

Erdeiszet

Hidéaites

ERDÉSZETI HIDÉPÍTÉS

Írták:

Adamovich László

intézeti tanár, és

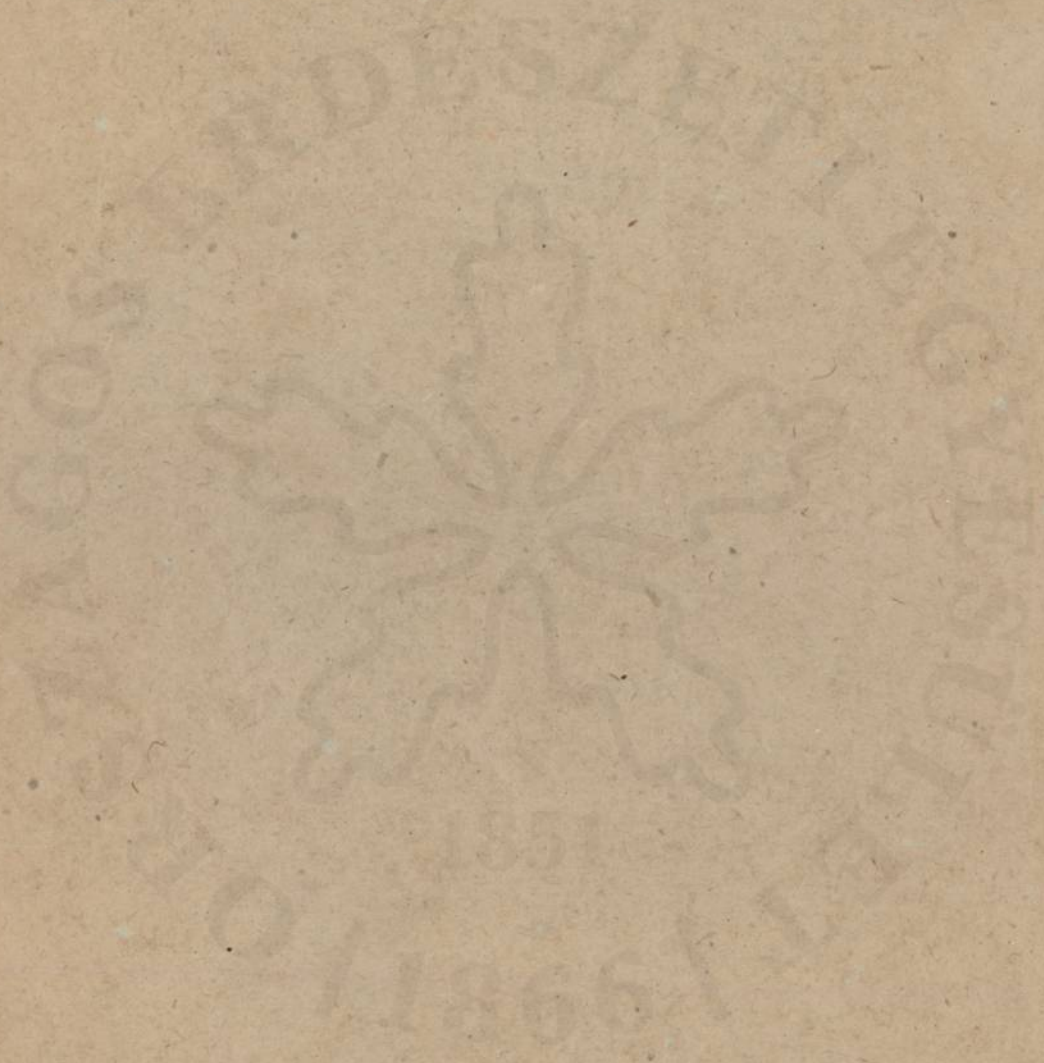
Parto Antal

egyetemi tanársegéd
okl. erdőmérnökök



Kézirat.

— Sopron, 1950. —



ERDÉSZETI HIDÉPÍTÉS

Országos Erdészeti Egyesület Wagner Károly Erdészeti Szakkönyvtár	
Ellátási szám:	604/2015
Csoport szám:	I.
Raktári jelzet:	S.V.I.

OEE Könyvtár
Áll.Ell. 2020

Irták:

Adamovich László

intézeti tanár, és

Partos Antal

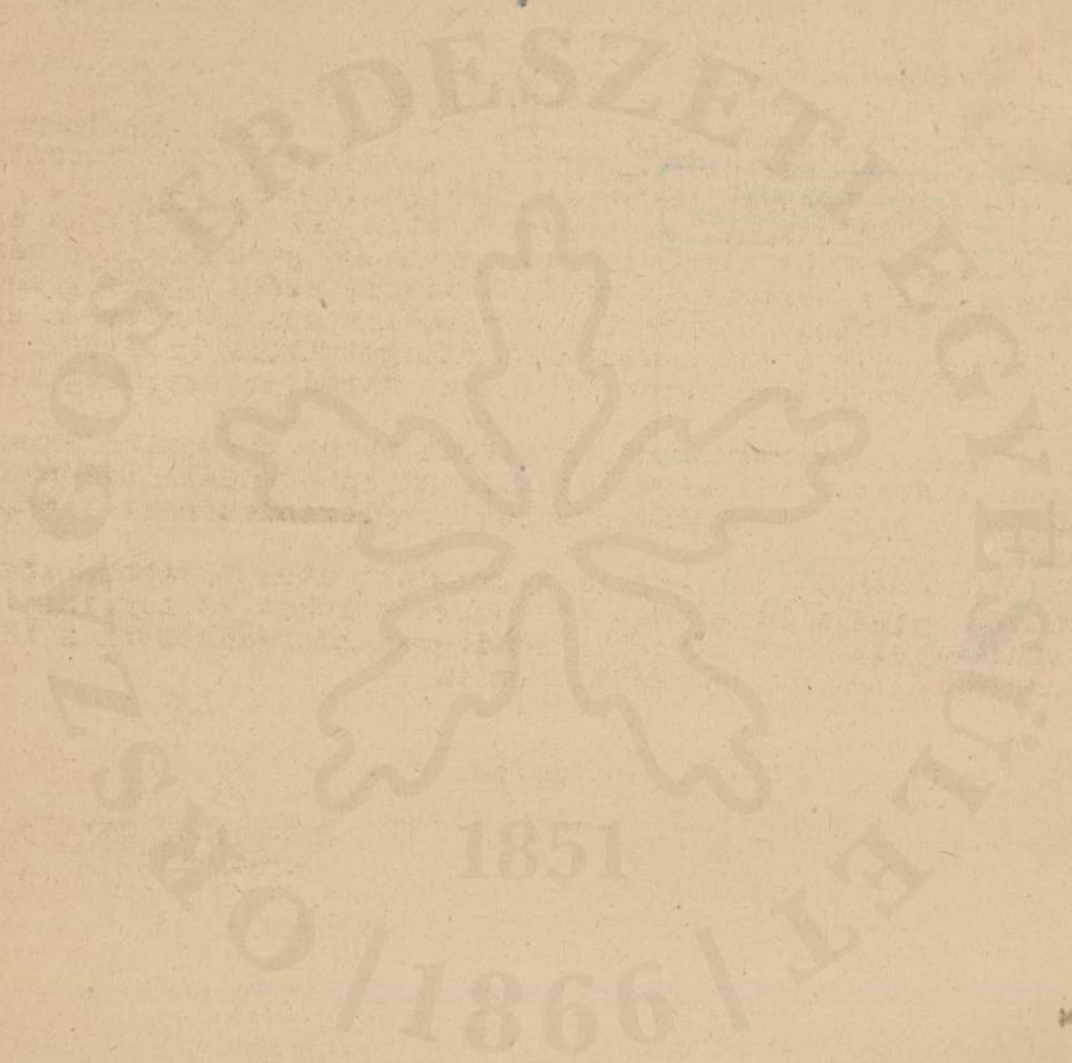
egyetemi tanársegéd
okl. erdőmérnökök



használt
szék.

Kézirat.

— Sopron, 1950. —



Előszó.

Az erdészeti egyetemi oktatás az utóbbi években egyre inkább sürgette olyan jegyzetek ill. könyvek megjelenését, melyek az erdészeti műszaki feladataival foglalkoznak. Az ilyen jegyzetek nagyban elősegítik a hallgatók munkáját, és egyúttal hasznos segédkönyvei lehetnek a gyakorlatban működő erdőmérnök kartársaknak is. A nehézségek leküzdése után ezúttal közrebocsáthatjuk első ilyen irányú jegyzetünket az "Erdészeti Hidépítés-t".

Minthogy jegyzetünk kettős célt szolgál, az egyetemi oktatás miatt az elméleti részt, a külső gyakorlati kíváncsúság miatt pedig a tervezésen kívül a kivitelezési módokat is részletesebben tárgyaljuk. Jegyzetünk terjedelme korlátozott és ezért több feleslegesnek ítélt levezetést elhagytunk, az erdészeti építés feladatkörén túleső nagyobb hidakat természetesen nem tárgyalhattuk.

Jegyzetünkhöz az alapot néhai Modrovich Ferenc egyetemi tanár előadásaiból merítettük. Az anyag összeállításában nagy segítségünkre volt az "Erdészeti Szállítóberendezések" tanszék könyvtára.

Reméljük, hogy a megkezdett úton továbbhaladva a kartársaktól elvárt bírálatot és észrevételeket az egyetemi oktatás kívánságaival összehangolva rövidesen közreadhatjuk a többi erdész-műszaki tárgyú jegyzeteinket is.

Sopron, 1950. évi május hó.

Adamovich László
Partos Antal.

B e v e z e t ő .

A modern élet lüktető éleventsége fejlett közlekedési berendezéseinek köszönhető. Egy kor kultur foka - bátran mondhatjuk - jellemezhető közlekedésének fejlettségével. A görög, római, egyiptomi kulturák fejlett úthálózattal rendelkező országokban fejlődtek naggyá. Személyek és anyagok helyváltoztatási lehetősége minél rövidebb idő alatt: ez korunk kívánalma.

Közlekedési berendezéseink - utjaink, vasutjaink, egyéb szállítópályáink - vonalvezetésükben számtalan akadályba ütközhetnek. Az akadályokon - vízfolyások, szakadékok, már meglévő közlekedési vonalak - csak különleges műszaki létesítmény közbe iktatásával haladhatnak át. Ezek a műszaki létesítmények a hidak.

Ezzel meg is határoztuk a hid lényegét. A hid tehát olyan műszaki létesítmény, mely egy közlekedési vonalat akadálytalanul úgy vezet át, hogy a közlekedés a hidon és az esetleges forgalom a hid alatt akadálytalanul és általában egymástól függetlenül lebonyolítható legyen.

Mielőtt a hidépités tan tárgylásába kezdenénk, tájékozódás végett vessünk rövid pillantást a hidak fejlődésére.

A legrégibb hidat, melyről hiteles adataink vannak, Kr.e. a VI. században Nabukodonozor építtette az Eufrates áthidalására. A hid 600 m. hosszú volt, köpilléreken nyugvó fagerendákból állt. Darius a Bosporus-t hajóhiddal hidalta át Kr.e. 515-ben. Kőhidakat először a görögök építettek. Demokritos volt az, aki először alkalmazta a boltozatot. A rómaiak művészi tökélyre emelték a boltozott hidakat, amelyek közül számtalan még ma is áll. Közülük leghiresebbek a Rimini melletti Augustus-hid /Kr.e.30./, Fabricius-hid Rómában a Tiberis felett, s a vízvezető hidak /aqueduct/ Segoviában és Tarragonában /Spanyolország/. Kedvelték a rómaiak a fahidakat is. Leírásból ismerjük Horatius Cocles Pons Subliciusát /Kr.e.625./. Fahidak építésében való jártasságukról tanuskodik az aldunai Trajanus hid is.

A nyugat-római birodalom bukása után a hidépités is háttérbe szorult. Csak a késő középkorból vannak ismét nagyobb jelentőségű hidemlékeink: regensburgi Duna-hid /1146./, Drezda-i Elba-hid /1188./, a londoni Themse-hid /1209./ és a firenzei Szentháromság-hid /1251./.

Amint a középkor után a természettudományok rohamos fejlődésnek indultak, a hidépités is egyre fokozottabb elméleti alapokat nyert a statika terén történt nagymérvű előhaladással. Míg pl. a rómaiak csak félkör boltozatokat alkalmaztak híd szerkezetekül, addig Franciaországban új statikai ismeretek birtokában körszelet és kosárgörbe alakú boltozott hidakat építettek. Ezek közül pl. az 1605-ben épült Nemouri - hid nyilvánvalóan úgy viszonylik az áthidalás hosszához, mint 1 : 17-hez.

A fahidak ebben az időben különösen fában gazdag országokban épültek. Így különösen Svájcban és Tirolban, ahol 1778-ban 119 m. hosszú faáthidalás készült /Wettingen/. Kedvelték a fahidakat Észak Amerikában is, hol a mély szakadékokban folyók felett különleges kiképzésű rácsos fahidakat szerkesztettek Long, Howe, Town és mások. Ezek a hidak kiképzési alak tekintetében előfutárai lettek a rácsos vashidaknak.

A vasnak - mint hidépitő anyagnak - kezdetben nem tulajdonítottak nagy jelentőséget. Az első vashid Angliában Coalbrookban épült íves kiképzéssel, öntött vasból /1779/. A vasanyag rugal-

masságának fokozásával a XIX. század közepétől kezdve egymásután építik a nagy teherbírásu, nagy áthidalásokra képes vashidakat. /Buda-pesti Lánchíd, 1849./ A nagy teherbírásu vasanyag, különböző acélöntvények révén még fokozódott teherbírásiában. Ez tette lehetővé, hogy minél hosszabb áthidalásokat tervezhessenek. A quebecki Szent Lőrinc folyam hídja 548°6 m. nyílású.

Kábelhidak különösen Amerikában épültek. New Yorkban Georg Washington-híd 1667°0 m., San Franciskóban Golden-Gate /Aranykapu/ híd középső nyílása 1280 m. Utóbbi a legnagyobb áthidalt nyílás ma az egész világon.

Az 1900-as évektől kezdve a betonnak és vasnak együttes alkalmazásával épülnek egyre nagyobb számban a legváltozatosabb formájú vasbetonhidak.

Az önsúly csökkentésre való törekvés hozta létre napjainkban az aluminiumhidat. Az első az U.S.A.-ban épült Massena mellett 30 m-es támasztóközzel. A két világháború közti időben a vasúti, de különösen a közúti közlekedés rohamos fejlődése, a sok új autót építése, ezzel kapcsolatban a szintbeni keresztezések elkerülésére irányuló törekvés hihetetlen mennyiségű hidépítéssel járt szerte az egész világon. Ezek az építkezések eddig el nem képzelt fejlődésre vezettek, mind a hidépítések szerkezete és végrehajtása, mind a vele kapcsolatos tudományok terén.

A hidépítés fejlődése napjainkban is tart és egyre újabb és újabb megoldásokhoz jutnak szakembereink.

A hidak szerepe az erdőgazdaságban.

A hidak az erdőgazdaságban az erdei szállító berendezések függvényei. A szállító berendezések, melyek az erdőterületek feltárását szolgálják vagy ideiglenes, vagy állandó kivitelben épülnek. Így az erdei hidak is, mint ezek tartozékai lehetnek ideiglenes jellegűek, vagy állandók.

Ismeretes, hogy az erdei termékek árának esetleg több, mint 50 %-a a termelési és szállítási költségéből adódik. A költségcsökkentésre való törekvés természetesen a termelés és szállítás legmesszebbmenő racionalizálását kívánja. Közte természetesen a szállítóberendezések tervezésének és kivitelezésének azt a leggazdaságosabb formáját, mely egy-egy adott esetben a leginkább kielégítő megoldást adja. Így jut komoly szerephez pl. a fa, mint építőanyag az ideiglenes szállítóberendezések hídjain és más építőanyagok állandó erdei szállítópályák műtárgyain.

A tervező és építő erdőmérnöknek éppen az a feladata, hogy esetenként eldöntse: milyen anyagból, milyen megoldással és kivitelben készítse el a megtervezendő erdei hidat. Az egyszerű cserkésző ösvény bürüjének helyes elhelyezése éppúgy feladatkörébe tartozik, mint a másod, vagy harmadrendű utak ideiglenes hídjának, más-
kor pedig az elsőrendű utak, vagy vasutak kő, vas, esetleg vasbeton-hídjának megtervezése.

Igy az erdei hidak, mint a feltáró hálózat szoros tartozékai közvetve szerepet kapnak abban, hogy az erdőgazdaság belterjessé válását fokozzák. Minthogy csak kellő fokú feltártság mellett lehetséges, hogy a korszerű művelési, ápolási, védelmi, rendezési, termelési, szállítási problémák a legmefelelőbb módon nyerjenek megoldást, érthető, ha a velük közvetve összefüggésben levő hidépítési problémáknak a megoldása szintén az erdőmérnök feladatkörébe tartozik.

A hidak részei és osztályozásuk.

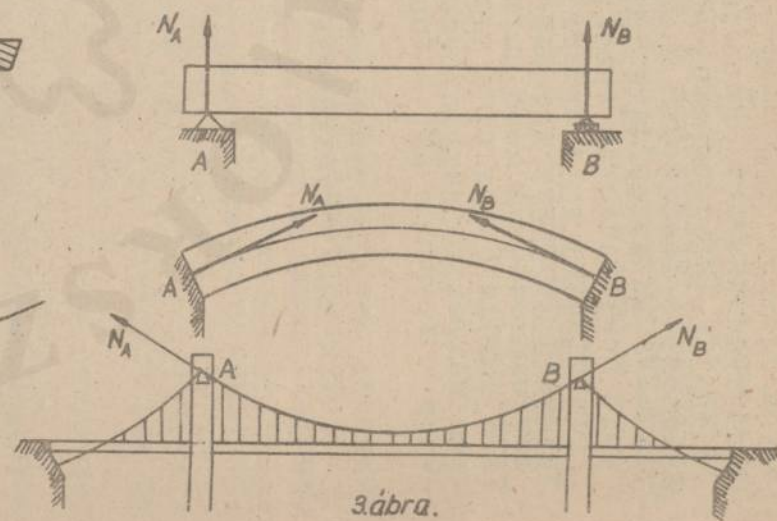
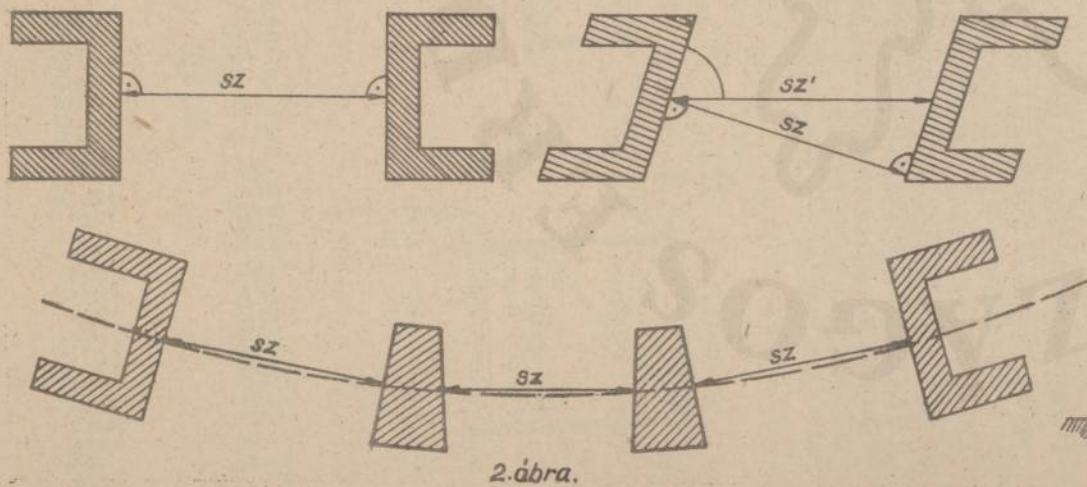
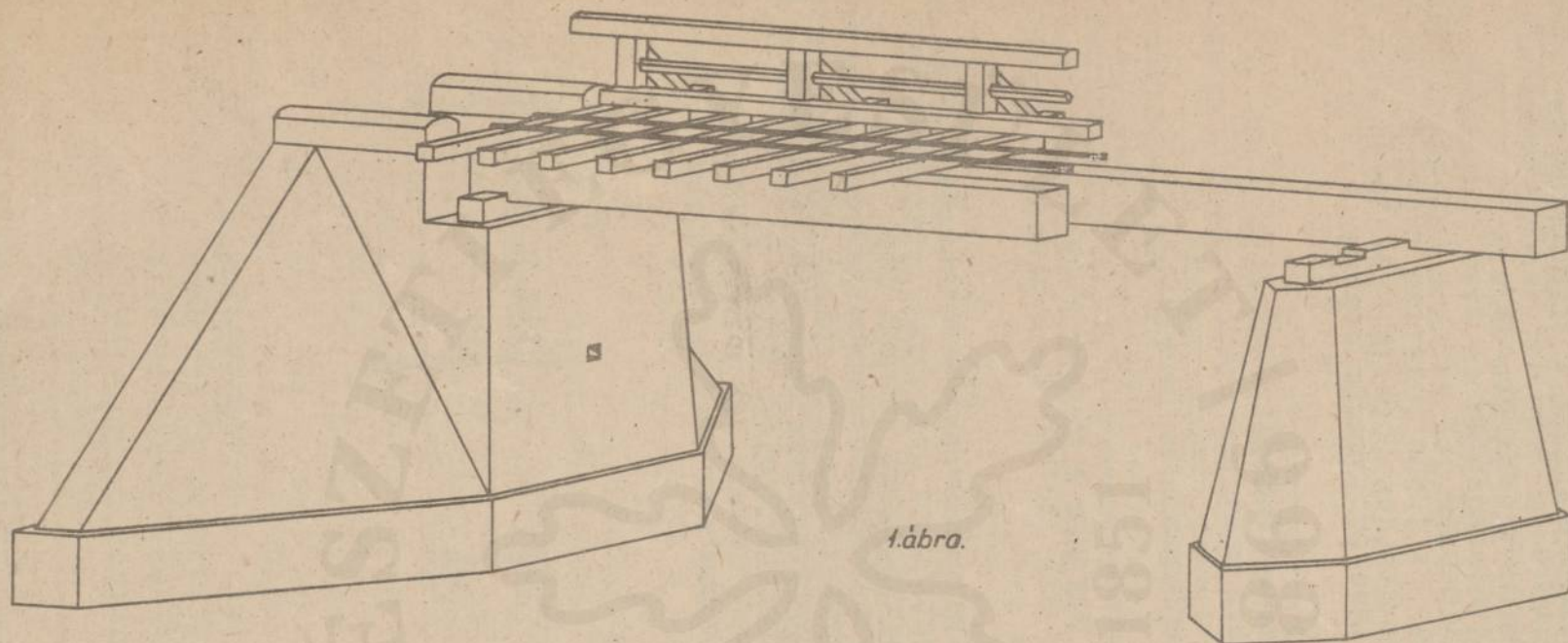
A hidak szerkezetileg két részből állnak: 1./az alépitményből és 2./a felépitményből.

Az alépitmény támasztja alá a felépitményt, átveszi a terheléseket és a teherbíró talajra továbbítja azokat, egyben pedig biztosíthatja a csatlakozást a közlekedési vonal földműjéhez. Ha csak alátámaszt, úgy pillér, ha csatlakozást is létesít hídfeje a neve.

A felépitmény veszi fel közvetlenül a terhelést és a hídön való közlekedést teszi lehetővé és biztonságossá. Részei: 1./ a tartók /fő és melléktartók/, 2./a hídút és 3./a korlát /1. ábra/.

A hidak osztályozása a következőképpen történhetik:

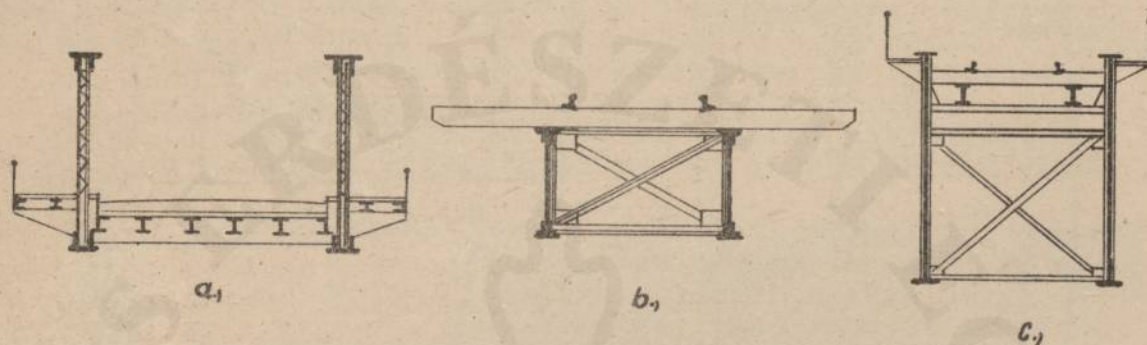
- 1./a hídön átmenő forgalom szerint ismerünk:
 - a./gyaloghidat /kizárólag gyalogforgalomra/,
 - b./közüti hidat /gyalogos és közüti jármű forgalomra/,
 - c./védő hidat /amely egyik szállítópálya forgalmát biztosítja egy másik pálya forgalmával szemben, pl. sodronykötélpálya alatt, ha az közutat, vagy vasutat keresztez/,
 - d./vasúti hidat /kizárólag vasúti forgalomra/,
 - e./aquaductot /viz vezetésére/.
- 2./Az áthidalás szerint létezik:
 - a./folyami hid /vizfolyást hidal át/,
 - b./felüljáró /egyik közlekedési vonalnak a másik felett való átvezetésére szolgál, hívják akadályhidnak is/,
 - c./völgyhid /töltési földanyag megtakarítása végett épül, viaduct/,
 - d./állványhid /földmunkák és más hidak létesítésekor épül/.
- 3./A híd főtartójának anyaga szerint megkülönböztetünk:
 - a./fahidat,
 - b./vashidat,
 - c./kő és betonhidat,
 - d./vasbetonhidat,
 - e./aluminiumhidat.
- 4./A hídfeje homlokfala és a hídengely bezárta szög szerint:
 - a./egyenes,
 - b./ferde,
 - c./ívhidat különböztetünk meg. /2. ábra/.
- 5./Rendeltetése szerint van:
 - a./állandó hid,
 - b./ideiglenes hid /provizórium/.
- 6./A felszabadító erők iránya szerint lehetnek:
 - a./gerendahidak,
 - b./feszítőhidak,
 - c./függőhidak /3. ábra/.



7./A pálya és a főtartók egymáshoz való helyzete szerint lehet a híd:

- a./alsópályás,
- b./felsópályás,
- c./süllyesztett pályás /4.ábra/.

8./A pillérekkel alátámasztott híd több nyílású, ha csak hídfők támasztják alá a tartószerkezetet, úgy egynyílású.



4. ábra.

A hidak osztályozhatók tartószerkezetük szilárd, vagy mozgatható beépítése szerint álló hidakra és mozgó hidakra. Utóbbiak lehetnek forgó, billenő /felhajlítható/, emelhető, toló és daruhidak. A mozgóhidakhoz sorozzuk a hajóhidakat is.

