés csak külön-kitérőkön volna lehetséges. Agyagos altalajon a kavicsnyom oldalán kitüremelő agyag használhatatlanná teszi. Más talajon és könnyű kocsikkal lebonyolított forgalom mellett beválhatna.

### 50.§. Fa-felsőépítményű utak.

Erdősvidéken, ahol a fának csekély az értéke és jobb kivitelű ut építéséhez sem kőanyag, sem elegendő költség nem áll rendelkezésre, avagy a talaj nem eléggé teherbíró (mocsaras, lápos vidéken), igen sűrűn találkozunk fa-felsőépítményű utakkal. Régebben az erdőgazdaságok igen kedvelt utjai voltak. Taftósságuk csekély, fenntartásuk igen sok fát emészt meg, nagy forgalmat nem bírnak el, s így csak kivételes esetekben lehet gazdaságos az építésük. Földcsuszamlásoknál és egyéb helyreállításoknál gyors elkészítésük miatt ideiglenes utburkolatul gyakran találunk alkalmazást.

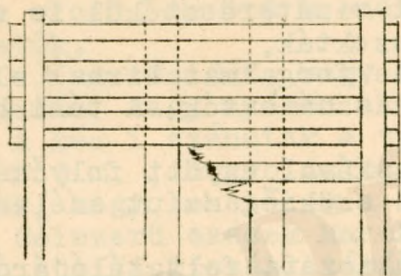
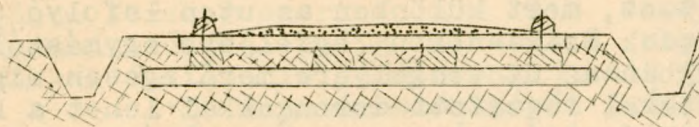
1.) A dorongutak állanak 10-15 cm. átmérőjű, az ut tengelyére merőlegesen, szorosan egymás mellé helyezett, gömbö-

lyű fákból, vagy hasítványokból, amelyeket majdnem mindig két szélükön 15-25 cm. átmérőjű szegélyfákkal - esetleg szintén hasítványok - foglalnak össze. A szegélyfákat legtöbbször horgas cövekekkel erősítik a talajhoz. Lágyabb talajban, töltésben a dorongokat legalább a két szélén, szélesebb utakon minden 1.00 - 1.5 m. távolságban párhuzamosan futó ászokfákra kell helyezni. Mocsaras talajon ezek az



266. ábra

ászokfák még keresztgerendákon is nyughatnak. Alárendeltebb utakon, meredek hegyoldalakban, sziklás részekben támasztófalak helyett szok-



267. ábra

ták néha az alsó építményt állványokkal, vagy bakokkal helyettesíteni, amelyek a doronghidlást támasztják alá hasonló kivitelben, mint azt a vontató utaknál leírtuk.

A vízvezetés megkönnyítésére a dorongutaknak 3-4 %-os oldalesést adnak. Hogy a dorongokon a járás könnyebb legyen, és így a járóművet és az utat jobban kimélik, 5 - 10 cm. vastagon kavicsos, vagy kavicsos földdel kell beteríteni. Kavicsszegény vidéken a kavicssterítést a sokkal rosszabb földterítéssel helyettesítik.

A dorongutak rendes szélessége 2-4 m. szokott lenni. Szélesebb utaknál már jobb a dorongokat az utközépen fektetett ászokfákon

ütköztetni és gerendával lefoglalni, mert a hosszabb dorongok egyenlőtlenül felfekve és terhelve, könnyen eltörnek.

Az ut készítéséhez a tartósság nézőpontjából legjobb elnyomott, sűrű évgyűrűs fát felhasználni. A fanemek közül a bükk legkevesebbé alkalmas e célra, mert igen gyorsan korhad.

Építési munka-és anyagszükséglet:

2.5 m. széles uthoz	4.00 fm.	20 cm. v. gömbölyű fa,
	15.00 "	13-15 " v. dorongfa
	0.4 m <sup>3</sup>	kavicsos föld
	3.4-5-7.5	napszámos-munkaóra

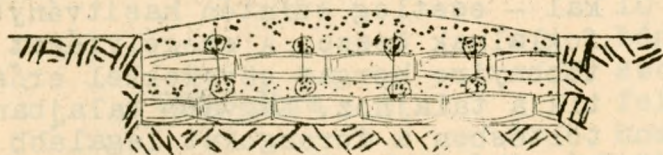
3.0 m. széles utnál csak a dorongszükséglet emelkedik 18 fm.-re és a kavics 0.5 m<sup>3</sup>-re.

3.5 m. szélesnél	21 fm.	dorongfa és	0.7 m <sup>3</sup>	kavicsos föld.
4.0 "	24 "	" "	0.8 "	" "

szükséges, míg az ászokfa- és a munkaszükséglet változatlan marad. (Erdészeti Zsebnaptár adatai).

2.) A pallóutak hasonlóak az előbbiekhöz, csak a dorongokat helyettesítik fenyő-, vagy tölgyfa-pallók. A szélső ászokfák a pallók jobb alátámasztására esetleg hornyolva is lehetnek. Ma már nem igen építenek pallóutakat, legfeljebb gyors helyreállításoknál ideiglenes jelleggel és rövid szakaszon. Igen költségesek és amellett tartósságuk csekély.

3.) A rőzseutak mocsaras, lápos helyeken nyernek alkalmazást. Kétféle kivitelben készülnek. Az első alaknál az utpálya szélességében árkot ásnek, és ebbe terítik a rőzsekévéket az utpálya tengelyére merőlegesen, szorosan egymás mellé, esetleg több rétegben is. Az egyes rétegeket keresztben, tehát a tengellyel



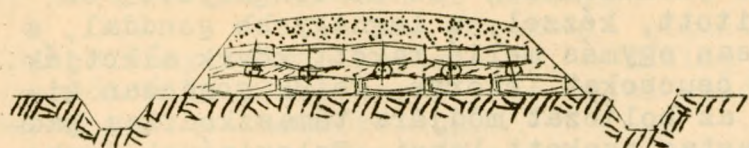
268. ábra

párhuzamosan horgas facővekekkel leszegzett rőzsekolbászokkal szoritják le. A felső rőzserétegre 10-15 cm. vastag kavicsréteg kerül. Az ut mellé ilyenkor árkot nem ásnek s. így a rőzse mindig vízsen tartva sokkal tartósabb marad, sőt a rőzserétegek, ha megfelelő fanemet használnak fel, gyökeret hajtanak és erősen ös-

zönnek. Az így előállított ut, ha nem is eléggé teherbíró, de könnyűforgalomra alkalmas.

Már sokkal kevésbé jó szerkezet az, amikor a rőzsekéveket a talajra fektetik egyébként az

előbbihez hasonló rétegekben, szintén a járófelületnek kavicsolásával. Ily rőzseutak mentén két oldalt már árkot kell húzni. De mivel e szerkezetnél a rőzsehol szárazon fekszik, hol meg átnedvesedik, sokkal hamarabb korhad.



269. ábra

hez:

egy rétegben	2.5 drb. rőzsekéve és 0.75 m <sup>3</sup> kavicsos föld,
	4.5 - 125 napszámos-munkaóra
két rétegben	2.5 drb. rőzsekéve és 0.90 m <sup>3</sup> kavicsos föld
	6.5 - 150 napszámos-munkaóra
három rétegben	7.5 drb. rőzsekéve és 1.10 m <sup>3</sup> kavicsos föld,
	8.5 - 170 napszámos-munkaóra.

A rőzsekolbász lefoglalásához és cövekkel való leszegezéséhez ezen felül még rétegenként 3.0 m. rőzsekolbász és 3.5 drb. 5 cm. vastag 1.3 - 1.6 m. hosszú cövek. (Erdészeti Zsebnaptár adatai).

### 51.§. Kavicsolt utak.

A gépi járóműveknek nagyfokú elterjedéséig a kavicsolt utpálya volt a községeken kívül vezető, élénkebb forgalmu utak rendes kiképzése.

A kavicsolt utak megülepedett alsó építményének koronájába az utpálya szélességének megfelelő széles és mintegy 0.25 -

0.30 m. mély árkot ásnak, és az így nyert u.n. uttükörben készítik el a kő-utpályát. A kőpályát két oldalról mindig padka határolja. A kőpálya szélessége kétjáratu utaknál állami utainknál 4.50 m., mely 4.00 m.-re és törvényhatósági utakon kivételesen 3.5 m.-re csökkenthető. Egy-



270. ábra

járatu utak kőpályája legalább 2.5 m. Az ut felszínének oldalra, köményebb fedő anyag használatánál 4 %, puhább anyagnál 5 % oldalosést szoktak adni és az ut közepén a két sítot ivesen egyenlítik ki, de szokták néha az utat egészében is ivesen kiképezni. A kőpályának legalább 20 cm. vastagnak kell lennie. Két oldalt a padka határolja a kőpályát és megakadályozza, hogy a kőpályát alkotó kavics a csapadékviz, vagy a forgalom okozta rázkódások következtében az oldalárokba hulljon. A padka egyuttal gyalog közlekedésre is szolgál és a fenntartási kavicsanyag raktározásához is használható. A padkának két oldalt legalább 1.00 m. szélesnek kell lennie, hogy e feladatainak megfelelhessen.

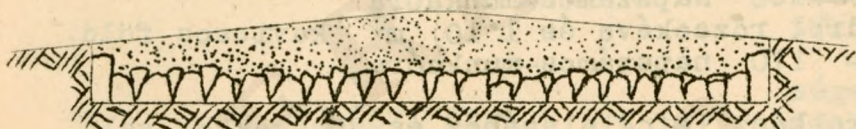
Az uttükör, vagy mások szerint a szekrény, kiemelése mindig csak a már teljesen megülepedett töltésen történik, a szekrényből kikerülő anyaggal magasbitják egyuttal a padkákat. Ujabbban szokták a szekrény alját még hengerral tömöríteni.

A kőpálya rendszeren több rétegből áll, melyek közül a felső zuzott, vagy folyami kavicsból álló rétegtől ered az elnevezés. Az alsó, vagy u.n. alapréteg vagy nagy kövekből van rakva, vagy



vagy pedig szintén kavicsból áll s e szerint szokták a kavicsolt utakat osztályozni.

a.) Rakott kőalappal bíró utak alsó rétegét legnagyobb lapjukra, hosszúságukkal párhuzamosan az ut tengelyével és csucsos oldalukkal felfelé fordított, kézzel, a legnagyobb gonddal, a kőkötés szabályai szerint szorosan egymás mellé rakott kövek alkotják. Az alaprétegből felfelé kinyuló csucsokat letörve, velük gondosan kiékelik az alapréteget úgy, hogy az boltozat módjára támaszkodik a padkákra. Az alapréteg 12-18 cm. vastag szokott lenni. Felszínének domborúságát vagy úgy érik el, hogy a vízszintesen kiásott tükrök közepén helyezik el a legnagyobb, és oldalra fokozatosan a kisebb köveket, vagy pedig már a tükröt is a felső domborúságnak megfelelően ássák ki, és arra helyezik a többé-kevésbé egyforma magas köveket. A kőalap két



271. ábra

szélén régebben mindig hosszabb és nagyobb kövekből u.n. szegélyköveket raktak le, amelyek magasságban is gyakran jóval felültúlták az alapréteget. Ujabbán el szokták hagyni a szegélyköveket, mert, ha pl. fel-

érnek egészen az ut felszínéig, a járóművek könnyen kiforgatják őket, és ezáltal csak elősegítik az ut gyors felbomlását; de további hátrányuk az is, hogy a kőtestben összegyűlemlő viznek a gyors lefolyását akadályozzák. Ha még alkalmazták valahol, akkor is ügyelnek arra, hogy a szegélyköveket legalább 10 cm. vastagon kavics borítsa, és ha ez lekopott volna, a kavicsréteget az előbbi méretre megújítják.

Az alaprétegre kerül azután - keményebb kőből 3-5, puhább kőzetből 5-7 cm. élnagyságu - zuzott kavicsból a felső réteg, amelyet azután legtöbbször még 1-2 cm. vastag kőzuzalék, vagy durvaszemű homok fed. A felső réteg 10-15 cm. vastag, vagy kisebb forgalmu utakon a közepén 8-10 cm. és a szélek felé vékonyodik.

A kőzuzalék, illetve homokterítésnek pedig az a célja, hogy az hengerlés közben, vagy a forgalom hatása alatt bekerüljön a borító réteg hézagai közé, azokat kitöltse, és így az egész kőpályát jobban tömörítse.

Régebben az alapréteget néha csak 10 - 12 cm. vastagra készítették, de felette először nagyobb élnagyságu kövekből 8-10 cm. vastag, közbelső réteget iktattak be, és csak erre került a borító réteg. Nehezebb forgalom mellett azonban ez nem bizonyult megfelelőnek.

Ha csak lehet a borító réteget, de ujjában többnyire a kőalapot is hengerelni szokták, legfeljebb a kisebb forgalmu erdei utaknál bízzák a tömörítést magukra a közlekedő járóművekre. De nem is kaphatunk így sohasem oly tömött és egyenletes felületű pályát.

b.) A kavicsalappal bíró utaknál az alsó réteg is kavicsból, legfeljebb nagyobb 5-8 cm. élnagyságu kavicsból készül, amelyet vízzel való öntözés után gondosan hengerelnek, majd erre ráterítik a kisebb szemnagyságu kavicsból való (borító) réteget, esetleg a közbelső és a felső réteget, mindegyiket öntözve és hengerelve. A felső rétegre azután ismét 1 - 1.5 cm. vastagon kőzuzalékot, vagy homokot szórnak ismételt hengerlés közben.

Ezeket az utakat, de ujjában már a kőalappal bíró, kavicsolt és hengerelt utakat is Mac Ádám Laudon angol mérnök után makadám utaknak szokták nevezni.

Mac Ádám építette utak szerkezete ugyan különbözik a ma róla elnevezett utaktól. Ő 1820 körül kezdte meg utjait tisztán, és pedig egyenlő szemnagyságu kavicsból, rendszeren három 7.5 cm. vastag rétegben építeni. Az egyes rétegeket - minthogy uti hengerek akkoriban ismeretesekek nem voltak - a rajtuk járatott kavicsszállító kocsik-

kal tömörítette. Csak egyenlőszemű, zuzott kavicsot használt, amelyet átrostált, hogy a földes részecskéktől, mésztől és portól megtisztítsa. Utpadkát nem készített, hanem a kavicsfelsőépítmény elfoglalta az ut szélességét egészen az árkokig.

A mai kavicsolt utakat a kőalapozott utakhoz hasonló szelvényalakban képezik ki, a kőalap helyett egy nagyobb szemű kavicsból álló alapréteggel, és rajta rendszerint csak egy felső, kisebb szemű kavicsborítóréteggel.

Mindkét rendszerű kavicsolt utnál a szekrénybe esetleg behatoló víz elvezetésére 6 - 10 méter távolságban a padkát átvágják és kifelé eséssel bíró árkokkal, amelyet kőszivárgóval töltenek ki. Keskeny

Az alapozott kőut (nevezik chaussée-nek is) és a tisztán kavicsból készült ut mindegyike a maga helyén építve, megfelelő, jó utpályát nyújthat. A kőalapozott ut nem oly egyszemű szerkezetű, a felső réteg kavicsai a forgalom okozta terhelések alatt ennél fogva az alapréteg nagyobb kövein könnyebben széttúzódhatnak, a tehernek az alsó építményre való eloszlása sem oly egyenletes, mint a makadám utaknál, bár e hátrányt kellő vastag borító réteggel erősen csökkenthető, de ezzel szemben a borító réteg gondos fenntartása és kellő időben való megújítása mellett, különösen puhább anyagból való, vagy feltöltött alsó építményen sokkal erősebb, teherbíróbb, tehát nehéz forgalomnak jobban ellenálló. Viszont a tisztán kavicsból épült ut olcsóbb előállítás miatt teherbíró alsó építményen és kisebb forgalom mellett gazdaságosabb. Igen kemény, vagy szikla-alsóépítményen kőalapot építeni nem szabad, mert a kőalap nem lévén rugalmas eléggé, a rajta való járást nagyon keménnyé, rázóssá tenné, ami az utpályát, a járóműveket és a vonóállatokat is nagyon megviselné.

A kavicsolt utak sem elégitik ki teljesen a jó utpályához fűzött követelményeket, de nem túlságosan erős forgalom mellett jó anyag és gondos kivittel eléggé kemény, sima felületű és többé-kevésbé vízzáró felső építményt szolgáltathatnak.

A jó utburkoló anyagtól megkívánjuk, hogy szárazon és átnedvesedve is megfelelően kemény, szilárd legyen, a fagy, a víz és a légköriek behatására ne induljon mállásnak, a vizet ne szívja magába, továbbá megfelelő kötő (cementáló) ereje legyen, hogy ezáltal az utpályát egyszeműségét, simaságát és vizet át nem eresztő voltát is biztosítsa.

E követelményeket legjobban kielégíti a bazalt, utána következik jószág tekintetében a piroxenes andesit, a gránit, gabbro, kvarcporfir, gneisz (ha nem tartalmaz sok csillámot), kemény mészkő és dolomit (utóbbi kettőnek különösen nagy a kötőereje, de sajnos nem eléggé kemény és így erősen kopik, miért is nyáron a vele fedett út erősen porzik, esős időben igen sok sárat ad), esetleg kvarcos homokkő (erősen mállik), sienit, kvarcos trachit, végül a kevésbé kemény mészkő és dolomit, amely természetesen a keménynél is gyengébb utianyagot ad. Agyagpalát, s más efféle anyagot uthoz használni egyáltalában nem jó, mert a víz és fagy behatása alatt szétesik és higan folyó sárrá lesz.

A felhasználandó anyag megválasztásánál természetesen erősen befolyásolnak a helyi viszonyok és a rendelkezésre álló költség is. Általában véve az alsóbb, a forgalom okozta mechanikai hatásoknak, és a légkörieknek közvetlenül ki nem tett rétegeket, mint pl. a kőalapot, a legalsó kavicsréteget kevésbé jóminőségű anyagból is készíthetjük, míg a felső réteget a legjobb anyagból. A bazaltot már költséges volta miatt is inkább csak a borító rétegben alkalmazzuk, sőt alárendeltebb, kisebb forgalmú utakon még ott sem.

Legtöbbször az is befolyásolja az anyag megválasztását, hogy az illető vidéken milyen kőanyag áll rendelkezésre.