Meg szoktak különböztetni a hidnyílás nagysága szerint: áteresztőket / kb. 3⁰⁰ m. nyílásig/ és hidakat /3 m-en felül/, habár áteresztő és híd között éles határt vonni nem lehet.

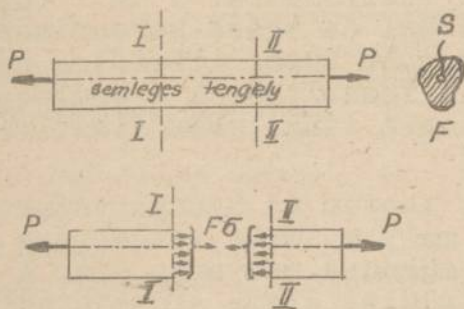
I. F E J E Z E T .

Általános szilárdságtani összefoglalás.

1./Igénybevétel, feszültség.

Minden műszaki létesítmény - így a híd is - általában több szerkezeti elemből tevődik össze /hídfők, főtartók, melléktartók, pallók, korlátok stb/. Az ezekre ható külső erőket terhelésnek nevezzük. A külső erő hatását, mint okot igénybevételnek hívjuk. A testet, mely az igénybevételt szenved, tartónak nevezzük.

Minden szerkezeti anyag rugalmas. A terhelő erő hatására alakváltozás lép fel, az alakváltozás bekövetkezése után helyreáll az egyensúly. A statika törvényei alapján ez az egyensúly csak úgy létesülhet, ha rugalmas testekben a hatóerővel ellentétes irányú, de vele egyenlő nagyságú ellenerők támadnak. Így pl. az 5. ábrán bemutatott húzott rud egy tetszőes szerinti keresztmetszetében láthatjuk a hatóerő ellenhatásaképpen fellépő elemi erőket, melyek tulajdonképpen az anyagi molekulák közti belső rugalmas erők. Ezeknek egy felület egysége /pl. cm^2 / eső hányada a feszültség. Mértékegysége tehát erő/felület: pl. kg/cm^2 . Jele: σ , τ .



5. ábra.

A szilárdságtan, mint tudomány a külső erők hatására a rugalmas testekben keletkező feszültségek és alakváltozások törvényszerűségeit kutatja és magyarázza.

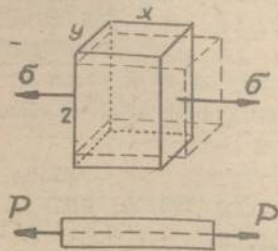
Minthogy a külső erők - terhelések - különbözőképpen vehetik igénybe a tartót, többféle igénybevételt különböztetünk meg. Ezeket legjobban szemlélteti a tartó egy tetszőleges szelvényéből kivágva képzelt elemi kis kocka, melynek lapjain lépnek fel az igénybevételt ellensúlyozó feszültségek, miközben a kocka az igénybevételtől függően különböző alakot vesz fel.

Az igénybevételek lehetnek egyszerű /alap/, vagy összetett igénybevételek, aszerint, amint a tartót egy időben csak egyféle, vagy különféle erőhatás éri. Egyszerűsítés kedvéért csak az állandó keresztmetszvényű tartókat vesszük vizsgálat alá. Ezekben az alábbi egyszerű igénybevételek támadhatnak:

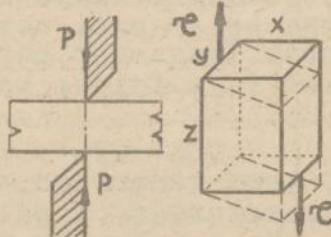
1./Húzás keletkezik, ha a terhelés a tartó súlypont-tengelyében működik, megnyújtva a tartót /6. ábra/. Az elemi prizma élei, melyek a tengellyel párhuzamosak, meghosszabodnak, a rá merőlegesek megrövidülnek. A fellépő feszültség a húzófeszültség. Jele: sigma / σ /.

2./Nyomás az előbbinek az ellentéte. A hatóerő ismét a tartó súlyponttengelyében működik, miközben azt megrövidíti. A fellépő feszültség a nyomófeszültség és jelölése egyezik a húzófeszültség jelölésével. / σ /. A húzó, és nyomó igénybevételt közös elnevezéssel normál igénybevételnek mondjuk, a húzó és nyomófeszültséget pedig normál feszültségnek. Megkülönböztetésül a húzófeszültség pozitív, a nyomófeszültség pedig negatív előjelet kap. Mindkét feszültség a felületen egyenletesen oszlik el.

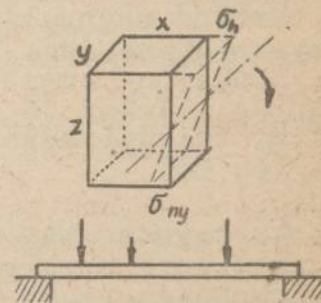
3./Nyírás alatt azt értjük, ha a hatóerő a tartónak egy az erő irányába eső síkjában működve a keresztmetszetet szomszédján elcsúsztatni igyekszik. A keresztmetszetben fekvő elemi prizma x y felület eleme elcsuszlik a vele párhuzamos keresztmetszetben levő felület eleméhez képest, de vele párhuzamosan és tőle z távolságban marad. A fellépő feszültségek a nyírófeszültségek, melyek az x y síkban lépnek fel, tehát a keresztmetszet síkjában. Jele: tau / τ /. /7. ábra./ A nyírófeszültség a felületen nem egyenletesen oszlik el, de megközelítéssel egyenletesnek vehető.



6. ábra.

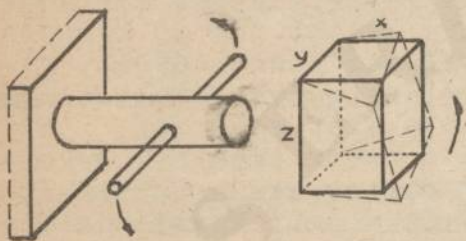


7. ábra.



8. ábra.

4./Hajlítás olyan külső erők következtében lép fel, melyek a tartó tengelyére merőlegesen működve, nyomatókat támasztanak. A kis hasáb x y felület eleme elhajlik a vele párhuzamos keresztmetszetben lévő felületelemhez képest, amint azt a 8. ábra mutatja. A fellépő feszültségek az x y síkra, vagyis a keresztmetszetre merőlegesek, tehát szintén normál feszültségeknek tekinthetők. A hajlításnál fellépő feszültségek nem egyenlők egymással az egész keresztmetszet síkjában. A hajlító igénybevétel legnagyobb húzó, illetőleg nyomófeszültséget a szélső szálakban ébreszt, a feszültségek a semleges tengely felé fokozatosan csökkennek. A semleges tengelyben feszültség nem lép fel.



8. ábra.

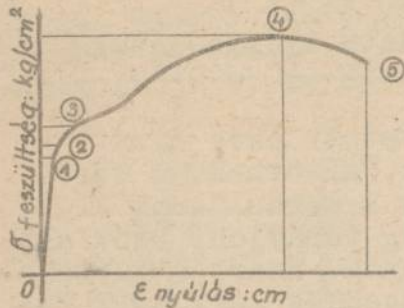
5./Csavarás esetén az igénybevételt erőpár okozza, mely a tartó tengelyére merőleges síkban működve csavarja azt. A kis hasáb x y felület eleme elcsavarodik a vele párhuzamos keresztmetszetben lévő felületelemhez képest anélkül, hogy eredeti z távolságuk megváltoznék. A fellépő feszültségek az x y síkban, tehát a keresztmetszet síkjában működnek és ott egyenlőtlenül oszlanak el. A szélek felé nagyobb, a tengelyben 0 értékkel. A csavaró feszültség jele: $\tau_{cs} = \tau_{cs} / \tau_{cs} / 0.79 \cdot \sigma_{cs}$.

Az összetett igénybevételek közül számunkra fontosabbak: a kihajlás, mely tulajdonképpen kárcsu tartók nyomása, és az excentrikus nyomás, amely külpontos terhelés esetén egyidejű nyomás és hajlítás.

2./ Rugalmas testek viselkedése erők hatásával szemben.

Ha figyelemmel kísérjük egy szilárd, rugalmas, egységszerű keresztmetszetű pálcát viselkedését növekvő húzóerő hatása alatt azt tapasztaljuk, hogy a pálcát megnyulik. Ha tehermentesítjük a pálcát a belső molekuláris erők kifejtik hatásukat: eredeti alakjára húzzák vissza a pálcát. Teljes mértékben sohasem áll vissza az eredeti állapot, maradandó alakváltozás mindig van. Ezen képessége az anyagnak azonban csak egy bizonyos nagyságú terhelésig van meg, amely terhelés nagysága anyagonként változik s az anyagnak ilyen irányú tulajdonsága az u.n. rugalmassági határig tapasztalható. A legtöbb anyagnál a megnyulás a terhelő erő növekedésével egy határig egyenesen - lineárisan - változik. Az anyagnak a terheléssel egyenesen arányosan történő megnyúlását az arányossági határral jellemezhetjük. Az arányossági határon túl a pálcát megnyúlásra kényszerítő erő hatásokkal /terhelés/ szemben az anyag belső erői nem tudnak lépést tartani. Az anyag kifárad és rohamosan /magasabb hatvány szerint/ nyulik az u.n. folyási határig, amikor is a teljes belső elernyedtség állapota lép fel.

Az egyszer már elernyedtest rohamosan nyulik, míg csak teljesen megszűnik a molekuláris összetartás, a pálcát elszakad, a tartó folytonossága tehát megszűnik. Ez a jelenség az u.n. szakítási határnál észlelhető. Ebben a pillanatban a testben fellépő feszültség nagysága az u.n. szilárdság /húzó, nyomó, nyíró szilárdság/, melynek értéke anyagonként változik.



1. rugalmassági határ
2. arányossági —" —
3. folyási —" —
4. szakítási —" —
5. tényleges szakadás

10. ábra.

Az előbb leírt folyamatot vasanyag vizsgálata esetén grafikusan ábrázolja a 10. ábra. A görbének az arányossági határig tartó szakasza a legtöbb anyagnál /fa, vas stb./ egyenes és egyenlete:

$$\epsilon = \alpha \cdot \sigma \quad \text{/Hook törvénye/}$$

ϵ a fajlagos megnyúlás, vagyis a megnyúlás viszonya a pálcza eredeti hosszúságához. Értéke $\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$

σ a terhelés következtében az anyagban fellépő feszültség, α pedig egy az anyagtól függő állandó, melynek értéke nagyon kicsi lévén, reciprok értékét használjuk. $\frac{1}{\alpha} = E \quad \text{kg/cm}^2$

E a rugalmassági tényező /elasticitási modulus/, melynek számértéke azt a kg-ban kifejezett ideális erőt mutatja, mely az illető anyagból készült 1 cm^2 keresztmetszetű rudat eredeti hosszának kétszerezésére nyújtaná meg, ha az anyag tökéletesen rugalmas volna. E értékeit a 11. ábra tünteti fel.

I. Táblázat. Fontosabb anyagok szilárdsági jellemzői.

Anyag	Szilárdság					Rugalmassági modulus E	
	húzó	nyomó	nyíró				hajlítóból
			kg / cm ²				
Folytvas	3000 - 4400	3000 - 4400	3000 - 3300			2 150 000	
Folytácél	4500 - 10 000	4500 - 10 000	5 400 - 6 000			2 200 000	
Öntöttvas	1200 - 1800	7000 - 8000	1 100			750 000 - 1 050 000	
Vörösréz	2 000 - 3 000					1 100 000	
Tölgyfa	910	470			⊥	765	134 000 húzássra
			51	78	270		125 000 nyomásra
Fenyő	860	390	40	66	235	610	109 000 húzássra 112 000 nyomásra
Gránit	35 - 80	800 - 2 000					
Mészkő	20 - 60	500 - 1500					
Tégla fal		100 - 300					
Beton		20 - 50					
Kenderkötél	500 - 1 200						10 000

11. ábra.

3./Biztonság, megengedett feszültség, megengedett igénybevétel.

A rugalmas testek az előzőekben lefektetett okok miatt egy bizonyos nagyságú terhelés esetén elszakadnak, eltörnek. A tervező mérnök természetesen nem engedheti meg, hogy a terhelésnek kitett tartóban a szilárdságnak megfelelő feszültség támadjon, mert akkor az illető tartó teherviselő képessége megszűnnék. Ezért a tartókban a szilárdságnak csak egy bizonyos hányadát engedjük meg, hogy keletkezzen, és ez a megengedett hányad az u.n. szigma megengedett, (σ_{meg}) megengedett feszültség.

A viszonyt, amely kifejezi, hogy a megengedett feszültség hányad része a szakító, törő stb. szilárdságnak - biztonságnak nevezzük. Értéke anyagonként változik. /11. ábra/. Egyenlete

$$\beta = \frac{\sigma_{szk}}{\sigma_{meg}}$$

A tartókat méretezésük szempontjából jellemezhetjük a megengedett igénybevétellel is. A megengedett igénybevételnek a szakító, törő stb. szilárdságot előidéző igénybevételnek a biztonsági tényezővel képzett hányadosát nevezzük.

4./ Tartók méretezése.

a./Huzás és nyomás.

A huzás és nyomás méretezési alapegyenlete:

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq \sigma_{meg}$$

Az egyenletben σ_m a megengedett feszültség kg/cm^2 , P a terhelés kg , F a terhelést felvevő felület cm^2 -ben. A méretezéshez ismernünk kell tehát az illető ismert anyagu tartóban megengedett húzó vagy nyomó feszültséget. Ennek ismeretében az egyenletben ismeretlen felület nagysága meghatározható.

$$F = \frac{P}{\sigma_{meg}}$$

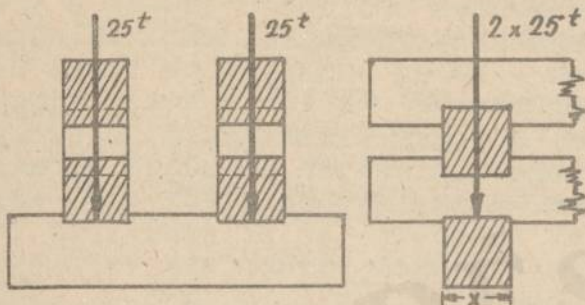
Ugyanezen egyenlet segítségével ellenőrizhetjük adott szelvényű tartóban ismeretes P erő hatására fellépő feszültségek nagyságát. A tartó szelvénye akkor megfelelő, ha a számított σ kisebb, mint σ_{meg} .

II. Táblázat. Megengedett nyomó és húzófeszültségek.

Anyag	Húzó Nyomó feszültség kg/cm ²		Anyag	Húzó Nyomó feszültség kg/cm ²	
Folytvas	1200	1200	Finom homok (1mm)	—	2-5
Folytácél	1200-1500	1200-1500	Középsédurva homok	—	3-8
Öntött vas	300	500-900	Kavics és kavicsos homok (70 mm)	—	4-10
Tölgyfa	70-85	70-85	Nedves agyag	—	0.5-2
Fenyő	60-70	60-70	Márga	—	1.5-2
Kenderkötél	100	—	Száraz agyag	—	2.5-5
Tőzeg, lóp	—	—	Lágy kőzet	—	7-25
Humusz	—	—	Kemény kőzet	—	15-50

12. ábra.

Példa: Vasuti fahíd két főtartóval a hídfőn ászokfára támaszkodik. A tartó gerendák 20/40-es méretűek. Milyen méretű tölgy ászok gerenda bírja el az átadódó 50 tonna terhelést? /13. ábra/.



13. ábra.

mott tartók a ducok, rácsrudak, pillérek stb.

$$F = \frac{P}{6m}$$

$$2 \cdot 20 \cdot x = \frac{50000}{70}$$

$$x = \frac{500}{28} = 17.9 \sim 18 \text{ cm}$$

A terhelést tehát 18 cm. széles gerenda elviseli. Minthogy ászokgerenda négyzetes szokott lenni, 18/18-as gerenda alkalmazása helyénvaló.

A hidépítési gyakorlatban húzott tartók a függőoszlop, rácsrudak, vonórúd stb., nyo-

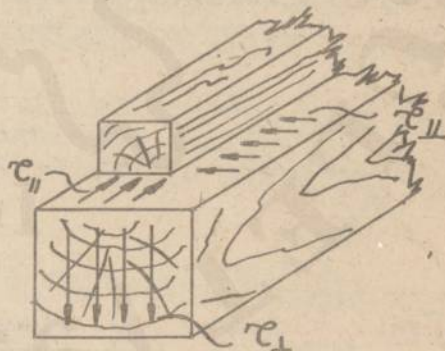
b./Nyírás.

A nyírás méretezési alapegyenlete: $\tau = \frac{P}{F} \leq \tau_{meg}$

Ha a tartó megadott terhelésre méretezendő, ismernünk kell a tartó anyagában megengedett nyírófeszültséget. Általában a húzófeszültség 0.8 - szeresének vehetjük.

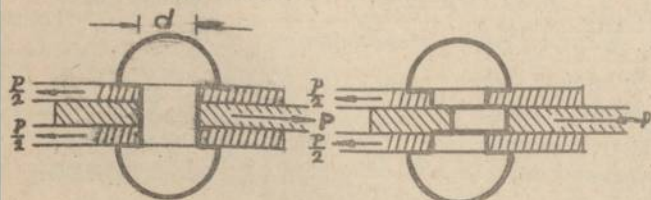
III. Táblázat. Megengedett nyírófeszültségek.

Anyag	τ_{meg} kg/cm ²	
		⊥
Polytvas	700 - 960	
Tölgyfa	9 - 11	18 - 21
Fenyő	7 - 9	15 - 18



14. ábra.

A megengedett nyírófeszültségek ismeretében a méretezési egyenletből az ismeretlen felület nagysága meghatározható:



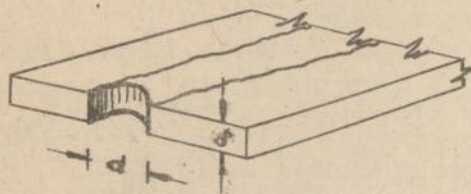
15. ábra.

$$F_{cm^2} = \frac{P_{kg}}{\tau_{kg/cm^2}}$$

A tartónak több felülete is lehet egyidőben nyírva egyetlen P terhelés hatására. /15. ábra/. Ebben az esetben egy felületre a terhelésnek csak egy bizonyos hányada jut. n felület esetén egy felületre a terhelésnek csak n-ed része esik.

Evvel az esettel állunk szemben pl. többször nyírt szegecses esetében. A méretezés ilyenkor az alábbi egyenlet alapján történik:

$$F = \frac{P}{n \cdot \tau}$$



16. ábra.

A felület nagysága $\delta \cdot d$, ahol δ a lemez vastagsága és d a szegecs átmérője. /16. ábra/.

A magyar hatósági előírás a megengedett palástnyomási feszültség értékét a megengedett nyomófeszültség 2°2 -szeresének alapítja meg. Tehát

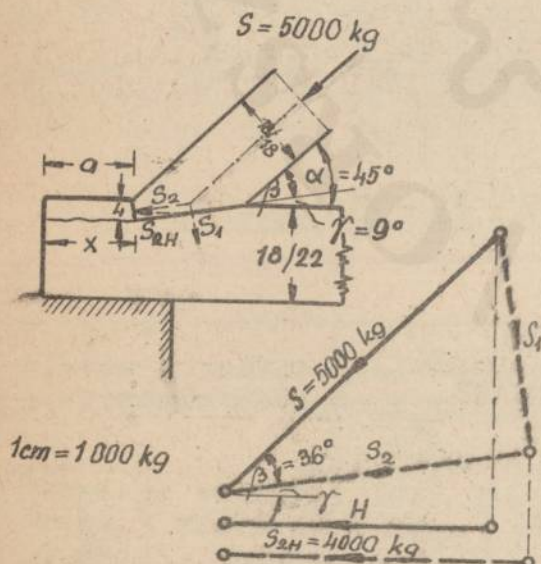
$$\sigma_p = \frac{P}{F} \leq 2.2 \sigma_{nyomás}; \quad \sigma_p = 2.2 \sigma_{nyomás}$$

Palástnyomásra csak akkor kell ellenőriznünk a szegecseseket, ha egyszer nyírt szegecs esetén $d \leq 0.35 \delta$, kétszer nyírt szegecs esetén pedig $d \leq 1.75 \delta$. Az ellenőrző egyenlet a

$$\sigma_p = \frac{P}{F} \leq 2.2 \sigma_m$$

$$\text{alapján} \quad F \geq \frac{P}{2.2 \sigma_{ny}} \quad \text{lesz.}$$

Megjegyezzük, hogy faszerkezetek szegezésekor a szegecseseket is erre a palástnyomásra és palást surlódásra /kihúzásra/ méretezzük. Példa: függesztőmű ducán 5000 kg erő adódik át a főtartóra. Milyen tulnyulást kell adnunk a főtartónak a duc becsapozásától, ha a duc hajlás szöge 45° . A főtartó mérete 18/22-es, anyaga puhafa /fenyőfa/. /17. ábra/.



17. ábra.

A ducban működik $S = 5000$ kg. erő. A ferde irányú S erőt felbontjuk két összetevőre S_1 és S_2 -re.

A becsapozás síkjára merőlegesen működik $S_1 = S \sin \beta$ összetevő erő. A becsapozás síkjával párhuzamosan működik $S_2 = S \cos \beta$ összetevő erő.

S_2 erő vízszintes komponense:

$$S_{2H} = S_2 \cos \gamma = S \cos \beta \cos \gamma = 4000 \text{ kg}$$

S_{2H} erő a tartót /a tulnyuló tartóvéget/ elnyírni igyekszik. A nyíróerő / S_{2H} / felvételére szükséges felület: $F = x \cdot 18 = \frac{S_{2H}}{\tau_{H \text{ meg}}} = \frac{4000}{9} = 444.44 \text{ cm}^2$

$$x = \frac{444}{18} \approx 25 \text{ cm}; \quad a \sim 30 \text{ cm}$$

A hidépítési gyakorlatban nyíró igénybevételt szenvednek a következő szerkezeti elemek: szegecses, szegek, összekötő elemek, pl. rácsos tartók csomópontjainál.

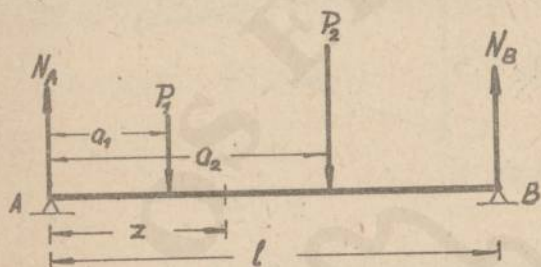
c./Hajlítás.

Hogy hajlitott tartót méretezhessünk, előbb részletesebben meg kell ismerkednünk a hajlítás törvényszerűségeivel és formáival.

A hajlitott tartókat két csoportra oszthatjuk: alátámasztott és befogott tartókra. A hidépítéstanban leginkább alátámasztott tartókkal foglalkozunk.

A tartókra ható terhelés lehet: álló, vagy mozgó. Mindkét terhelés lehet konzentrált /tengely-keréknyomás/, vagy elosztott /tartó saját súlya, ember csődület, víznyomás stb./. A terhelések vagy közvetlenül, vagy segéd tartók közbeiktatásával közvetve hatnak a tartókra.

A hajlitott tartók méretezési alapelveinek megértéséhez vegyünk fel egy két végén alátámasztott koncentrált erővel terhelt tartót. /18.ábra./ A terhelést P_1 és P_2 erők okozzák. A tartó megoldásakor a következő kérdésekre szoktunk feleletet adni:



18.ábra.

1./Mekkora lesznek az alátámasztásoknál/vagy befogásoknál/ keletkező ellensúlyozó felszabadító erők? / N_A, N_B /.

2./A tartó tetszés szerint választott /z/ szelvényében a hatóerők mekkora nyomatékot okoznak? / M_z /.

3./Hol keletkezik és mekkora lesz a tartón fellépő legnagyobb nyomaték? / M_{max} /.

4./A tartó tetszőleges szelvényében mekkora nyíró erő támad? / R_z /.

5./Mekkora lesz és hol a fellépő legnagyobb nyíró erő? / R_{max} /.

6./A tartó egy tetszőleges szelvényében mennyire hajlik át? / f_z /.

7./Hol és mekkora lesz a legnagyobb áthajlás? / f_{max} /.

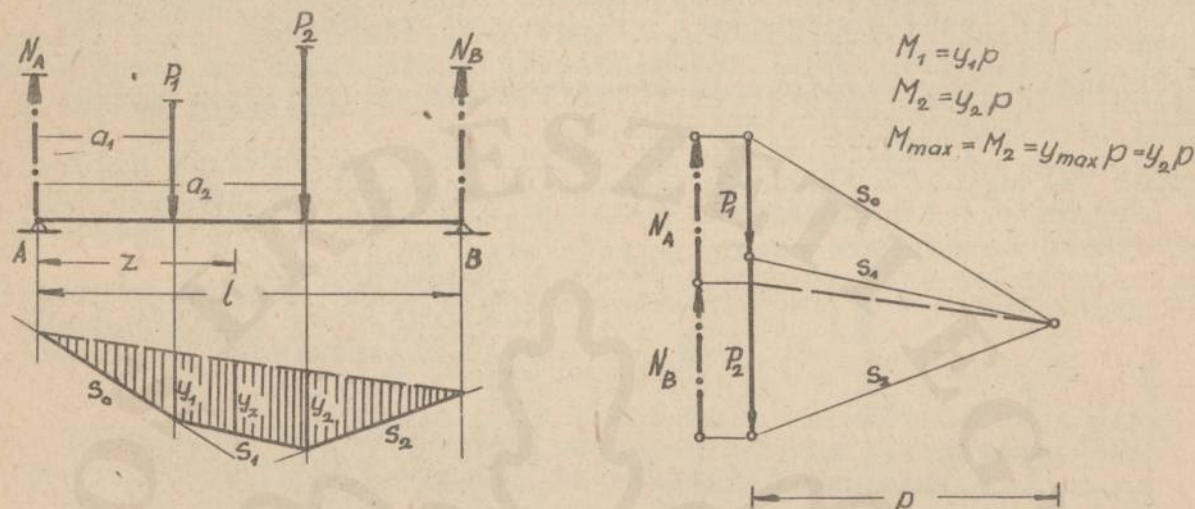
8./Milyen alakú és méretű tartó tart egyensúlyt kellő biztonsággal a terheléssel?

1./- 7./ megoldása történhetik rajzos uton /grafikusan/, vagy számítással /analitikusan/. 8./megoldása analitikus. A számítás pontos eredményt ad, míg grafikusan áttekinthető megoldást nyerünk és ezzel a számítás ellenőrizhető.

1./Két végén alátámasztott tartó felszabadító erőinek meghatározása.

A felszabadító erők megszerkesztésekor a ható erőket megfelelően sorra egymás alá rajzoljuk egy választott erőlépték szerint, tehát megszerkesztjük az erő polygonát. Pl. ha 1 cm. = 0.5 t lesz a választott erőlépték, akkor 3 tonnás erőt 6 cm. hosszú vonal jelez. Az így megrajzolt erő polygonhoz választunk egy kerek hosszúság - egységnyi polus távolságot, melyet a rajz választott léptékében az erő polygonra merőlegesen felmérünk. Pl. ha a rajz lépték 1:200, akkor 10 m-es polus távolságot választva, rajzunkban 5 cm-es távolságot kapunk. A polus pontból $s_0, s_1, s_2, \dots$ stb. vezér sugarakat az erők végpontjaihoz húzzuk. Az alátámasztások és az erők hatásvonalait a tartó alatt meghosszabbítjuk, majd az erők hatásvonalait a megfelelő vezér-

sugarakkal párhuzamosan elmetsszük. /kötél polygon/. Az első /s./ vezér sugárnak az A alátámasztás hatásvonalával való metszéspontját és az utolsó /s₂/ vezérsugárnak a B alátámasztás hatásvonalával való metszéspontját összekötjük. Ez az összekötő egyenes a záró oldal. Az erő polygonon a polus ponton keresztül az előbb nyert záró oldallal párhuzamosot húzunk. Ez által az erőket a keresett N_A és N_B felszabadító erőkre bontottuk. /19. ábra./



19. ábra.

Számítással az egyik felszabadító erőt úgy határozzuk meg, hogy a másik alátámasztási pontra felírjuk a nyomatéki egyenletet. A nyomatéki tétel ugyanis azt mondja, hogy síkban nyugalomban lévő erő rendszer nyomatékainak összege egy tetszőleges pontra vonatkozóan 0. Megjegyezzük azt, hogy az óramutató járásával egyező irányú forgatás pozitív, az azzal ellenkező pedig negatív. Nyomaték alatt az illető erőnek és a vonatkozó ponttól az erőig érő merőleges karnak a szorzatát értjük. Esetünkben az N_A felszabadító erőt a B alátámasztási pontra felírt nyomatéki egyenletből határozzuk meg. Ebben az esetben ugyanis az N_B nyomatéka a B pontra vonatkozóan 0 / N_B karja a B ponttól 0 /, tehát az egyenletben, mint ismeretlen csak N_A szerepel.

$$N_A \cdot l = P_1(l - a_1) + P_2(l - a_2)$$

és ebből

$$N_A = \frac{P_1(l - a_1) + P_2(l - a_2)}{l}$$

N_B értéke ellenőrzésképpen ugyanígy, vagy azon statikai alaptételből határozható meg, hogy a működő egyensúlyban lévő erő rendszernek eredője 0.

$$N_A - P_1 - P_2 + N_B = 0$$

és ebből $N_B = P_1 + P_2 - N_A$

2./ Nyomaték egy tetszőleges szelvényben.

Szerkesztéssel a feltett kérdésre megadja a feleletet a 19. ábrán lévő szerkesztés. A kötélpolygon és a sáró oldal bezárta sokszög mindenegyes ordinátája y arányos az ordináta feletti szelvényben keletkező nyomatékkal. A nyomaték értékét az erő léptékben vett ordinátának a hosszléptékben vett polus távolsággal való szorzata adja. Dimenziója erő $\times$ hosszúság, pl. kgcm.

$$M_z = y_z \cdot p \dots \text{kgcm}$$

A számítás azon elgondoláson nyugszik, hogy a választott z szelvényben elvágva képzeljük a tartót és az egyensúlyt fenn akarván tartani, az elvágott tartó-részt egy akkora nyomatékkal kell helyettesítenünk, hogy a megmaradt tartó-rész összes nyomatékaival éppen egyensúlyt tartson. Egy szelvényben tehát a nyomaték egyenlő a szelvénytől egyik - tetszőszerinti - oldalra eső nyomatékok algebrai összegével. Példánkon:

$$M_z = N_A \cdot z - P_1(z - a_1)$$

$$\text{vagy} \quad M_z = N_B(l - z) - P_2(a_2 - z)$$

3./ A maximális nyomaték.

A fellépő nyomatékok közül a legnagyobb az abszolút maximális nyomaték. Erre kell méreteznünk a tartót. A nyomatéki ábra világosan mutatja, hogy a legnagyobb nyomaték mindig a tartó közepéhez közel eső erő alatt keletkezik. Grafikus megoldásnál a legnagyobb ordináta jelzi a maximális nyomatékokat. Számításkor kétely esetén felírjuk a vitás szelvényekre a nyomatékokat és a legnagyobb érték lesz mérvédő. A tartónak azt a szelvényét, amelyben a maximális nyomaték keletkezik, veszélyes szelvénynek nevezzük.

$$M_{\max} = N_A \cdot a_2 - P_1(a_2 - a_1)$$

4.-5./Tetszőleges szelvényben fellépő nyíróerő.

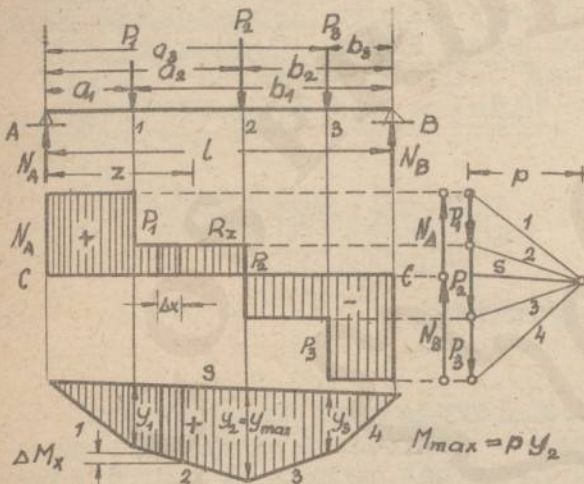
Maximális nyíróerő.

Hajlításból keletkező nyíróerő.

Egy tartó tisztán hajlításra csak ritkán van igénybevéve. Egyenes hajlításkor, mint járulékfeszültség mindig nyírófeszültség is lép fel. Ha ugyanis egy tetszés szerinti szelvényt z vizsgálunk és ott a tartót elvágva képzeljük, az egyoldali erők eredője elmozdulást okozna, melyet egy ellenérő, mely a „ z ” szelvényben működik - tehát nyíróerő - kell hogy egyensúlyozzon, ha az egyensúlyt fenn akarjuk tartani.

A fellépő nyíróerőket meghatározhatjuk szerkesztéssel és számítással. Mindkét eljárás alapjául az szolgál, hogy bármely szelvényben a nyíróerő egyenlő az illető szelvénytől egy oldalra eső erők algebrai összegével. A nyíróerők grafikus meghatározását a 20.sz.

ábra szemlélteti. A szerkesztés menete a következő. Felvesszünk egy viszonyító egyenest /C.C./, melyet rendszerint a tartó tengelyvonalával párhuzamosan húzunk a tartó alatt. Az A alátámasztás hatásvonalában a viszonyító egyenestől felmérjük erőléptékben az előbb már meghatározott N_A felezabadító erőt. Ennek végpontjából párhuzamosan húzunk a CC viszonyító egyenessel a legközelebbi erőig. A P_1 erő hatásvonalában lefelé mérjük P_1 erőt és innét ismét párhuzamosan húzunk a CC egyenessel. A szerkesztést így tovább végezzük, míg végül is az utolsó CC -vel párhuzamos egyenes a B alátámasztás hatásvonalában a viszonyító egyenestől lefelé mért N_B végpontját metszi. A megszerkesztett nyírőerők ábrájának tetszés szerinti szelvény alatt fekvő ordinátája erőléptékben az illető szelvényben fellépő nyírőerőt adja. /20.sz. ábra./



20. ábra.

A nyírőerők ábrájának a nyomatóki ábrával való egybevetése azt mutatja, hogy a maximális nyomóteák helyén a nyírőerő minimális, előjelét váltja, ugyanis a nyírőerők ábrája a nyomatóki ábrának differentiálgörbéje. A nyírőerő tehát egy tetszőleges szelvényben egyenlő az illető szelvényben fellépő nyomóteáknak "z" szerint vett differentiálhányadosával.

$$R_z = \frac{dM_z}{dz}$$

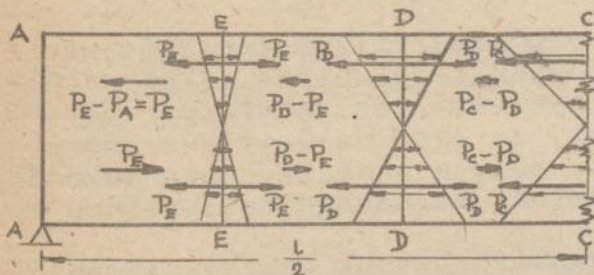
Számítással úgy határozom meg a nyírőerőt, hogy megállapítom a vizsgált szelvénytől egy oldalra eső erők eredőjét.

$$R_z = N_A - \sum P_b = N_B - \sum P_a$$

mely egyenletben P_b a vizsgált szelvénytől baloldalra, P_a pedig a jobb oldalra eső erőket jelképezi.

A fellépő nyírőerők a hajlított tartókban kellemetlen feszültségeket támasztanak, és ezeknek felvételére külön tartóelemeket /tuskók, ékek, szegőcsok, felhajlított vasbetétek, kengyelek/ kell alkalmaznunk.

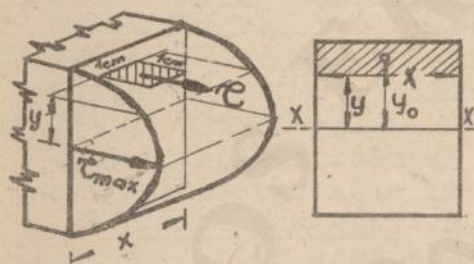
Az elméleti szilárdságtan dualitási tétele alapján kell, hogy a ható nyírőerő síkjára merőleges, de a hatóerővel egyenlő nagyságú nyírőerők, illetve erőpárok támadjanak. Ezek az erőpárok az egyes tartószálakat egymás felett a tartó hosszúsági tengelyének irányában elcsuszáttni igyekeznek.



21. ábra.

Est a tényt szemlélteti vázlatosan a 21. ábra. Egy két végén alátámasztott egyenletesen osztott terhelésű tartó középső "C" szelvényében a fellépő legnagyobb nyomóteák az ábrán feltüntetett hajlítófeszültségeket támasztja. A semleges tengely felett tehát nyomófeszültségek, alatta pedig húzófeszültségek lépnek fel. Oszuk a tartónak az A alátámasztási pont felé eső részét egyenlő

szakaszokra/CD,ED,EA/.A szakaszok határán az alátámasztás felé egyre csökkenő nyomoték miatt egyre kisebb és kisebb feszültségek ébrednek.Ha a feszültségi diagrammokat a C,D,E,A szelvényekben egyetlen eredő feszültséggel helyettesítjük $/P_c, P_D, P_E, P_A/$, az egyes szakaszokban /CD,ED,EA/ oly eredőket kapunk, amelyek a szakaszok határain fellépő különböző nagyságú, de egy egyenesben ható ellentétes irányú erők eredőjeként lépnek fel.Minthogy a CD szakaszban R és P_D erők között kisebb a különbség, mint az ED szakaszban P_D és P_E között és itt ismét kisebb, mint EA szakaszban P_E és $P_A=0$ között kitűnik az a tény, hogy a hajlítás következtében előállott nyíróerő /előbbieken az erők különbsége/ az alátámasztások felé egyre nő és maximális értékét az alátámasztás felett éri el. Ha a szakaszokat az előbbi durva megközelítés helyett egymástól végtelen kis távolságban vesszük fel, bebizonyítható, hogy hajlításból keletkező nyíró fesz. egyetlen tetszőleges szerinti szelvény keresztmetszet felületén parabolikusan oszlik el. A



22.ábra.

feszültségek értéke legnagyobb a semleges tengelyben. A szélső szálakban feszültség nem lép fel, értékük itt tehát 0./22.ábra/.

A semleges tengelytől "y" távolságban keletkező nyírófeszültség értéke:

$$\tau = \frac{R_z S}{J_x \cdot y}$$

Az egyenletben R_z a vizsgált szelvényben fellépő nyíróerő, S a vizsgált és a semleges tengelytől y távolságban lévő felületrészt statikai nyomotéka az $x-x$ tengelyre vonatkozóan /felület x súlyponttávolsággal $= S / J_x$

a felület alakjától függő negyedfoku mennyiség, az u.n. inercianyomoték, x pedig a szelvény szélessége a vizsgált y magasságban.

Derékszögű négyszög keresztmetszet esetében a statikai és inercianyomoték értékek behelyettesítése után a nyírófeszültség eloszlását a következő egyenlet alapján határozhatjuk meg:

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{R}{a \cdot b} \left[1 - \frac{4y^2}{b^2} \right]$$

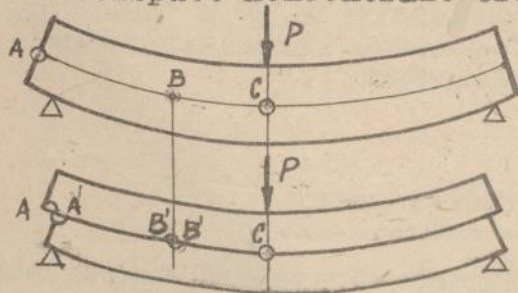
A semleges tengelyben támadó maximális nyírófeszültség értéke négyzetes szelvénynél

$$\tau_{max} = \frac{3}{2} \frac{R}{a \cdot b}$$

köraszelvény esetén pedig

$$\tau_{max} = \frac{4}{3} \frac{R}{F}$$

A hajlításból keletkező nyíróerő hatását és működését jól szemlélteti a hajlított kettős gerenda. /22.ábra./ Ha egy gerendát középpontú koncentrált erővel terhelünk, az a terhelés következtében behajlik. Felső élei a nyomás révén megrövidülnek, a semleges tengely hossza változatlan marad, alsó húzott szálai pedig meghosszabbodnak. Ha most ugyanezen gerendát a semleges tengely mentén a gerenda teljes hosszúságában egy vízszintes sikkal kettévágva képzeljük, behajlás után a kettémetszés előtt állandó hosszúságú semleges tengely A, B, C pontjai egymáson elcsuszának és AA, BB, CC helyzetbe kerülnek. Ezen elcsuszást a nyíróerők okozzák.



23.ábra.

Megfigyelhetjük, hogy az alátámasztások felé, ahol az előzőkben vázolt okok miatt nyirőerők nagyobbak, az elmozdulás mértéke is nagyobb, középtűt pedig elmozdulás nincs, jelezvén a nyirőerő hiányát. Ha a metszést nem a semleges tengelyben, hanem afölött, vagy az alatt végeztük volna el, egy szelvényben az elmozdulás annál kisebb értékű lett volna, minél távolabb vettük volna fel az elválasztó síkot a semleges tengelytől. /A nyirőerőknek egy szelvényben való parabolikus megoszlása miatt./

A hajlításból keletkező nyirőerővel kapcsolatban két új fogalmat kell még megjegyeznünk. Az egyik az egységnyi hosszra eső nyirőfeszültség; ugyanis, ha a nyirőfeszültség egyenletében a szelvény szélesség értékével $/x/$ átszorunk, olyan feszültség értéket kapunk, mely az egész szélesség 1 cm. hosszúságában lép fel. A második fogalom a merőleges trajektoriak /ortogonális trajektoriak/. Ennek, valamint az 1 cm. hosszra eső nyirőfeszültségnek részletes tárgyalását lásd később az alkalmazott részben.

6.-7./ Áthajlás.

A hajlitott tartók erők hatására eredeti alakjukat megváltoztatják, áthajolnak, míg csak a belső elemi erők egyensúlyt nem létesítenek. Az áthajlott tartó tengelye az u.n. rugalmas vonal. A rugalmas vonal egyenletét kétszeres integrál kifejezés adja.

A görbület mértéke ugyanis $\frac{1}{\rho} = \frac{d^2y}{dz^2} = -\frac{M_z}{EJ}$ ebből

$\frac{dy}{dz} = tg\varphi = \frac{1}{EJ} \int_0^z M_z dz$ lesz a görbe bármely pontjához tartozó érintőnek az iránytangense /az érintő és a vízszintes között bezárt szög tangense/.

A rugalmas vonal egyenlete pedig $y = \frac{1}{EJ} \int_0^z tg\varphi dz$

Felvett példánkban a behajlás mértékének meghatározását nehézkessége miatt mellőztük. Megemlítjük azonban azt, hogy hidak maximális behajlása mindig a támasztók közepén lép fel és meghatározása ugy történik, hogy a koncentrált erőket az egész híd hosszúságában egyenletes terheléssé alakítjuk át. A maximális behajlás meghatározása ezután a

$$y_{max} = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EJ}$$

egyenlet segítségével történik, ahol q az átszámított folyóméterenkénti terhelés kg/fm, l a támasztók köz, E az anyag elaszticitási modulusa, J a tartó keresztaszelvényének inercianyomatéka az x-x tengelyre vonatkozóan.

8./ Hajlitott tartók méretezése.

Hajlitott, homogén anyagu tartók méretezési alapegyenlete:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{J_x} \cdot e \leq \sigma_{meg}$$

az egyenletben M_{max} a fellépő legnagyobb nyomaték,

J_x az inercianyomaték, e a legszélső szál távolsága a semleges tengelytől.

Az inercianyomaték negyedfoku mennyiség és értékét az

$$J_x = \int dF \cdot y^2 \text{ és } J_y = \int dF \cdot x^2$$

egyenletek adják a két egymásra merőleges $/x-x, y-y/$ tengelyre. Az egyenlet mutatja, hogy az inercianyomaték nagysága függ az idom alakjától s attól hogy a vonatkozó tengelyt hol húzzuk meg a felülethez viszonyítva. Az inercianyomatékok elosztva a szélső szál távolságával $/e/$, kapjuk a keresztmetszeti tényezőt. A keresztmetszeti tényező dimenziója tehát cm^3 .

$$K_x = \frac{J_x}{e}$$

kezdképpen módosul

$$\sigma_{meg} \leq \frac{M_{max}}{K_x}$$

. Így méretezési egyenletünk alakja a követ-

A IV. táblázat feltünteti különböző szelvények inercianyomatékának, keresztmetszeti tényezőjének nagyságát. A táblázatban szereplő felület és súlyponttávolságok értékei alapján a statikai nyomaték bármely felület esetén meghatározható egy tetszőleges tengelyre vonatkozóan.

IV. T á b l á z a t

Szelvény	Felület F	Súlypont- távolság y_0	Inercianyo- maték J_s	Keresztmetszeti tényező K_x
	$\frac{ah}{2}$	$\frac{h}{3}$	$\frac{ah^3}{36}$	$\frac{ah^2}{24}$
	a^2	$\frac{a}{2}$	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{a^3}{6}$
	a^2	$\frac{a}{\sqrt{2}}$	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{a^3}{6\sqrt{2}}$
	ah	$\frac{h}{2}$	$\frac{ah^3}{12}$	$\frac{ah^2}{6}$
	$\frac{a+b}{2} h$	$\frac{h}{3} \frac{2a+b}{a+b}$	$\frac{h^3}{36} \frac{a^2+4ab+b^2}{a+b}$	$\frac{h^2}{12} \frac{a^2+4ab+b^2}{2a+b}$ $\frac{h^2}{12} \frac{a^2+4ab+b^2}{a+2b}$
	$\frac{d^2\pi}{4}$	$\frac{d}{2}$	$\frac{d^4\pi}{64}$	$\frac{d^3\pi}{32}$
	$(d^2-d_1^2) \frac{\pi}{4}$	$\frac{d}{2}$	$\frac{(d^4-d_1^4)\pi}{64}$	$\frac{(d^4-d_1^4)\pi}{32d}$
	$\frac{r^2\pi}{2}$	$\frac{4}{3} \frac{r}{\pi}$	$0.1101r^4$	$0.19r^3$

24. ábra.

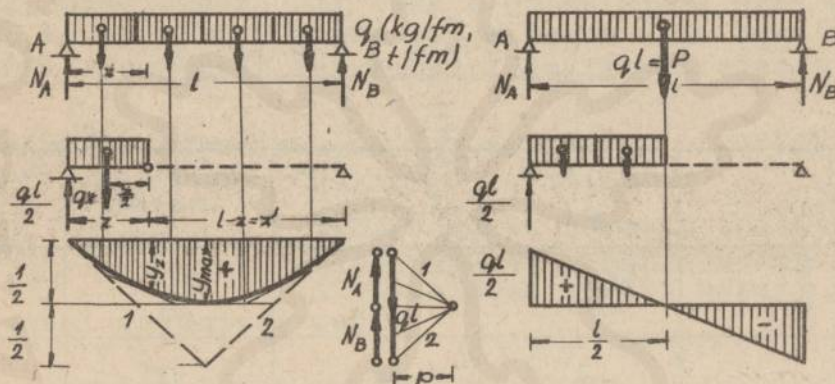
A hajlításra méretezett tartót ellenőrizzük, hogy kellő biztonsággal elviseli-e a hajlításból keletkező nyirást. Az ellenőrzés az alábbi egyenlettel történik: $\tau = \frac{R S_x}{x \cdot J_y} \leq \tau_{meg}$

derékszögű négyszög keresztmetszvény esetén pedig:

$$\tau_{max} = \frac{3}{2} \frac{R}{F} \leq \tau_{meg}$$

Két végén alátámasztott tartó egyenletesen osztott terheléssel.

Két végén alátámasztott, egyenletesen osztott terhelésű tartó megoldása ugyanazon elvek alapján történik, mint a koncentrált terhelésű tartóé. Az egyenletesen osztott terhelés ugyanis számtalan, végtelen közelségben ható koncentrált erőnek is fogható fel. A gyakorlat szempontjából véges távolságokra osztottan képzelhetjük az egyenletesen osztott terhelést, amely szakaszok súlypontjában működik a szakasz terhelését helyettesítő koncentrált erő. Ezt a helyettesítést a grafikus megoldásnál alkalmazzuk. /25. ábra/. Számítással a tartót az alábbi módon oldjuk meg:



25. ábra.

1./A felszabadító erők - minthogy a terhelés szimmetrikus - egyenlő nagyok. Értékük az összes terhelés fele: $N_A = N_B = \frac{q \cdot l}{2}$

2./A nyomaték "z" szelvényben az egyoldali erők nyomatékainak algebrai összege, tehát

$$M_z = N_A \cdot z - q \cdot z \cdot \frac{z}{2} = \frac{q \cdot l}{2} z - \frac{q \cdot z^2}{2} = \frac{q}{2} z (l - z)$$

A nyomatéki egyenlet azt mutatja, hogy a nyomatéki ábrát másodfoku parabola határolja.

3./Maximális nyomaték a tartó közepén támad, értéke tehát

$$M_{max} = N_A \cdot \frac{l}{2} - q \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{4} = \frac{q \cdot l^2}{8}$$

4./A nyiróerő tetszőleges "z" szelvényben:

$$R_z = N_A - q \cdot z = \frac{q \cdot l}{2} - q \cdot z = \frac{q}{2} (l - 2z)$$

hogy a nyiróerők lineárisan változnak a tartó hosszúságában.

5./Maximális a nyiróerő az alátámasztások felett:

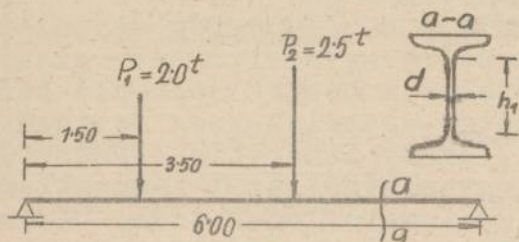
$$R_{max} = N_A = N_B = \frac{q \cdot l}{2}$$

6./-7./Az áthajlás maximális értéke a tartó közepén:

$$f_{max} = \frac{5}{384} \frac{q \cdot l^4}{EJ}$$

8./A méretezés alapegyenlete itt is $\sigma = \frac{M_{max}}{K_x} \leq \sigma_{meg}$

Példa: A és B alátámasztásokon nyugvó vasgerenda tartón P_1 és P_2 koncentrált erők működnek. Méretezzük a tartót hajlításra és ellenőrizzük a tartóban fellépő nyírófeszültségeket. /26. ábra/
 $P_1 = 20^t$, $P_2 = 25^t$, $l = 6,00 \text{ m}$, $\sigma_{meg} = 1200 \text{ kg/cm}^2$, $\tau_{meg} = 950 \text{ kg/cm}^2$



26. ábra.

1./ N_A meghatározása:

$$N_A \cdot 6,00 - 20 \cdot 1,50 - 25 \cdot 2,50 = 0$$

és ebből

$$N_A = \frac{20 \cdot 1,50 + 25 \cdot 2,50}{6,00} = 2,542^t = 2542 \text{ kg}$$

2./ N_B értéke pedig $N_B = 4,5 - 2,542 = 1,958^t$

3./ Nyomaték a P_1 erő alatt

$$M_1 = 2,542 \cdot 1,50 = 3,813 \text{ tm} = 381300 \text{ kgcm}$$

4./ Nyomaték a P_2 erő alatt

$$M_2 = 2,542 \cdot 3,50 - 20 \cdot 2,00 = 4,897 \text{ tm} = 489700 \text{ kgcm}$$

$$M_2 > M_1 \text{ tehát } M_{max} = M_2 \quad \sigma_{meg} = \frac{M_{max}}{W_x} \text{ egyenletből}$$

$$W_x = \frac{M_{max}}{\sigma_{meg}} = \frac{489700}{1200} = 408,08 \text{ cm}^3 \quad \text{A táblázatban szereplő } W_x = K_x$$

$408,08 \text{ cm}^3$ értéknek táblázatból megfelel Mávag. 24a. szelvény. Ennél a profilnál $W_x = 481,00 \text{ cm}^3$. A profil súlya $47,00 \text{ kg/fm}$.

A profil súlyának ismeretében az önsúlyból eredő nyomaték nagysága lesz P_2 erő alatt.

$$M_0 = \frac{q}{2} l(l-z) = \frac{47,0}{2} \cdot 3,50(6,00 - 3,50) = 205,63 \text{ kgm} = 20563 \text{ kgcm}$$

5./ A tartón fellépő összes nyomaték tehát a P_2 erő alatt

$$M_{max} = M_2 + M_0 = 489700 + 20563 = 510263 \text{ kgcm}$$

6./ A tartóban fellépő tényleges hajlítófeszültség értéke

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{510263}{481} = 1060,84 \text{ kg/cm}^2 < 1200 \text{ kg/cm}^2$$

7./ Ellenőrzés nyírásra.

a./ maximális nyíróerő $R_{max} = N_A + \frac{q \cdot l}{2} = 2542 + 141 = 2683 \text{ kg}$

b./ maximális nyírófeszültség $\tau_{max} = \frac{3}{2} \frac{R_{max}}{F'} = \frac{3}{2} \frac{2683}{17,1} = 235,35 < 950 \text{ kg/cm}^2$

$$F' = 0,95, 18 = 17,1 \text{ cm}^2$$

$$d = 0,95 \text{ cm}, h_1 = 18,00 \text{ cm}$$

d = gerincvastagság

h_1 = gerinc szabad hossza

, ahol F' a gerinclemez keresztmetszet felülete.