Lehetőleg csak zuzott követ szoktunk utakhoz felhasználni, de kis forgalmú (pl. erdei) utakon, ha olcsó folyó-, vagy bányakavics áll rendelkezésünkre, az építési költségben való takarékoskodás végett akár kőalapon, akár pedig tisztán ily kavicsból is

készülhet az út felső építménye. A kőalap fölött 2.5 - 3 cm. szemnagyságu közvessző és erre egy 2.5 - 4 cm. szemnagyságu borító réteg kerül el. Az egy réteg vastagsága közepesen legalább 15, a széleken 10 cm., a két réteg pedig egyenként legalább 7.5 - 8 cm. vastag legyen. Tisztán kavicsból az ily utakat legtöbbször szintén két rétegben együttesen 25-30 cm. vastagságban készítjük. A fedőrétegre mindkét esetben 0.6 cm.-nél kisebb szemnagyságu homokot terítünk el.

Jobb kötés végett szokták a folyó-, vagy bányakavicsot homokkal, vagy esetleg agyaggal is (legfeljebb 12 %-ig) keverni, különösen a felső rétegben.

A szemek gömbölyösége miatt sohasem érünk el oly jó kötést, mint a zuzott kőből készültéknél, nem is tömörül eléggé, erősen kopik, és kátyuk keletkezésére igen hajlik. A folyó-kavics tisztább és ezért valamivel jobb a bányakavicsnál.

Kivételesen vasolvasztósalakot is használnak az utak alsó és ritkán borító rétegéhez is. Ha a salak eléggé kemény és nem mállik, kis forgalmu utakon be is válik. Az üvegnesű salak azonban nem használható fel, mert megsértené a vonóállatok patáit.

A felhasznált kőanyagok kötőereje főleg kémiai összetételüktől függ, de kihatással van rá a kavicsszemek nagysága és alakja is. Általában a kavics annál jobban köt, minél nagyobb az egyes szemek érintkező felülete, vagyis minél kisebb a szemnagyság, persze csak bizonyos határon felül. A kisebb szemű kavics t. i. kevésbé áll ellen a szétzuzódásnak, és épen ezért keményebb kőanyagból a legcélszerűbb kavicsszemek élnagysága 3-5 cm., míg a puhább kavics nagyobb, 4-6 cm. szemnagyságu. Alak tekintetében legjobban megfelel a kocka, vagy tetraéderalak, ez szolgáltatja a legtömörebb pályát, feltéve, hogy a szemnagyság az egyes rétegekben közel egyenlő. Egyenlőtlen szemnagyság csak gömbölyű, tehát folyó-, vagy bányakavicsnál előnyös.

A zuzott kavicsot vagy kézzel tör ik, vagy pedig újabban mindinkább gépi erővel. A kézi erővel való kötőréshöz a munkás a nagyobb kövek összetöréséhez 3-4 kg. nehéz, vidékenként változóan, hosszú, vagy rövid somfanyelű bunkót használnak, míg a kívánt nagyságra való aprítás 0.5 kg. súlyu, hosszunyelű, acélezott kötőréskalapáccsal történik. Egyes vidékeken a kötőrék ülve dolgoznak, amikor aprítás hoz is rövidnyelű kalapáccsal használnak. Kézi erővel egyenletes, és kockaalakot megközelítő kavicsot nyerünk, csak az a hátránya, hogy meglehetősen költséges. 1 m<sup>3</sup> kavics aprításához az igen kemény kőből 24, közép kemény kőből 16, kevésbé kemény anyagból 9, puha anyagból néha csak 5-6 kötőré-munkaóra szükséges. Úgyes, gyakorlott munkás az előbbieken közölt munkaidők fele alatt is elérheti ugyanazt a teljesítményt.

A gépi erővel való kötőré lényegesen olcsóbb a kézinél, de sohasem ad oly egyenletes kavicsot, miért is gyakran utólag még kézzel tör ik kockaalakúvá és egyenlő szemnagyságúvá. A kavicsotörő gépek legnagyobb része lényegileg állkötőré pofából, amelyek egyike fix, míg másikat megfelelő erőátvitellel valamely erőgép fel- és lefelé mozgatja úgy, hogy a két törő pofa közé öntött követ zuzza. A pofák egymástól való távolságát a kívánt szemnagyság szerint ékekkel állítani is lehet. A zuzott kavics ferde tengelyű és rázó mozgásban levő osztályozó hengerbe kerül. A henger felülről lefelé 3 vagy 4-féle szemnagyságnak megfelelően át van lyukasztva úgy, hogy a rajta áthaladó kavics szemnagyságának megfelelő lyukakon átesik és így önműködőleg osztályozódik. A leirt pofás kötőré gépeken kívül szerkesztettek forgó mozgásban levő kötőré hengereket is, de ezek kevésbé váltak be.

Hajtó erőnek a helyi viszonyok szerint lokomobil, elektromotor, vagy ritkábban robbanó motor szolgál.

Napi (1.0 munkaóra) teljesítmény 30-50 m<sup>3</sup> között változik 12 lóerős gép alkalmazása mellett. A gép kiszolgálására 1 gépész és két munkás szükséges. A törő pofák másfél-két havonként cserélendők.

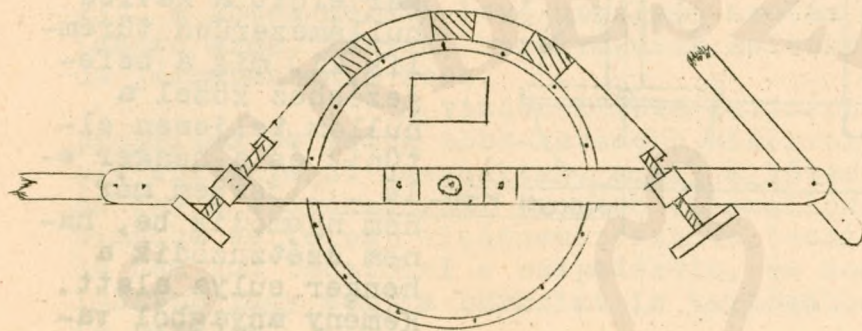
A termelt kavicsnak mintegy 80-90 %-a durva és közepes kavics és 10 %-a finom kavics. Zuzalék és hulladék az összes meny-

nyiség 10-20 %-a között változik.

1 m<sup>3</sup> terméskőből mintegy 0.80 m<sup>3</sup> zuzott kavics termelhető, vagyis 1 m<sup>3</sup> kavics előállításához 1.25 m<sup>3</sup> terméskőre van szükségünk. Hengerelt utakon a kiterített kavics a hengerlés következtében térfogatának 80 %-ára tömörül és így 1 m<sup>3</sup> kavicspályához 1.47 - 1.50 m<sup>3</sup> terméskő szükséges.

Az utpálya simaságát és megfelelő tömörségét az egyes rétegeknek hengerlésével érik el. A hengerlés 1829. óta van alkalmazásban az utépitésnél. Első időben kizárólag lóval vontatott köz-  
uti hengereket használtak. Az első gőzhengerek 1860 körül készültek angol és francia gépgyárakban, de már majdnem teljesen kiszorították az állatokkal vontatott hengereket. Az állati vontatású hengerek

öntött vasból készülnek, megfelelő fékberendezéssel és a vonóállatok befogására vas-, vagy fakocsiruddal vannak ellátva. A henger belső ürege a súly növelésére vízzel, vagy homokkal tölthető meg. Hogy a hengerrel való fordulás elkerültessék, vagy a rudat lehet a hengeren átfordítani, vagy két oldali rudat használnak. A gépi hengerek legáltalánosabb



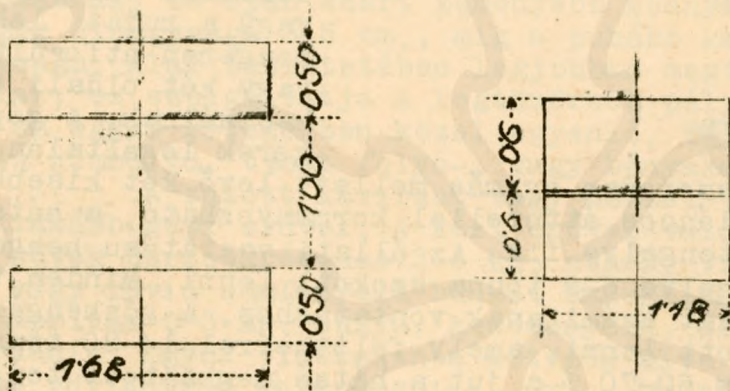
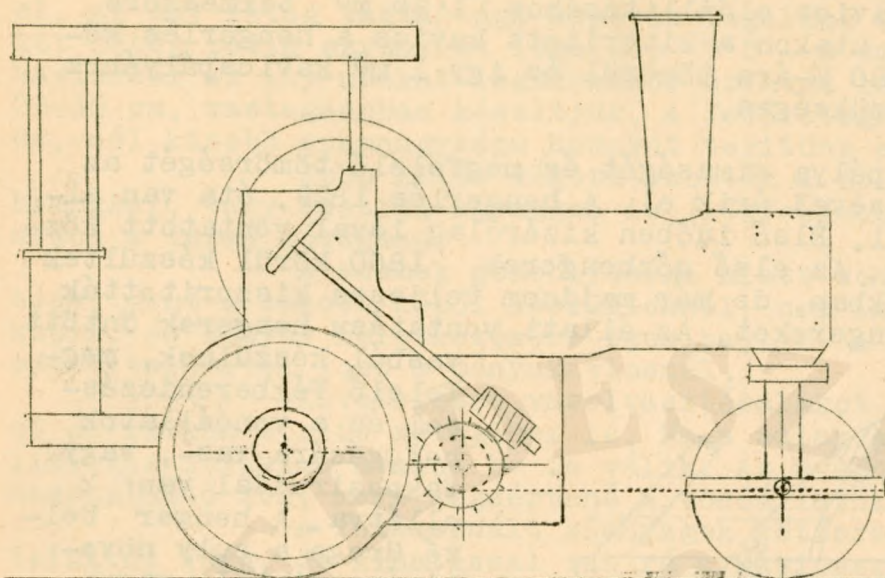
272. ábra

alakjánál elül egy, vagy szorosan egymás mellett levő két kisebb henger van, amely többnyire láncos áttétellel kormányozható, a hátsó kerek nagyobb átmérővel és tengelye fix. Az állati vontatású hengerek súlya üresen 3-5, megterhelve 6-8 tonna szokott lenni. Minden tonna hengersúlyra átlag egy lovat számítanak vontatáshoz. A gőzhengerek üres súlya 10-14 tonna szokott lenni, amely felteherrel 14-20 tonnára emelhető. A súlynak mintegy 60-70 %-a jut a hátsó meghajtott tengelyre. A hajtó gép súlytonnánként mintegy 1.00 - 1.10 lóerős. A menetsebesség üres járatban és legfeljebb 10 % emelkedőn mintegy 3.5 - 4.5 km. szokott lenni óránként, míg munka közben a hengerlés elején legfeljebb 0.5 m.sec<sup>-1</sup> (1.8 km. óránként), amelyet 0.8 m.sec<sup>-1</sup> (óránként 2.88 km.) sebességre növelnek fokozatosan. Közepes kavicsból Birk szerint naponként, 12 óra alatt 1300 m<sup>2</sup> utfelületet lehet hengerelni. Laissle szerint, egy órai teljesítmény kemény kőzet (bazalt, porfir) hengerlésénél 60 - 65 m<sup>2</sup> utfelület (3.3 - 3.8 m<sup>3</sup> kavics), mészkő esetén 85 - 110 m<sup>2</sup> utfelület (6.2 - 11.0 m<sup>3</sup> beheng. kavics), alpesi kavics-murva hengerlésénél 120 - 130 m<sup>2</sup> utfelület (4.6 - 4.9 m<sup>3</sup> behengerelt kavics).

Állati vontatású hengereknél a munkateljesítmény mintegy 20-25 %-al kisebb.

A hengerlés menete a következő: Minden egyes réteget (melynek vastagsága ne haladja meg a 7-8 cm.-t) külön kell hengerelni. A hengerjárat hosszúságát nem szabad nagyon rövidnek választani, mert különben a forduláskor sok munkaidő elveszvéen, a teljesítmény csekély lesz (állati vontatású hengereknél a célszerű hosszúság 350-700 m. között változik, gőzhengereknél szükség esetén rövidebb is lehet).

A kavicsot elterítve (természetesen számítva arra, hogy a réteg tömörül) a hengerlést rendszeren a kőpálya egyik szélén kezdik meg, és a hengerlési szakasz végén megfordulva, a kőpálya másik szélén haladnak visszafelé és így fokozatosan közelednek az utközép felé. Hengerlés közben az utat mindig öntözik jobb kötés elérése végett. Igen kemény, zuzott kő tömörülését zuzalék, vagy homok felszórásával is elő szokták segíteni. A lóvontatású hengerekkel üresen



273. ábra

kezdik meg a munkát és csak fokozatosan töltve meg a hengert, növelik annak súlyát, míg gőzüzemű hengereknél a súlynak túlterheléssel való növelése elmaradhat. Hengerelni addig kell a rétegeket, míg a kavics szemek jó kötésben kellőleg nem tömörülnek. A hengerlés kezdetén a henger előtt a kavics hullámszerűen türemlik ki, míg a befejezéshez közel a hullám teljesen eltűnik és a henger elé rakott kavics szem már nem nyomódik be, hanem szétzúzódik a henger súlya alatt. Kemény anyagból való kavicson többször, puhábbon kevesebbszer kell járni a hengert a jó tömörülésig. (Würtembergben az erre vonatkozó megfigyelések szerint a porfir 117, a bazalt 89, a Jura-mészkö 57 és a puha Lias-mészkökavics 48 hengerjárat után érte el a megfelelő tömörséget).

A felső borító réteg lehengerlése után még 1 cm. vastagon kőzuzalékot, vagy homokot szoktak ráteríteni és locsolás után lehengerelni, hogy a tömörített kőpályát a lovak patái meg ne bontsák oly könnyen, másrészt ez a homok, vagy zuzalék, de később a fogalom hatása alatt lekoptatott poranyag is a kötestbe hatol és annak cementálását is elősegíti.

A jó anyagból és gondosan készített és tömörített kavicsolt ut egyenletes felszín mellett eléggé vízzáró is, különösen, ha a csapadékvíznek az utról való gyors lefolyását az utnak adott domboru keresztmetszettel még elősegítjük.

## 52.§. A víz behatolását gátló (impermeabilis) anyagokkal kezelt zuzottkő-utak.

A zuzott kőből készített, hengerelt kőpálya sokáig ugyszólván egyedüli felsőépítményalakja volt a nagy forgalmu országutaknak. A 19. században a vasutépítés nagyarányu fejlődése különben is meglehetősen elterelte a figyelmet a közuti forgalomtól, amelynek már inkább csak gyűjtő szerepet tulajdonítottak. A gépi járóműveknek főleg a háboru után történt nagyfoku elterjedése azonban ismét jelentős közlekedési tényezővé emelte a közutakat.

A gépi járóműveknek az addig az állati vontatásra igen

jónak bizonyult szerkezettel és eljárással megépített utak nem tudtak ellenállni. Az utépités nem tartott lépést a járóművek fejlődésével, és így a járóműveknek és az utak szerkezetének oly fontos egymásra való kölcsönhatása sem volt meg.

A gépi járóművek gyors haladása, a teherjáróművek nagy tengelynyomása, és a vonóerő kifejtésénél az utra ható nagy igénybevétel az utburkolat teherbirását teszik próbára, annak gyors kopását idézik elő.

Az aránylag nagy sebességgel járó gépijárművek kerekei hengerlő hatást is fejtenek ki az út felszínére, amelynek következtében különösen az első kerekek alatt, az utpályát alkotó kavicsszemek kipendürülnek helyükből, és így az utburkolat megbomlását siettetik. Ezt a hatást még fokozzák a gummiabroncsok, amelyek kiszívják az egyes kavicsszemek közül a csak vízzel beiszapolt (zuzalék, homok) kötőanyagot. A kötés nélkül levő utpályán azután annál inkább fellepnek a bomlasztó erők, kátyúk, kerékvágások keletkeznek, és rövidesen az egész út járhatatlanná lesz.

A vízzel kötött kavicsolt utak ezen hátrányait úgy próbálták és pedig több-kevesebb sikerrel kiküszöbölni, hogy víz helyett oly kötőanyagot használtak, amely a kötest részeit össze is ragasztja, és így a szivóhatással szemben ellenállóvá, emellett az út felszínét simábbá és főleg vízátnemeresztővé teszi. A vízzáró út-felsoőpitmény-be nem tud behatolni a csapsédkvíz, és nem okozhat bomlást a még veszélyesebb fagy sem, a burkolat is tartósabbá válik, a por és sárképződés is csökken.

A zuzottkő-utak javítására többféle anyaggal kísérleteztek, amelyek közül a fontosabbakat a következőkben tárgyaljuk.

1.) A kátrányozás. A nyers kátrány nem alkalmas e célra, hanem azt előbb prepatálni kell. A kátrány tulajdonképpen nem ragasztó anyag, hanem csak kötölti az út-alkotórészek között való hézagokat, az út felszínét egyenletesebbé teszi, és a víznek az uttest-be való behatolását megakadályozza, és az utat így tartósabbá teszi. Hátránya, hogy kiszáradva porlik, és ezért a kezelés többször megújítandó. A kátrányos utak javítása igen egyszerű, mert a hiányokat, gödröket kátránnyal itatott, zuzott kővel kitöltve, ledöngölve, a helyreállított feltok elég jól kötnek a régi uttesttel.

A kátrányozást háromféle eljárással szokták elvégezni:

a.) A felületi kezeléssel tulajdonképpen csak az utburkolat felületét vonjuk be védő réteggel. Tiszta kőszénkátrányt alkalmaznak, amelynek fajhője  $15^{\circ}\text{C}$  mellett 1.19, és felében szurkot és felében olajat tartalmaz, esetleg ammoniákvizet, de naftalint lehetőleg nem.