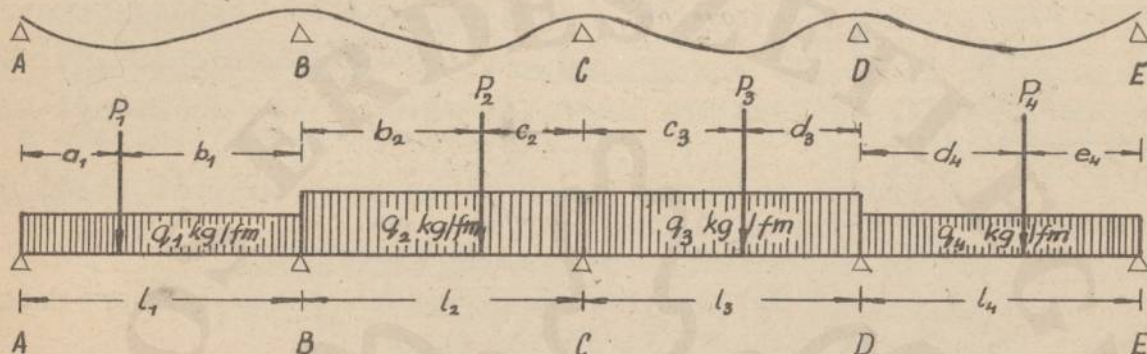
A választott profil tehát hajlító és nyíró igénybevétel szempontjából megfelelő.

Többtámaszu tartók.

Ha megfigyeljük a 27. ábrán vázolt többtámaszu tartó áthajlását a terhelő erők hatására, láthatjuk, hogy a tartó középvonalának görbéje az alátámasztások között és az alátámasztások alatt is szélső értéket mutat. A többtámaszu tartó tehát nemcsak az alátámasztások között, hanem az alátámasztások felett is szenved az ott fellépő nyomatékok miatt hajlító igénybevételt. Minthogy e kétféle nyomaték ellentétes irányú hajlítást végez, az egyiket - mezőnyomaték - pozitívnak, a másikat - támaszponti nyomaték - negatívnak mondjuk. Mind a pozitív, mind a negatív nyomatékok között mezőnként,

illetve alátámasztásonként van egy-egy relatív maximális érték. Ezek között a legnagyobb az abszolút maximális nyomaték. Erre a nyomatékra méretezzük a tartót. Hogy ezt meghatározhassuk, meg kell ismerni a többtámaszú tartók megoldására használt u.n. Clapeyron egyenleteket, illetve annak stabil alátámasztások esetére egyszerűsített alakját, a Mohr egyenleteket. Ezeket az egyenleteket a bennük szereplő három alátámasztási nyomaték miatt háromnyomaték-egyenleteknek nevezzük. Az egyenleteket annyi-szor kell felírni, ahány ismeretlen támasztópon-
ti nyomatékunk van /n/, hogy így az „n” egyenletből az „n” ismeretlen meghatározható legyen. A 27. ábrán pl. az ismeretlenek száma három.

A Mohr-féle egyenleteket mindig egymásután következő két mezőre írjuk fel.



27. ábra.

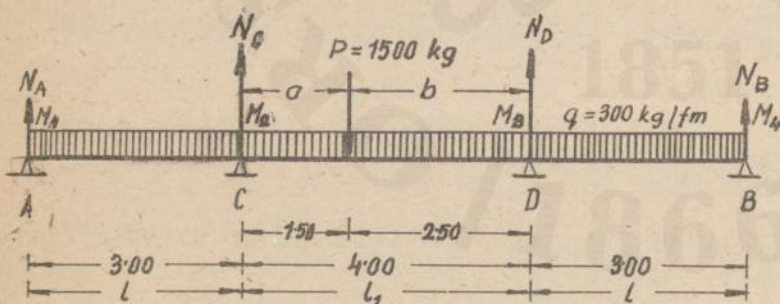
$$M_A l_1 + 2 M_B (l_1 + l_2) + M_C l_2 = -\frac{1}{4} (q_1 l_1^3 + q_2 l_2^3) - \frac{\sum P_1 a_1}{l_1} (l_1^2 - a_1^2) - \frac{\sum P_2 c_2}{l_2} (l_2^2 - c_2^2)$$

$$M_B l_2 + 2 M_C (l_2 + l_3) + M_D l_3 = -\frac{1}{4} (q_2 l_2^3 + q_3 l_3^3) - \frac{\sum P_2 b_2}{l_2} (l_2^2 - b_2^2) - \frac{\sum P_3 d_3}{l_3} (l_3^2 - d_3^2)$$

stb.

A negatív nyomatékok s a terhelések ismeretében a felszabadító erők az eddig ismert módon meghatározhatók.

Példa: Valamely folytonos tartó négy helyen van alátámasztva. A három mezőben lévő terheléseket a 28. ábra tünteti fel. Határozzuk meg a felszabadító erőket és a nyomatékokat. M_1 és M_4 értéke 0, tehát az ismeretlen M_2 és M_3 negatív nyomatékok meghatározásához a Mohr egyenleteket kétszer kell felírunk.



28. ábra.

Az egyenlet az első két mezőre vonatkozóan:

$$2 M_2 (l_1 + l_2) + M_3 l_2 = -\frac{1}{4} q (l_1^3 + l_2^3) - \frac{P b}{l_1} (l_1^2 - b^2)$$

Az egyenlet a második és harmadik mezőre vonatkozóan:

$$M_2 l_2 + 2 M_3 (l_2 + l_3) = -\frac{1}{4} q (l_2^3 + l_3^3) - \frac{P a}{l_2} (l_2^2 - a^2)$$

Az értékek behelyettesítése után a nyomatékok értékei lesznek :

$$14M_2 + 4M_3 = -75(27+64) - \frac{1500 \cdot 250}{4 \cdot 00} (16-6 \cdot 25) ; \quad 14M_2 + 4M_3 = -15\,965 \cdot 63$$

$$4M_2 + 14M_3 = -75(27+64) - \frac{1500 \cdot 150}{4 \cdot 00} (16-2 \cdot 25) ; \quad 4M_2 + 14M_3 = -14\,559 \cdot 38 / \cdot 3 \cdot 5$$

$$-14M_2 + 4M_3 = -15\,965 \cdot 63$$

$$14M_2 + 49M_3 = -50\,957 \cdot 71$$

$$4M_2 = 10\,886 \cdot 43 - 14\,559 \cdot 38$$

$$M_2 = -918 \cdot 24 \text{ kgm}$$

$$45M_3 = -34\,992 \cdot 08$$

$$M_3 = -777 \cdot 60 \text{ kgm}$$

A nyomatékok ismeretében a felszabadító erők értékei :

$$N_A = \frac{ql}{2} + \frac{M_2}{l} = \frac{300 \cdot 3}{2} - \frac{918 \cdot 24}{3} = 143 \cdot 92 \text{ kg}$$

$$N_B = \frac{ql}{2} + \frac{M_3}{l} = \frac{300 \cdot 3}{2} - \frac{777 \cdot 60}{3} = 190 \cdot 80 \text{ kg}$$

$$N_C = \frac{ql}{2} - \frac{M_2}{l} + \frac{ql_1}{2} - \frac{M_2}{l_1} + \frac{M_3}{l_1} + \frac{Pb}{l_1}$$

$$N_C = \frac{300 \cdot 3}{2} - \frac{918 \cdot 24}{3} + \frac{300 \cdot 4}{2} - \frac{918 \cdot 24}{4} + \frac{-777 \cdot 60}{4} + \frac{1500 \cdot 250}{4} = 2328 \cdot 74 \text{ kg}$$

$$N_D = \frac{ql}{2} - \frac{M_3}{l} + \frac{ql_1}{2} - \frac{M_3}{l_1} + \frac{M_2}{l_1} + \frac{Pa}{l_1}$$

$$N_D = \frac{300 \cdot 3}{2} - \frac{-777 \cdot 60}{3} + \frac{300 \cdot 4}{2} - \frac{-777 \cdot 60}{4} + \frac{-918 \cdot 24}{4} + \frac{1500 \cdot 150}{4} = 1836 \cdot 54 \text{ kg}$$

$$N_A + N_B + N_C + N_D = q(2l + l_1) + P$$

$$4500 \text{ kg} = 4500 \text{ kg}$$

Befogott hajlitott tartók.

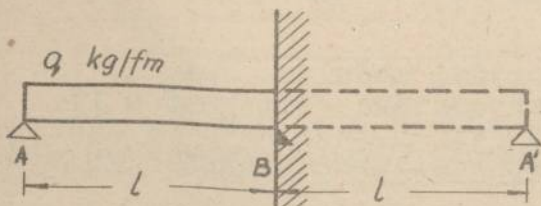
Ha hajlitott tartót alátámasztás helyett befogunk, a befogás helyén a felszabadító erőkön kívül negatív nyomaték lép fel épp-ugy, mint a többtámaszu tartó közbelső alátámasztásai felett. Ezt a nyomatékokat nevezzük falnyomatéknak.

Bármely befogott két, vagy többtámaszu tartót a befogás helyén való tükröztetéssel - mintha a befogó fal tükr felület volna - szimmetrikus elrendezésű és terhelésű többtámaszu tartóvá alakíthatunk át. Pl. a 29. ábrán bemutatott egyik végén befogott, másik végén alátámasztott egyenletesen osztott terhelésű tartó tükröztetés révén háromtámaszu tartóvá alakul át.

A "B" pontban fellépő negatív falnyomaték /a tükröztetésnél mint alátámasztási nyomaték/ értékét a következő módon határozhatjuk meg.

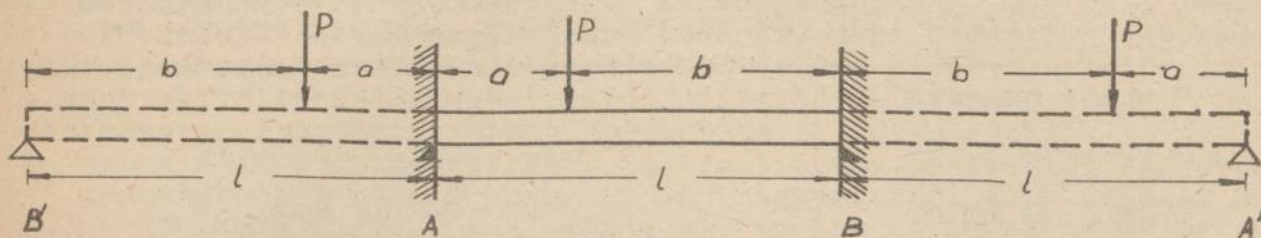
$$2M_B 2l = -\frac{1}{4}(ql^3 + ql^3)$$

$$M_B = -\frac{ql^2}{8}$$



29. ábra.

Két végén befogott tartó esetén koncentrált terhelés hatására az A és B pontokban fellépő nyomatékok az előbbihez hasonlóan, de kettős tükröztetéssel kapjuk: /30. ábra/.



30. ábra.

A két egymástól független Mohr-egyenlet:

$$1. M_B l + 2M_A(l+a) + M_B l = -\frac{Pb}{l}(l^2-b^2) - \frac{Pb}{l}(l^2-b^2) = -\frac{2Pb}{l}(l-b)(l+b) = -\frac{2Pab}{l}(l+b)$$

$$2. M_A l + 2M_B(l+a) + M_A l = -\frac{Pa}{l}(l^2-a^2) - \frac{Pa}{l}(l^2-a^2) = -\frac{2Pa}{l}(l+a)$$

Ezek szimultán megoldásából:

$$M_A = -\frac{Pa b^2}{l^2}$$

$$M_B = -\frac{Pa^2 b}{l^2}$$

d./Kihajlás.

Ha tengely irányban terhelünk nyomóerővel egy tartót, amelynek magassága vastagsági méretéhez viszonyítva nagy - a tartó karcsu - , úgy a tartóban nemcsak nyomó, hanem hajlító feszültségek is támadnak. Az ilyen módon igénybevett tartót kihajlásra igénybevettnek mondjuk. Kihajló igénybevételt szenvednek a fából készült pillérek és hidfők cölöpjei, rácsos tartók nyomott rudjai, ducok a feszítőművekben stb.

Nem közömbös méretezés szempontjából, hogy a tartó hány-szor hosszabb keresztmetszeti méreteinél. Minél karcsubb ugyanis egy kihajlásra igénybevett tartó, annál kisebb terhelést bír el. A méretezési egyenletek éppen ezért erre a karcsúságra /karcsúsági viszony/ támaszkodnak, melyet a tartó hosszának /kihajlási hosszának/ a keresztmetszet minimális inerciasugarával való osztása révén kapunk és lambdával λ jelölünk.

$$\lambda = \frac{l_0}{i}$$

, ahol, l_0 a tartó kihajlási hossza és „ i ” az inerciasugar. Az inerciasugar értéke

$$i = \sqrt{\frac{J_{min}}{F}}$$

Az egyenletben F a keresztmetszet felülete, J_{min} pedig a felület minimális inercianyomatéka, mely arra a tengelyre vonatkozik, amely tengely körül a tartó legkönnyebben hajlik ki. /Derékszögű szelvény esetén pl. a hosszabbik oldaljal párhuzamos súlyponttengely./

A karcsu, nyomott tartók méretezése két lépésben történik. Először Euler egyenletéből meghatározzuk a vizsgált tartó szükséges keresztmetszetének inercianyomatékát. Euler egyenlete:

$$P = \frac{\pi^2 E J_{min}}{\beta \cdot l_0^2}$$

Az egyenletben P a hatóerő, E az elaszticitási modulus, J_{min} az ismeretlen keresztmetszet minimális inercianyomatéka /értékeit a IV. táblázat mutatja/, β a biztonsági tényező /vas esetén 3-5, fa esetén 6-10/, l_0 a rud kihajlási hosszúsága /hidépítéstanban szereplő kihajlott tartók valódi hossza $l_0 = l$ /.

Euler egyenletéből meghatározzuk J_{min} révén a tartó szükséges keresztmetszetét. Ennek ismeretében i értékét kiértékelhetjük. / $i = 0.289a$ -négyzet esetén, körszelvénynél pedig $= 0.25 d$ /.

Ezután meghatározzuk a karcsusági viszonyt λ -t.

Euler egyenlete csak egy bizonyos/anyagtól függő/karcsusági viszonyon felül használható. A karcsusági viszony határértékeit az V.táblázat számsorai közé húzott vöstög vonal jelzi különböző anyagok esetén. Ezen határértékek alatt Euler egyenlete tulzott méreteket ad. Ha a karcsusági viszony egy anyagnál a feltüntetett határértéknél kisebb, a méretezést - tulajdonképpen ellenőrzést - Tetmajer egyenletével végezzük el. Tetmajer egyenlete:

$$\sigma_{k, meg} = \beta \sigma_{kih, meg} = k \left[1 - a \frac{l_0}{l} + b \left(\frac{l_0}{l} \right)^2 \right]$$

Az egyenletben $\sigma_{k, meg}$ a kihajlási szilárdság, k, a, b anyagtól függő állandók.

Ebből az egyenletből a megengedett kihajlási feszültség értékelhető ki, melynek ismeretében a tartó szükséges méretét a

$$\sigma_{kih, meg} = \frac{P}{F}; \quad F = \frac{P}{\sigma_{kih, meg}}$$

egyenletből határozzuk meg.

V.Táblázat. A kihajlásra megengedett feszültségek. /MOSZ./

$\frac{l_0}{l}$	F_a			Öntött vas	Hegesztett vas		Folyt.-vas		Folyt. acél
	$\sigma_{ny} = 60 \text{ kg/cm}^2$ 1.)	$\sigma_{ny} = 70 \text{ kg/cm}^2$ 2.)	$\sigma_{ny} = 85 \text{ kg/cm}^2$ 3.)	$\sigma_{ny} = 900 \text{ kg/cm}^2$	$\sigma_{ny} = 1100 \text{ kg/cm}^2$ 4.)	$\sigma_{ny} = 900 \text{ kg/cm}^2$ 5.)	$\sigma_{ny} = 1200 \text{ kg/cm}^2$ 6.)	$\sigma_{ny} = 1000 \text{ kg/cm}^2$ 7.)	$\sigma_{ny} = 1400 \text{ kg/cm}^2$ 8.)
	$\sigma_{kih} \text{ kg/cm}^2$								
10	56	65	79	852	1050	859	1145	954	1388
20	52	61	74	717	1000	818	1090	908	1372
30	48	56	68	597	950	777	1035	862	1320
40	44	52	62	490	900	736	980	816	1272
50	40	47	56	396	850	695	925	770	1196
60	36	42	50	317	800	654	870	724	1111
70	32	38	45	251	750	613	815	678	1007
80	28	33	39	198	700	572	760	632	880
90	24	29	34	157	650	531	705	586	744
100	20	24	28	127	600	490	650	540	593
110	17	20	25	105	550	449	595	494	489
120	15	18	22	88	458	375	493	410	410
130	14	16	20	75	390	320	420	349	350
140	12	14	17	63	336	275	362	300	302
150	11	12	15	55	293	240	316	262	263
160					258	211	277	230	

31. ábra.

- 1./Vasuti hidak fenyőfából
- 2./Vasuti hidak tölgyből, vagy más faszervezetek fenyőből
- 3./Közuti hidak és egyéb faszervezetek tölgyből
4. és 6./az 5. és 7. kivételével minden más vasszerkezetben
5. és 7./Vasuti hidak szélrácsaiban és keresztköteiseiben
- 8./"St 37" számú folytacél, amely megfelel a 36/24 12 MOSZ.112 folytacélnak.

Adott méretű tartó ellenőrzéséte karcsusági viszonytól függően szintén Euler, illetve Tetmajer erre a célra átalakított egyenletével végezzük. Euler egyenlete átalakítva az alábbi alakot veszi fel:

$$\sigma_{meg} = \frac{P}{F} = \frac{\pi^2 E J_{min}}{\beta l^2 F} = \frac{\pi^2 E}{\beta l^2} i^2 = \frac{\pi^2 E}{\beta \lambda^2}$$

Tetmajer egyenlete pedig

$$\sigma_{meg} = k - \alpha \lambda + \beta \lambda^2$$

A fenti egyenletek alapján kiértékelt megengedett kihajlási feszültségeket az V.sz.táblázat tünteti fel. Ennek segítségével az ellenőrzés

$$\sigma_{kih} = \frac{P}{F} \leq \sigma_{kih.meg} \quad \text{egyenlet alapján történik.}$$

Példa: folytacél rácsos tartó 3.00 m hosszú rudjában 11 550 kg-nyi nyomóerő hat. Milyen méretűnek kell lennie az alkalmazott U alakú vasnak, ha négyszeres biztonságot kívánunk meg?

Euler egyenlete szerint

$$11550 = \frac{\pi^2 2200000 J_{min}}{4 \cdot 90000} \quad \text{ebből}$$

$J_{min} \doteq 190 \text{ cm}^4$ ennek megfelel /Hütte I.624.o./ 22.NP.

Az inerciasugár $i = 12.05 \text{ cm}$. A karcsusági viszony $\lambda = \frac{300}{12.05} = 23$. Ilyen kis karcsuság mellett Euler egyenlete főleg legesen nagy keresztmetszetet ad. Ezért választunk egy kisebb profilt és azt ellenőrizzük a megengedett feszültség alapján.

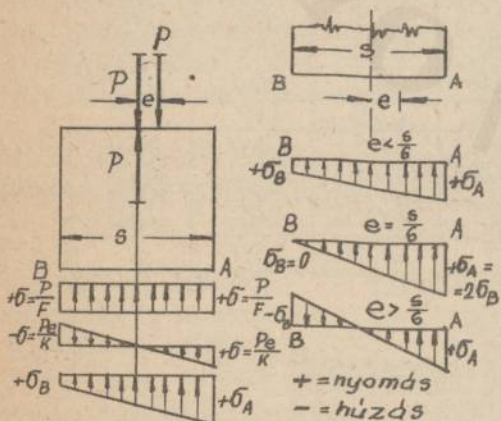
Válasszuk a 10 NP-t. Ennél $i = 4.14 \text{ cm}$, tehát $\lambda = \frac{300}{4.14} = 70$. Ezen karcsusági viszony esetében az ellenőrzés az V.sz.táblázat Tetmajer egyenlete alapján kiszámított adatainak számításba vonásával végezzük. A táblázat 70-es karcsusági viszony esetén 1007 kg/cm² feszültséget enged meg. Tehát

$$\sigma = \frac{P}{F}; \quad 1007 = \frac{11550}{F}; \quad F \doteq 11 \text{ cm}^2$$

Mint hogy a 10 NP felülete 13.5 cm², a szelvény megfelelő.

e./Külpontos nyomás.

Ha rövid, nem karcsu rudra súlyponttengelyében nyomóerő hat, a tengelyre merőleges keresztmetszetben nyomófeszültségek ébrednek, melyek a felületen egyenletesen oszlanak el. Hogyha azonban a



32. ábra.

nyomóerő az egyenes rud súlyponttengelyén kívül támad, akkor a rudban nyomás és hajlítás lép fel egyidőben. Ha t.i. a hatóerővel egyenlő nagy, két ellentétes értelmű erőt helyezünk a tartó tengelyére, úgy terhelésünket felbontottuk központos nyomásra és a fennmaradó $P \cdot e$ nyomaték révén hajlításra. /32. ábra/. A fellépő feszültség tehát külpontos terhelés esetén a nyomó- és hajlítófeszültségek algebrai összege.

$$\sigma = \frac{P}{F} \pm \frac{M}{K}, \quad \text{ahol } M = P \cdot e$$

e különböző értékei mellett a feszültségi diagram trapéz, háromszög, esetleg két háromszög /egyik nyomó, a másik húzófeszültség/ lehet. /32. ábra/.

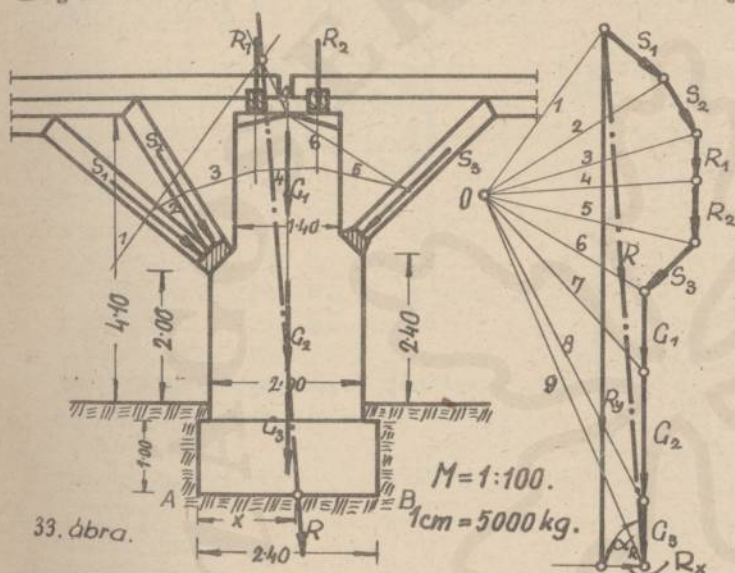
A külpontosságának azon értéke, amely mellett még nem lép fel húzó-feszültség /ha a diagramm egyetlen háromszög, tehát $\sigma_B = 0$ /

a $0 = \frac{P}{F} - \frac{P_e}{K_x}$ egyenlet alapján lesz $e = \frac{K_x}{F}$.
e értéke derékszögű négyszög keresztmetszvény esetén:

$$e = \frac{\frac{ab}{6}}{\frac{ab}{6}} = \frac{b}{6}$$

Olyan tartókban, amelyekben a hatósági előírások húzó-feszültséget nem engednek meg, a terhelés külpontosságának mértéke csak "e" előbb levezetett értékéig engedhető meg. /falazatok, kőből készült hidfők, pillérek, boltozatok stb./.

A külpontos terhelés hatására a hidfők a külső élük mentén /azon oldalon, ahol a külpontosan ható erő működik/ nagyobb nyomóerőt adnak át, mint a belső élük mentén. Ilyen esetben mindig megvizsgálandó, hogy az átadott terhelést a talaj képes-e kellő biztonsággal elviselni? A megengedett nyomófeszültségeket különböző talajok esetén a II. táblázat értékei adják.



Példa: Határozzuk meg a vázolt hid-pillér alapzatán 1.00 m szélességben fellépő feszültségek értékét.

$$S_1 = 3000 \text{ kg}, S_2 = 4500 \text{ kg}, S_3 = 4800 \text{ kg}$$

$$R_1 = 3200 \text{ kg}, R_2 = 4000 \text{ kg},$$

$$G_1 = 5400 \text{ kg}, G_2 = 8500 \text{ kg}, G_3 = 4200 \text{ kg}$$

A szerkesztés eredményeképpen:
 $R = 36000 \text{ kg}, R_y = 35900 \text{ kg}, \alpha_R = 86^\circ, x = 1.33 \text{ m}$

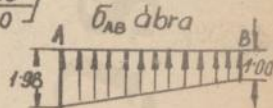
R_y excentrikusan nyomja a pillér alapzatát. Az excentricitás
 $e = 1.33 - 1.20 = 0.13 \text{ m} = 13 \text{ cm} < \frac{2.40 \text{ m}}{6}$

A feszültségek:

$$\sigma_{A,B} = \frac{35900}{2.40 \cdot 1.00} \left[1 \pm \frac{6 \cdot 13}{240} \right]$$

$$\sigma_A = +1.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = +1.00 \text{ kg/cm}^2$$



Rácsos tartók.

A rácsos tartók szilárdságtanilag a leggazdaságosabb szerkezetek, mert elemeikben ideális viszonyokat feltételezve csak húzó és nyomó feszültségek támadnak, melyek a keresztmetszet felületeken egyenletesen oszlanak el - szemben a hajlított tartók feszültség eloszlásával - s ezért minden anyagrész egyenlő mértékben van kihasználva.

Rácsos tartók fő szerkezeti elemei a rudak és a csomópontok. A rácsos szerkezetek statikai állékonyságához megkívánjuk, hogy

- 1./a terhelő erők a csomópontokban hassanak/tehát hajlítás nincs/
- 2./a rudak súlyponttengelyei a csomópontokban egy metszéspontban találkozzanak a káros csomóponti nyomatékok elkerülése végett és
- 3./a tartó sem több, sem kevesebb rudból ne tevődjék össze, mint amennyire feltétlen szükség van, vagyis kizárólag rudháromszögekből álljon.

Ha a 3./feltétel nincs kielégítve, akkor a rácsos tartó statikailag határozatlan.

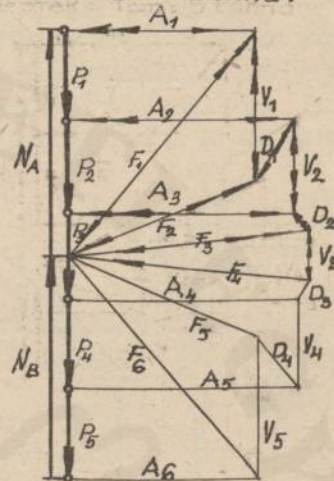
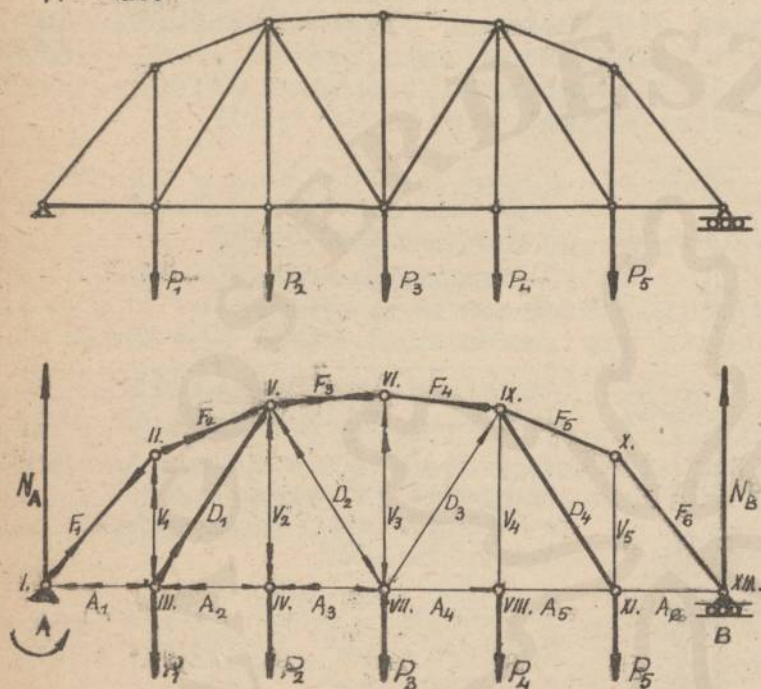
A rácsos tartók megoldásakor a terhelő erők hatására a rudakban fellépő nyomó vagy húzóerőket határozzuk meg, hogy ezeknek ismeretében a rudak méreteit megállapíthassuk.

A ruderők meghatározására többféle eljárás alakult ki, amelyek vagy grafikusak, vagy analitikusak. Ezen eljárások közül, mint egyik leggyakrabban alkalmazottat a Cremona-féle csomópontos eljárást tárgyaljuk.

Vegyünk fel egy két végén alátámasztott parabolikus övi rácsos tartót. /34. ábra/.

$M=1:200.$

Erőlepték: $1\text{cm}=5\text{ tonna}.$



A ruderők meghatározásakor az egyes csomópontokban a forgási irány:
 — nyomott } rudak
 — húzott }

34. ábra.

Az ábrán a felső övrudakat "F" jelzi, az alsó övrudakat "A", a függőleges rudakat "V" /vertikális/ és az átlós ferde rudakat "D" /diagonális/. Az alátámasztások közé eső alsó csomópontokban működnek az egyenlő nagy P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 erők, melyeket erőleptékben rajzolunk fel a rajzleptékben szerkesztett ábrára. A szimmetrikus elrendezés folytán az alátámasztásokon - ha az egyik alátámasztás me rev, a másik pedig a felfekvési felületen elmozdulhat - N_A és N_B egyenlő nagyságú felszabadító erők támadnak. Értékük: $N_A = N_B = \frac{\sum P}{2}$

A működő erőket a rácsos tartó rudjaiban fellépő ellen-erők /ruderők/ egyensúlyozzák.

A Cremona féle csomópontos eljárás azon az elven alap-szik, hogy egyetlen csomópontban találkozó rudakat vizsgálunk a tar-tó szerkezetből kiemelve azon feltevés mellett, hogy a bennük műkö-dő erők egyensúlyt tartsanak. A statika törvényei szerint közös tá-madó-ponttal bíró síkbeli erők akkor vannak egyensúlyban, ha az ezen erők által alkotott erőszög záródik és az erők iránya a polygon-ban folytonos. Ha ezt a feltételt sorban mindenegyes csomópontra fel-irjuk, megoldottuk a feladatot. A csomópontokat az eljárás során úgy választjuk meg egymás után, hogy az egyes csomópontokban mindig

csak két ismeretlen rud legyen.

A ruderőknek ilyen módon történő grafikus meghatározását ruđerő-tervnek hívjuk. Ha mind a tartó, mind a terhelések szimmetri-
kusak, akkor elegendő csak a féltartóra megszerkeszteni az erőtervet.

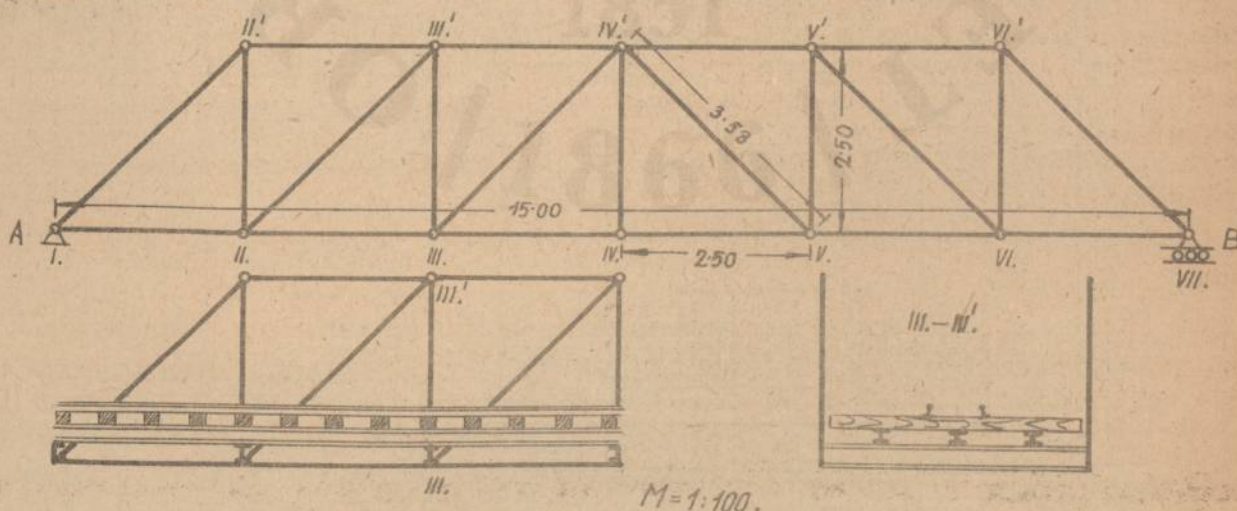
Szerkesztjük meg az erőpolygont $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, N_A, N_B$ /. A csomópontok sorrendjének megválasztásakor, hogy a fenti feltételeket ki-
elégítsük, először az alátámasztási I-es csomópontot kell választanunk. Ebben a csomópontban működik az ismeretes N_A felszabadító erő és az ismeretlen A_1 és F_1 rácsrud-erők. Szerkesztéskor mindig a már ismert erőkől indulunk ki. Az I-es csomópont esetében tehát N_A két végpontjából az erőpolygonban párhuzamost húzunk A_1 és F_1 rácsrudak irányával. Berajzoljuk az erőtervbe a folytonos nyilfolyamatot. Az így nyert nyilértelmet a tartó kérdéses rudainak végére is megrajzoljuk. Ha a nyíl a rud végétől a csomópont felé mutat, a kérdéses rud nyomott, ha a csomóponttól elmutat, a rud húzott. Így ábránkon az A_1 rud húzott, míg az F_1 rud nyomott. A rudakban fellépő erők nagyságát az erőpolygonból a választott erőléptékben lemérhetjük.

Átérünk a II. csomópontra. Itt F_1 ismert ruderő és V_1, F_2 ismeretlen erők működnek. Megszerkesztjük az ezen három erő alkotta folytonos erőpolygont. Az ismeretes F_1 rúdtól indulunk ki, megjegyezve azt, hogy a II. csomópontra nézve az F_1 ruderő előző iránya ellentétesé válik, a nyilfolyamat megfordul. Ezt az erőtervben megkülönböztetésül kettős nyillal jelöljük. F_1 végpontjából párhuzamost húzunk V_1 -el, másik végpontjából pedig F_2 -vel. A zárt erőpolygonban felrajzoljuk a folytonos nyilfolyamatot. A nyilirányt a rudak végén a tartót ábrázoló ábrán is megjelöljük. V_1 rud tehát húzott, F_2 pedig nyomott. Ezután rátérünk a III. csomópontra, hol a már ismert V_1, A_1 és P_1 erők segítségével az ismeretlen két ruderő nagysága A_2, D_1 az előbbieket ismeretében meghatározható. Így haladunk tovább egymásután a többi csomópont meghatározásához /IV, V, VI, VII, /.

Megkönnyítésül az egyes csomópontokban a rudakkal vont párhuzamosok egymásutáni felhordásakor mindig ugyanazt a forgási irányt követjük. Mi pl. az óramutató írássával ellentétes forgást alkalmaztunk. /pl. a III. csomópontban V_1 után A_1, P_1, A_2, D_1 /.

Az így nyert ruderőket táblázatba szoktuk foglalni és ezt ruđerő-táblázatnak nevezzük.

Példa:



B/. A vertikális és diagonális ruderők meghatározása.

- 1/. Meghatározzuk az egyes csomópontokra vonatkozóan a rel. max.nyiró erőt okozó teherállást.
- 2/. A mértékadó teherállások alapján kiszámítjuk az egyes csomópontokban fellépő rel.max.nyiróerőt.
- 3/. A vertikális és diagonális ruderők értékei.

Tartók mozgóterheléssel.

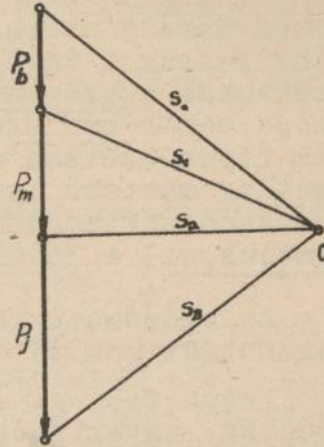
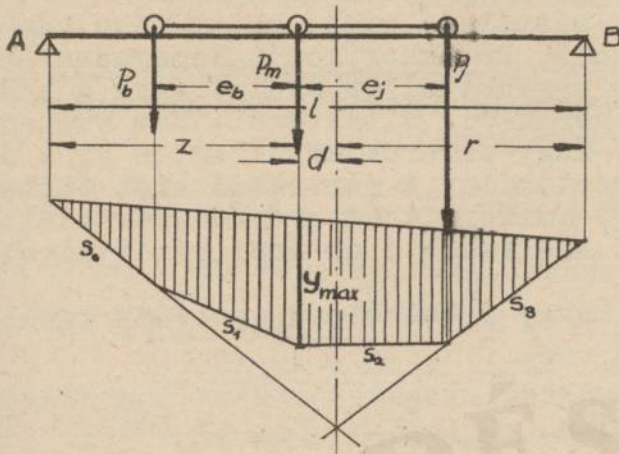
Hidak tartógerendáit az önsúlyon és egyéb osztott terhelésen kívül mozgó erők is hajlítják /mozdonyok, kocsik, autók, gőzeke stb./. A mozgó-terhelés egy bizonyos pillanatnyi teherállás esetén ugyanúgy veszi igénybe a hajlított tartót, amint azt az álló erők hatására hajlított tartók tárgyalásánál már megismertük. Mint-hogy azonban a teher /mozgó erőrendszer/ tovább gördülésével a hatásszenvedések értékei /nyomaték, nyiróerő, fel szabadító erő, behajlás/ a tartó minden egyes szelvényében változnak, meg kell határoznunk azokat a törvényeket, melyek a hatásszenvedések változását rendszerbe foglalják.

- 1./ Méretezéshez ismernünk kell, hogy a tartó melyik szelvényében keletkezik az abszolút legnagyobb hatásszenvedés /maximális nyomaték és max.nyiróerő/ és mekkora ennek értéke?
- 2./ Meg kell határoznunk, hogy bármely tetszés szerinti szelvényben milyen teherállás mellett keletkezik legnagyobb hatásszenvedés /relatív max.nyom., rel.max.nyiróerő/?
- 3./ Továbbá megvizsgáljuk a hatásszenvedések változását a teher vándorlásától függően egyetlen előre kiválasztott szelvényre vonatkoztatva.
- 4./ Minthogy a terhelések nemcsak közvetlenül, hanem segéd-tartók /közvetítő alátámasztások/ közvetítésével is igénybe vehetik a főtartót, levezetjük a közvetett mozgóterhelés törvényeit is.

1./ Abszolút maximális nyomaték.

Mozgóterhelésre igénybevett, két végén alátámasztott tartó méretezéséhez az abszolút maximális nyomaték ismeretére van szükségünk. Ezt a nyomatékot a mértékadó erő P_m támasztja a veszélyes szelvényben. A veszélyes szelvény a legtöbb esetben nem esik a tartó közepére, helyét az alábbi megfontolások alapján határozhatjuk meg.

Vegyünk fel egy két végén alátámasztott tartót a szokásos jelölésekkel /36. ábra/. Az erőrendszer eredője legyen "R". A mértékadó erőtől jobbra álló erőket jelöljük P_j -val, a balra állókat P_b -vel. A mértékadó erő P_m általában az eredőhöz legközelebb eső nagy erő. A P_j és P_b távolsága a P_m -től /és nem "R"-től! / e_j és e_b . Az eredő távolsága a mértékadó erőtől "d". A veszélyes szelvény távolsága a baloldali alátámasztástól "z". Az eredő a másik alátámasztástól legyen "r" távolságnyira.



36. ábra.

Keressük azt a "z" szelvényt, amelyben a nyomaték maximális lesz. Írjuk fel a nyomatékot a pillanatnyi teherállásnak megfelelően "z" szelvényre

$$M_z = N_A z - P_b e_b$$

A felszabadító erő az "A" pontban azonban: $N_A = \frac{Rr}{l}$

és így $M_z = \frac{Rr}{l} z - P_b e_b$ de az ábrából $r = l - z - d$

$$\text{tehát } M_z = \frac{R}{l} (l - z - d) z - P_b e_b$$

A max.nyom.-hoz tartozó "z" értéket úgy kapom meg, ha a felírt nyomatéki egyenletet "z" változó szerint differenciálok, és a differenciálhányadost 0-val teszem egyenlővé: így az egyenletből kifejezhetem "z" értékét:

$$\frac{dM_z}{dz} = 0 = \frac{R}{l} (l - 2z - d) - 0 \quad \text{tehát } z = \frac{l - d}{2} = \frac{l}{2} - \frac{d}{2}$$

azonban mint már felírtuk: $r = l - z - d = l - \frac{l}{2} + \frac{d}{2} - d = \frac{l}{2} - \frac{d}{2}$

és így $r = z$!

Ezek szerint tehát max. erőrendszer akkor idéz elő max. nyom.-ot egy két végén alátámasztott tartón, ha a mértékadó erő P_m olyan messze áll az egyik alátámasztástól, mint az összes ténylegesen ható erők eredője a másik alátámasztástól.

Ennek ismeretében a max.nyom. értéke akár grafikusán, akár analitikusan könnyen meghatározható.

Grafikus megoldásnál először megszerkesztjük az erőrendszer eredőjét. A mértékadó erő és az eredő közti távolságot megfelelően. Ezután helyezzük el az erőrendszer alá a tartót, még pedig úgy, hogy a tartó közepe az előbbi felezési pont alatt legyen. A nyomaték értékének megszerkesztése a most már álló, koncentrált erőrendszerre vonatkozóan ismeretes módon történik /36. ábra/.

Ha a tartónak az erőrendszer alá helyezésekor az erőrendszer egyes erői nem férnek rá a tartóra, úgy a ténylegesen ható erőknek /a tartón maradt erők/ szerkesztjük meg az eredőjét és ezen ere-

dő és a tartón maradt erőrendszer mértékadó erője közti távolság felezése alá helyezzük a tartó közepét. Ha ekkor ismét lemaradna erő, a megmaradtakkal a szerkesztést megismételjük addig, amíg a további szerkesztés során már erő nem gördül le a tartóról. Nem szabad megfeledkeznünk ilyen esetben arról, hogy az erők közül egyes erők elhagyásával esetleg más erő lesz a mértékadó. A mértékadó erőt többszörös próbálkozással határozzuk meg, amikor is az erőrendszer alatt a tartót mozgatjuk el. A 36. ábrából leolvasható az analitikai megoldás is.

Az előzőekben láttuk, hogy a veszélyes szelvény távolsága az alátámasztási ponttól $z = \frac{l}{2} - \frac{d}{2}$

Irjuk fel P_b, P_m, P_j erőrendszer nyomatékát a P_m támadáspontjára. A nyomatéki egyenlőség alapján $Rd = P_j e_j - P_b e_b$.

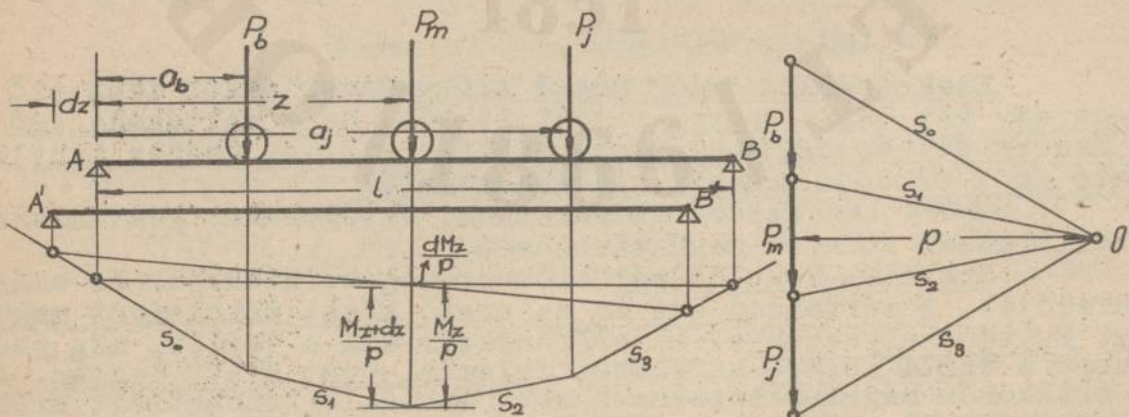
Ebből $d = \frac{P_j e_j - P_b e_b}{R}$ és így $z = \frac{l}{2} - \frac{P_j e_j - P_b e_b}{2R} !!$

A max. nyom. értéke $M_{max} = N_A z - P_b e_b$, de $N_A = \frac{Rr}{l}$ és mertr = z, $N_A = \frac{Rz}{l}$

így tehát a max. nyom. lesz: $M_{max} = \frac{Rz^2}{l} - P_b e_b$.

2./ Relativ maximális nyomaték.

Ha mozgó erőrendszer hat egy két végén alátámasztott tartóra, úgy annak tetszőleges "z" szelvényében a nyomatékok értékei 0-tól egy maximális értékig változnak. Max. nyom. bármely szelvényben csak akkor keletkezik, ha egy erő az illető szelvény felett áll. Meg kell határoznunk tehát, hogy a mozgó erőrendszernek melyik erője lesz az, amelyik ezt a szelvényre nézve legnagyobb nyomatékot /rel. max. nyom./ előidézi? Ennek grafikus meghatározása az alábbi gondolatmenet alapján történik. Tételezzük fel, hogy ezt az erőt, melyet mértékadó erőnek hívunk P_m , ismerjük. Állítsuk a vizsgált, tetszőlegesen felvett "z" szelvény fölé. A P_m -től jobb oldalra eső erőket jelképezze P_j eredő erő, a baloldaliakat P_b . Az erők távolsága az alátámasztástól /"A"/ a_b és a_j ./ 37. ábra/.



37. ábra.

A nyomaték értéke a választott "z" szelvényben egyenlő az egyoldali erők /válasszuk a baloldaliakat/ nyomatékainak algebrai összegével:

$$M_z = N_A z - P_b(z - a_b)$$

Az egyenletben szereplő N_A értékét a másik alátámasztásra felírt nyomatéki egyenletből kapjuk:

$$N_A = \frac{P_b(l - a_b) + P_m(l - z) + P_j(l - a_j)}{l}$$

tehát
$$M_z = \frac{P_b(l - a_b)}{l} z - P_b(z - a_b) + \frac{P_j(l - a_j)}{l} z + \frac{P_m(l - z)}{l} z$$

A jobb oldal első két tagjának összevonása után

$$M_z = \frac{P_b(l - z)}{l} a_b + \frac{P_j(l - a_j)}{l} z + \frac{P_m(l - z)}{l} z$$

Toljuk el most a tartót az erőrendszer alatt balra differenciális "z" értékkel. A relativitás miatt ugyanazt az eredményt értük el, mintha az erőrendszert mozgattuk volna el jobbra ugyanezen "dz" távolsággal.

A mértékadó erő alatt "z + dz" szelvényben ekkor az alábbi nyomaték támad

$$M_{(z+dz)} = P_b \frac{l-z}{l} (a_b + dz) + P_j \frac{l-a_j-dz}{l} z + P_m \frac{l-z-dz}{l} z$$

Ez a nyomaték a feltétel miatt kell, hogy kisebb legyen, mint az előbb felírt

$$M_{(z+dz)} = M_z + P_b \frac{l-z}{l} dz - P_j \frac{z}{l} dz - P_m \frac{z}{l} dz = M_z - dM_z$$

nyomaték.

A differenciális nyomaték értéke tehát a két egyenlet egybevetéséből

$$-dM_z = P_b \frac{l-z}{l} dz - P_j \frac{z}{l} dz - P_m \frac{z}{l} dz$$

. Minthogy "dMz" negatív, értéke

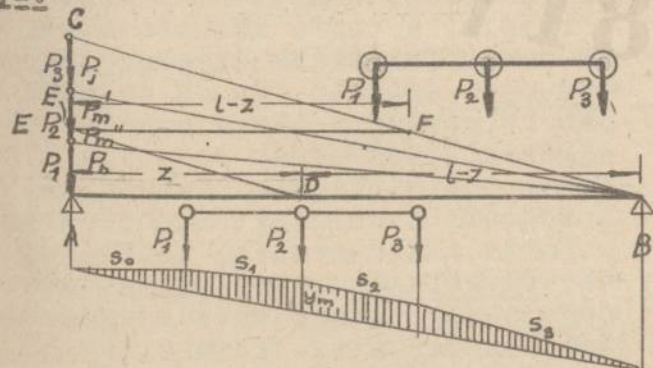
kisebb 0-nál. Lesz tehát $0 > \frac{P_b(l-z)}{l} dz - \frac{P_j+P_m}{l} z dz$

és ebből
$$\frac{P_j+P_m}{l-z} > \frac{P_b}{z}$$

Ha a tartót ellenkező oldalra töltük volna el "dz" értékkel, az alábbi egyenlőtlenséget nyertük volna:

$$\frac{P_j}{l-z} < \frac{P_b+P_m}{z}$$

A két egyenlőtlenség világosan mutatja, hogy azt az erőt kell mértékadónak tekintenünk egy "z" távolságban fekvő szelvényre vonatkozóan, amely erőt ha két részre bontunk, és az egyik részt a jobb oldali, a fennmaradó másik részt pedig a baloldali részeredőhöz adjuk, a fenti egyenlőtlenségekből egyenlőséget kapunk, és ebben az esetben az egyenlet az erőknek a hosszegységre való egyenletes eloszlását adja.



38. ábra.

$$\frac{P_j + P_m}{l-z} = \frac{P_b + P_m}{z}$$

Ezen az elgondoláson alapszik Weyrauch szerkesztési eljárása. A 38. ábrán a tartó egyik alátámasztása fölé /pl. "A"/ fordított sorrendben erőléptékben felhordjuk az erőket. A tartó másik végpontjából a felhordott erők végpontjához vezérsugarat húzunk. Ezzel a vezérsugárral a választott "z" szelvénytől kiindulólág

párhuzamost rajzolunk. Az lesz az illető szelvényre nézve a mértékadó erő, amelyiket ezen párhuzamos átmetszi. Ha ugyanis az ábrán "E" pontból párhuzamost húzunk a tartó vonalával, a nyert "EEFC" háromszög hasonló "ADE" háromszöghöz s minthogy "EF" távolság egyenlő "DB" távolsággal /párhuzamosok közötti párhuzamosok egymással egyenlőek/ a következő arány írható fel: $AE:AD=EC:EF$. A megfelelő értékek behelyettesítése után

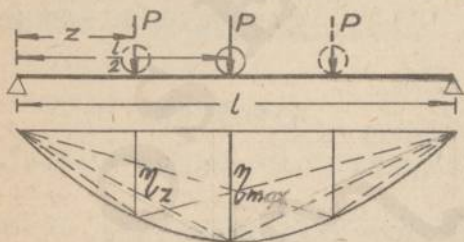
$$\frac{P_l + P_m}{l-z} = \frac{P_b + P_m}{z}$$

Sok esetben szükséges tudnunk, hogy a tartó összes szelvényében mekkora rel.max.nyom. támadhat.

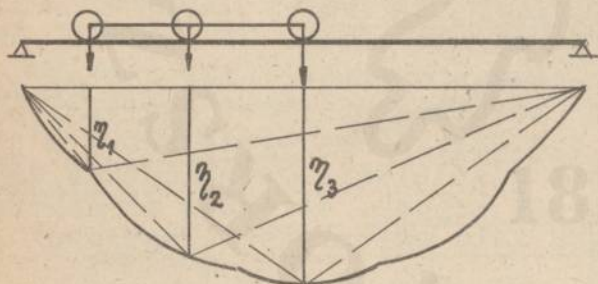
Vizsgáljunk meg evégből egy két végén alátámasztott tartót, melyre egyetlen mozgó erő hat. Ha a "P" erő a tartó közepén áll, úgy alatta P_l nyomatek támad. Ha az erő a tartó más "z" szelvényében áll, úgy alatta mindig

$$M_z = \frac{P(l-z)}{l} z$$

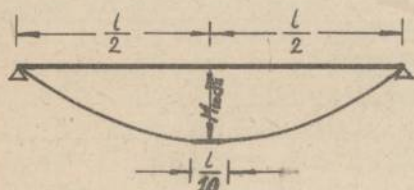
nyomatek lép fel.



39. ábra.



40. ábra.



41. ábra.

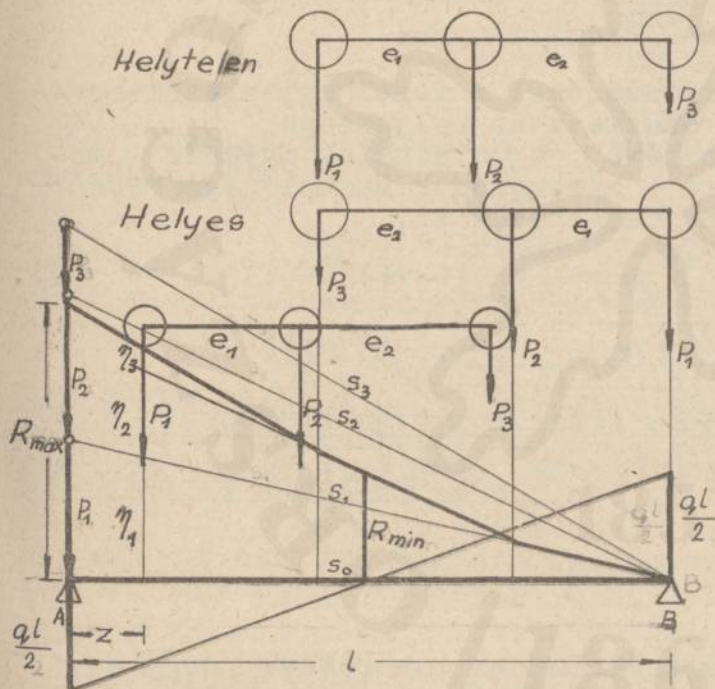
Az egyenlet világosan mutatja, hogy a nyomateki értékek ordinátái, melyek az egyes szelvényekben keletkezheto legnagyobb nyomatekot jelzik, egy függöleges tengelyü másodfoku parabolát jelölnek ki, mely tulajdonképpen az összes elképzelhető nyomateki ábrák burkoló görbéje. /39. ábra/.