Az utra alapos letisztítás után forró kátrányt öntenek (öntöző kannával, vagy kátrányozó géppel fecskendeznek), rá zuzalékot (1 - 1.5 cm. vastagságban) terítenek, gyengén lehengerlik, esetleg a zuzalékot ismét bekátrányozva, arra újabb zuzalékréteget terítenek, és azután átadják az utat a forgalomnak. Négyzetméterenkint első kátrányozásnál 0.75 - 1.10 liter, későbbi kezelésnél 0.5 - 0.7 liter kátrány szükséges. A kezelést a forgalom intenzitása szerint minden 4-8 héten ismételni kell. A felületi kátrányozás inkább csak a portalanításra és az utburkolat vízzáróvá tételére alkalmas, de a burkolat belső összetartását nem növeli.

b.) Az átító, vagy penetrációs eljárás abban áll, hogy régi uton annak felületét meglazítjuk, és az anyag eltávolítása után alaposan megtisztítjuk, erre terítjük a 7-8 cm. vastag új borító réteget, - új utaknál a lazítás elmarad, és az alsó rétegre (esetleg rakott kőalapra és közbenső rétegre) elterítjük a 2.5 - 4 cm. szemnagyságú borítóréteget, lehengereljük és hengerlés után kátránnyal kiöntjük a hézagokat (rendesen hasonló gépeket használnak erre a célra is, mint a felületi kezelésnél). Az első kátrányozás után vagy azonnal, vagy 2-3 héttel később még felületi kezelést is alkalmazunk, amely után az út felszínét gyengén lehengerelt 1 - 1.5 cm. vastag zuzalékkal borítjuk. Ha a felületi kezelést nem azonnal végezzük, az átítatás után kell

azonnal elteríteni a zuzalékréteget.

Az átítatáshoz sűrűbb kátrányt használunk, mint a felületi kezeléshez. Legjobb az oly kátrány, amely 60-70 % szurkot és - feltétlenül kőszénkátrányból előállított - olajat tartalmaz; a szabad szén legfeljebb 18 súlyszázalék legyen. Az átítással a kátrány mintegy 8 cm. mélységre hatol be a borítórétegbe és annak nagyfoku tömörülését elősegíti. Négyzetméterenkint mintegy 1.5 - 2.0 liter kátrány szükséges. A felületi kezelést jó minden második hónapban megújítani, míg a borítóréteg éveig is jó állapotban maradhat.

c.) A keverő eljárásnál az ut felső rétegeinek kőanyagát már előzőleg keverjük össze vízzáró kötőanyaggal, és az így kevert anyagból készítjük a borítóréteget, vagy két réteget. Egy réteg alkalmazása esetén a zuzott kő mintegy 60 % 5 cm., 30 % 3.8 cm. szemnagyságu legyen, míg az 1.3 - 1.9 cm. szemnagyságu töltő anyag csak 10 %-ot tegyen ki. Két réteg esetén az alsó 5 cm., a felső 3.8 cm. szemnagyságu legyen, mindegyikben a töltő anyag legfeljebb 10 % lehet. A rétegek vastagsága a forgalom nagysága szerint 5-10 cm. között változik.

Az ily keverő eljárással készített és kátránymakadémmal is nevezett utburkolatban a kátrányban levő szurok többé-kevésbé össze is ragasztja az egyes köveket, míg az olaj inkább csak a szurkot tartja képlékeny állapotban és biztosítja a vízhatlanságot. Száraz időben a szurok porlani kezd, és ezért ilyenkor a kátrány olajtartalmát kell növelni.

1.00 m<sup>3</sup> zuzott kavicsához mintegy 65-85 liter kátrány szükséges (a szemnagysággal nő a kátrányszükséglet). A követ és a kátrányt legtöbbször külön-külön melegítik fel, és azután keverik össze. A melegítést, keverést és elterítést rendszeren a célra szerkesztett gépekkel végzik. Az egyes rétegeket elterítés után zuzalékkal behintve hengerelni is szokták, majd az ut felszínére 1 cm. vastag zuzalék kerül. A keverő eljárásnál a kátrány sokkal jobban járja át a rétegeket, tehát jobban is köt, de ez az eljárás költségesebb is.

A kátrányos utak könnyebb forgalomnak jól megfelelnek, de nehezebb alatt hamarosan tönkre mennek. Legnagyobb hátrányuk, hogy a kátrány megszáradása után porlódik.

2.) A bitumenezés a kátrányozásnál sokkal erősebb és tartósabb utburkolatot ad, amely a nagy teherfőrgalmat is elég jól bírja. A bitumennek fő előnye a kátránnyal szemben, hogy illó és vízben oldható anyagokat nem tartalmazván, rugalmasságát megtartja, nem porlódik, igen jól cementál, csak a forgalom hatása alatt kopik, de az időjárás nem befolyásolja. Igen értékes utépitő anyag, de költséges és amellet hazánkban nem fordulván elő, külföldről kell behozni és így használata külkereskedelmi mérlegünket rontja. Természetes, vagy mesterséges (u.n. petrolbitumen) bitument is használnak ily célra. A természetes aszfaltot, vagy földszurkot azonban előbb tisztítani kell. Legelterjedtebb bitumenek a spramex, a mexphalt és az ebanit-bitumen.

A bitument épügy alkalmazhatjuk, mint a kátrányt: felületi kezeléssel, átítató vagy keverő eljárással.

A felületi kezelés előtt az utat száraz állapotban drótkefékkel jól letisztítják (előbb a port az utról locsolás után seprükkel távolítják el) és a száraz utfelületre öntik (szintén kannákkal vagy gépekkel) a 175-210°C-ra felmelegített bitument, esetleg seprükkel egyenletesen elosztják, majd zuzalékot teritenek rá, mielőtt még kihült volna. A zuzalék a forgalom következtében lekopik és az ut aszfaltszerű simaságot nyer. Ha a felső réteg lekopott, a kezelést meg kell újítani. Nagy, nehéz forgalmat nem bír el. Bitumen-szükséglet m<sup>2</sup>-enkint 1.8 - 2.3 kg. új uton, régi uton pedig 1.4 - 1.8 kg. Szokták a kátrányozott utakat is felületileg bitumennel kezelni, amikor természetesen a bitumenszükséglet kisebb, mintegy 1.2 - 1.5 kg. m<sup>2</sup>-enkint.

Az átítató eljárás teljesen hasonlóan történik, mint a kátrányozásnál. A zuzott kőanyag száraz legyen; a kiöntésre használt bitument 170-180, illetve gépi permetezők részére 190-220°C-ra hevítik fel előbb. A felső 1 - 1.5 cm. vastag zuzalékréteget a még meleg bitu-

menre kell azonnal rászórni és még meleg állapotban uti hengerrel tömöríteni. Rendesen csak egy rétegben alkalmazzuk a bitument. Csak, ha az alsó réteg köve nem oly kemény, mint a felső, két rétegben. Ilyenkor az alsó, még forró rétegre kell azonnal ráteríteni a felsőt, és csak ez utóbbit hengerelni.

A bitumenszükséglet  $m^2$ -enkint 9-11 kg., két rétegben pedig 11-13 kg.

A keverő eljárás teljesen hasonló a kátrányozásnál leírthoz, csak hogy a felső zuzalékréteg elterítése és a hengerlés még forró állapotban történik. A keverő eljárással előállított út felszíne nem oly sima, mint az átítatott úté, azért nagyobb emelkedőkben is alkalmazható. A keverő eljárással előállított bitumenes út tulajdonképpen már inkább hasonlít az aszfalthoz, és azért inkább ott tárgyaljuk.

Szoktak még az utak felületi kezelésére olcsóbb, vízben oldható bitumentartalmú preparátumokat és emulziókat is használni. A preparátumokat a felhasználás helyén keverik vízzel, míg az emulziók kész állapotban kaphatók. Ezek az anyagok az út felszínére kiöntve, víztartalmukat elvesztik, a bitumen hártya alakjában lerakódik az utra. Igen sokféle ily anyagot hirdetnek, ilyen pl. a kiton, magnán, arcite, teramuls, vialit, colas és a hazai gyártású padulit. Ezek használata jóval olcsóbb a bitumenezésnél, de természetesen csak rövid ideig tart hatásuk.

3.) A vízüveggel való átítatást Belgiumban, Franciaországban alkalmazták sikerrel nem nagy forgalmú mészkő-, vagy dolomitból készült zuzottkő-utakon.

A felhasznált vízüveg (nátron-üveg, vagy ez előbbi és kalium-vízüveg keveréke) forró vízben oldódik, a levegő nem támadja meg. Krétával, dolomittal, mészkővel keverve tömött, márványkeménységű anyagot ad.

Az utaknak vízüvegezését előinte keverő eljárással, ujabban inkább átítató eljárással szokták végezni.

A keverő eljárásnál régi utakon a felső, 7 cm. vastag réteget fellazítva eltávolították, és az így nyert érdes felületre, - új utakon az alsó hengerelt és letisztított rétegre - elterítik a borítóréteget. A borítórétegben minden  $m^3$  4 cm. szemnagyságu, zuzott mészkőre 0.35  $m^3$  mészkőhomok esik. A 0.35  $m^3$  homokból legcélszerűbben betonkeverő gépben 40 liter 35 Beaumé-fokos vízüvegoldattal habarcsot készítenek, amelyet azután előzőleg vízzel jól megöntözött, 1  $m^3$  kavicsal kevernek össze. Ezt a keveréket terítik ki és 10-15 tonnás hengerrel mintegy 40 méteres szakaszban hengerlik, mindig az út teljes szélességében. Nedves időben, hogy a vízüvegnek a hengerre való tapadását és így az utfelszín felszakítását megakadályozzák, a hengert vízzel kell öntözni. 20-30 fordulat után a már eléggé tömör és egységes felületet  $m^2$ -enkint 1 - 1.5 liter vízzel megöntözik, és újra hengerlik. A hengerlés közben a felszínre egyenlőtlen foltokban felnyomódó szilikátot seprűkkel szétosztják úgy, hogy az út felülete egyenletes vízüveg bevonatot kap. Két nap múlva az út átadható a forgalomnak. Ezzel az eljárással 1 munkavezetőből és 7 munkásból, továbbá egy henger és öntözőkocsiból álló csoport 30  $m^3$  zuzott követ tudott bedolgozni (ez megfelel mintegy 320-350  $m^2$  7 cm. vastag burkolatnak).

Az ujabban elterjedő, átítató eljárásnál már nem készítik külön a kavicsot és külön a homokot, hanem vegyesen, többször ellenőrizve, hogy azért az előbbi százalékos összetétel meg legyen benne. A kavics szemnagysága változhatik 4-8 cm. között. Puhább mészkő használata esetén a hengerlésnél amugy is képződő mészporra való tekintettel, kisebb, 25 %-os homoktartalommal is megelégszenek. A kellőleg előkészített uttestre ügyesebb munkásokkal egyenletesen elterítik a kevert anyagot, és könnyen megöntözve egyszer-kétszer lehengerlik. Az így rögzített rétegre öntöző kocsival gondosan és egyenletesen vízüveget permeteznek leginkább többszöri járattal, hogy a kellő mennyiség egyenletesen kerüljön elosztásra. Egyébként az eljárás hasonló a keverőhöz. Előnye az előbbivel szemben, hogy ugyanakkora munkáscsapattal a munkateljesítmény jóval nagyobb (mintegy napi 50  $m^3$  bedolgozott kavics,



500 m<sup>2</sup>, 7 cm. vastag burkolat), továbbá a vízüvegszükséglet 35-50 %-al kevesebb.

A Franciaországban 4 éve folytatott megfigyelések azt mutatták, hogy a gyenge minőségű, porózus mészkőből épült, vízüveg-zett ut élettartama három-négyszeresére emelkedett a kemény mészkőből készített, vízzel kötött makadamburkolattal szemben és a fenntartási költségek is 60-80 %-al csökkentek.

A vízüveg hatása főleg abban nyilvánul, hogy a víz behatolását gátolja, de a burkolat keménységét nem fokozza. Az ut felszíne különösen, ha puhább mészkövet használnak fel, eléggé, de egyenletesen kopik, porzik, különösen a napnak nagyon kitett szakaszokon, kerékvágások, kátyúk és gödrök nem igen keletkeznek rajta. Javítása igen egyszerű, a keletkezett gödröt éles határokkal kiemelik, és vízüveg, kavics és homok keverékével kitöltik, és jól bedöngölik, és szilikáttal megöntözik.

Erős forgalom mellett is elég jó utburkolatot ad, ha az alkalmazott mészkő nem túlságosan puha (legalább 500 kg/cm<sup>2</sup> legyen a törő szilárdsága). Általában a porózusabb mészkő jobban felveszi a szilikátot, mint a kemény, tehát jobb vízzéró réteget ad.

4.) A cementmakadám már inkább a betonutak közé tartozik, csak készítési módja miatt sorozzuk ide. Az ut rondosan 30-30 cm. vastag kőalappal bír, amelyet homok és víz hozzáadása nélkül le-hengerelnek, majd erre terítik el a 12 cm. vastag zuzottkő-réteget, és azt hig cementlével való locsolás mellett hengerelik, míg a réteg cementlével meg nem telítődik, és a cementlé a felszínre nem nyomul vékony hártya alakjában. A felnyomuló hig cementhabarcsot drótkéfékkel és seprűkkel egyenletesen elosztják. A hártya leválása után az ut felszíne egyenletes és érdes felületű lesz. A burkolat hézagmentes, a keletkező repedések jelentéktelenek. Gyengébb minőségű kavics is - cementlével való kezelés után - igen jó, és kemény utburkolatot szolgáltat.

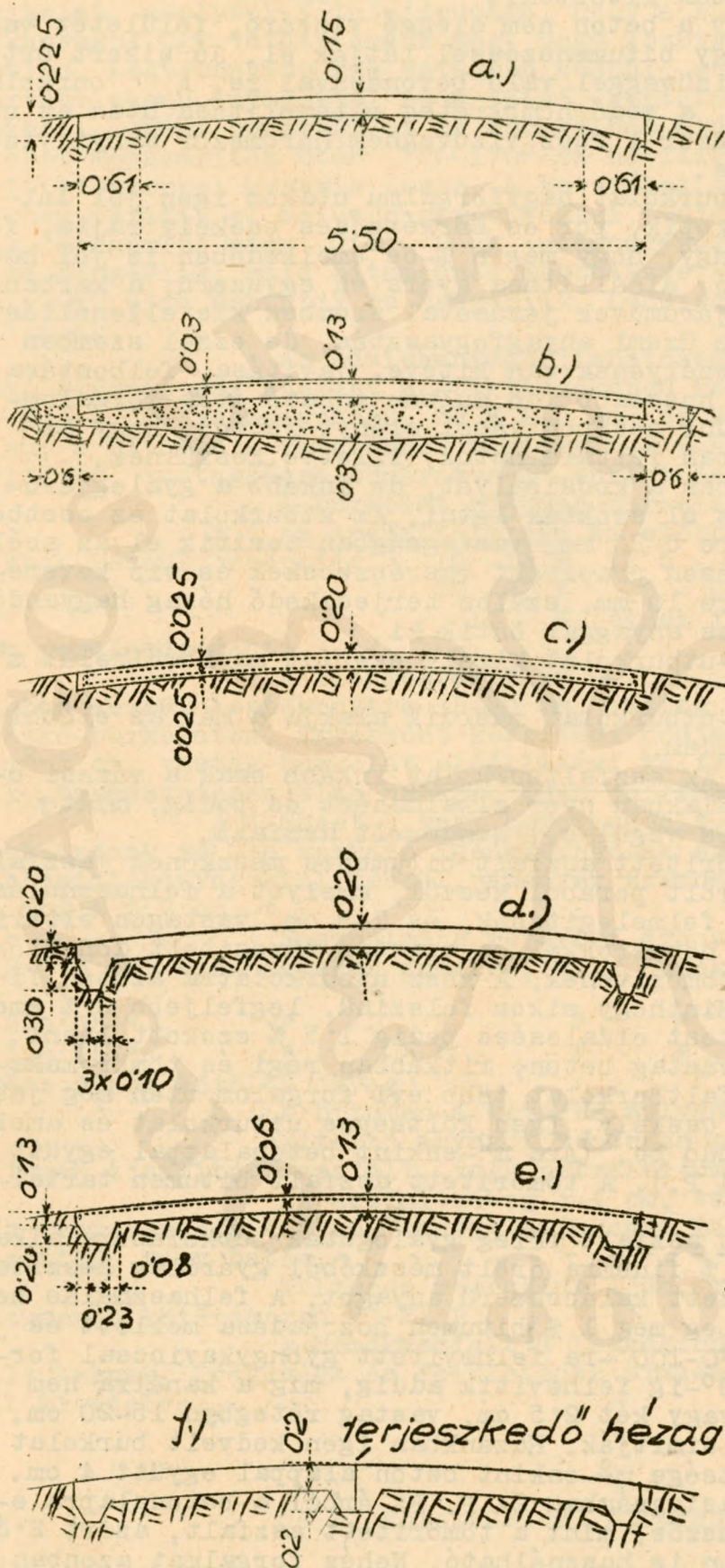
Az előállítási költségek alig valamivel haladják meg a kátrányozott utakét, pedig a cementmakadám jóval tartósabb és kevesebb fenntartást kíván. Előnye még, hogy az előállításához szükséges cement hazánkban készül, és így idegen behozatalra sem szorul.

### 53.§. Hézagmentes utburkolatok.

A hézagmentes utburkolatok a gépjárművek nagy elterjedéséig csak községi és városi utakon kerültek alkalmazásra, most azonban már a nagyforgalmu országutak felső építményeképpen is mind gyakoribbá válnak. E téren a legfontosabbak a betonutak, míg az aszfaltutak ma is még inkább csak városok belterületén szokásosak.

1.) A betonutak a legnehezebb forgalomnak és a gimnabroncsoknak is legjobban ellenállanak, ha szilárd, kellően víztelenített alsó építményen, jó anyagból, gondosan készültek. Jó anyagból készült alsó építmény és minél tökéletesebb víztelenítés, különösen agyagos talajon, igen fontos. Agyagos talajon ezért szokták a betonburkolatot mintegy 30 cm. vastag és az utpálya két szélén is túlérő, szivárgókkal víztelenített zuzottkő-alapra fektetni. Teherbíró, száraz talajon ez az alapréteg el is maradhat. Régi utak alaprétege is jó alátámasztást nyújt a betonberítőrétegnek.

Az utburkolat szélességét a forgalom nagysága szabja meg, de legalább kétjáratu legyen, leginkább 5-6 m. szokott lenni. A burkolat vastagsága a forgalom igényei és az alsó építmény keménysége szerint középen 15-20 cm., amely vastagság a szélek felé 225 - 30 cm.-re nő. A burkolat a széleken, néha a középen is bordára támaszkodik. Próbálkoztak vasbetétes betonnal is, és pedig vagy csak felső, vagy kettős vasalással is. A vasalást legalább 3 cm. vastag betonrétegnek kell berítaniz. A vasbetétet rondosan folyóméterenkint 1.5 - 2.5 kg.



274. ábra

súlyu vasnáló szokta alkotni.

A burkolat mindig íves és pedig leggyakrabban parabolikus kié képzésű, a pályaszélesség  $1/50 - 1/100$ -ával egyenlő nyílmagassággal. A legszokásosabb kereszt-szelvényalakokat a 274. a), b), c), d), e), f) ábrák mutatják.

A betonburkolatot kisebb igénybevételre egy rétegben, míg a nagyobb forgalmu utakon a felső, 5-7 cm. vastag fedőréteget külön, zsirosabb és keményebb zuzottkőből készítik, de mindig az alsó réteg megkeményedése előtt, hogy így még kellő kötés létesüljön a két réteg között.

A beton keverési aránya (portlandcement, homok és zuzott kavics) csak egyetlen réteg esetén  $1:2:3$ , egyébként az alsó réteg  $1:2:3$ ,  $1:2.5:3.5$ , nagyobb igénybevételeknél néha  $1:1.5:3$ , igen kis forgalom mellett  $1:3:6$  arányban készül, mi a fedő réteg keverési aránya: 1 rész cement és 2 rész homok, vagy 1 rész cement, 1 rész homok és 1 rész finom bazalt, vagy gránit-zuzalék. A beton keverése történhet kézzel, vagy keverő géppel, sőt ujabban a beton döngölését és simítását is gépi uton (u.n. finisherrel) végzik. A kész burkolatot vékony homokréteggel kell betakarni, igen száraz időben locsolni. Az utat csak a beton teljes kötése, vagyis 3-4 hét után adhatjuk át a forgalomnak.

Hogy a betonburkolat a hőmérséklet ingadozásai okozták térfogatváltozás következtében meg ne repedjen, minden 10 méter távolságban a tengelyre merőleges, vagy

ujabban inkább azzal 45°-ot bezáró, ferde, 1-2 cm. széles terjeszkedési hézagokat hagynak. Ha az ut 6-00 m.-nél szélesebb, az ut közepén végig futó hosszúsági hézagokat is készítenek, de ilyenkor a keresztirányú hézagokat az ut két felén egymáshoz eltolva helyezik el. A hézagokat bitumenes anyaggal szokták kitölteni.

Mint hogy a beton nem eléggé vízzáró, felületét vagy felületi kátrányozással, vagy bitumenezéssel látják el. Jó sikert értek el Angliában a felületnek vízüveggel való bevonásával is. A burkolat elkészülte után három hétre, a védő homokréteg eltávolítása után az ut felületét lemosták és háromszor 1 rész vízüvegnek háromszor annyi vízben való oldatával vonták be.

A betonburkolat nagyforgalmu utakon igen jól látszik beválni, mert kevéssé kopik, por és sárképződés csekély rajta, felülete egyenletes és érdes ugy, hogy még 6 %-os emelkedőben is jól használható, könnyen tisztítható, előállítása gyors és egyszerű, a karbantartási költség csekély, a járóművek járásával szemben kis ellenállást fejt ki, és így kis rajta az üzemi anyagfogyasztás, de ezzel szemben hátránya, hogy repedezés veszélyének van kitéve, javítása, felbontása nehéz, elkészülte után csak hosszabb idő múlva adható át a forgalomnak. Külkereskedelmi mérlegünk nézőpontjából előnyt jelent, hogy az összes nyers anyagok hazánkban feltalálhatók, illetve készülnek.

Városokban a kocsipályát, de inkább a gyalogjárókat acélbeton-burkolattal is el szokták látni. Az utburkolat ez esetben is beton, amelynek felületére 5-20 mm. vastagságban terítik el az acélbetont. Ez cement, különlegesen preparált vasrészecskék és víz keveréke. Legalább minden 5 méterre 10 mm. széles terjeszkedő hézag hagyandó. A hézagokat szintén bitumenes anyaggal öntik ki.

A beton-utburkolat Király szerint ma körülbelül m<sup>2</sup>-enkint 8-10 P.-be kerül.

A beton-utburkolat második alakja a már az előbbi §-ban ismertetett cementmakadám.

2.) Az aszfaltburkolat inkább csak a városi utak burkolata. Háromféle főalakban nyer alkalmazást és pedig, mint a a.) tömörített, b.) öntött és végül c.) hengerelt aszfalt.

a.) A tömörített aszfalt bitumenes mészkőnek (aszfaltkőnek) finomra (3 mm-re) őrlött porából készül, amelyet a felhasználás helyéhez közel 110-170°C-ra felmelegítenek, és 7-8 cm. vastagon elterítnek, majd melegített kézi hengerekkel és szintén tüzesített döngölőkkel mintegy 5 cm. vastagra tömörítnek. A kész utburkolatra azután finom szemű homokot szórnak. Mint hogy sikos felszínű, legfeljebb 2 % emelkedésben használható, az uttest oldalesése pedig 1.5 % szokott lenni. A burkolat rendszeren 20 cm. vastag beton, ritkábban régi és tömör makadám-alapon nyugszik. Az aszfaltburkolat több évi forgalom után még jobban tömörül, elhasználódása csekély. Igen költséges utburkolat és amellett anyaga külföldről hozandó be. (Ára m<sup>2</sup>-enkint betonlappal együtt kb. 30 P., alap nélkül 20-24 P.). A tömörített aszfalt bitumen tartalma 8-10 %.

b.) Öntött aszfalt főleg gyalogutak burkolására alkalmas. 12.5 % bitumen és 87.5 % finomra őrlött mészkőből gyárilag készítenek aszfalt-masztixnak nevezett kalácsszerű anyagot. A felhasználás helyén a mastixot esetleg még 1 % bitumen hozzáadása mellett és mintegy 40-60 suly százalék 70-100°-ra felhevített gyöngykavicsal forrón összekeverik, és 110-120°-ig felhevítik addig, míg a kanálra nem ragad. A kész anyagot egy, vagy két 2.5 cm. vastag réteggel 15-20 cm. vastag betonra elterítik és simítják. Hazánkban igen kedvelt burkolat városokban. Előállítási költsége m<sup>2</sup>-enkint beton alappal együtt 4 cm. vastagságban 20 P., 5 cm. vastagságban 24 P. Ez árból a betonlapra esik mintegy 6 P. Nem oly csuszós, mint a tömörített aszfalt, azért 2.5 %-nál nagyobb emelkedőjű utakon is használható. Nehéz forgalmat azonban nem bír el.

c.) Hengerelt aszfalt nevét sulyosabb uti hengerrel való tömörítésétől kapta. Több faja van, u.m.

α.) A zuzottkő-aszfalt, amely nem egyéb, mint keverő eljárás

rással készült, bitumenezett zuzottkő-utburkolat. A felületét még spramexxel, vagy más bitumenes anyaggal szokták kezelni. Alapját erős zuzottkőút, vagy betonréteg alkothatja. Maga a burkolat 5 cm. vastag szokott lenni.

β.) Az aszfaltbeton az előbbivel szemben már u.n. zárt burkolat, amelynek főtulajdonsága, hogy a különböző szemmagyságu adalékanyagok úgy választandók meg, hogy közöttük minél kisebb hézag maradjon. Legtöbbször két rétegben készül, és pedig az alsó, kötő réteg durvább szemű anyagokból és a felső, koptató réteg kisebb szemű anyagokból. Régi zuzottkő-ut is szolgálhat alapul. Az ásványi alkotórészeket megszáritás után 120-170°-ra hevítik fel és ugyancsak melegített bitumennel keverik össze. A keveréket forrón, 5-10 cm. vastag rétegben terítik el az uton gereblyékkel, majd uti hengerrel lehengerlik. Hengerlés után 0.5 - 2 cm. szemmagyságu zuzalékkal behintik és újra hengerlik, majd bitumennel megöntözve, 5-10 mm. szemmagyságu zuzalékkal újra behintik és hengerlik. Lehülés után az ut átadható a forgalomnak.

Az adalékanyagok (lehetőleg bazalt, vagy gránitzuzalék) szemmagyság szerint a következőképen keverve adnak jó burkolatot: 40 % 3-4 cm. szemmagyságu, 35 % 2-3 cm. és 25 % 0.5 - 2 cm. szemmagyságu; a bitumen a keveréknek mintegy 5-6 %-át teszi ki. Ára alap nélkül 7 cm. vastagságra tömörítve m<sup>2</sup>-enkint 14-15 P.

A burkolat bitumac-burkolat néven is ismeretes.

γ.) Az aszfalt-topeka az előbbinél finomabb adalékanyagokból készül, és pedig

10 -13 %	12.5 - 6 mm. szemmagyságu zuzalék	
77 -80 %	6 - 0.1 " "	homok
10 %	egész finom kitöltő anyag (rendszeren portlandcement).	

A bitumentartalom 9-10 %. A burkolat 4-6 cm. vastagságban készül legtöbbször 15-20 cm. vastag beton alapon, vagy új zuzottkő-burkolaton. Egyébként készitési módja hasonlít az előbbiéhez. 1 m<sup>2</sup> 5 cm. vastag burkolat előállitási költsége 15-16 P. között változik, természetesen alap nélkül. Igen jó, tömör burkolat.

δ.) Sheet-, vagy homokaszfalt, - nevezik aszfalthabarc-burkolatnak is - a várható igénybevételek szerint finomabb, vagy durvább adalékanyagokból készül, amelyek szemmagysága azonban nem haladja meg a 2.2 cm.-t.

Használatos keverési arány:

2.2-0.5 cm. szemmagyságu zuzalék, vagy homok	15-20 %	kisebb forgalomnál	30 %
0.5-0.25 "	" "	" "	40 %
0.1-0.25 "	" "	" "	30 %
egész finom kitöltő anyag			15 %

A bitumen a keverék súlyának 11-12 %-át teszi ki.

Kitöltő anyagul rendszeren portland-cement szolgál. A bitumen tisztított aszfalt, vagy petrolbitumen.

Az aszfaltréteg 3-4 cm. vastag szokott lenni. Az alap rendszeren egy 4-5 cm. vastag bitumenes kötőréteg közbeiktatásával zuzottkő, vagy beton.

Költsége m<sup>2</sup>-enkint 4 cm. vastagságban, ugyanoly erős bitumenes kötőrétegen 20-21 P.

A homokaszfalt a legrégebb alakja a hengerelt aszfaltutaknak. Drágasága és felületének simasága miatt ma már ritkán kerül kivitelre.

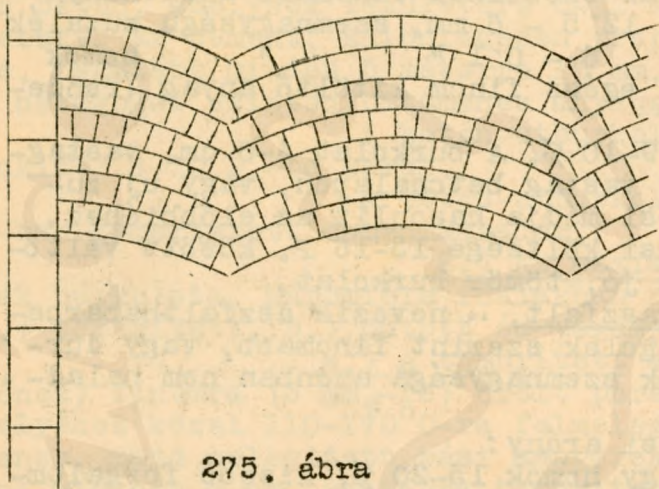
#### 54. §. Kövezetszerű utburkolatok.

Az utburkolatok legrégebb neme, már a görög és római utakon is alkalmazást nyert. Készülnek mesterséges és természetes kövekből. A természetes kövből készüteknek is többféle alakját ismerjük, a fontosabbakat a továbbiakban soroljuk fel:

1.) Terméskőből készült durva kövezet meredek hegyvidéki utakon, inkább a községek belterületén gyakoribb. Áll szabálytalan, nagy lapos terméskövekből, amelyek vagy homokalapra, de legtöbbször alap nélkül vannak egymás mellé fektetve, a hézagokat a csapadékvíz idővel beiszapolja. Igen durva és egyenetlen utpályát ad, de kimosásnak elég jól ellenáll. A járóműveket nagyon igénybe veszi.

2.) A macskakő-kövezet az előbbihez hasonlít, csak lapos kövek helyett nagyjából 15 cm. nagyságú, többnyire gömbölyű, vagy tojásdad hordalék-kövekből készül. A köveket minél sűrűbben egymás mellé, és pedig az utszéltől a közép felé haladva, élükre állítva homokágyban helyezik egymás mellé, a középső köveket boltozat módjára erősen beékelve. A kész kövezetet behomokolják és döngölik. Olcsó, de nem nagyon ellenálló kövezetet ad, amellyel felülete érdes, a járóműveket igen rongálja. Hegyvidéki, nagyeesésű, inkább csak belső utakon használják. A vízkimosásnak elég jól áll ellen, de kevésbé, mint az előbbi.

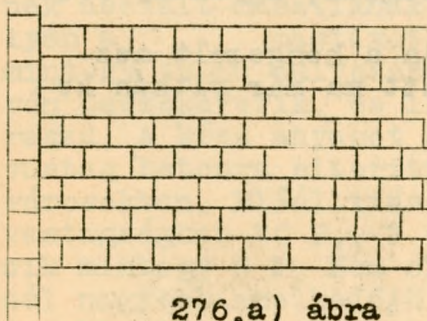
3.) A kockakő-burkolat nagyjából kemény bazalt, vagy gránitból, szabályos téglalakú, vagy kockakövekből készül. Alapja országutakon rendes, rakott kő, vagy kavics, amelyen a felső, borító kavicsréteget a kőburkolat helyettesíti, városokban gyakran 15-20 cm. vastag beton. Nagyforgalmu utakra kiválóan alkalmas, sőt ha a hézagokat bitumenes anyaggal gondosan kiöntik, az autó-gummi kerekek szivóhatása sem okozhatja a burkolat megbontását. A használt kövek



275. ábra

nagysága szerint meg szokás különböztetni a a.) kis kockaburkolatot, amely 7-9 cm. oldalnagyságú szabályos kockakövekből készül, és pedig 5 cm. vastag homokágyban. Városi utakon az alap rendszeren 20 cm. vastag beton. A kockákat rendszeren keresztirányu, ivelt sorokban helyezik el. A köveket mindig a szélektől a közép felé haladva rakják, a zárókövet mindig erősen beékelve, hogy a kövezet boltozatszerűen feszüljön. A kőpályát nagyobb futókövekkel szegélyezni szokták. A kész burkolatra homokot szórnak, melyet erősen megöntözve a hézagokba beiszapolnak, majd a köveket 15 kg. súlyu döngölővel beverik a homokágyba. A gépijáróművek gummiabroncsai a hézagokból kiszívják a kitöltő homokot, és így a burkolatot hamarosan megbontják. Epen ezért a hézagokat homok-beiszapolás helyett ujabban inkább bitumenes anyaggal öntik ki, ami egyuttal a burkolatnak vízhatlanságát is emeli. Hátránya e burkolatnak azonban, - különösen, ha beton-alapon nyugszik - költséges volta.

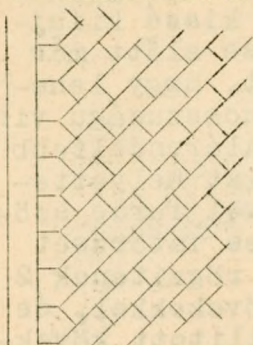
b.) A nagy kockaburkolat 16-18 cm. magas kocka, vagy téglalakú kövekből készül szintén, vagy kavicsolt utalaprara, vagy rakott kő régi, vagy tisztán kavicsolt alaprara, amelyet mindig legalább 5 cm. vastag hengerelt kavicsréteg fed. E rétegre kerül az 5-10 cm. vastag homokágy és erre a kőburkolat.



276.a) ábra

A kövek nagysága 18x18, 18x26, 16x9 cm. szokott lenni. A kövek lefelé esetleg kissé ékalakúak. A nagyobb kövek élei a forgalom következtében legömbölyödnek, és ezért az ily kövezeten való járás több rázkódással jár, mint a kisebb kövekből állón. De ezzel szemben a nagyobb kövek még a hézagoknak kiöntése nélkül is jobban ellenállanak a gépijáróművek bontó hatásának.

E kövezetet rendszeren sorokban rakják (hívják e miatt sorkövezetnek is); a sorok merőlegesek az ut tengelyére, vagy az-  
 zal  $45^\circ$ -ot zárnak be. A kőpályát kétoldalt szintén párhuzamosan futó kövekkel szokták szegélyezni.



276. b) ábra

A burkolat egyébként teljesen hasonlóan készül, mint a kiskockaburkolat. Városokban ez a kövezet gyakran szintén 15-20 cm. vastag betonrétegen, 5-10 cm. vastag homokba ágyazva nyugszik. Általában véve igen költséges kövezet.

4.) Működő-burkolat többféle ismeretes. Ilyenek:

a.) A klinkertégla, amelyet közönséges anyagból megüvegesedésig égetnek és lassan hűtenek. Méretei  $22 \cdot 8 \times 10 \cdot 8 \times 5 \cdot 2$  cm. A téglákat az ut tengelyére merőleges, vagy  $45^\circ$ -nyi szög alatt hajlított sorokban fektetik szorosán egymás mellé, többnyire 30 cm. vastag, gondosan hengerelt kavics-homok-alapra. A téglák elhelyezése után az utra mintegy 2 cm. vastagságban homokot terítenek el, amellyel bőséges öntözés mellett beiszapolják a hézagokat. A kész burkolatra még 2 cm. vastag homokréteget terítenek el, amelyet később, a forgalom közben is mindig fenn kell tartani, hogy a téglák élleinek letöredezését megakadályozza. A hézagokat homok-iszapolás helyett szurokkal, vagy bitumenes anyaggal is ki szokták önteni.

b.) A keramit szitált, meszes agyagból sajtolás és égéssel készül. A keramit-téglák méretei legtöbbször  $21 \times 10 \times 8$  cm. Majdnem kizárólag 15-20 cm. vastag beton alapra fektetik. (A beton 1:8 arányban készül). Az alapra 2 cm. vastag homokréteget terítenek el, és ebbe ágyazzák a keramit-köveket szintén vagy merőlegesen, vagy  $45^\circ$  alatt hajlított sorokban. A sorokat épen úgy, mint az előbbieknél a kőkötés szabályai szerint, váltakozó hézagokkal kell rakni. A kőpálya szélén szegélyköveket helyeznek el. A hézagokat vagy mészkőporos-kátrányos-szurok-keverékkel, vagy cementlével öntik ki. Utóbbi kevésbé jó. Általában kemény, fagyálló, por- és sárképződésre nem hajló, tartós burkolatot ad, de merev és a rajta való közlekedés nagy zajjal jár. Előállítási költsége 15-20 cm. betonlappal együtt  $m^2$ -enkint 30-32 P.