Ha több mozgó erő- erőrendszer okozza a nyomatekokat, úgy a relatív max.nyom. ábra megszerkesztése nehezebb, hiszen az erőrendszer vándorlása közben egyes erők le, mások pedig felkerülhetnek a tartóra, s minden ilyen esetben más lesz a burkoló parabola egyenlete. Ilyenkor tehát több, egymást metsző burkoló parabola határolja a nyomateki ábra seregét /40. ábra/.

Ha az erők közel egyenlő nagyságú /mozdonyok, autók/ és a tartó aránylag hosszú, úgy alkalmazható a gyakorlatban szokásos rel.max. ábra szerkesztés. Ennek szerkesztése a következőképpen történik. A tartó közepén, a tartó alatt felmérjük az abszolút max.nyom. értékét. Ennek végpontján keresztül a tartó hosszúságának tízedrészét rajzoljuk fel a tartóval párhuzamosan. A felmért hosszúság végpontjait a tartó alátámasztási pontjaival függöleges tengelyü másodfoku parabolákkal kötjük össze. Az így nyert ábra a rel. max.nyomatekok ábrája. /41. ábra/.

3./ Relatív és abszolút maximális nyírőerők.

A nyírőerő - mint már tudjuk - bármely szelvényben egyenlő a szelvénytől egy oldalra eső erők algebrai összegével. Mozgó erőrendszer esetén természetesen a mozgástól függően minden egyes szelvényben állandóan változnak a nyírőerők. Meg kell határoznunk, hogy egy tetszőleges szelvényben a változó nyírőerő mely teherállás mellett éri el a legnagyobb értékét és mekkora lesz ez a relatív legnagyobb nyírőerő. A rel.max. nyírőerők közül a legnagyobboknak az értéke természetesen az abszolút max. nyírőerő. Egy szelvényben általában csak akkor keletkezik rel. max. nyírőerő - a bevezető mondat értelmében - , ha a vizsgált szelvénytől csak az egyik alátámasztás felé állnak erők, a másik alátámasztásig pedig terheletlen a tartó. Ilyen esetben ugyanis a szelvénytől egyik oldalra csak a felszabadító erő működik, ebből erőt levonnunk nem kell, minthogy nincs több erő a szelvény és az alátámasztás között. Így tehát a rel. max. nyírőerő minden esetben tulajdonképpen a terheletlen oldalon lévő alátámasztásnál fellépő felszabadító erővel egyenlő. A rel.max. nyírőerők megszerkesztését a 42. ábra mutatja.



42. ábra.

A tartó egyik alátámasztásától kiindulva /"B"/ felrajzoljuk a tehersemát olyan állásban, hogy a szélső erő az alátámasztás felett álljon, a többi pedig a tartó közepe felé. Az erőrendszer egyenes, vagy fordított állását az a tény határozza meg ebben az esetben, hogy az erőrendszer eredője minél közelebb legyen az alátámasztáshoz. A másik alátámasztás fölé /"A"/ sorra felhordjuk az erőket, legalul azt, amely a teherállásban a másik alátámasztás felett áll. A felhordott erők végpontjait vezérsugarakkal $/s_1, s_2, s_3, \dots /$ összekötjük a "B" alátámasztással. Ezután következik a rel.max. nyírőerők ábráját határoló polygon megszerkesztése. Az első erő hatásvonaláig az első vezérsugáron haladunk onnan a következő erő hatásvonaláig, a második vezérsugárral húzunk párhuzamost, majd a harmadikkal a megfelelő erő hatásvonaláig és így folytatjuk tovább az utolsó erő hatásvonaláig, amikor is a legutolsó vezérsugárral párhuzamosan rajzoljuk meg a határoló polygon utolsó oldalát. Az így szerkesztett rel.max. nyírőerő ábra minden egyes ordinátája az illető szelvényben keletkező legnagyobb nyírőerőt adja erőléptékben mérve. Az ábra legnagyobb ordinátája az "A" alátámasztás felett jelentkezik $/R_{max} /$ és ez az absz.max.nyírőerő. A tartó közepén álló ordináta az absz.min.nyírőerő nagyságát mutatja, mert nincs még egy

szelvény, melyben ennél kisebb nyiróerő támadhatna. Erőrendszerünk ugyanis a másik alátámasztáson is állhat, mikor is az előző ábra tükörképét kapjuk és így valóban a tartó közepén lép fel, amint látjuk, a minimális nyiróerő. Jól jegyezzük meg, hogy az egyes szelvények felett erőléptékben lemérhető nyiróerő az illető szelvényben akkor támad, ha a "B" alátámasztás feletti erő áll a szelvény felett és a többi erő az erőrendszer átfordításával a szelvénytől jobbra a "B" alátámasztás felé helyezkedik el.

Ha a tartón egyenletesen osztott terhelés is van, ennek nyiróerő ábráját hozzárajzoljuk a mozgó terhelések max.nyiróerő ábrájához. Az osztott terhelés nyiróerő ábrájának max.ordinátája $\frac{ql}{2}$, és értékei a tartó félhosszuságáig lineárisan 0-ig csökkennek.

Számítással a rel.max.nyiróerők meghatározása úgy történik, hogy az erőrendszer szélső erőjét - ha csak az nem túlságosan kis erő a többiekhez viszonyítva - a vizsgált szelvény fölé állítjuk, s a többi erőt tőle egy oldalra a tartó hosszabb részére $/l-z/$. A szelvény másik oldalán fekvő alátámasztás $/A/$ felszabadító ereje adja a keresett nyiróerőt. A felszabadítóerő nagyságát a másik alátámasztási pontra $/B/$ felírt nyomatéki egyenletből határozzuk meg. Egy tetszés szerinti "z" szelvényben fellépő rel.max. nyiróerő lesz tehát

$$R_z = \frac{P_1(l-z)}{l} + \frac{P_2(l-z-e_1)}{l} + \frac{P_3(l-z-e_1-e_2)}{l}$$

Ha az előbbi szerkesztéssel a fenti egyenletet összehasonlítjuk, beigazolódik a szerkesztés helyessége.

A "z" szelvényben lévő η_1, η_2, η_3 ordináták ugyanis - melyek összege a keresett nyiróerő - háromszögek hasonlósága révén rendre az alábbi arányok szerint fejezhetők ki.

$$\frac{\eta_1}{l-z} = \frac{P_1}{l} ; \frac{\eta_2}{l-z-e_1} = \frac{P_2}{l} ; \frac{\eta_3}{l-z-e_1-e_2} = \frac{P_3}{l}$$

Ebből

$$\eta_1 + \eta_2 + \eta_3 = N_A = R_z = \frac{P_1(l-z)}{l} + \frac{P_2(l-z-e_1)}{l} + \frac{P_3(l-z-e_1-e_2)}{l}$$

A max.nyiróerő pedig $R_{max} = \frac{P_1 l + P_2(l-e_1) + P_3(l-e_1-e_2)}{l}$

A min.nyiróerő a tartó közepén: $R_{min} = \frac{P_1 \frac{l}{2} + P_2(\frac{l}{2}-e_1) + P_3(\frac{l}{2}-e_1-e_2)}{l}$

4./ Hatásábrák.

Gyakran szükségünk van annak ismeretére, hogy a tartó egyetlen előre kiválasztott szelvényében miképpen változnak a hatásszenvedések /nyomaték, nyiróerő, áthajlás/, miközben egy erőrendszer áthalad a tartón. A hatásábra grafikusan ábrázolja a hatásszenvedés változásait egyetlen szelvényre vonatkozóan, miközben az egységnyi mozgó erő végighalad a tartón. A hatásszenvedéstől függően van nyomatéki hatásábra, nyiróerők hatásábrája, behajlási hatásábra stb. Számunkra főleg az első kettő ismerete fontos.

A./ Kéttámaszu tartók hatásábrái.

a./Nyomatéki hatására.

Vegyünk fel egy két végén alátámasztott tartót és vizsgáljuk meg, hogy annak "z" szelvényében milyen lesz a nyomatékok változása, miközben az egységnyi erő A-tól B-ig végighalad a tartón. Ha az egységnyi erő az A alátámasztási pont és a "z" szelvény között áll, úgy a "z" szelvényben támadó nyomatékot a

43. ábra alapján az alábbi egyenlet fejezi ki. $M_z = N_A z - P(z-x) = P \frac{l-x}{l} z - P(z-x)$

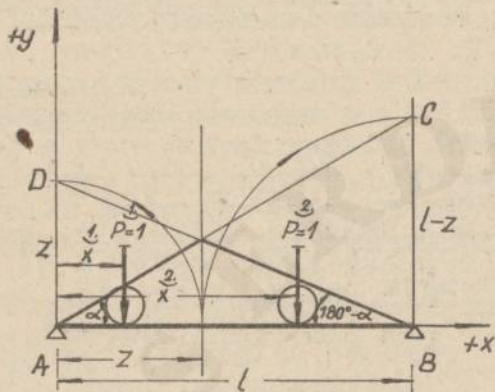
de $P = 1$, tehát

$$M_z = \frac{l-x}{l} z - (z-x) \frac{1}{l} = \frac{lz - xz - z + xl}{l} = \frac{l-z}{l} x$$

A nyomatékok változását tehát egy egyenes egyenlete adja, melynek irányhatározója

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l-z}{l}$$

Megszerkesztve az "AC" egyenest, nyerjük a nyomatéki hatásábrát "z" szelvényre, melynek azonban csak a "z" szelvényig tartó része érvényes, azon túl ugyanis az $x < z$ feltétel már nem áll fenn. Ha az egységnyi erő mozgása közben tuljut a "z" szelvényen, vagyis $x > z$ úgy a "z" szelvényben tá-



43. ábra.

madó nyomaték egyenlete a 43. ábra alapján

$$M_z = N_A \cdot z = \frac{P(l-x)}{l} z$$

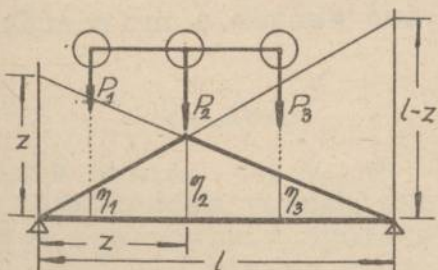
de $P = 1$ és ezért $M_z = z - \frac{z}{l} x$

Ismét egy egyenes egyenletét kaptuk, melynek irányhatározója $-\frac{z}{l}$, tiszta tagja pedig a "z". Az egyenest megszerkesztve /BD/ kapjuk a hatásábrának "z" szelvénytől a "B" alátámasztásig érvényes szakaszát.

A hatására tetszésszerűnti ordinátája a hosszléptékben mérve megadja a "z" szelvényben támadó nyomatékot, amikor az egységnyi erő az illető ordinata felett áll. Ha a választott erőegység tonna volt és a tartó méretaránya $1 \text{ cm} = X \text{ m}$, úgy a nyomaték lesz: tonna szorozva méter.

Ha több erőből álló erőrendszer által előidézett nyomatékot akarjuk meghatározni a választott "z" szelvényre vonatkozóan, úgy az erőrendszert próbálgatással aképpen helyezzük el a

$$M_z = P_1 \eta_1 + P_2 \eta_2 + P_3 \eta_3$$

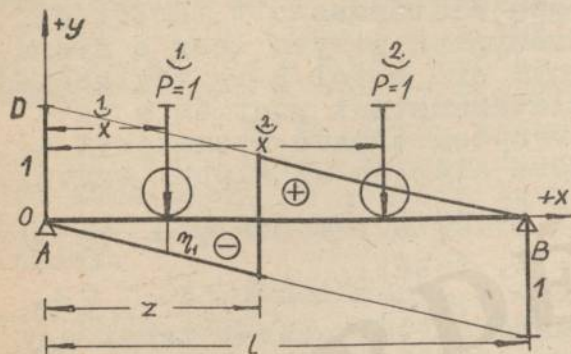


44. ábra.

nyomatéki hatására fölé, hogy az erők alatti ordináták összege maximális legyen. / A vizsgált szelvény felett erőnek kell lenni !/ Minden ordinátát, minthogy az az egységnyi erőre vonatkozik, meg kell szoroznunk a felette álló erő nagyságával. Ezen szorzatok összege adja a kérdéses nyomatékot. /44. ábra./

b./Nyirőerők hatásábrája.

A nyirőerők hatásábrájának megszerkesztéséhez rajzoljunk fel ismét egy két végén alátámasztott tartót.



45. ábra.

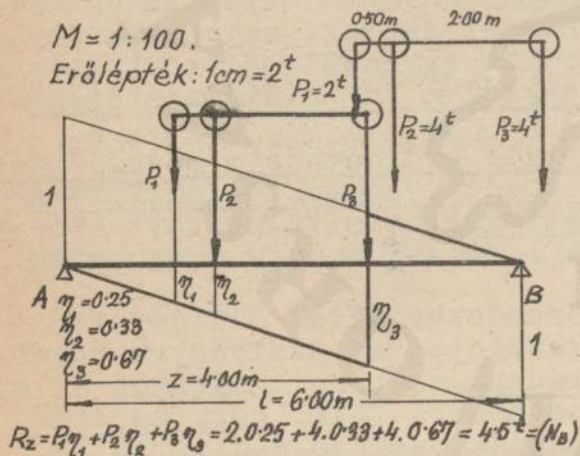
zö egyenes irányhatározójával, tiszta tagja pedig az egység, tehát az y tengelyt egységnyi távolságban metszi. /Az előbbi egyenes, ha $x < z$ a kezdőpontban metszette./ A két egyenes határolta területnek csak a " z " szelvényig, illetve attól " B " alátámasztási pontig tartó szakaszai érvényesek.

A hatására megfelelő ordinátája szorozva az ordináta felett álló erő nagyságával adja a nyirőerőt a tartó azon szelvényében, amelyik szelvényre a hatására készült. Értéke $R = P \cdot \eta$, η tehát dimenziómentes, tiszta szám. /Sem erő, sem hosszúság/.

Több erő esetén az erők alatt jelölendő ordinátákat az illető erőkkel megszorozva algebrailag összegezzük. Az összegezés eredménye adja a nyirőerőt a vizsgált /amelyre a hatására készült/ szelvényben.

A nyirőerők hatásábrája is világosan mutatja azt a már ismeretes elvet, hogy egy szelvényben általában akkor támad a legnagyobb nyirőerő, ha egy erő a szelvény felett s a többi tőle egy oldalon helyezkedik el. Az "ADB" háromszög a felszabadító erő N_A változását mutatja az erő vándorlásától függően.

Több erő esetén a nyirőerők



46. ábra.

hatásábráját a 46. ábra mutatja.

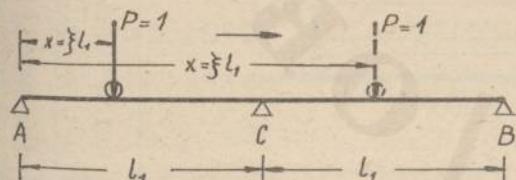
B./Többszemes tartók hatásábrái.

Folytonos, többszemes tartóknál is egy tetszőleges szelvényben fellépő és az egységnyi mozgó okozta hatásszenvedések nagyságát a hatásábrák segítségével állapíthatjuk meg legkönnyebben. Hajlított tartók méretezéséhez ismernünk kell a tartón fellépő absz.max.nyom. helyét, nagyságát és a max.nyíró erő/fel szabaddító erő/ értékét. Folytonos többszemes tartók esetében pozitív/mező/ és negatív/alátámasztási/ nyomatékok lépnek fel. A hajlított tartó méreteinek megállapításához a fellépő összes/pozitív, negatív/ nyomatékok közül előjelre való tekintet nélkül az absz.max. a mértékadó. Ismernünk kell tehát külön-külön azokat a szelvényeket, amelyekben a hatásszenvedések értéke maximális és ezekre a szelvényekre kell elkészíteni a megfelelő hatásábrákat. A hatásábrák elkészítése után meghatározhatjuk az ismeretes mozgó terhelés következtében tartónkon fellépő absz.max.hatásszenvedés/nyomaték, nyíró erő/ értékét.

Folytonos többszemes tartók esetében a mozgó egységnyi erő okozta hatásszenvedések értékét a Clapeyron/Mohr/ egyenletek segítségével határozzuk meg. A hatásábrák ordinátáinak egyenlete más és más alakot fog ölteni, attól függően, hogy az egységnyi mozgó erő a vizsgált szelvény egyik/bal/, vagy másik oldalán/jobb/ áll, és az előbbi megállapítás figyelembe vétele mellett más lesz az ordináták egyenlete, amint az egységnyi mozgó erő a folytonos tartó első, második, harmadik stb. mezőjén halad.

a./Háromszemes tartók hatásábrái.

Számítsuk ki $N_A, N_B, N_C, -M_C$ és a pozitív mezőnyomaték M_p / max.hatásszenvedéseinek értékét, miközben az egységnyi erő "A" alátámasztástól "B" alátámasztásig halad. A tartó teljes hossza $2l$, a két mező tehát egyenlő nagyságú. Az egységnyi erő tá-



vola a baloldali/A/ alátámasztástól $x = \xi l$. Az erő pillanatnyi távolságát tehát a mező hossz l hányadával fejezzük ki. Az "A" ponttól mért távolság és a mező hossz viszonya ξ , értéke tiszta szám.

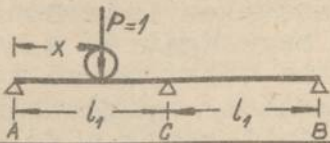
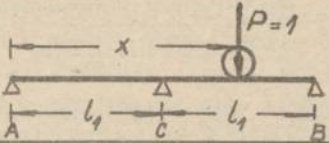
Mohr egyenletének segítségével meghatározzuk a hatásszenvedések értékeit, először abban az esetben, amikor az egységnyi erő az első mezőn halad, majd abban az esetben, amikor az első mező terheletlen, tehát az egységnyi erő a második mezőn vonul végig. A számítások eredményeképpen kapott egyenleteket az alábbi táblázatban fog-

47. ábra.

laltuk össze. $N_A, N_B, N_C, -M_C$ értékeit a megfelelő A, B, C szelvényekre vonatkozóan vizsgáltuk - mert értékük ezen szelvényekben maximális -, a pozitív nyomaték változását pedig $x = 0.42448 l$ távolságban lévő szelvényre vonatkozóan határoztuk meg, mert M_p ezen szelvényben éri el max. értékét.

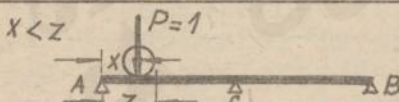
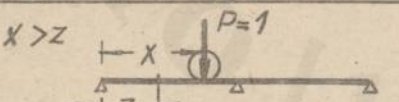
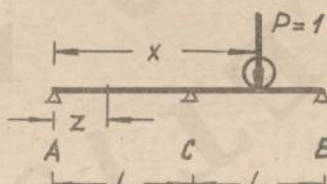
VI. táblázat.

Egyenletek a támaszponti nyomaték ($-M_c$) és a felszabadított erők (N_A, N_B, N_c) hatására ordinátáinak kiszámításához.

A hatásra ordinátája η	A vizsgált szelvény	I. mező terhelt	II. mező terhelt	A hatászenve- des általános egyenlete
		 $x = \xi l_1$	 $x = \xi l_1$	
M_c	C	$\eta = -\frac{1}{4}\xi(1-\xi^2)$	$\eta = -\frac{1}{4}[\xi(11-6\xi+\xi^2)-6]$	$Pl_1\eta$
N_A	A	$\eta = 1-\xi[1+\frac{1}{4}(1-\xi^2)]$	$\eta = -\frac{1}{4}[\xi(11-6\xi+\xi^2)-6]$	$P\eta$
N_B	B	$\eta = -\frac{1}{4}\xi(1-\xi^2)$	$\eta = -\frac{1}{4}[\xi(11-6\xi+\xi^2)-6] + (\xi-1)$	$P\eta$
N_c	C	$\eta = \xi[1+\frac{1}{2}(1-\xi^2)]$	$\eta = (2-\xi) + \frac{1}{2}[\xi(11-6\xi+\xi^2)-6]$	$P\eta$
1	2	3	4	5

VII. táblázat.

Egyenletek a pozitív nyomaték (M_p) hatására ordinátáinak kiszámításához.

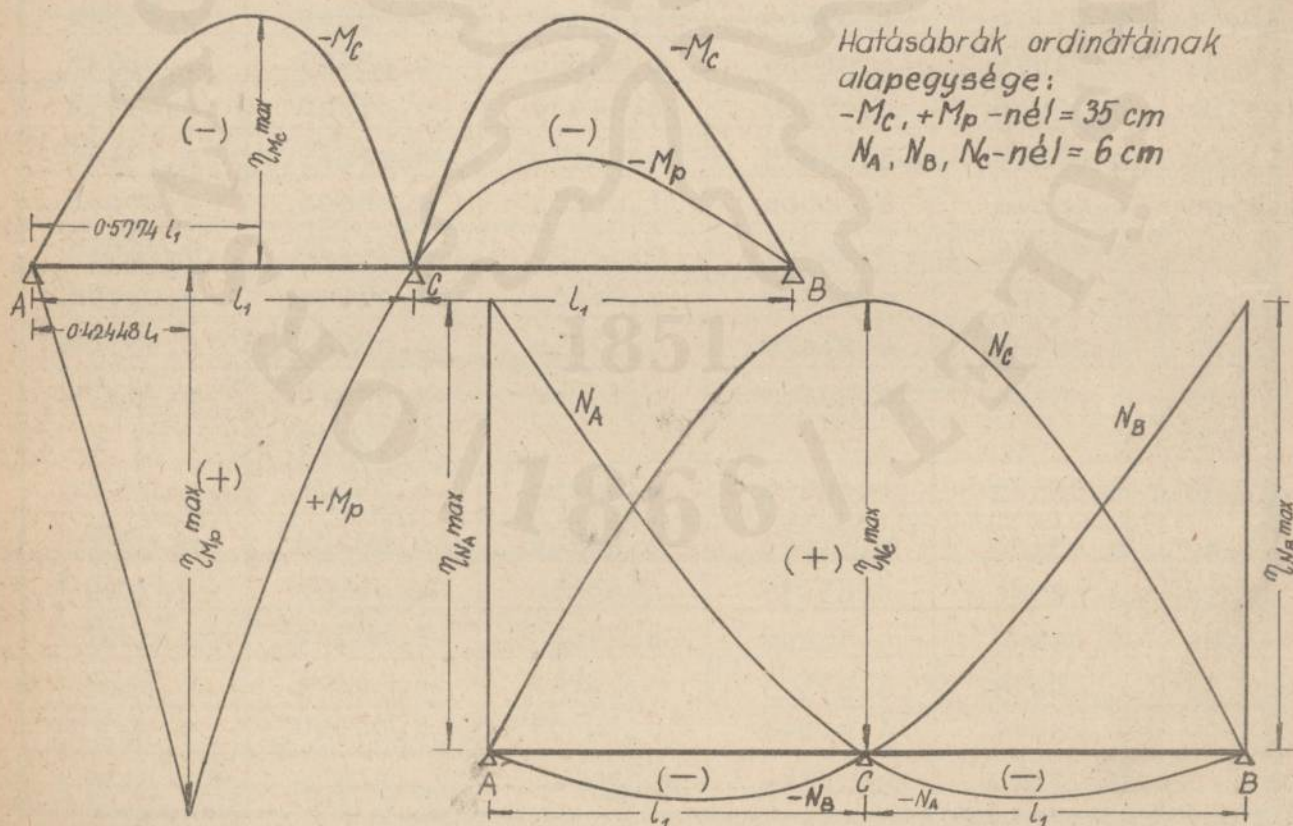
A hatásra ordinátája η	A vizsgált szelvény	I. mező terhelt	II. mező terhelt	A hatászenve- des általános egyenlete
		  $x = \xi l_1$	 $x = \xi l_1$	
M_p	$x < z$	$\eta = \xi_0[(1-\xi) - \frac{1}{4}\xi(1-\xi^2)] - (\xi_0 - \xi)$	$\eta = \frac{2-\xi}{4}\xi_0[\xi(4-\xi)-3]$	$Pl_1\eta$
	$x > z$	$\eta = \xi_0[(1-\xi) - \frac{1}{4}\xi(1-\xi^2)]$		
1	2	3	4	5

Az 5. rovat adatait vizsgálva pl. a negatív /támaszponti/ nyomaték nagyságát a P_l, η általános egyenlettel, az N_A felsz.erő nagyságát pedig az $P\eta$ egyenlettel fejezhetjük ki. A nyomaték dimenziója kg/cm , vagy tm . Az egyenletben P erőt jelent, tehát pl. tonna, l , értéke hosszúság pl. méter. η ezek szerint dimenziómentes, tiszta számérték. N_A dimenziója kg , vagy t . Az egyenletben P erőt jelent pl. t , η tehát itt is dimenziómentes tiszta szám. Ez a tény a táblázat 3. és 4. rovatának vizsgálatakor is kitűnik, mert az ott szereplő értékek mind nevezetlen, tiszta számértékek.

VIII Táblázat. A felsz.erők és a nyomatékok hatására ordinátáinak értékei.