5.) A fakockaburkolat nem anyagánál, hanem alkotó elemeinek alakjánál fogva sorolandó e csoportba. A burkolat elemei vagy 16-18 cm. élnagyságú kockák, vagy 8-10 cm. széles, 15-25 cm. hosszú és legalább 12-15 cm. magas paralelepipedonok. Legalkalmasabb a kockák részére a sűrű és egyenletes évgűrűs, gyantadus erdei, vagy fekete-fenyő, amelyeket még cinkkloriddal, vagy kátrányolajjal telítenek is. A bükk és tölgy nem alkalmas e célra, mert a forgalom következtében nagyon kiskosodik.

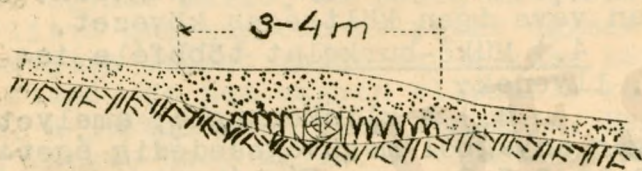
Alapul rendszeren 15-20 cm. vastag, pontosan kiszámított betonréteg szolgál. Az alapra néha 2-3 cm. vastag cementhabarcsot, vagy finom-szeccsű homokot is terítenek és erre helyezik el - legtöbbször az ut tengelyére  $45^\circ$  alatt hajlított sorokban - a fakockákat. A sorközöket és a hézagokat kátrányolajjal, aszfalittal, vagy cementtel, ritkán homokkal szokták kiönteni. A kész burkolatra kisiklásának meggátolására éles szemű, tiszta homokot szórnak.

#### 55.§. Az utak melléképitményei.

Az utak melléképitményei a forgalom megkönnyítésére, annak biztosságára, az utak beosztására, elzárására és elhatárolására szolgálnak.

A.) A forgalom megkönnyítése érdekében szolgáló berendezések.

1.) A pihenőhelyek alárendeltebb utakon arra szolgálnak, hogy az emelkedőben haladó uton felfelé vontató állatok kissé kifújassák magukat. Jobb utaknál az autóforgalom elterjedése előtt már az utak nyomjelzésénél úgy állapították meg a pályaszint, hogy lehetőleg minden 30 m. szintkülönbségre legalább egy fogat-hosszuságu vízszintes, vagy legfeljebb 2 % emelkedésű szakasz essék. Alárendeltebb utaknál az ut megrövidítése végett a kis esésű szakaszokat helyettesíthetik az u.n. pihenők. Ezek többnyire az ut tengelyével ferde szöveget bezáró, teknőalakú mélyedések. A mélyedésekbe egyenes fatörzset



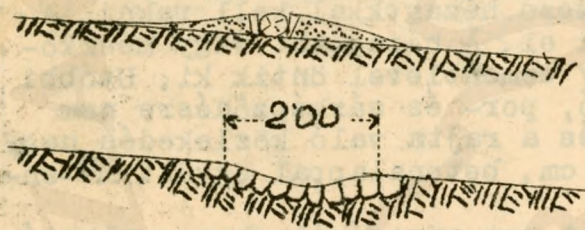
277. ábra

helyezni el és rögzíteni 2 oldalt bevett cövekkel, és melléje élére állított kövekből feljárókat készítenek. A felfelé haladó jármű hátsó kerekei megtámaszkodhatnak az így keletkezett nyeregben, és így a vonóállatoknak nem kell állás közben a kocsit tartaniok. Ha a nyergeket az utra

helyezni el és rögzíteni 2 oldalt bevett cövekkel, és melléje élére állított kövekből feljárókat készítenek. A felfelé haladó jármű hátsó kerekei megtámaszkodhatnak az így keletkezett nyeregben, és így a vonóállatoknak nem kell állás közben a kocsit tartaniok. Ha a nyergeket az utra

ferdén helyezzük el, akkor egyúttal az uton levő viznek levezetésére is szolgálhatnak. Az állatokra nézve azonban jobbak a merőleges irányúak. Gépjárművek által erősebben járt utakon, úgy a nyomjelzésnél a kis emelkedésű pihenő szakaszokat, mint az ily pihenő helyek alkalmazását mellőzni kell.

2.) A harántvizáteresztők szigorúan véve az alsó építményhez, a műtárgyakhoz tartoznak. Céljuk az uttesten lefolyó csapadékviznek oldalt való levezetése. Szintén csak alárendelt utakon nyernek alkalmazást. Készülhetnek egyszerűen az ut testén ferden átfektetett és karókkal rögzített, az ut felszínéből félig kiálló gömbölyűfából. Ritkábban két, 10-15 cm.



278. ábra

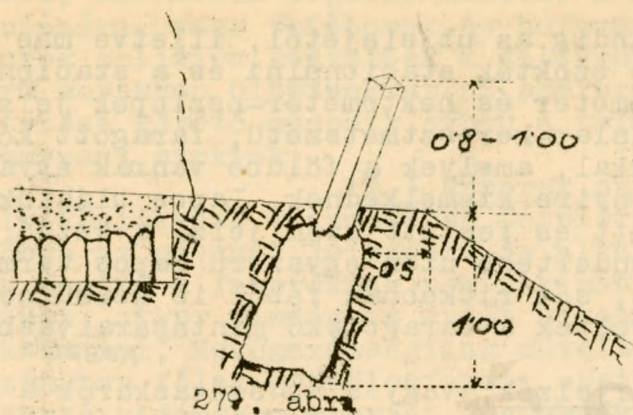
távolságban elhelyezett, egymás mellé rakott, faragott gerendából haránt-árkot készítenek ugyanezen célból. Még legjobban, ha az uton keresztben, a tengelyre ferden, mintegy 2'00 m. széles és közepű 15-20 cm. mély teknőt ásnak ki, és azt, valamint a hozzácsatlakozó szakaszt kővel burkolják. A harántvizáteresztők egyúttal pihenőkül is szolgálhatnak. Lefelé való járásnál igen kellemetlenül zavarják a forgalmat. Forgalmasabb utakon feltétlenül kerülendőek.

takon feltétlenül kerülendőek.

B.) Az uti forgalom biztonságára szolgáló berendezések.

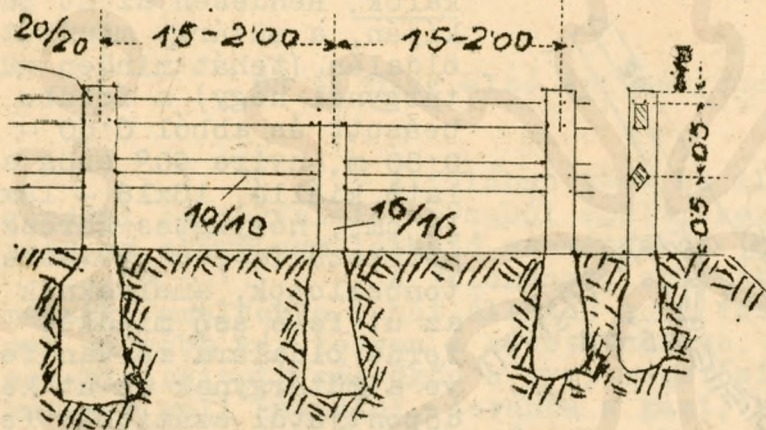
3.) A kerékvető az ut szélén ferden (60°-os szögben a függőlegessel) egymástól 1.5 - 6 m. távolságban beágyazott oszlopok, amelyek a kereknek az utról való letérését vannak hivatva megakadályozni. Többnyire 16-18 cm. átmérőjű gömbölyű, vagy ugyanilyen oldal-nagyságu, négyzetes keresztmetszű fából készülnek; rendszeren 0.8 m.-nyire állanak ki a talajból. Alsó, megfaragatlan végüket a tartósság növelésére megszenesítik, vagy kátránnyal kenik be; még jobb, ha a földből kiálló részt is bekátrányozzák, vagy karbolineumozzák. De lehet a kerékvetőket megfelelő terméskőből, esetleg betonba ágyazott ócska sinekből is készíteni, vagy tűzcsövekből, de ilyenkor célszerű őket miniummal való alapozás után rézsdavédő olajfestéssel ellátni. Ujabban nagy tartósságuk és aránylag olcsó előállítási költségük miatt igen elterjedtek a vasbeton-kerékvető, a fából készütekhez hasonló alakban.

Az állami utakra vonatkozólag a műszaki utasítás a kerékvető alkalmazását előírja:



279. ábra

falazatból, betonból és vasbetonból. Állanak 2-3 m. távolságban egymástól, az ut szíve fölé mintegy 1.00 - 1.10 m.-nyire kiemelkedő korlátoszlopokból, amelyeket felül karfa és középtű többnyire heveder köt össze. A korláthoz rendszeren tölgyfát használnak, amelyet tartósságának növelésére még kátránnyal, karbolinummal szoktak bekenni. A földbe ástott korlátoszlopok végét szentíteni is szokták ugyane célból. A korlátoszlopok, karfák, hevederek gömbölyű fából, vagy faragott fából, esetleg fűrészáruból is készülhetnek a legkülönbözőbb kivitelben. Jobb kivitelű korlátok karfáit rendszeren domborura szokták gyalulni. Az állami utakra előírt korlátok szerkezeteit a 280. ábra mutatja, mely

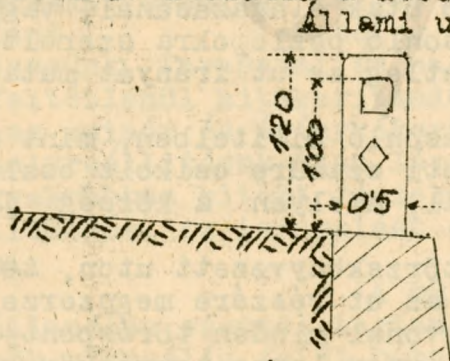


280. ábra

további magyarázatra nem szorul.

A vasbeton-korlátok a fából készütekhez hasonló szerkezetűek. A fagerendákat vasbetétes betongerendák helyettesítik. Néha csak a korlátoszlopok vannak vasbetonból, míg a karfákat és hevedereket szögvas, ócska sín, kiseleztezt tűzcső alkotja. Készülnek néha a korlátoszlopok is betonba ágyazott ócska sínekből, csövekből, amelyekhez azután a szintén vasból való hevederek és karfák

szegeszelve vannak. Ritkábban vasoszlopokhoz erősített, többnyire kiseleztezt drótkötél szelgál karfául és hevederül. Támasztó falak fölött kiképzett korlátok, vagy tömören falazottak, vagy csak az oszlopok falazottak (többnyire 0.80-0.60 m. hosszú és 0.50 m. széles, 1.2 m. magas faltömbök) fából, vagy vasból való karfákkal és hevederekkel. Néha támasztó falak mentén szögvasból is készítik a korlátokat.



281. ábra

Állami utakon korlátot 2.5 %-nál kisebb emelkedővel bíró és legalább 6.00 m. széles utakon csak támasztó falak felett, továbbá közvetlenül vízfolyás, vasút, szakadék, esetleg közlegetőkhöz, marhatatókhoz vezető bejárók közelében (a szabványárok fenntartása érdekében) alkalmaznak. Nagyobb emelkedőben és 6.00 m.-nél keskenyebb utakon csak akkor, ha a töltés 3.00 méternél magasabb.

### lő berendezések.

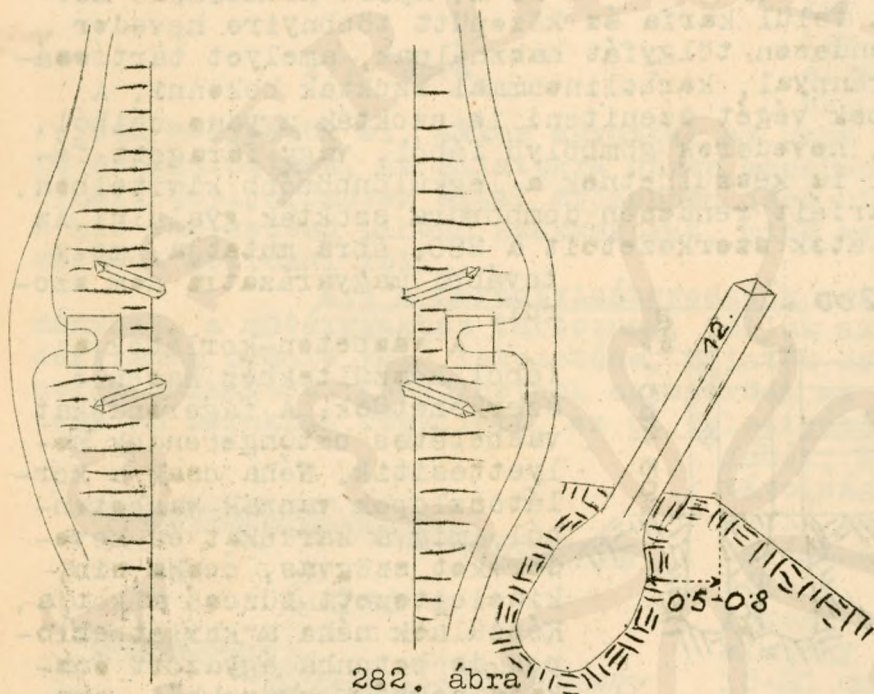
### C.) Az utak beosztására és elzárására szolgáló berendezések.

#### 5.) Kilométerjelzők az uton való tájékozás megkönny-



nyitására szolgálnak. Az utakat mindig az ut elejétől, illetve más utból való kiágazás pontjától kezdve szokták stacionálni és a stacionálást az ut szélén elhelyezett kilométer és hektométer-oszlopok jelzik. A kilométeroszlopok többnyire téglalap-keresztmetszetű, faragott kőtűs-kövek, többé-kevésbé szabályos alakkal, amelyek a földre vannak ágyazva és az ut színe fölé 0.6 - 1.2 m.-nyire kiemelkednek. Lapos oldaluk<sup>o</sup> az utpálya felé eső oldalán kőbe vésett és festett szám jelzi a kezdő ponttól mért kilométerek számát. Alárendeltebb uton egyszerű lapos termésköveket is használnak erre a célra, sőt ritkábban fából is készülnek kilométerjelzők. Ujabban igen kedveltek a faragottkő mintájára vasbetonkilométerjelzők is.

6.) Hektométerjelzők, vagy u.n. százaskarók a kilométerkövek között elhelyezett, ezekhez hasonló, de kisebb méretű oszlopok, kövek tölgyfakarók, amelyek a kilométerek tizedrészeit (vagyis a hektométereket) jelzik. Egyes utakon néha csak a páros hektométereket jelzik. A fából, vagy vasbetonból készült hektométerkarók esetleg a vasutak hektométer-karóihoz hasonlóak.



7.) Szintén a könnyebb helymeghatározást célozzák a műtárgyjelzőkarók. Rendszeren az ut padkáján, a műtárgy mindkét oldalán (tehát minden műtárgynál négy) a földre beásott és abból 0.60 - 0.80 m.-nyire 60° szög alatt kiálló, 16x16 - 18x18 cm., négyzetes keresztmetszetű fa-, vagy vasbetonoszlopok, amelyeknek az ut felé eső mindkét ferde oldalára rá van festve a műtárgynak az ut kezdőpontjától számított folyó száma.

8.) Figyelmeztető táblák mintegy 2.5 m. magas, földre ásott, faragott, vagy gömbölyű fából, esetleg vasból készült oszlopok, amelyekre erősített, többnyire bádorgborításos deszkára van ráfestve a figyelmeztető tábla szövege. Készítenek ily figyelmeztető táblákat öntött vasból is.

Ide sorolhatók az autóforgalom céljaira meghonosodott jelzők (mint szerpentinákat, vasuti átjárót, hirtelen emelkedőt stb. jelző berendezések).

9.) Utmutatók fontosabb utak elágazásánál, vagy keresztezésénél a figyelmeztető táblákhoz hasonló oszlopokra szerelt felírással és nyíllal irányt jelző táblák, esetleg az ut irányát mutató és felírással ellátott keskeny deszkákkal.

10.) Helységnévtáblák hasonló kivitelben, mint a figyelmeztető táblák; hazánkban rendszeren nemzeti színűre csikolt oszlopon öntött vas, vagy bádorgborításos fatáblával, amelyen a község, járás és megye neve van feltüntetve.

11.) Határjelek minden törzskönyvezett uton, továbbá idegen területen áthaladó más uton is, az ut részére megszerzett területsáv határainak a megjelölésére a határvonal minden töréspontján felállított, melyen a földre ásott, faragott, vagy lapos terméskövek, vagy facszlopok, esetleg vasbeton-jelzők, amelyeknek a földből kiérő, szimitott oldalára rendszeren a tulajdonos kezdőbetűi (pl. korona és alatta E.K. betűk: Erdészeti Kincstár), és alatta a határkönek a község határától számított folyó szám<sup>van</sup> rávésve és festve.

12.) Elő sövények részben a korlátokat helyettesítik.

hetik, különösen legelők mentén, a marhának az utároktól való távolytartására, vagy futóhomok és hófuvás ellen való védelemre. Az élősövények céljaira kedveltek a galagonya, akác, gleditschia, amelyeket sűrű sorokban ültetnek az ut szélére és a bokrosodás elősegítésére az ültetést követő második évben a talaj felett 0.30 cm. magasságban viszszaenyelni szoktak.

13.) Fasorok szintén az ut elhatárolására, az uton való közlekedés kelemesebbé tételére szolgálnak, és amellet hófuvásos időben az utvonal jelzésére is alkalmasak. Erdőn keresztül vezető utak mentén a fasoroknak nem sok hasznuk van. Ha azonban ilyeneket ültetnek, akkor mindig az erdőt alkotó fenevektől eltérő fafajokat kell alkalmazni. Mezőgazdaságilag művelt területeken áthaladó utak mentén hazánkban főleg gyümölcsfákat, esetleg selyemhernyótenyésztéssel foglalkozó vidékeken eperfát is szoktak ültetni és így a fasorok még közvetlen hasznót is hajthatnak. Az utmenti fákat rendszeren az uti árkon túl, avagy az utpadka szélén ültetik szabályos sorban egymástól 20 m. távolságban, a szemben levő oldalak fáit féltávolsággal eltolva.

#### XIV. Fejezet.

##### Az utak fenntartása.

##### 56.§. Utak alsó építményének fenntartása.

Általában véve az alsóépítményi földmű, ha kellő gonddal és megfelelő anyagból épült, kevésbé van kitéve bomlásnak, kivéve az előre nem látható eseményeket (hegyomlás, árvíz stb.).

A földműnek leginkább bomlásnak kitétt részei a rézsük, amelyekre tehát állandó gond fordítandó, nehogy a mulasztásnak nagyobb kár legyen a következménye. A legegyszerűbben gyepesítéssel biztosított rézsükön a gyep megerősítése végett a füvet évenként kétszer kell kaszálni, továbbá a gatz, bozótot kiirtani. Ha az utról lefolyó víz kimosásokat idézett volna elő, azokat keletkezésük után mielőbb ki kell tölteni és gyeptéglákkal birítani.

A legelőkhöz, vagy itatókhoz vezető lejárók közelében a rézsüket az állatok károsítása ellen legjobb burkolni, és azonkívül még korláttal, vagy sövényfonással elzárni. Csuszott, vagy árvíz elmosta rézsük azonnal helyreállítandók úgy, mint ezt a 40.§. tárgyalja.

Igen fontos még az alsó, de főleg a felső építménynek szárazon tartása végett az oldalárkok gondos karbantartása. Az utárkokat évenként teljes hosszukban legalább egyszer végig kell tisztítani lehetőleg tervszerűen, hogy felesleges munkát ne végeztessünk. Tavasszal és nagyobb esőzések után a beiszapolt szakaszok feltétlenül kitakarítandók. Az árkok rendezése és tisztítása lehetőleg zsinór és irányzókeresztek mellett történjék. A kimosott részek helyreállításuk után lépcsőzendők és biztosítandók. Eliszapoltatásnak gyakrabban kitétt részekben a vizet az uttól továbbvezető árkok is tisztítandók. Az iszapolást előidéző vizmosásokat lehetőleg meg kell kötni.

A műtárgyak, hidak, áteresztők, támasztó falak is állandóan szemmel tartandók. A fahidakat évenként legalább egyszer mérnök vizsgálja felül behatóan és részletesen. A látható sérülések és korhadások alaposan megnézendők. A szerkezeti részek, főleg a tartószerkezetek és a pillérek gerendái fakalapáccsal megkopogtatandók, nem mutatkozik-e korhadás. A tartógerendákat 1 cm. átmérőjű furóval meg is szokták furni, hogy a kikerülő falisztból meggyőződhessenek, hogy

nem

ből indult-e meg a korhadás. A hidlást helyenkint le kell szedni és ott megvizsgálni a tartógerendákat. Az ékelt gerendatartós hidak ékeit és csavarjait mindig megfelelően utána kell verni, illetve meghuzni. A függesztő és feszítőműves hidak is gondosan megvizsgálandók és szükség esetén javítandók, ha csak az egész tartó szerkezet kicserélése nem válik szükségessé. A nagyobb hidak időszaki vizsgálatáról a hidszabályrendelet külön rendelkezik.

A falazatok és pedig nemcsak a hidakéi, hanem a támasztó és bélésfalak is megvizsgálandók; nem mutatnak-e elmozdulásokat, nincsen-e a fal, vagy kő megrepedve. A kisebb hiányok azonnal kijavítandók. A pillérek, vagy hidfők, esetleg támasztó falak mentén jelentkező kimosásokat kőhánnyással kell kitölteni.

A kisebb vasszerkezetek időnkint megvizsgálandók, és ennek eredményeképpen az esetleges laza szögecsék kiváltandók. A vasszerkezetek mázolásánál észlelt kisebb hibákat azonnal ki kell javítani, időnkint az egész mázolást megújítani.

A vasbetonműtárgyak állandó figyelemmel kísérendők, hogy nem keletkeznek-e rajtuk repedések. Nem veszélyes repedések azonnal kijavítandók.

Fából készült támasztó falak, valamint a föld- és sziklaalsóépítményt pótló állványok, kalodák stb. vizsgálatánál a korhadásnak indult, vagy sérült részeket ki kell cserélni.

#### 57.§. Az utpálya fenntartása.

Az ut a légköriek, esetleg külső behatások (pl. árvíz stb.), de különösen a közlekedő járóművek és állatok behatása alatt folytonos bomlásnak van kitéve, és épen ezért, ha a még oly jól megépített uton is annak főcélját, vagyis a gyors, biztos és olcsó szállítását az uthasználat idejére biztosítani akarjuk, az utat mindig jó karban is kell tartanunk. A járóművek kerekei állandóan őrlik, koptatják az ut burkolatát. Az így keletkező por nemcsak kellemetlen az uton közlekedő emberekre, állatokra, hanem e por csapadékos időben sárrá válik, amely a viznek lefolyását gátolja; a viz átáztatja az ut felső színét és így annak ellenálló képességét csökkenti és így még jobban kiteszi a forgalom okozta megbomlásnak. Ehhez járul, hogy a köpés következtében az ut elveszti a felszíni víz gyors lefolyását biztosító domborúságát is. Elősegíti az ut felső építményének megbomlását az is, hogy a kerekek koptató hatása nem oszlik el egyenletesen az uton, hanem különösen keskenyebb utakon, a majdnem mindig egy nyomon haladó kerekek alatt nagyobb mérvű úgy, hogy itt mélyedések, kerékvágások keletkeznek, amelyek nemcsak a surlódás növelésével nehezítik meg a vontatást, de a kerékvágások mentén szinte szabad ut nyílik a kikezdett ut-felsőépítmény további megbomlásának. A keletkező helyi gödrök még veszedelmesebbek, mert e helyen nemcsak az utburkolat összefüggése csökken, de épen a keletkezett gödrön való áthaladáskor a járóművek kerekei által kifejtett lökésszerű, dinamikai hatás is növekedvén, a megkezdett bomlás rohamosan terjed úgy, hogy a helyreállítás késedelme, vagy elmaradása esetén csakhamar az egész ut járhatatlanná válik. Különösen, ha ilyenkor nedves idő, vagy fagy is csökkenti a felszín ellenálló képességét. A fenntartás elmulasztása tehát nemcsak a későbbi tetemes helyreállítási költségekben, de még inkább, már előzőleg az ut rossz állapota miatt erősen növekvő menetellenállás, és így számokban gyakran alig kifejezhető szállítási költségemelkedésben nyilvánul. Magánuton e hatás könnyebben észlelhető, mert az ut romlásával a fuvarerő hasznossúly-teljesítménye, és így a fuvarönköltség, illetve a fuvarbér emelkedik, aminek azután még az a hátránya is szokott lenni, hogy bérfuvarozásnál - mint az erdei úzásokban igen gyakori - a fuvarosok az egyszer már elért egységár leállításába már akkor is alig egyeznek bele, amikor az ut javítása

után teljesítményük ismét megnövekedett és így végeredményben az erdőgazda szenvedni továbbra is a mulasztás következményeit.

Az ut felsőépitményén kívül természetesen az alsó épitményis rongálódik az idők folyamán, de az ut melléképitményei is, amiért ezeket is állandóan jókarban kell tartani.

### 1.) A földutak fenntartása.

A földutaknak nem lévén szilárd felső épitményük, legtöbbet szenvednek a rajtuk közlekedő járóművektől. A kerekek alatt, különösen esős időben, vagy tavasszal, mikor a téli fagy megengedésekor a föld vizes, továbbá, ha az ut földanyaga nem eléggé kemény, mély kerékvágások, kátyúk keletkeznek, amelyekben megálló viz csak még jobban áztatja, puhítja az utat. A kátyúk és kerékvágások következtében elveszti az ut domborúságát, a felszíni viz nem tud oldalt lefolyni, és így csak öregbedik a baj. Az idő-közben lehulló csapadékviz, különösen esésben levő utakon, az árkok helyett az uttosten fut le és így néha valóságos vízfolyás, vizmosás keletkezik az uton, az ut teljesen tönkre megy. Epen ezért a földutakat lehetőleg nem szabad nedves időben, és kora tavasszal használni, ha csak kemény, kavicsos talajon nem vezetnek. Az utnak gyors száradását kellő széles erdőpászta kivágásával kell elősegíteni, a keletkezett kátyúknak, kerékvágásoknak, lehetőleg száraz kavicssal való betöltéséről kell gondoskodni azonnal, keletkezésük után. A nehezen száradó helyeken kavicsot terítsünk el, vagy pedig képezzük ki dorong, rőzseut módjára. Az ut domborulatát a viznek gyors levezetése végett mindig tartjuk fenn. A földutak egyengetésére utgyalut is szerkesztettek. Ez a gyalu vaskéssel felszerelt mintegy 2.00 m. hosszú gerenda, amely két fogantyúval és a vonóláncok részére vaskapoccsal van ellátva. A gyalut fogattal húzzák végig az uton, miközben a két fogantyúnál fogva egy ember vezeti. A földutak fenntartásához mindig kavicsot használjunk fel.

Az oldalárkokat mindig tisztán kell tartani.

Csak téli, havas állapotban járt földutak fenntartása sokkal egyszerűbb. Ezeknél kellő keresztáskokkal való kötéssel meg kell akadályoznunk azt, hogy hómentes időszakban vizmosások keletkezésére ne adjanak alkalmat.

2.) A fa-felsőépitményű utak fenntartásának főbb munkái: ~~főleg~~ a korhadt, törött, vagy lekopott faalkotórészek kicserélése, az egyenlőtlenül besüppedt szakaszok újból való kiemelése, a védő kavicsréteg időnkint való pótlása és a vízvezetőárkok tisztán tartása.

3.) A kavicsolt utak fenntartása. Alap nélkül, egyszerűen kavicsolt utak pályája nem mondható gazdaságosnak, mert a kerekek alatt a kavics mélyen benyomódik, -néha 50 cm.-nyire is - az alsótalajba, de azért mégis az ut csak száraz időben nyújt kellő erős és érdes felületet, míg esős időben a feltüremelő alsó talaj miatt mindig puha és sáros marad. A keletkező kátyúk és kerékvágások lehetőleg azonnal friss kavicssal töltendők ki. A kavicspályának a padkákön át szivárgókkal való víztelenítésére különös gond fordítandó. Rakott kőalappal bíró kavicsolt utak már sokkal erősebb forgalmat viselnek el, de a jó karbantartás érdekében az ily uton a kerékvágások és kátyúk keletkezésének megakadályozására a forgalmat - az ut elkészültétől kezdve - szabályozni kell. E téren kétféle rendszer alakult ki, és pedig az egyik abban áll, hogy az uton a forgalmat mindkét oldalról felváltva az ut közepéig érőleg, az ut felszínéből kiálló, és nagyobb részt a jobb látás végett fehérrre meszelt terelő kősorokkal az ut bizonyos részére tereljük, és amikor a kerékvágások keletkezésben vannak, a terelő kősorok áthelyezésével a forgalmat máshova irányítjuk. A terelő kősorok következtében a közlekedő járóművek kigyóvonásban közlekednek. A terelő kősorok helyes időben való áthelyezésével az utpályának egyenletes tömörítését érhetjük el. (283.a) ábra).

A második rendszer a terelő kősorokat az utnak ugyanazon oldalán helyezi el, és azokat fokozatosan a tulsó utszél felé meghosszabbítja, miáltal a forgalom az ut egyik szélétől párhuzamosan, fokozatosan elterelődik a másik utszél felé, majd azután visszafelé

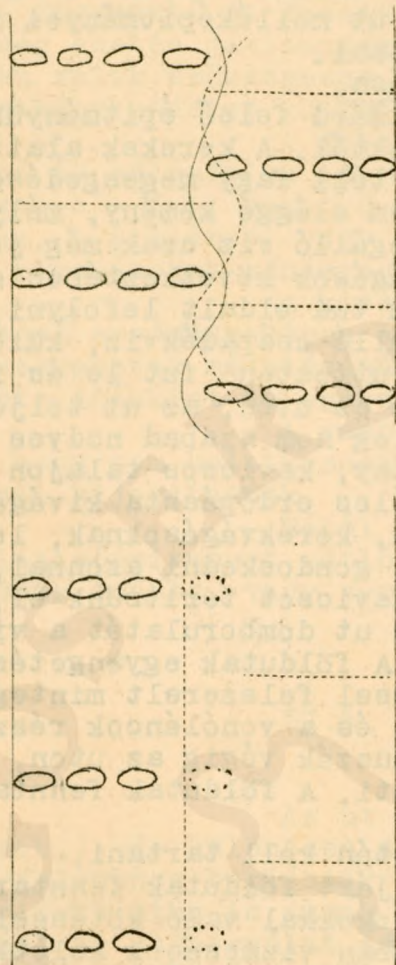
ismétlődik ugyanez a folyamat. (283.b) ábra).

Mindkét rendszerrel a kavicspályának egyenletes tömörülését érhetjük el: az első kedvezőbb a középpontból, de a forgalmat utóbbi kevésbé bénítja meg. A fuvarosok általában egyiket sem szeretik.

A forgalom szabályozásán kívül még az esetleges gödröknek stb. kavicsokkal való betöltéséről, a viznek levezetéséről épügy kell gondoskodni, mint azt előbb leírtuk.

A nagyobb forgalmu már csak mint hengerelt zuzottkő-, ritkábban, mint hengerelt kavicsutak épülnek.

Hengerelt, de általában minden utat, ha a légkörieknek és a forgalomnak károsításait csökkenteni akarjuk, mindenképp tisztán kell tartani, és másodsorban a keletkezett rongálásokat kijavítani, vagyis a pályát jókarban tartani. A kocsikerek őrő hatása alatt keletkezett port és abból megázás után való sarat időnkint le kell huzni az utról, eső után az ut felszínén maradt vizet, tócsákat lehetőleg azonnal kis árkokkal le kell vezetni az oldalárkokba. A sarat rendszeren ősszel és tavasszal szokták lehuzni, vigyázva arra, hogy az utat meg ne sértsék (a sár és por lehuzására épen ezért faszerszámot használnak); váltakozó fagyok idején a sarat nem szabad lehuzni. A lehuzott sarat sohasem szabad az ut szélén raktározni, mert ezáltal elzáródik a viznek az utról való lefolyását, másrészt pedig a felhalmozott sár megszáradván, ismét az utra kerül por alakjában, és így a munka eredménytelen volna. A porképződés csökkentésére az utak felületét olajjal, kátránnyal, vagy bitumennel



283. ábra

szokták kezelni. (Leírásuk az 52.§.-ban). Az uttestből kiálló nagyobb köveket el kell távolítani, a kavicságy szélén az utközép lekopása folytán keletkező kavicsbordákat fel kell vágni, az utra esett száraz lombot, galyakat, rőzsét, fahulladékot s egyéb oda nem való anyagot el kell takarítani. A padkákön átvezető és az ut szökényének viztelenítésére szolgáló szivárgókat időnkint fel kell bontani, és újból rakni, szükség esetén még ujakat is beiktatni a meglévők közé. Az utpadkákat szintén meg kell tisztítani a gáztól, begyepesedésüket azonban elősegíteni.

A kőpálya jókarban tartása abban áll, hogy a forgalom folytán beállott kopás következtében meggyengült kőpályát eredeti domborúságában és vastagságára kiegészítik. A kisebb méretű gödröket, mélyedéseket keletkezésük után azonnal élesen körülvágják, portól, sártól megtisztítják, friss kavicssal kitöltik, lesulykolják, igen száraz időben a jobb kötés elérése végett meg is öntözik a foltot.

A nagyobb mérvű hiányokat vagy foltozás, vagy általános terítés módszerével szokták megszüntetni.

A foltozás módszere inkább kisebb, egyenlőtlen forgalom mellett, vagy nagyobb (4 %nál nagyobb) emelkedésű utakon gazdaságos. Ha a felsőépítményi utanyag gyengébb minőségű, hogy az esetleg már a henger súlya alatt is széjjel zuzódnék, a fenntartás szintén foltozással történik. Abban áll, hogy az uton keletkezett gödröket, mintegy 1-5 m<sup>2</sup> nagyságu foltokban, lehetőleg eső után, vagy öntözés mellett, mint előbb leírtuk, kavicssal kitöltjük, lesulykoljuk, de a folt friss kavicsának teljes tömörítését mégis a járóművek kerekei fejezik be. A helyi kerékvágások és kátyuk kitöltésén kívül természetesen a kopás következtében keletkezett nagyobb horpadásokat, a széleken kiemelkedő

bordák felcsákányozása után szintén friss kavicssal kell kitölteni és egyidejűleg az ut domborulatát is helyre állítani. A forgalmat pedig úgy kell szabályozni, hogy a járóművek okvetlenül a foltokon haladjanak át, és azokat tömörítsék.

Nagyobb forgalmu utakon a kopás sokkal egyenletesebb, de nagyobb szokott lenni, és azért azokon jobban felel meg az általános terítés módszere. A megengedett mértékig lekopott utat, vagy teljes szélességében, vagy a forgalom teljes elzárásának elkerülése végett kétjáratu utakon az ut félszélességében a burkolatot teljesen megújítják. Ezt - a jobb kötés végett - legjobb volna tavasszal a fagyok elmúltával elvégezni, amikor még nyirkos a kőpálya. A letisztított felszínre elterítik a szükséges vastagságban a zuzott követ, amelyet azután mint új építéseknel lehengetnek. Általában véve a terítés szükségése akkor következik be, ha rakott kőalappal bíró utakon a kavicsréteg 10, makadámutaknál 15 cm.-re kopott le. Az időközben keletkezett kisebb méretű kátyukat még e rendszer alkalmazása esetén is az uton raktározott tartalék-kavics felhasználásával kell kitölteni.

Hogy milyen időközökben kell az általános terítést megismételni, az a forgalom nagyságától és az ut-fedőanyag minőségétől, és a közlekedő járóművek nemétől is függ. A forgalmat rendszerint az uton közlekedő, átlagos napi igák számában szokták kifejezni. Az ut kopása pedig ugyanazon fedőanyagot tételezve fel, nagyjára arányos a forgalom nagyságával. Természetes, hogy az ut igénybevételét, és így kopását bizonyos fokig növeli az emelkedő is. Állati vontatásu forgalom mellett kilométerenkint és 100 igánként az évi fenntartási kavics-szükséglet

igén jó fedőanyagnál ( bazalt )	15 m <sup>3</sup>
jó anyagnál ( zöldkő, gránit )	25 "
elég jó anyagnál ( gránit, gneisz, kemény mész )	30 "
közepes anyagnál ( mészkő, dolomit, homokkő )	40 "
gyenge anyagnál ( mészkő, homokkő )	50 "
rossz anyagnál ( kagylós mészkő, puha homokkő )	60 "

A forgalom okozta kopást u.n. kopási keresztmetszelvek felvételével szokták megállapítani. E célból rendszeren csak az ut félszélességéig a széltől kezdve keskeny (20-25 cm. széles) árkokat ásnak egészen a rakott kőalapig, illetve makadámutaknál az alsó, durvaszemű kavicsrétegig és megméri a fedőréteg vastagságát minden méter távolságban. Jobban állapíthatjuk meg a kopást, ha a keresztmetszelveket az ut padkájában elhelyezett magassági fixpontra vonatkoztatva vesszük fel (Nessenius módszere).