ξ	η_{NA}	η_{NB}	η_{NC}	η_{Mc}	η_{Mp}
0,00	1,00000	0,00000	0,00000	-0,00000	0,00000
0,10	0,87525	-0,02475	0,14950	-0,02475	0,04705
0,20	0,75200	-0,04800	0,29600	-0,04800	0,09473
0,30	0,63175	-0,06825	0,43650	-0,06825	0,14369
0,40	0,51600	-0,08400	0,56800	-0,08400	0,19455
0,42448					0,20737
0,50	0,40625	-0,09375	0,68750	-0,09375	0,17245
0,5774				-0,09623	
0,60	0,30400	-0,09600	0,79200	-0,09600	0,12904
0,70	0,21075	-0,08925	0,87850	-0,08925	0,08946
0,80	0,12800	-0,07200	0,94400	-0,07200	0,05433
0,90	0,05725	-0,04275	0,98550	-0,04275	0,02430
1,00	0,00000	0,00000	1,00000	0,00000	0,00000
1,10	-0,04275	0,05725	0,98550	-0,04275	-0,01815
1,20	-0,07200	0,12800	0,94400	-0,07200	-0,03056
1,30	-0,08925	0,21075	0,87850	-0,08925	-0,03788
1,40	-0,09600	0,30400	0,79200	-0,09600	-0,04075
1,4226				-0,09623	
1,50	-0,09375	0,40625	0,68750	-0,09375	-0,03980
1,60	-0,08400	0,51600	0,56800	-0,08400	-0,03566
1,70	-0,06825	0,63175	0,43650	-0,06825	-0,02897
1,80	-0,04800	0,75200	0,29600	-0,04800	-0,02038
1,90	-0,02475	0,87525	0,14950	-0,02475	-0,01051
2,00	0,00000	1,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	$N_A = \Sigma P \cdot \eta$	$N_B = \Sigma P \cdot \eta$	$N_C = \Sigma P \cdot \eta$	$M_C = \Sigma P l \cdot \eta$	$M_P = \Sigma P l \cdot \eta$

A hatásábrák megszerkesztése a következőképpen történik. Felrajzoljuk hosszleptékben a tartót. Megválasztjuk a hatásábra ordináták alapegységét. Pl. azt mondjuk, hogy az egységnyi ordináta hosszúsága rajzi ábrázolásban legyen 10 cm. A VIII. táblázat alapján pl. a felszabadító erő $/N_A/$ hatásábrájának megszerkesztésekor az $x=0^{\circ}00$ szelvényben /vagyis az alátámasztás felett/ mivel itt $\eta=1.00$ felmérünk 10 cm-t. Az $x=0.30l$, szelvényben $\eta=0.63175$. 10 cm-es alapegység mellett ezen ordináta rajzi hosszúsága lesz $10 \cdot 0.63175 = 6.3175$ cm. A választott alapegységnek megfelelő ordináta értékeket a megfelelő szelvényben felmérjük, a tartó felrajzolásakor választott hosszúsági léptéktől függetlenül. Tehát esetünkben bármilyen hosszúságú lépték esetén a felmérendő ordináta hosszúságok 10 cm-es alapegység mellett 10 cm, 6.3175 cm, stb. lesznek. A felhordott ordináta hosszúságok végpontjait összekötve megkaptuk N_A hatásábráját. Ha a negatív támaszponti nyomaték hatásábráját akarjuk megszerkesztetni, célszerű nagyobb alapegységet választani, mert η_{M_c} értékei kicsinyek. M_c hatásábrájának elkészítésekor legyen pl. az egységnyi ordináta rajzi hosszúsága 100 cm. Ezen alapegység esetén tehát a szerkesztéskor $x=0.1l$, $x=0.2l$, $x=0.3l$, távolságokban a VIII. táblázat alapján az ordináták rajzi hosszúsága a következő lesz: $-0.02475 \cdot 100 = -2.475$ cm, $-0.04800 \cdot 100 = -4.800$ cm, $-0.06825 \cdot 100 = -6.825$ cm. A negatív előjel azt mutatja, hogy M_c ha az egységnyi erő a szóbanforgó szelvények felett áll negatív értékkel szerepel. Ezt a tényt szerkesztéskor úgy vesszük figyelembe, hogy a negatív előjelű ordináták rendre pl. a tartó fölé kerülnek, a pozitív előjelűeket pedig a megfelelő szelvényekben a tartótól lefelé hordjuk fel. A 49. ábra egy folytonos háromtámaszu tartó max.nyom. és felsz.erő hatásábráit mutatja.



49. ábra.

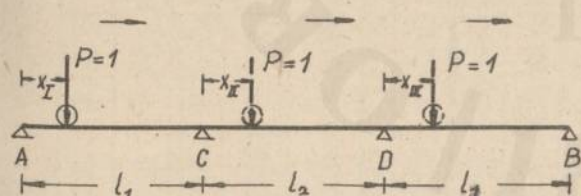
A hatásábrák kezelését a kéttámaszu tartók hatásábráival kapcsolatban már elmondottuk. Ehelyütt csak annyit jegyzünk meg, hogy több erő esetén a terhelési sémát célszerű a hatásábra hosszúsági léptékével egyező hosszleptékben szalmapapírra /pausz/ felhordani. A szalmapapírra rajzolt tehersémát a hatásábra fölé helyezzük. Ha pl. a legnagyobb támaszponti nyomatékot akarjuk meghatározni, akkor a tehersémát addig kell tologatni a M_c hatásábrája felett, amíg az egyes erők alatt lemerő ordináta hosszúságok összege el nem éri a legnagyobb értéket /algebrai összegezés!/. Azon teherállás mellett, amelyiknél az ordináták összege a legnagyobb, kapjuk a max. támaszponti nyomatékot. Ezen max. nyom. pedig az egyes erők okozta nyomatékok összege. Lemérjük tehát az első erő alatt lévő ordináta hosszúságát. Mivel ez rajzi hosszúság, elosztjuk a választott alapegységgel. A nyert értéket megszorozzuk az ordináta felett álló erő nagyságával, és a tartó mezőhosszúságával, ugyanis $M_c = P \cdot l_1$. Ugyanigy járunk el a második, harmadik, stb. erők okozta nyomaték megállapításakor. Legyen pl. az első erőnk nagysága $P_1 = 5 \text{ t}$, a tartó mezőhossza $l_1 = 4^{\circ} 0 \text{ m}$, az első mezőben álló P_1 erő alatt lemerő ordináta hosszúsága $-5^{\circ} 32 \text{ cm}$ és a hatásábra szerkesztésekor választott alapegység 100 cm . A P_1 erő hatására keletkező negatív, támaszponti nyomaték nagysága lesz

$$M_c = 5 \cdot 400 \cdot \frac{-5 \cdot 32}{100} = -1064 \text{ tm} = -106400 \text{ kgcm}$$

Több erő esetében az így kiszámított értékeket összegezzük és ezen algebrai összegezés eredménye adja a maximális hatásszenvedés nagyságát, esetünkben pl. a negatív támaszponti nyomaték max. értékét.

b./Négytámaszu tartók hatásábrái.

Számítsuk ki $N_A, N_B, N_C, N_D, -M_c, -M_d$ és a középső mezőben fellépő pozitív mezőnyomaték M_p /maximális hatásszenvedéseinek értékét, miköben az egységnyi erő "A" alátámasztástól "B" alátámasztásig halad. A folytonos négytámaszu tartó teljes hosszúsága $2l_1 + l_2$ legyen $l_1 = \alpha l_2$. Jelöljük az egységnyi erő távolságát az "A", "C", illetve "D" alátámasztásoktól, ha az erő a I, II, illetve III. mezőben halad

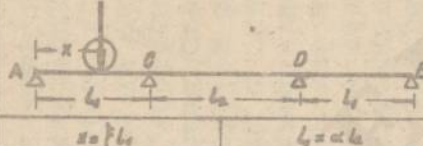
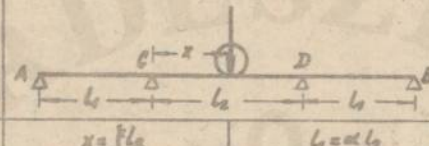
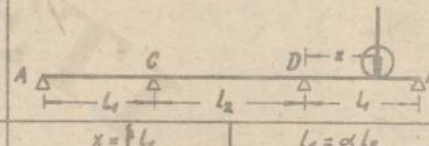


50. ábra.

$x_I = \xi l_1, x_{II} = \xi l_2, x_{III} = \xi l_3$ értékekkel. Az 50. ábrán feltüntetett folytonos négytámaszu tartó megoldásakor a hatásszenvedések értékeit Mohr egyenleteinek segítségével határozzuk meg, figyelembe véve azt a körülményt, hogy az erő az első, második, illetve harmadik mezőben halad és ezen felül a vizsgált szelvény egyik, illetőleg másik oldalán mozog. A számítások eredményeit alább a IX. és X. táblázatokban kimutatva közöljük. $N_A, N_B, N_C, -M_c, N_D, -M_d$ értékeit a megfelelő A, B, C, D pontokra vonatkozóan vizsgáltuk - mert értékük ezen szelvényekben maximális - a pozitív nyomaték változását pedig $x = 0.5 l_2$ -ben figyeltük, mert M_p ezen szelvényben éri el max. értékét. A hatásábra ordináták számértékeit a XI. táblázat tartalmazza $\alpha = 0^{\circ} 75$ érték mellett.

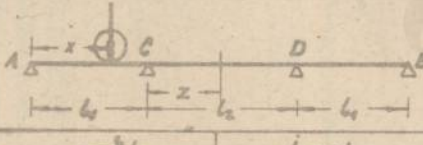
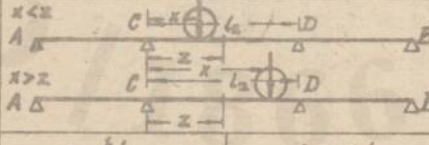
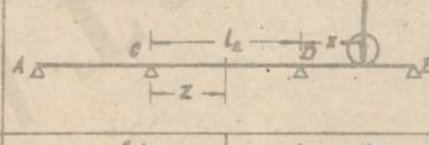
II. Táblázat.

Egyenletek a felszabadítóerők és támaszponti nyomatékok hatására ordinátáinak kiszámításához.

A hatásra ordinátája	A vizsgált szelvény	I. mező terhelt	II. mező terhelt	III. mező terhelt	A hatászenve- dés általános egyenlete
					
v_{H_0}	G	$-2[1+\alpha] \frac{f\alpha^2[1-f^2]}{4[1+\alpha]^2-1}$	$2[1+\alpha] v_{H_0} - f[1-f^2]$	$\frac{f\alpha^2[1-f][2-f]}{4[1+\alpha]^2-1}$	$\sum P v_{H_0} l_2$
v_{H_D}	D	$\frac{f\alpha^2[1-f^2]}{4[1+\alpha]^2-1}$	$f \frac{3[f-1]-2\alpha[1-f^2]}{4[1+\alpha]-1}$	$2[1+\alpha] v_{H_0}$	$\sum P v_{H_D} l_2$
v_{H_A}	A	$1-f - \frac{f\alpha^2[1-f^2]}{4[1+\alpha]^2-1} \frac{2[1+\alpha]}{\alpha}$	$\frac{v_{H_0}}{\alpha}$	$\frac{v_{H_0}}{\alpha}$	$\sum P v_{H_A}$
v_{H_B}	B	$\frac{1}{\alpha} \cdot \frac{f\alpha^2[1-f^2]}{4[1+\alpha]^2-1}$	$\frac{v_{H_D}}{\alpha}$	$\frac{v_{H_D}}{\alpha} + f$	$\sum P v_{H_B}$
v_{H_C}	C	$f + \frac{f\alpha^2[1-f^2]}{4[1+\alpha]^2-1} \left[\frac{2[1+\alpha]^2+\alpha}{\alpha} \right]$	$1-f - \frac{1+\alpha}{\alpha} v_{H_0} + v_{H_D}$	$v_{H_0} - \frac{1+\alpha}{\alpha} v_{H_C}$	$\sum P v_{H_C}$
v_{H_D}	D	$-\frac{f\alpha^2[1-f^2]}{4[1+\alpha]^2-1} \left[\frac{1+\alpha}{\alpha} (1+2\alpha) \right]$	$f + v_{H_0} - \frac{1+\alpha}{\alpha} v_{H_D}$	$\frac{v_{H_0}}{\alpha} - \frac{1+\alpha}{\alpha} v_{H_D} + 1-f$	$\sum P v_{H_D}$

X. Táblázat.

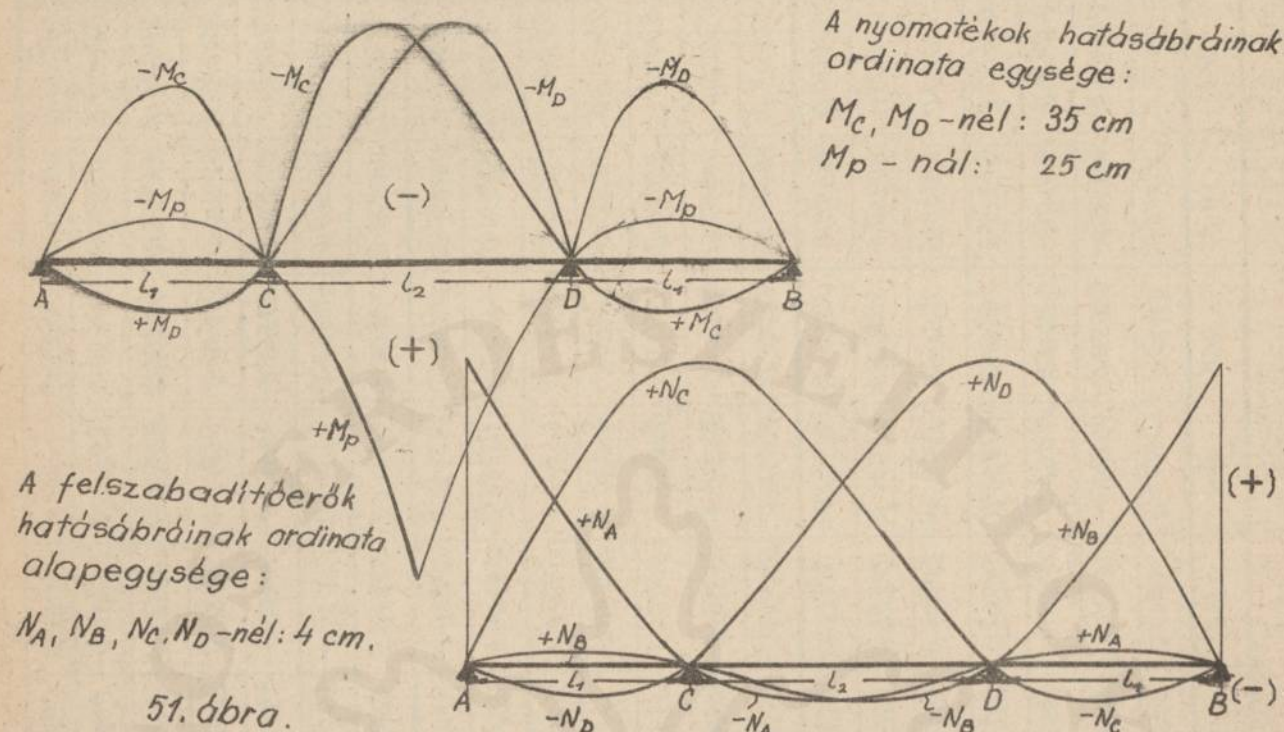
Egyenletek a pozitív mezőnyomaték hatására ordinátáinak kiszámításához.

A hatásra ordinátája	A vizsgált szelvény	I. mező terhelt	II. mező terhelt	III. mező terhelt	A hatászenve- dés általános egyenlete
					
v_{H_P}	$\frac{l_2}{2}$	$\frac{1}{2} \frac{f\alpha^2[1-f^2]}{4[1+\alpha]^2-1} [1+2\alpha]$	$\begin{aligned} x < z & \frac{1}{2} [f + v_{H_C} + v_{H_D}] \\ x > z & \frac{1}{2} [1-f] + v_{H_C} + v_{H_D} \end{aligned}$	$\begin{aligned} x < z & \frac{1}{2} \alpha v_{H_D} \\ x > z & \frac{1}{2} [v_{H_D} - 1] \end{aligned}$	$\sum P l_2 v_{H_P}$

A felszabadítottörök és nyomatékak hatására ordinátáinak értékei.

$\lambda =$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
I. mező	η_{N_0}	0.00000	0.00495	0.00960	0.01365	0.01680	0.01875	0.01920	0.01785	0.01440	0.00855	$M_0 = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{M_0}	-0.00000	-0.01793	-0.03360	-0.04778	-0.05880	-0.06563	-0.06720	-0.06248	-0.05040	-0.02993	$M_0 = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{M_P}	0.00000	-0.00619	-0.01200	-0.01706	-0.02100	-0.02344	-0.02400	-0.02231	-0.01800	-0.01069	$M_P = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{N_A}	1.00000	0.87689	0.75520	0.63629	0.52160	0.41249	0.31040	0.21669	0.13280	0.06009	$M_A = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{N_B}	0.00000	0.00660	0.01280	0.01820	0.02240	0.02500	0.02560	0.02380	0.01920	0.01440	$M_B = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{N_C}	0.00000	0.14538	0.28800	0.42513	0.55400	0.67188	0.77600	0.86363	0.93200	0.97838	$M_C = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{N_D}	0.00000	-0.02888	-0.05600	-0.07963	-0.09800	-0.10938	-0.11200	-0.10413	-0.08400	-0.04988	$M_D = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{M_C}	0.00000	-0.04440	-0.07253	-0.08680	-0.08960	-0.08333	-0.07040	-0.05320	-0.03413	-0.01560	$M_C = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{M_D}	0.00000	-0.0156	-0.03413	-0.05320	-0.07040	-0.08333	-0.08960	-0.09880	-0.10440	-0.04440	$M_D = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{M_P}	0.00000	0.20000	0.04667	0.08000	0.12000	0.16667	0.12000	0.08000	0.04667	0.02000	$M_P = \Sigma P_{\lambda} \eta$
II. mező	η_{N_A}	0.00000	-0.05920	-0.09671	-0.11573	-0.11947	-0.11111	-0.09387	-0.07003	-0.04551	-0.02080	$N_A = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{N_B}	0.00000	-0.02080	-0.04551	-0.07003	-0.09387	-0.11111	-0.11947	-0.11573	-0.09671	-0.05920	$N_B = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{N_C}	1.00000	0.98800	0.93511	0.84933	0.73867	0.61111	0.47467	0.33793	0.20711	0.09200	$N_C = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{N_D}	0.00000	0.09200	0.20711	0.33793	0.47467	0.61111	0.73867	0.84933	0.93511	0.98800	$N_D = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{M_C}	0.00000	0.00855	0.01440	0.01785	0.01920	0.01875	0.01680	0.01365	0.00860	0.00495	$M_C = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{M_D}	0.00000	-0.02993	-0.05040	-0.06248	-0.06720	-0.06563	-0.05880	-0.04778	-0.03360	-0.01793	$M_D = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{M_P}	0.00000	-0.01069	-0.01800	-0.02231	-0.02100	-0.02344	-0.02400	-0.02231	-0.01800	-0.00619	$M_P = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{N_A}	0.00000	0.01440	0.01920	0.02380	0.02560	0.02500	0.02240	0.01820	0.01280	0.00660	$N_A = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{N_B}	0.00000	0.06009	0.13280	0.21669	0.31040	0.41249	0.52160	0.63629	0.75520	0.87689	$N_B = \Sigma P_{\lambda} \eta$
	η_{N_C}	0.00000	-0.04988	-0.08400	-0.10413	-0.11200	-0.10938	-0.09800	-0.07963	-0.05600	-0.02888	$N_C = \Sigma P_{\lambda} \eta$
III. mező	η_{N_D}	1.00000	0.97838	0.93200	0.86363	0.77600	0.67188	0.55400	0.42513	0.28800	0.14538	$N_D = \Sigma P_{\lambda} \eta$

Az 51. ábra folytonos négytámaszu tartó max.nyom. és felsz. erők hatásábráit tünteti fel.



Összefoglalás. A 49. és 51. ábrán lévő hatásábrákat vizsgálva a hajlítótöltött folytonos többtámaszu tartók méretezése szempontjából veszélyes teherállásokat a XII. táblázat mutatja.

XII. Táblázat. Veszélyes teherállások 3 és 4 támaszu tartókon.

$M_C \max$		
$M_D \max$		
$N_A \max$		
$N_B \max$		
$N_C \max$		
$N_D \max$		
$M_{poz} \max$		

52. ábra.

5./Közvetett mozgóterhelés hatása kéttámaszu tartón.

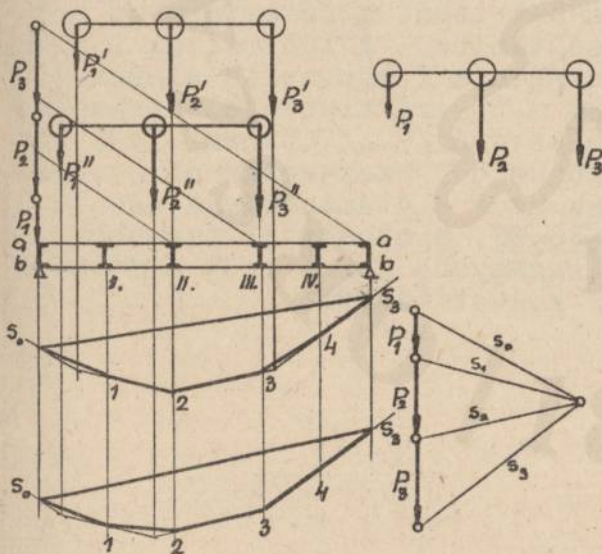
Közvetett mozgóterhelés esetén az "a-a" tartóra /másodrendű hossztartó/ közvetlenül ható terhek több előre meghatározott szelvényben adják át hatásukat a "b-b" főtartóra. A hatás-átadást a keresztartók végzik

A főtartóbar keletkező hatásszenvedések grafikus vagy analitikus meghatározásához az a megfontolás vezet, hogy a másodrendű hossztartónak csak az előre ismert - keresztartók felett fekvő - szelvényeiben keletkező hatásszenvedése adódik át a főtartóra. A hatásszenvedések közül a két legfontosabbat /nyomaték, nyíró erő/ vizsgáljuk.

a./Nyomaték.

A közvetve terhelt "b-b" főtartón akkor lép fel mozgó terhelés hatására max.nyom., ha a tartó közepéhez közeleső közvetítő tartók valamelyike felett a mozgó terhelés a legkedvezőtlenebb teherállást veszi fel, vagyis a kérdéses szelvények felett az illető szelvényre mértékadó erő áll.

Vegyünk fel egy két végén alátámasztott tartót, melyen P_1, P_2, P_3 mozgó erőrendszer halad. A főtartó I, II, III, IV szelvényeiben keletkező nyomatékokat közvetítő tartók adják át. A tartók közepéhez a II és III közvetítő keresztartó áll közel, tehát ezek valamelyikén adódik át az illető szelvényben keletkező legnagyobb nyomaték, mely egyúttal az A'B' tartón fellépő legnagyobb nyomaték lesz. A II. szelvényre mértékadó erő Weyrauch már ismert szerkesztése alapján a P_2 erő. A III szelvényre pedig P_3 erő. E két alternatívából fellépő legnagyobb nyomatékokat kell tehát összehasonlítani és a nagyobbik érték lesz a főtartón fellépő absz.max.nyom. P_1, P_2, P_3 és P_1', P_2', P_3' eltolt erőrendszerekre vonatkozóan megszerkesztjük a nyomatéki ábrát. Minthogy a közvetett terhelési tartóra csak a közvetítő elemeken keresztül adódik át nyomaték, a nyomatéki ábrában csak a berajzolt 1,2,3,4 polygont vehetjük számításba. A két nyomatéki ábra összehasonlítása után láthatjuk, hogy a főtartóra a II közvetítő elemen adódik át a legnagyobb nyomaték. /Ha csak a legnagyobb nyomatékokat keressük, a nyomatéki ábra át rajzolása/1,2,3,4/ nem szükséges, mert ez a tény a max.nyom.értékén nem változtat/.



53. ábra.

a max.nyom.meghatározása közvetítő tartók esetében sem okozhat nehézséget az előbbi, a nyomaték meghatározására vonatkozó megállapítások ismeretében.

b./Nyiróerő.

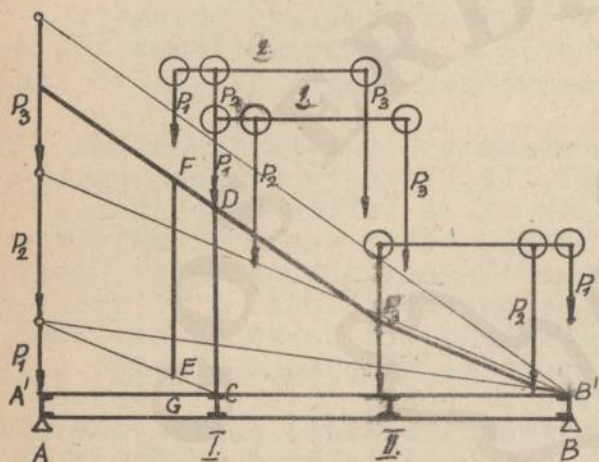
A közvetett terhelés hatására a főtartóban akkora nyiróerő támad bármely közvetítő elem alatti szelvényben, amekkora relatív max. nyiró erőt létesít a mozgó terhelés a terhelést közvetlenül vi-
selő másodrendű hossztartóban a kereszttartók felett.

Az 54. ábrán feltüntetett tartórendszert P_1, P_2, P_3 mozgó erők terhelik. Szerkesszük meg a másodrendű hossztartóra vonatkozóan a max. nyiró erők ábráját. Minthogy a I közvetítő elem felett pl. R_I nyiró erő lép fel mint max. nyiró erő, természetesen a főtartóra is ez adódik át. Ugyanigy a II közvetítő elemnél is.

A szerkesztés azonban nem minden esetben ilyen egyszerű.

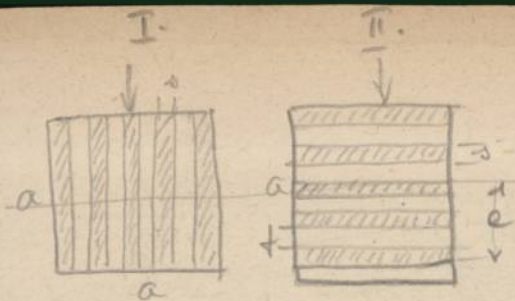
Előfordulhat ugyanis az az eset - különösen ha az erőrendszer szélső erője a többihez viszonyítva kicsi, hogy a főtartóban akkor lép fel a relatív max. nyiró erő, ha az erőrendszer második, esetleg harmadik erője áll a közvetítő kereszttartó felett. Ebben az esetben a főtartón fellépő max. nyiróerőt az alábbi módon határozzuk meg.

Az 54. ábrán az 1. teherállásban a I. kereszttartó felett CD nagyságú nyiró erő támad, ez tulajdonképpen az 1. teherállás esetén jelentkező N_A felsz. erő. Ez hat tehát a főtartóra is a I. szelvényben. A teherállás 2. helyzetében a I. közvetítő elemén át nem a P_1 erő alatt jelentkező GF felsz. erő $/R_{max}/$, hanem - a P_1 kis erő az $A'I$ szakaszban áll -, annak az A' alátámasztásra eső EG



54. ábra.

részlegét belőle le kell vonnunk. $GF - EG = EF$. Minthogy EF nagyobb, mint CD, a 2. teherállás támasztja a legnagyobb nyiró erőt a főtartóban a I. alátámasztás /kereszttartó/ közvetítésével.



$$\text{I. } \Sigma s = 0.4a$$

$$W_{\text{I}} = \frac{\Sigma s a^2}{6} = \frac{0.4a^3}{6} = \underline{\underline{0.067a^3}}$$

$$\text{II. } s = \frac{0.4a}{5} = 0.08a$$

$$f = \frac{0.6a}{5} = 0.12a$$

$$e = 0.44a$$

$$W = \frac{I}{e}$$

$$W_{\text{II}} = 0.092a^3$$

II. FEJEZET.

Hidak tervezéséhez szükséges előzetes tudnivalók.

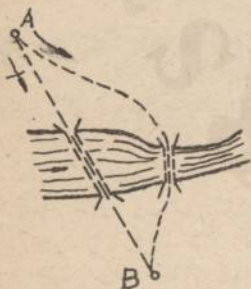
1./A hid helyének megválasztása.

A hidak általában tartozékai valamely szállítópályának, melynek földművét kötik össze, ha ezt vízfolyás, vagy más közlekedési pálya megszakítja. Így a hidak helyének megválasztása szoros kapcsolatban van az illető szállítóberendezés vonalvezetésével. Ha már meglévő pályán kell a hidat megtervezni, annak helye természetesen önként adódik, bár még ilyen esetben is indokolt lehet a hidat a legmegfelelőbb helyen megépíteni. Ha a hid tervezése a szállítópálya tervezésével kapcsolatos, a szállítópályát lehetőleg vezessük úgy, hogy a hid a legmegfelelőbb elrendezésben nyugodjék.