Impermeabilizáló anyagokkal javított zuzottkő-utak pályájának fenntartásáról ez utak leírásánál szólottunk már.

A kövezetszerű utak pályájánál a forgalom következtében beálló sérülések főleg egyenlőtlen súlyedésben, továbbá a kövek élleinek legömbölyödésében jelentkeznek, amit az egyenlőtlen részeknek felbontása és újra való kövezésével kell helyreállítani. A hézagok kiöntését is meg kell időnkint újítani. Egyébként az ily utak tisztántartására ugyanaz vonatkozik, mint a kavicsolt utakra. A betonutak felületi kopását és a repedések keletkezését több-kevesebb sikerrel bitumennel, spramexxel való felületi kezeléssel igyekeznek megakadályozni.

## 58.§. Az utak melléképítményeinek fenntartása.

Az utak melléképítményei általában kevésbé vannak rongálásnak kitéve, és így kevesebb gondozást is igényelnek.

A pihenőket és a harántvizáteresztőket a rendes fenntartási munkák során mindig tisztán kell tartani. Ha esetleg beiszapolódtak volna, azonnal kitakarítandók, hogy a víz meg ne állhasson bennük.

A forgalom biztosítására szolgáló építmények, ha fá-

ból készültek, de különösen a földbe ásott oszlopok, hamarosan korhadásnak indulnak. Évenként legalább egyszer megvizsgálandók, és a korhadásnak indult, avagy törött részek kicserélendők, azonkívül a faszerek tartósságának növelésére a kátrány-, vagy kabolineummal való bemázolás időnként megújítandó, épen úgy a vas-alkotórészeknél a rozsdavédő olajmáz is. A kilométer és hektométer-jelzők, műtárgyjelző karók, figyelmeztető táblák, utmutatók állandóan jókarban tartandók, a sérült részek kicserélendők, a felírások megújítandók.

Az élő sövényeket jó, különösen az első években visszanyesni, hogy jobban bokrosodjanak, de azintul is időnként. Kiszáradás, elpusztulás folytán előálló hiányok pótlandók. A fasorok, különösen az első években igényelnek gondozást. Évenként legalább kétszer, tavasszal és ősszel meg kell őket kapálni, esetleg megöntözni, de legalább is az utról a csapadékvizet kis árkocskákkal a fák megkapált tányérjaira vezetni. A fiatal fákat a mellőlük állított támasztó karókhöz kötbzik, hogy egyenesen nőjjenek, továbbá marhajárta uton, vagy legelő közelében marha-rágás ellen karókkal, vagy más védő burkolattal védeni. Az első években a fiatal fákat megfelelő koronaképzés végett vissza is metszik, az oldal és fattyuhajtásokat lehyesik. A satnyulásnak induló fákat, valamint az elhaltakat ki kell vágni, és ujjakkal pótolni. A tulságosan terebélyesedő fák koronáit az ut száradásának elősegítése végett ritkítani is szokták.

#### 59. §. Utfenntartási munkások. Tartalékanyag készletezése.

A leirt fenntartási munkák az utnak állandó szemmel-tartását és gondozását teszik szükségessé. Ha az uton észlelt kisebb hibákat azonnal helyreállítjuk, akkor megakadályozva az ut további bomlását, a nagyobb munkát és költséget igénylő helyreállításokat hosszabb időre halaszthatjuk el. Ez azonban azt vonja maga után, hogy az uton szinte naponként elvégzendő apróbb tennivalókra, mint a keletkezésben levő gödrök, kerékvágások kitöltésére, eső után az uton megálló kis tócsáknak árkocskákkal való levezetésére, eső után esetleg bedugult, vagy részben beiszapolt csüvek, áteresztők tisztítására, stb. állandó munkásra és azonkívül tartalékkavicsra van szükségünk. Épen ezért az utakat szakaszokra osztják és egy szakaszon belül a kisebb fenntartási munkákat az u.n. utkaparókkal végeztetik. Az utkaparó szakasz hosszúsága úgy szabandó meg, hogy az összes kisebb munkákat, valamint az oldaljáróknak és utárkóknak évenként legalább egyszer való tisztítását elvégezhesse. A tavaszi és őszi nagyobb és gyorsan elvégzendő munkákat, mint sárlehzást, árkok tisztítását, nagyobb mennyiségű kavics-beágyazást már az utkaparó mellé adott időszakos munkásokkal kell végeztetni.

Egy utkaparói szakasz hosszúsága az uton levő forgalom nagyságától és a kőpálya anyagától függ, általában véve 2-3 kilométer között változik. Erdei utakon, főként az erdei főutak jókarban tartására szintén szoktunk utkaparókat alkalmazni, mert ezek bére sokszorosan megtérül azzal, hogy folytonos javítgatásokkal az ut nem megy oly hamar tönkre. Természetesen a kisebb forgalomra való tekintettel az utkaparói szakaszok jóval hosszabbak lehetnek, de legfeljebb olyanok, hogy az utkaparó a bejárásán kívül még munkát is végezhesen.

Az utkaparói szakaszok hosszúságát (u) megközelítőleg meghatározhatjuk azon az alapon is, hogy egy utkaparó évenként mintegy 200 m<sup>3</sup> kavicsot tud bedolgozni, és most e mennyiséget elosztjuk a napi átlagos forgalomnak (100 igákban kifejezve, "f") és a száz igára vonatkoztatott kopásnak (k) szorzatával (Átlagban közepes anyag mellett az évi kopás száz igánként 30 m<sup>3</sup> -nek vehető fel):

$$u = \frac{200}{k \cdot f}$$

Az utkaparók felügyeletére állami és törvényhatósági utakon utmesterok vannak alkalmazva, akik az illetékes államépítészeti hivatalnak vannak alárendelve. Erdőgazdaságokban az utkaparók ellenőrzését és irányítását rendszeren az erdőőrök végzik az erdőmérnök vezetése mellett.

Az utkaparók megfelelő szerszámmal látandók el, és napi végzett munkájukról naplót kötelesek vezetni.

A fenntartási munkákhoz szükséges kavicsanyagot az ut szélén, a padkákon szokták készletezni, és pedig egyenletesen elosztva mintegy 2 m<sup>3</sup>-es prizmákban. Állami utakon a prizmák évenként felváltva az ut másik oldalán készletezendők. A kilométerenként készletezendő kavicsmennyiség természetesen a kopás nagyságától függ. Átlagban kilométerenként kemény kavicsból 10 m<sup>3</sup>-t, puhább kavicsból, vagy folyó- és bányakavicsból 20 m<sup>3</sup>-t szoktak számítani, noha ez a mennyiség helyesen csak megfigyelés alapján állapítható meg.

Burkolattal bíró utakon az utkaparók munkája csak az utak tisztán tartására, a hézagokban esetleg jelentkező üregek kitöltésére, kongótégla-burkolatoknál a fedő homokréteg fenntartására szorítkozik.



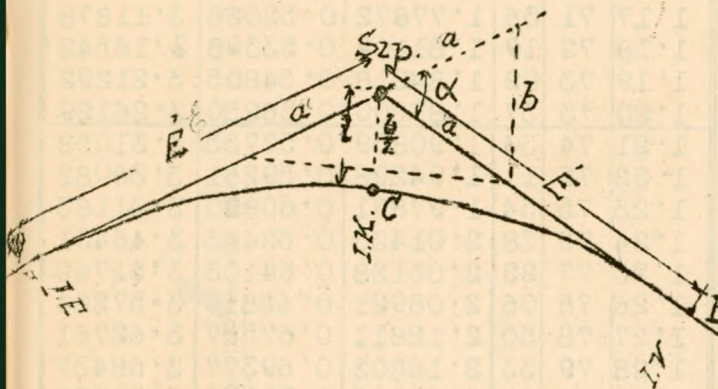
Forrásmunkák:

- kisfaludi Liphay Sándor Vasutépítéstan.  
Birk Alfred: Der Wegebau.  
Handbuch der Ingenieur-Wissenschaft.  
Die Gegenwart der Eisenbahntechnik.  
Tordai Miksa Gyakorlati bevezetés vasutak nyomjelzésébe.  
Dr. Zirolinszky Szilárd müegyetemi előadásai Ut-vasutépítéstanból.  
Görög Sándor Vasutak építése.  
Zelovich Kornél A vasuti üzem.  
Andori Sándor Helyiérdekü vasutak költségelőirányzása.  
Löewe Ferdinand Strassenbaukunde.  
Kreuter Franz Linienführung der Eisenbahnen.  
Launhardt Theorie des Trassirens.  
Dr. Mutzner Carl Die virtuellen Längen der Eisenbahnen.  
Göring A. Massenverteilung, Massenermittlung und Förderkosten der  
Erdarbeiten.  
Merth Ludwig Tabellen zur Berechnung der Querschnittsflächen.  
Schütz R. Beiträge zur zeichnerischen Massenermittlung, Verteilung  
und Förderkostenbestimmung der Erdarbeiten. (Zeitschrift  
für Bauwesen. LVIII. évfolyam).  
Dr. Grundner F. Taschenbuch zu Erdmassenberechnung bei Waldwegebauten.  
Allitsch Karl Die Erdbewegung bei Ingenieurbauten.  
Wagner Róbert Graphische Ermittlung der Grunderwerbsflächen,  
Erdmassen und Böschungsflächen.  
Singer Max Bodenuntersuchung für Bauzwecke.  
Hoyer W. Unterbau.  
Dr. Müller-Breslau H. Erddruch auf Stützmauern.  
Terzaghi Karl. Dr. Ing. Erdbaumechanik.  
Dr. Szily Kálmán Földnyomás és kohézió. (Mat. és Term. tud. Közlemé-  
nyek.)  
Dr. Janicsek József Van-e a földművek csuszásában sík szakadólap?  
(Mérnök- és Építészegylet Közlönyének havi  
füzetei).  
Király Kálmán Modern utak építése.  
Forster Gyula, Just K., Hász Sándor, Kelemen M., Haag Dezső cikkei a  
Magyar Mérnök- és Építészegylet Közlönyé-ben.  
Funk. Das Kunststrassenwesen.  
Gamann H. Die Unterhaltung der Wege und Fahrstrassen.  
Sebó Sándor Erdészeti Építéstan. II. r. Ut-Vasut- és Hidépítéstan.  
Jankó Sándor Erdei szállító berendezések. (I. és II. rész.)  
Szécsi Zs. Erdőhasználattan.  
Schuberg Karl Der Waldwegebau.  
Marchet Julius Landstrassen und Waldwegebau.  
Marchet Julius Waldwegebaukunde.  
Dotzel Forstlicher Wege und Eisenbahnbau.  
Förster G. R. Das forstliche Transportwesen.  
Opletal Josef Das forstliche Transportwesen.

F ü g g e l é k.

Parabolikus ívek jellemző pontjainak kitűzési adatai

az egységnyi félpáraméterre (tetőponthoz tartozó görbületesi sugárra) vonatkoztatva. (Lásd 157. oldal, 19.§.)



$$S = \frac{p}{2} ; \frac{b}{a} = 2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

Érintőhosszuság (SB = SA)

$$É = S \frac{4 \cdot a \cdot b}{4 \cdot a^2 - b^2}$$

Tetőponttávolság (SC)

$$T = S \frac{b^2}{4 \cdot a^2 - b^2}$$

Iv. hosszúság

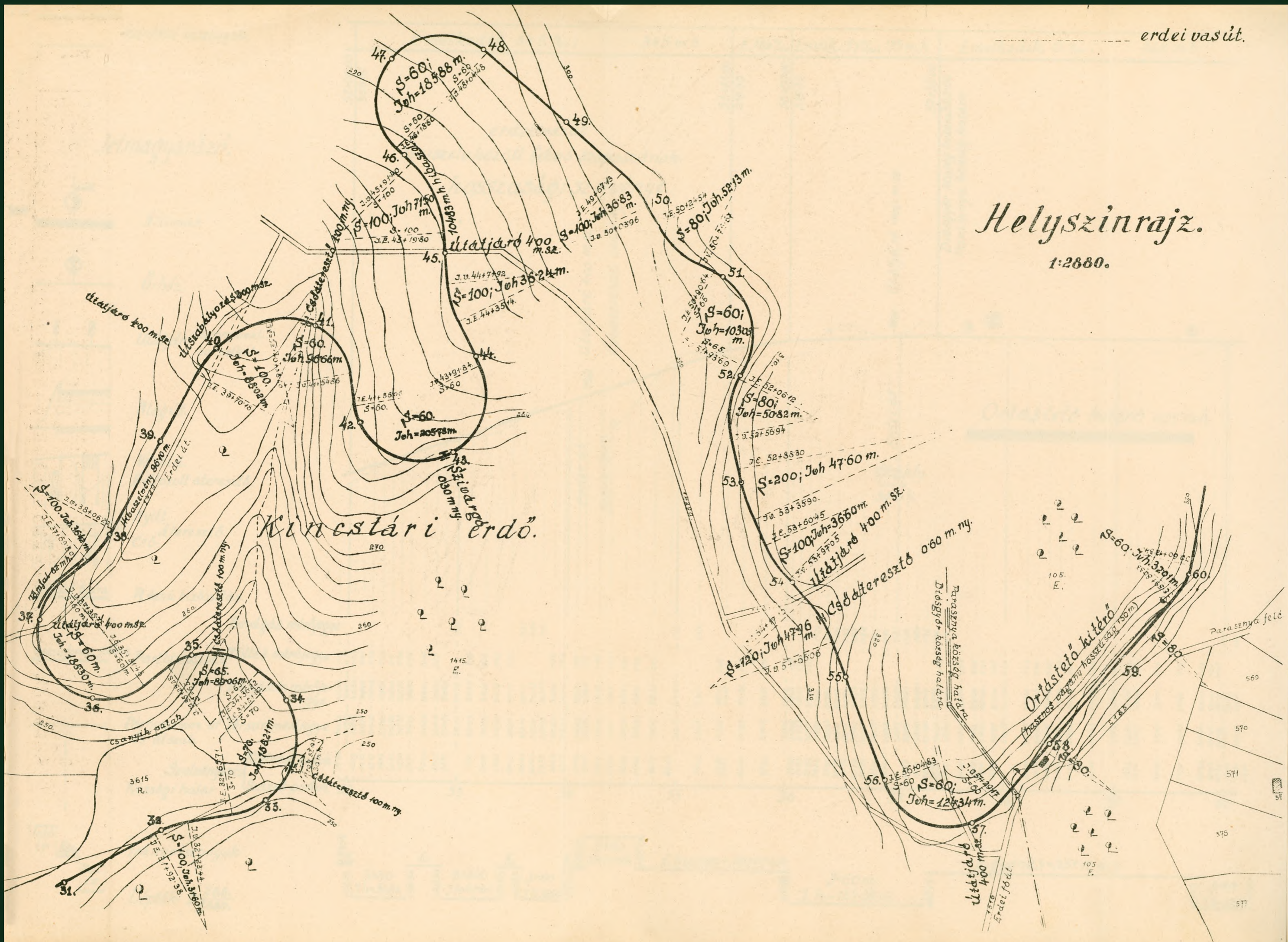
$$Ivh. = S \left\{ \frac{4 \cdot a \cdot b}{4 \cdot a^2 - b^2} + 2 \left[ \frac{2 \cdot a + b}{4 \cdot a^2 - b^2} \right] \right\}$$

$\frac{b}{a}$	Megf. kp. szög	É	T	Ivh.	$\frac{b}{a}$	Megf. kp. szög	É	T	Ivh.
0.01	0 34	0.01000	0.00003	0.02000	0.31	17 50	0.31763	0.02462	0.63015
0.02	1 09	0.02000	0.00010	0.04000	0.32	18 25	0.32841	0.02627	0.65128
0.03	1 43	0.03001	0.00023	0.06003	0.33	19 00	0.33924	0.02799	0.67231
0.04	2 18	0.04002	0.00040	0.08003	0.34	19 34	0.35012	0.02976	0.69345
0.05	2 52	0.05003	0.00063	0.10004	0.35	20 10	0.36106	0.03159	0.71479
0.06	3 26	0.06005	0.00090	0.12007	0.36	20 44	0.37205	0.03348	0.73611
0.07	4 01	0.07009	0.00123	0.14014	0.37	21 20	0.38311	0.03544	0.75721
0.08	4 35	0.08013	0.00160	0.16017	0.38	21 54	0.39423	0.03745	0.77890
0.09	5 10	0.09018	0.00203	0.18024	0.39	22 30	0.40542	0.03953	0.80048
0.10	5 44	0.10025	0.00251	0.20033	0.40	23 04	0.41667	0.04167	0.82113
0.11	6 18	0.11033	0.00303	0.22044	0.41	23 40	0.42799	0.04387	0.84388
0.12	6 53	0.12043	0.00361	0.24057	0.42	24 14	0.43938	0.04613	0.86572
0.13	7 27	0.13055	0.00424	0.26073	0.43	24 50	0.45084	0.04847	0.88766
0.14	8 02	0.14069	0.00492	0.28092	0.44	25 25	0.46240	0.05086	0.90971
0.15	8 36	0.15085	0.00566	0.30113	0.45	26 00	0.47400	0.05332	0.93183
0.16	9 10	0.16103	0.00644	0.32137	0.46	26 36	0.48568	0.05585	0.95406
0.17	9 45	0.17124	0.00728	0.34165	0.47	27 11	0.49747	0.05845	0.97642
0.18	10 25	0.18147	0.00817	0.36196	0.48	27 46	0.50954	0.06112	0.99889
0.19	10 54	0.19173	0.00911	0.38220	0.49	28 22	0.52129	0.06386	1.02146
0.20	11 28	0.20202	0.01010	0.40269	0.50	28 58	0.53333	0.06667	1.04416
0.21	12 04	0.21234	0.01115	0.42313	0.51	29 33	0.54547	0.06955	1.06698
0.22	12 38	0.22269	0.01225	0.44358	0.52	30 08	0.55770	0.07250	1.09005
0.23	13 12	0.23308	0.01340	0.46410	0.53	30 44	0.57003	0.07553	1.11299
0.24	13 47	0.24351	0.01461	0.48467	0.54	31 20	0.58246	0.07863	1.13619
0.25	14 22	0.25397	0.01587	0.50528	0.55	31 56	0.59500	0.08182	1.15903
0.26	14 56	0.26447	0.01719	0.52595	0.56	32 31	0.60764	0.08507	1.18300
0.27	15 31	0.27501	0.01856	0.54667	0.57	33 07	0.62039	0.08841	1.20662
0.28	16 06	0.28560	0.01999	0.56745	0.58	33 43	0.63326	0.09182	1.23039
0.29	16 40	0.29623	0.02148	0.58829	0.59	34 19	0.64624	0.09532	1.25431
0.30	17 16	0.30691	0.02302	0.61919	0.60	34 55	0.65934	0.09890	1.27838

$\frac{b}{a}$	Megf. kp. szög		É.	T.	Ivh.	$\frac{b}{a}$	Megf. kp. szög		É.	T.	Ivh.
	o	'					o	'			
0.61	35	31	0.67257	0.10257	1.30262	1.11	67	25	1.60410	0.44514	2.85526
0.62	36	07	0.68592	0.10632	1.32701	1.12	68	07	1.63170	0.45688	2.89740
0.63	36	43	0.69940	0.11016	1.35157	1.13	68	48	1.65987	0.46891	2.94017
0.64	37	20	0.71301	0.11408	1.37630	1.14	69	30	1.68864	0.48126	2.98368
0.65	37	56	0.72676	0.11810	1.40122	1.15	70	12	1.71802	0.49393	3.02794
0.66	38	32	0.74066	0.12221	1.42631	1.16	70	54	1.74804	0.50693	3.07296
0.67	39	08	0.75470	0.12641	1.45160	1.17	71	36	1.77872	0.52028	3.11878
0.68	39	45	0.76888	0.13071	1.47706	1.18	72	19	1.81009	0.53398	3.16542
0.69	40	22	0.78322	0.13511	1.50273	1.19	73	02	1.84218	0.54805	3.21292
0.70	40	58	0.79772	0.13960	1.52861	1.20	73	37	1.87500	0.56250	3.26129
0.71	41	35	0.81238	0.14420	1.55469	1.21	74	36	1.90859	0.57735	3.31058
0.72	42	12	0.82721	0.14890	1.58098	1.22	75	11	1.94298	0.59261	3.36082
0.73	42	49	0.84220	0.15370	1.60748	1.23	75	54	1.97821	0.60830	3.41183
0.74	43	26	0.85737	0.15864	1.63422	1.24	76	38	2.01430	0.62443	3.46431
0.75	44	03	0.87273	0.16364	1.66119	1.25	77	22	2.05128	0.64103	3.51762
0.76	44	40	0.88821	0.16877	1.68839	1.26	78	06	2.08921	0.65810	3.57204
0.77	45	17	0.90399	0.17402	1.71582	1.27	78	50	2.12811	0.67567	3.62761
0.78	45	55	0.91992	0.17938	1.74352	1.28	79	33	2.16802	0.69377	3.68437
0.79	46	32	0.93605	0.18487	1.77147	1.29	80	20	2.20900	0.71240	3.74238
0.80	47	09	0.95238	0.19048	1.79968	1.30	81	05	2.25108	0.73160	3.80168
0.81	47	47	0.96893	0.19621	1.82816	1.31	81	50	2.29432	0.75139	3.86233
0.82	48	25	0.98570	0.20207	1.85692	1.32	82	36	2.33877	0.77179	3.92440
0.83	48	02	0.00269	0.20806	1.88496	1.33	83	22	2.38447	0.79284	3.98792
0.84	49	40	1.01991	0.21418	1.91529	1.34	84	08	2.43150	0.81455	4.05299
0.85	50	18	1.03738	0.22044	1.94494	1.35	84	54	2.47991	0.83697	4.11965
0.86	50	56	1.05509	0.22684	1.97488	1.36	85	41	2.52976	0.86012	4.18799
0.87	51	34	1.07305	0.23339	2.00514	1.37	86	28	2.58113	0.88404	4.25808
0.88	52	12	1.09127	0.24008	2.03573	1.38	87	16	2.63409	0.90876	4.33000
0.89	52	51	1.10976	0.24692	2.06656	1.39	88	03	2.68872	0.93433	4.40385
0.90	53	29	1.12852	0.25392	2.09793	1.40	88	51	2.74510	0.96088	4.47970
0.91	54	08	1.14736	0.26107	2.12956	1.41	89	39	2.80332	0.98817	4.55767
0.92	54	46	1.16692	0.26839	2.16154	1.42	90	28	2.86348	1.01654	4.63785
0.93	55	25	1.18657	0.27588	2.19391	1.43	91	17	2.92568	1.04593	4.72036
0.94	56	04	1.20652	0.28353	2.22643	1.44	92	06	2.99003	1.07641	4.80532
0.95	56	43	1.22680	0.29136	2.25981	1.45	92	56	3.05665	1.10804	4.89286
0.96	57	22	1.24740	0.29938	2.29337	1.46	93	46	3.12567	1.14087	4.98312
0.97	58	01	1.26837	0.30757	2.32735	1.47	94	37	3.19722	1.17498	5.07625
0.98	58	41	1.28964	0.31596	2.36176	1.48	95	28	3.27144	1.21043	5.17240
0.99	59	20	1.31130	0.32455	2.39662	1.49	96	19	3.34850	1.24731	5.27175
1.00	60	00	1.33333	0.33333	2.43194	1.50	97	11	3.42857	1.28571	5.37448
1.01	60	40	1.35575	0.34233	2.46774	1.51	98	03	3.51183	1.32572	5.48080
1.02	61	20	1.37856	0.35153	2.50402	1.52	98	56	3.59848	1.36742	5.59089
1.03	62	00	1.40179	0.36096	2.54081	1.53	99	49	3.68875	1.41095	5.70507
1.04	62	40	1.42544	0.37061	2.57812	1.54	100	42	3.78239	1.45622	5.82305
1.05	63	20	1.44953	0.38050	2.61596	1.55	101	37	3.88106	1.50391	5.94652
1.06	64	01	1.47406	0.39063	2.65435	1.56	102	31	3.98366	1.55363	6.07440
1.07	64	61	1.49907	0.40100	2.69332	1.57	103	26	4.09094	1.60569	6.20748
1.08	65	22	1.52456	0.41163	2.73287	1.58	104	22	4.20325	1.66028	6.34611
1.09	66	03	1.55055	0.42252	2.77303	1.59	105	19	4.32096	1.71758	6.49070
1.10	66	44	1.57706	0.43369	2.81382	1.60	106	16	4.44444	1.77778	6.64166

# Helyszínrajz.

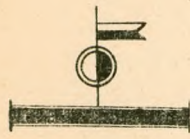
1:2880.



ORVOSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET  
1851 / 1866 / 1871

Lejtési viszonyok.

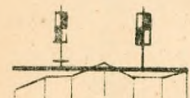
Jelmagyarozó.



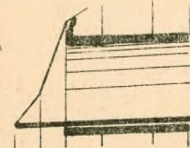
Állomás.



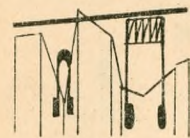
Örház.



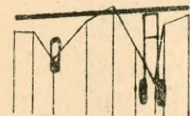
Útátjáró sorompóval.  
sor.nélkül.



Alagút.



Vasútd.  
Boltozott átvezető.



Nyílt  
átvezető.



Rézsü biztosítás.

Rézsüfondás jobbra

Partbiztosítás.

Beugázás mérőjegye

Töltés mérőjegye

Pályaszín mérőjegye

Párhuzamos út és útszab. Tűrszín mérőjegye

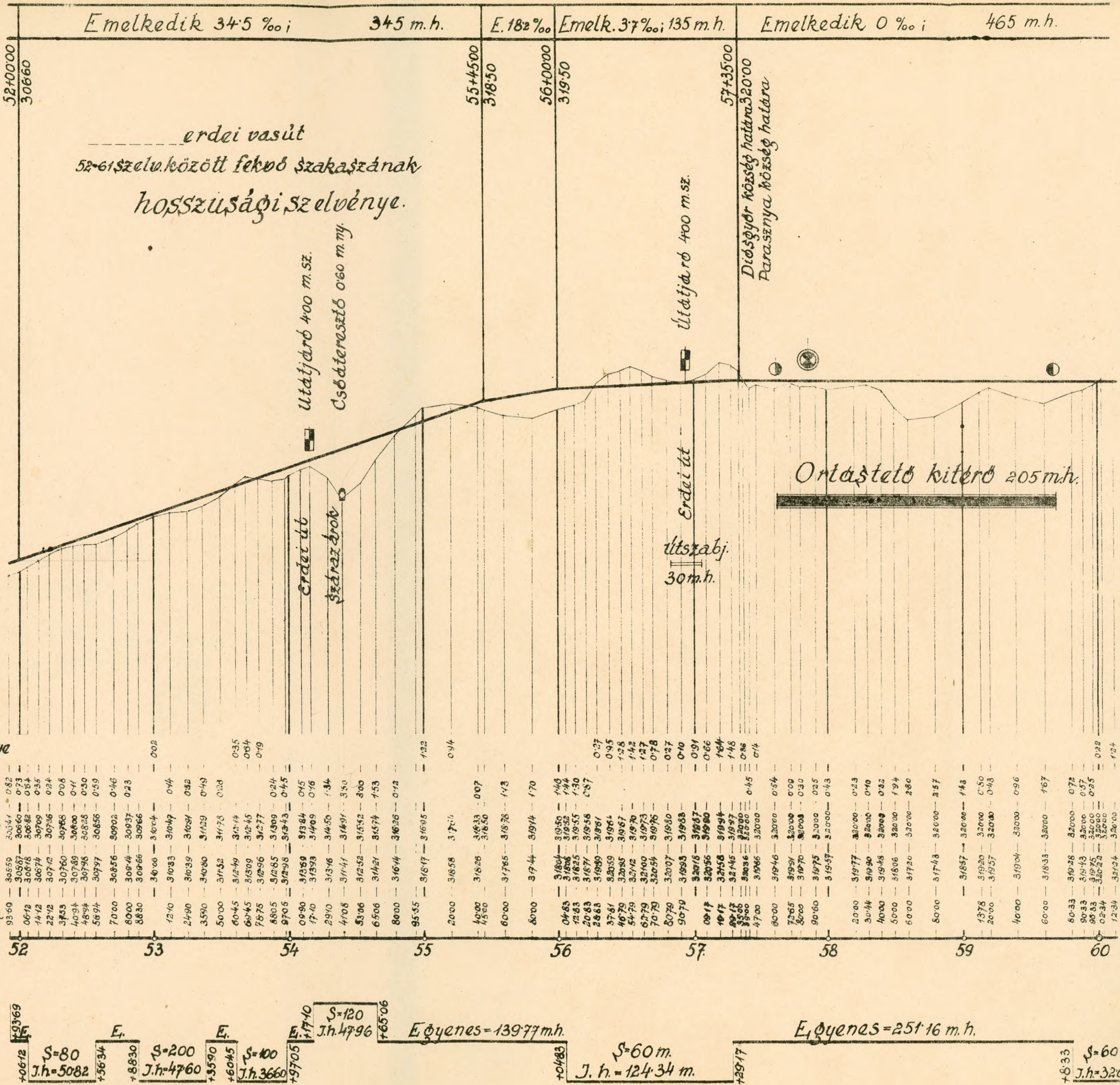
Szelvényezés  
Közlekedési határ

Jobb old.

Bal old.

Írányviszonyok

Lepték 1:288.



+0612	+5634	+8830	+3390	+6045	+9705	+0483	+1917	+8333
S=80 J.h.=5082	S=200 J.h.=4760	S=200 J.h.=4760	S=100 J.h.=3660	S=120 J.h.=4796	E, egyenes=13977 m.h.	S=60 m. J. h.=12434 m.	E, egyenes=25116 m. h.	S=60 J.h.=32013

ERDÉSZETI

PROF. DR. SZÁGOS

EGYETEM

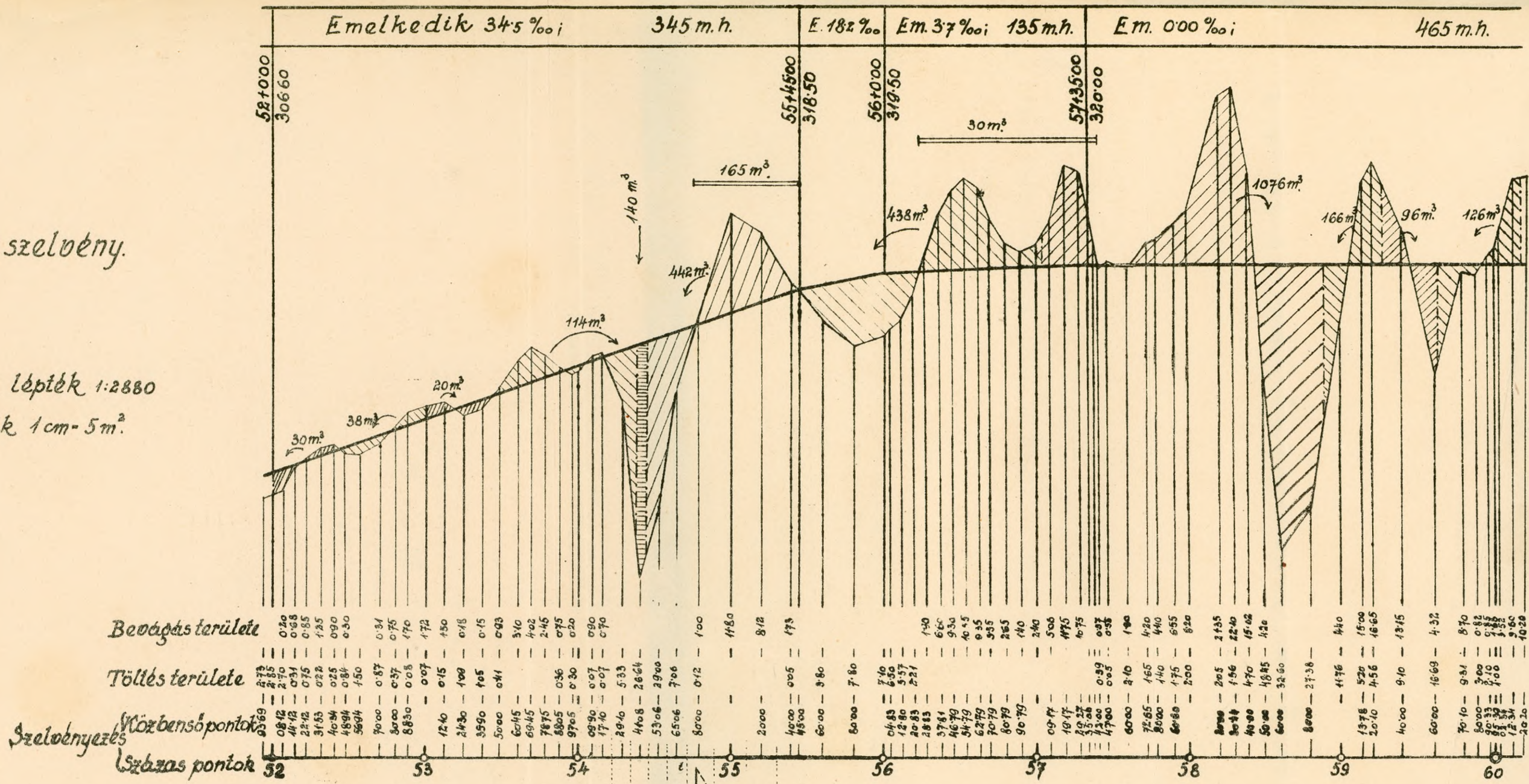
$$\begin{array}{r}
 252,36 \\
 \underline{757} \\
 756 \\
 \underline{9072} \\
 504 \\
 \underline{9572}
 \end{array}$$


1851

1866/1

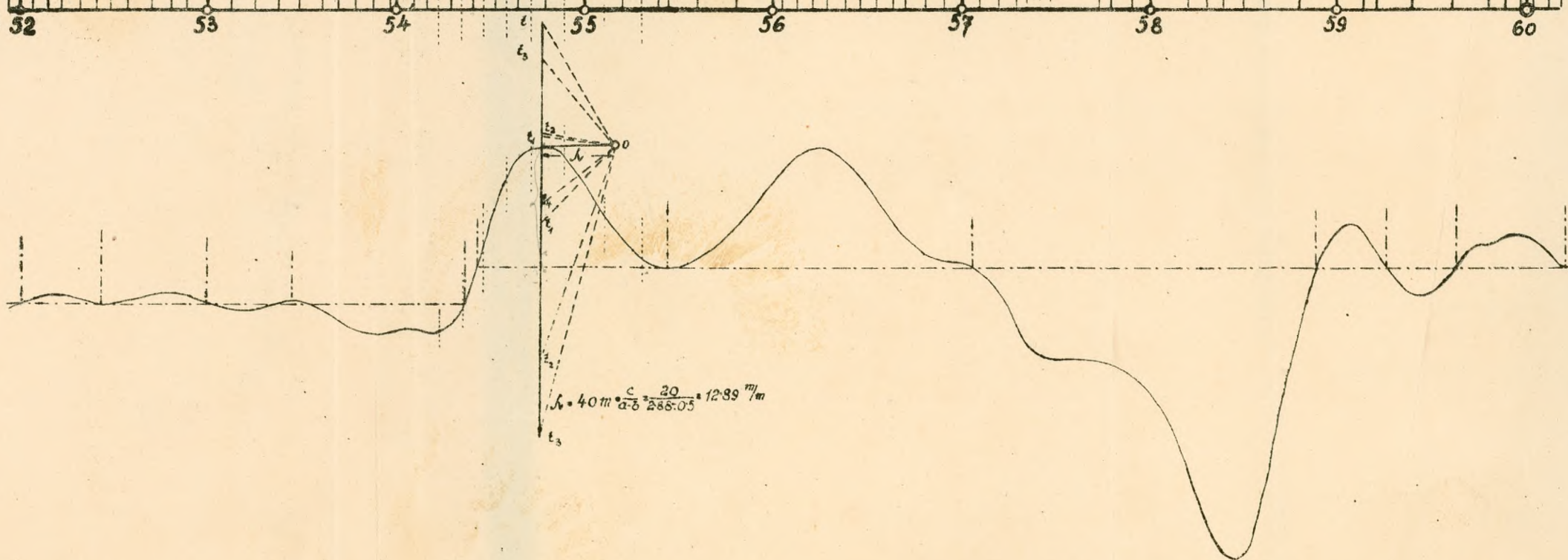
# Tömegszelvény.

Hosszúsági lépték 1:2880  
Területlépték 1cm = 5m<sup>2</sup>



## Elosztó vonal.

Tömeglépték 1cm = 200m<sup>3</sup>







WAGNER KÁROLY ERDÉSZETI TÁRSASÁG  
1851 / 1866 / 1981