Gazdaságossági szempontok miatt a hid helyének megválasztásakor kettős követelményt kell kielégítenünk: 1./a lehető legkisebb méretű/legkevesebb anyagot emésztő/ és 2./a teherbíró talajon nyugvó hidat kell terveznünk. Ezzel kielégítjük azt a követelményt, hogy a hid építése és fenntartása minél kevesebb költséget emésszen.

A hid helyének megválasztásakor tehát figyelemmel kell lennünk arra, hogy az akadályt - vízfolyást, vagy járópályát - annak tengelyére merőlegesen hidaljuk át. Így egyrészt elérjük azt, hogy az áthidalás legrövidebb, másrészt a ferde hidak szerkezeti kivételének nehézségét és anyagtöbbletét elkerüljük. Olyan esetben, ha a terep ferde áthidalást kívánna, kalkulációs számítással döntsük el, hogy esetleg a patak, vagy ut szabályozásával és merőleges hid tervezésével nem érünk-e el kedvezőbb, olcsóbb megoldást.

Hegyvidéki vasutaknál, utaknál az oldalvölgyeknek vonalfejlesztésre való kihasználáshoz legtöbbször nem kerülhetők el az ívhidak. Ezeket több nyílással képezzük ki olymódon, hogy a nyílások tengelyei egyenesek és egymással poligont alkotnak. Ennek megfelelően a közbülső pillérek trapéz alakúak.



55. ábra.

Vízfolyások áthidalása esetén általában a folyó szűkebb keresztmetszetét kíséreljük meg áthidalni, geológiai okok miatt is, mert rendszeren ilyen helyen a partok teherbírása is nagyobb./55. ábra/ Ebben az esetben figyelemmel kell azonban kísérenünk, hogy a szűk keresztmetszetben nagyobb sebességgel folyó víz nem mossa-e alá majd a hidfőket?

Abban az esetben természetesen, amikor a hid helyének fekvése előre adott /beépített területek felüljárói, helyreállítások/ a fenti szempontokat nem vehetjük figyelembe.

Ahhoz, hogy a hidat a megépítéshez megkívánt pontossággal helyezhessük el alaprajzi elrendezésben, ismernünk kell pontosan a terepet, ahol a hidat tervezzük.

A terep pontos felvétele közvetlenül a hid környékére terjed ki. Ha az áthidalás a helyszíni megítélés eredményeképpen több helyen is alkalmasnak mutatkozik, úgy a terep felvétel is a kérdéses hosszabb szakaszt öleli fel.

A terep felvétel a geodézia ismert eljárásainak valamelyikével történik. /Szintezés, keresztszelvényezés, tachimetria/.

A keresztszelvények felvételéhez az áthidalandó vízfolyás, vagy szállítópálya mentén polygont fektetünk, melynek pontjait talajkaróval/főld színéig bevert oca 10 cm átmérőjű 40-50 cm hosszú cövek tetején szöggel rögzítjük. Ezután meghatározzuk a szállítópálya felvételi polygonjának /amelyen a hidat tervezzük/ metszéspontját és bezárt szögét a mi felvett polygonunkkal. Ezután az általunk fektetett polygont bemérjük /szögeit és oldalhosszait/. A terep felvételre szolgáló polygont szalaggal és cövekkel a terep egyenletességétől függően ritkább, vagy sűrűbb szakaszokra bontjuk és ezen szakaszok végpontjaiban derékszögű szögtűzővel, vagy egyéb módon mérőlegeseket állítunk, hogy azok metszék a hegyoldalt, vízfolyást, vagy áthidalandó szállítópályát. Ezután a polygonunk minden egyes pontját beszintezzük, akár egy, a legmélyebb pontban választott viszonyított síkra vonatkozólag, akár pedig - és ez a helyesebb - az illető tervezett szállítópályának rögzített magassági pontjára vonatkozóan. A szintezést szintező műszerrel, vagy libellás léccel is végezhetjük. Az így már ismert magasságu pontokban keresztszelvényeket veszünk fel. Műszerrel, vagy rendszerint libellás léccel megállapítjuk a felvett szelvények tereppel való metszésének szintmagasságát 4 m-ként, illetve ahogy a tereptörések megkívánják. Ha a mérőleges szelvények vízfolyást kerszteznek, úgy meg kell határoznunk a meder sodrának hajlását a szelvényhez, azonkívül a két part magassági és helyszínrajzi fekvését. A vízmeder keresztszelvényezését úgy végezzük, hogy a vízfolyás felett sodronykötelet feszítünk és meghatározott távolságokban, /partok felé sűrűbben, meder közepe felé ritkábban/ mérőruddal /szondával/ állapítjuk meg az egyes pontokban a meder mélységét. A meder keresztszelvény ismerete fontos a hidnyílás magasságának megtervezéséhez is. A hidnyílás magasságának megállapításához már most megmérjük a folyó víz közepes szelvénysebességét és a vízszint relatív esését /a relatív esés mindig tiszta szám!/.

A tachimetrikus felvétel a terepen gyorsabban végezhető el, de sokkal több belső számítási munkát ad, mint a keresztszelvényezéssel történő terep felvétel.

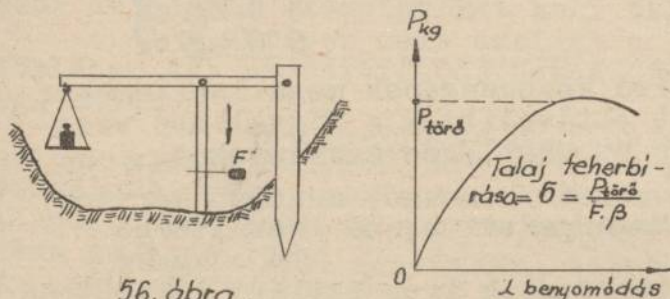
A terep felvétele után a mérési jegyzőkönyvek alapján elkészítjük a terep rétegvonalas térképét.

A hidakat csak teherbíró talajon építhetjük ezért - főleg nagyobb áthidalások esetén - tájékozódást kell szereznünk a talajról, amely a hidfőket és pilléreket hordja.

A legfontosabb tényezőnek, a talaj teherviselő képességének meghatározását, magunk is elvégezhetjük az u.n. talajpróba-terheléses eljárással. Leasunk a készítendő alapfenéig és ott hajtjuk

vége a próbaterhelést. A terhelést közvetlenül ráhordott, vagy megfelelő karral megnövelt súlyokkal /ólom, vas sínnek, kőcövek/ végezzük. A benyomódás, mint az erőnek

függvénye adja meg a talaj benyomódásának görbéjét. Ahol a görbe hirtelen megnövekszik, ott tekinthetjük a talaj teherbírást kimerültnek.



56. ábra.

Ennek harmadrésze a megengedett feszültség azon a helyen. A görbe megszerkesztése a következő módon történik: A terhelést a terhelte felületen $/F_{cm^2}/$ egyenlő időközönként mindig azonos értékkel növeljük. Minden időköz végén leolvassuk a besüllyedés értékét. Az adatokat jegyzőkönyvbe írjuk értékpárok alakjában. PI.

5'	10 kg	1.0 mm
10'	20 kg	2.0 mm
15'	30 kg	5.0 mm

Ezeket az értékpárokat koordináta rendszerben felhordjuk. A görbe hirtelen törése mutatja a talaj teherviselő képességének ki-merülését, ezen érték harmadrésze a megengedett nyomófeszültség.

$$\delta z = \frac{F}{F} ; \sigma_{meg} = \frac{\alpha z}{\beta}$$

Az altalaj megengedett nyomófeszültségére nézve az alábbi értékeket is irányadónak vehetjük:

a./iszap, tőzeg, láp, humusz	0 kg/cm ²
b./finom homok /1 mm szemnagyságig/	2 kg/cm ²
közép és durva homok/1-3 mm-ig/	3 kg/cm ²
kavics és kavicsos homok	4 kg/cm ²

A fenti értékek 2 m széles alapozás esetén érvényesek. 10 m széles alap esetén az előbbi értékek sorra 0-5-8-10 kg/cm². A két alapozási méret közötti értékekre lineárisan interpolálunk. /homok és kavics általában jó alapozást nyújt, de kimosás ellen védenünk kell/.

c./kötött talajok:

1./agyag. A teljesen száraz sziklaszerű agyag jó alap, de csak abban az esetben, ha víz nem juthat bele. Ha vízzel érintkezik, csuszó felületek képződnek benne, melyek a teherbíró képességet erősen lecsökkentik. Ha agyag felett homok, vagy kavicsrétegek vannak, az alappal le kell mennünk a szilárd agyagig, mert a felső homokrétegek az agyagon könnyen elcsuszognak. A nedves agyagban megengedett nyomófeszültség

0.5-2 kg/cm².

2./Homokos agyag. Több méteres vastagságban megbízható alap, de nem szabad megbolygatni /cölöpözni/

2.5-5 kg/cm².

3./Márga. Homokos agyag és mészkő keveréke. A megengedett nyomófeszültség értékei:

folyékony állapotban	0.0 kg/cm ²
puha, könnyen kenhető állapotban	0.4 kg/cm ²
rideg, nehezen kenhető állapotban	0.8 kg/cm ²
félkemény állapotban	1.5 kg/cm ²
kemény állapotban	3.0 kg/cm ²
köves márga	5.0 kg/cm ²

d./Szikla talaj. Teherbíró képességének megállapításakor a felületi törmeléket eltávolítjuk s figyelembe vesszük a rétegződést és az esetleges zárványokat.

1./ Zárt rétegződésű kőzet /homokkő, mészkő, márvány, dolomit, pala/. Megengedett nyomó feszültsége

10.0 kg/cm²

2./ Az előbb felsorolt kőzetek igen szilárd állapotban

15.0 kg/cm²

3./ Tömör kőzetek/gránit, szienit, bazalt, andezit, gneisz/

30.0 kg/cm².

Nagyobb méretű hidak tervezésekor pontos talajmechanikai vizsgálat szükséges.

Századunk 20-as éveiben fejlődött komoly önálló tudománnyá az altalaj fizikai és mechanikai tulajdonságainak vizsgálata: az u.n. talajmechanika.

Az altalaj egy rendkívül bonyolult, egyáltalán nem egynemű - inhomogén - anyag, melynek összetétele, szemszerkezete, rétegződése, vízáteresztő képesség, víztartalma, képlékenysége, összenyomhatósága stb. mind hatással vannak teherviselő képességére.

Kémiai, ásványtani, közettani és talajfizikai tudás szükséges tehát ahhoz, hogy valaki az altalajt jól ismerje. A talaj fizikai tulajdonságainak megállapításához, a laboratóriumi vizsgálatok a legalkalmasabbak. E célra a talajból mintát kell venni. A mintavétel próbagödör ásással, vagy próbafurással történik. Leásni, vagy furni mélyen a leendő alap alá kell, mert az alsó rétegek hordják a terhet. Addig a mélységig kell tehát a vizsgálatot megejtenünk, ameddig a terhelés olyan nagy felületen oszlik el, hogy az átadott igénybevétel nem zavarja meg az altalaj természetes egyensúlyi állapotát. Ez a mélység az alap szélességének 1,5 - 2,5-szerese.

Talajpróbát minden eltérő szerkezetű, eltérő szemnagyságú és víztartalmu anyagból kell vennünk. A kiemelt talajmintát - lehetőleg meg nem zavart állapotban - bő száju /patent/ üvegben tároljuk, gondoskodva arról, hogy a minta eredeti állapotában megmaradjon, főleg víztartalmából ne veszítsen. A próbát laboratórium hiányában állami laboratóriumba küldjük /Műegyetemi talajvizsgáló, Máv. talajvizsgáló laboratórium/, ahol a következő vizsgálatokat ejtik meg: szemszerkezet, fajsúly és térfogatsúly, víztartalom, hézagtérfogat, vízáteresztő képesség, surlódási tényező és kohézió, összenyomhatóság megállapítása.

Az alapozás elvégzése előtt meg kell vizsgálnunk a létesítendő hídfoék helyén a talajvizet is. Mind a fa, mind a betonból készült hídfoékre veszélyes, ha a talajviz kén tartalmu, humusz savas, kloridot tartalmazó, vagy teljesen lágy. Két drb. literes üvegben a talajvizből mintát veszünk és ennek összetételét megvizsgálztatjuk. A későbbi építkezésre nézve legveszedelmesebb az, ha a talajviz SO_3 gyököt tartalmaz. Ennek maximális mennyisége literenként 250 mg lehet.

2./ A híd anyagának megválasztása.

Mielőtt a híd tervezéséhez kezdenénk, az áthidalás helyének és nagyságának ismerete mellett, el kell döntenünk, hogy milyen anyagból tervezzük hidunk al- és felépítményét. Az anyag megválasztásakor az alábbi szempontokat kell figyelembe vennünk.

a./Milyen célt szolgál a létesítendő híd? Erdei hidjaink általában két csoportra oszthatók: vannak ideiglenes és állandó jellegű hidak.

Az ideiglenes hidak azoknak a járópályáknak tartozékai, amelyek alkalomszerinti ápolási, védelmi, vagy rendezési feladatokat szolgálnak, vagy elszigetelt vágásterületek egy-két évi faanyagának kiszállítása, esetleg kiközelítésére épülnek. Ebben az esetben általában a kis építési költséggel elkészíthető fahidakat választjuk, mert bár ezeknek fenntartási költsége nagy, de ideiglenes jellegüknél fogva

ez számításba nem jön. Időszakos erdei vasutakon gazdaságosak lehetnek a vashidak is fahidrókkal.

Az állandó hidak hosszú időre tervezett szállítópályák részei. Minthogy ezeknél a hidaknál a gazdaságosságot nemcsak az számít meg, hogy építési költségük mekkora, hanem a fenntartási költségek is lényegesen befolyásolják ezt a tényt, anyaguk csak ritkán fa, inkább vas, - főleg erdei vasutakon - vagy kő és vasbeton.

Ha az építési és fenntartási költségek szempontjából összehasonlítjuk a különböző anyagu hidakat, akkor azt tapasztaljuk, hogy a fahidak olcsón előállíthatók, de időtállásuk kicsi, fenntartási költségük pedig magas. A vashidak építési költsége nagy, de a fenntartás költségei korszerű karbantartás mellett minimálisak. A kő és vasbeton hidak költséges szerkezetek, de ugyszólván semmi-nemű fenntartást nem igényelnek.

b./ Az építőanyag megválasztása a támasztóköznek is függvénye. Fahidak csak aránylag kis távolságok áthidalására alkalmasak, míg pl. a vashidakkal hatalmas támasztóközöket hidalhatunk át. A XIII. táblázat a leggazdaságosabb áthidalások értékeit tünteti fel különböző faszerkezetű tartók esetén.

XIII. Táblázat.

A közuti hid főtartójának neme	Támasztóköz		
	nagy terhelés esetén	közepes / m. /	kicsi / m. /
Egyszerű fagerenda	6,6	7,8	8,5
Fogazott tartó	7,7	8,8	9,5
Ékelt tartó / 2 gerenda/	8,6	10,4	11,3
Tuskós tartó / 2 gerenda/	7,8	8,9	9,7
Szegezett tartó	10,0	12,0	20,0
Egyszerű függesztőmű		5 - 7	
Kettős függesztőmű	24,0	7 - 12	
Egyszerű feszítőmű		8 - 4	
Kettős feszítőmű	15,0	8 - 12	
Rácsostartó	30,0		
A vasuti hid főtartójának neme	Támasztóköz		
	1435 mm nyomtáv esetén	1000 / m. /	760 / m. /
Egyszerű gerenda / 2 tartó/	2,6	2,8	3,1
Egyszerű gerenda / 4 tartó/	3,8	4,1	4,5
Fogazott kettős gerenda / 4 tartó/	8,4	9,5	10,6
Ékelt kettős gerenda / 4 tartó/	10,0	11,3	14,5
Ékelt hármás gerenda / 4 tartó/	14,1	15,7	17,3
Tuskós kettős gerenda / 2 tartó/	9,0	10,8	13,7
Tuskós négyes gerenda / 4 tartó/	22,1	24,9	27,7

57. ábra.

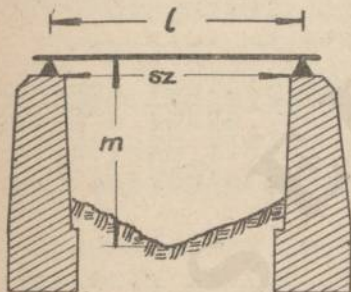
előírások szerint a hidra férő vonatsúly 10 %-a.

Jegyezzük meg, hogy a lejtős hidak támasztóköze nem az alátámasztások ferde távolsága, hanem annak vízszintes vetülete.

4./A hidnyílás szélességének és magasságának megállapítása.

A hidnyílás szélessége: a hidfők homlokfalának egymástól való merőleges távolsága, a hid-tartószerkezet legalsó elemének síkjában mérve.

A hidnyílás magassága: a tartószerkezet alsó élének távolsága a meder legmélyebb pontjától. /59.ábra/.



59. ábra.

A hidnyílás szélessége és magassága olymódon van kapcsolatban egymással, hogy adott áthidalandó keresztmetszervény-terület esetén az egyiknek növelése a másik értékcsökkentését teszi lehetővé.

A legtöbb esetben adott szélességhez kell a szükséges hidnyílás magasságot meghatároznunk.

Felüljáró esetén az úrszelvény határozza meg a nyílás magasságot. A hatóságilag előírt úrszelvény fölött és mellett ugyanis legalább 35 cm szabad helyet kell hagynunk. Az úrszelvény nagyságát erdei vasuton az 58. ábra mutatja, gyalogutak felett az úrszelvény magasságát 2 m-nek, kocsutak felett pedig 4.5 m-nek vehetjük.

Folyami hidaknál a várható legmagasabb vízállás felett 4 m számításba véve azt is, hogy a majd beépített hid pillérei és hidfői a legmagasabb vízállást még egy bizonyos h-értékkel duzzasztják, szűkítésre berendezett folyókon 1.0 m-től 1.5 m szabad közt kell felette hagynunk. Tutajozás esetén a szabad magasság a tutajozás ideje alatt előforduló legnagyobb megduzzasztott vízszin felett 2.5 m. Vas és fahidaknál a sarukat, illetve a sárgerendákat is árvízen felül kell elhelyeznünk.

Ha az áthidalandó vízfolyás felett már van hid a közelben, annak nyílás magassága irányadó lehet tervezésünkhöz. Ha a közelben nincs hid, meg kell határoznunk a várható árvíz magasságot. Ennek meghatározása a következő eljárások valamelyikével történik:

a./Az építést megelőzően a lefolyt árvíz legmagasabb vízállásáról hitelesnek elfogadható adat áll rendelkezésünkre. Ilyen esetben meg kell határoznunk a hid beépítésével fellépő duzzasztás magasságát. Hogy ezt meghatározzassuk, ismernünk kell a keresztmetszervényen másodpercenként átfolyó árvíz mennyiségét. /Vizemésztés/.

Az átfolyt vízmennyiség $Q \text{ m}^3/\text{sec} = \mu \cdot F \cdot v$

Az egyenletben μ a víz kontrakciós állandója. μ értékei:

Egynyílású hid esetén

$$\mu = 0.97$$

Többyílású hid esetén, ha a pillér a víz sodrával szemben legömbölyített.

$$\mu = 0.85 + 0.014 \sqrt{sz}$$

Többyílású hid esetén, ha a pillér a víz sodrával szemben ék alakúan végződik.

$$\mu = 0.78 + 0.021 \sqrt{sz}$$

Többyílású hid esetén, ha a pillér merőleges sikkal fordul a víz felé.

$$\mu = 0.70 + 0.029 \sqrt{sz}$$

Az egyenletekben szereplő "sz" a hidnyílás hossza méterben.

"F" a szelvényterület m^2 -ben, melyet a felrajzolt terepkereszt-szelvényből az ismert árvíz színéig határoztunk meg. Leggyorsabb eljárás "F" meghatározásához a planimetralás. "v" az árvíz közepes sebessége. Ha közvetlenül mérhetjük, akkor "v" értéke mérési adat, ha ez nem lehetséges, "v" értékét Chezy egyenletéből határozhatjuk meg.

$$v = c \sqrt{JR}$$

Az egyenletben szereplő "c" állandó értékét Darcy egyenletéből határozhatjuk meg

$$c = \frac{87}{1 + \frac{K}{\sqrt{R}}}$$

γ értékei: csatornaszerű, köves meder esetén $0^{\circ}47'$
földmeder szabályos keresztmetszettel $1^{\circ}30'$
szabálytalan meder $1^{\circ}75'$

Az egyenletben szereplő "R" a hidraulikus sugár m-ben. "R" értékét úgy határozzuk meg, hogy a vizesített területet elosztjuk a vizes ke-
rülettel /amilyen hosszúságban a vízfolyás tehát a talajjal érintke-
zik egy kereszt-szelvényben/.

"c" értéke megközelítően 50, szabályos meder esetén 60.

"I" jelenti a relatív esést /tisztá szám!/. Pl. ha 5 km-en 25 m-el
süllyed a lefolyó víz szintje: $J = \frac{25}{5000} = 0.005$

A meder vízemésztésének ismeretében a magyar hatósági e-
lőírás szerint most már meghatározhatjuk a hid beépítése következté-
ben előálló duzzasztási magasságot

$$h = \frac{Q}{2gmB} \left[\frac{B^2}{\mu^2 b^2} - 1 \right]$$

Az egyenletben Q =a vízemésztés m^3/sec
 g =a föld okozta nehézségi gyorsulás $9.81 m/sec^2$
 m =az árvíz ismert magassága m-ben
 B =a meder szélessége közvetlenül a hid előtt m-ben
 μ =az előbb említett kontrakciós tényező
 b =a hid szabad nyílásszélessége./pillérek és hidfők
közti távolságok összege/. m-ben.

A hidnyílás szükséges magassága /M/ pl. tutajozásra nem használt fo-
lyókon lesz tehát: $M = m + h + 1.00 m$.

b./ Ha az árvízről nincsenek megbízható adataink, akkor
gyakorlati egyenletekkel meghatározzuk a várható maximális vízemész-
tést. Az ismert kereszt-szelvényből megállapítjuk az ennek megfelelő
"m" árvízmagasságot és a "h" duzzasztást. Végül a két érték összegé-
hez hozzáadjuk a hatóságilag előírt szabad nyílásmagasságot és nyer-
jük a hidnyílás szükséges magasságát.

A várható legnagyobb árvízmennyiségre vonatkozóan jó kö-
zelítő eredményt ad 10 km-nél nagyobb vízgyűjtő területekre Kresnik
egyenlete:

$$Q = \alpha \frac{30}{0.5 + \sqrt{T}} \cdot T \dots m^3/sec/km^2$$

α általában 1.00 , erősen erdős területen 0.6 , kopár, szik-
lás területen 2.0 . "T" jelenti a vízgyűjtő terület nagyságát km^2 -ben.

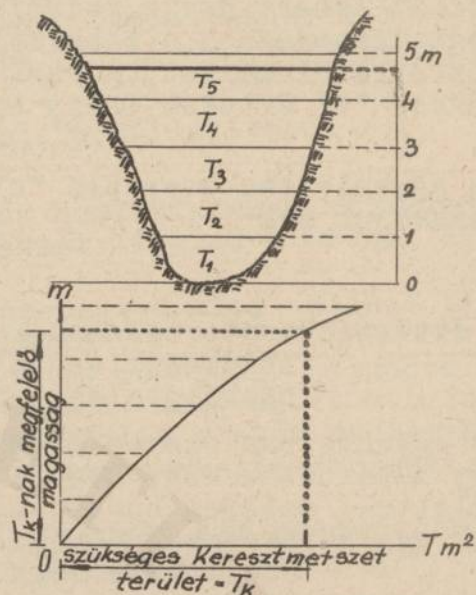
Meghatározhatjuk a várható árvízmennyiséget XIV.táblá-
zat adatainak segítségével is.

XIV. Táblázat.

A km^2 -enkint várható legnagyobb árvízmenyiség.

A völgy hossza	Hegyes		Dombos		Gyengén lejtős	
	majdnem erdőtlen	erdős	majdnem erdőtlen	erdős	majdnem erdőtlen	erdős
	vízgyűjtő területen: m^3/sec .					
1 km	8	4.0	6.6	3.3	4.0	2.0
2 "	7	3.5	5.8	2.9	3.5	1.8
4 "	6	3.0	4.5	2.3	3.0	1.5
8 "	4	2.0	3.0	1.5	2.0	1.0
12 "	3	1.5	2.3	1.2	1.5	0.8
16 "	2	1.0	1.5	0.8	1.0	0.5
16 > "	1	0.5	0.8	0.4	0.5	0.3

60. ábra.



61. ábra.

Ha a keresztmetszvény alakja szabálytalan, a szükséges "F" felület nagyság "m" magasságát sávonként való területméréssel határozzuk meg. Az egyes sávok területértékeit legegyszerűbben grafikusán felhordjuk, s a grafikonról a vízemésztéshez szükséges keresztmetszvénynek megfelelő, előre meghatározott "F" területhez tartozó "m" pontos értékét közbesítéssel könnyen leolvashatjuk /61. ábra/.

Míthogy

$$Q \text{ m}^3/\text{sec} = \mu F v$$

ebből

$$F = \frac{Q}{\mu v}$$

Ha a keresztmetszet alakja pl. derékszögű négyszög / $T = a \cdot m$ / úgy a magasság

$$m = \frac{Q}{\mu a v}$$

a hidnyílás teljes magassága pedig: $M = m + h + 1.00 \text{ m}$.

5./ Hidakra ható terhelések.

A hidakra ható terhelések lehetnek állandóak, és jelentkehetnek a terhelések csak bizonyos körülmények között. A terhelések lehetnek statikusak /álló terhelések/ és dinamikusak /mozgó terhelések/. A terhelések iránya lehet függőleges és vízszintes /ferde irányu erők is ezen két komponensre bonthatók/.

I. Függőleges terhelések.

a./ Állandó terhelések.

Az állandó terhelések/általában álló terhelések/ jellegük-nél fogva többnyire egyenletesen osztottak, esetleg koncentráltak. Egyenletesen osztott terhelésként hat a hidak saját súlya.

XV. Táblázat. Fahidak önsulya Winkler szerint kg/fm.

Tartószerkezet	Szabványos	1000 mm	760 mm
	nyomtávolság esetén: kg/fm		
Egyszerű v. erősített gerenda	615 + 74ℓ	370 + 55ℓ	250 + 46ℓ
Fogazott gerenda	615 + 80ℓ	370 + 65ℓ	250 + 58ℓ
Ékelt gerenda	615 + 70ℓ	370 + 55ℓ	260 + 48ℓ

Ha hidon feltöltés is van, ennek sulya hozzáadódik az önsulyhoz. Nagyságát a töltésanyag fajsúlyának ismeretében az 1 m² felületre eső köbtartalomból számíthatjuk ki. Az egyes anyagok fajsúlyát a XVII. táblázat tünteti fel.

62. ábra.

XVI. Táblázat. Közúti fahidak önsulya a hid alapterület m²-re kg/m².

A hidpálya neve	Egyszerű	Fogazott	Ékelt
	gerendás tartószerkezet esetén		
	kg/m ²		
Egyszerű pallóborítás	130 + 13ℓ	130 + 16ℓ	130 + 13ℓ
Kettős pallóborítás	170 + 16ℓ	170 + 17ℓ	170 + 14ℓ
Faburkolat	300 + 16ℓ	300 + 18ℓ	300 + 14ℓ
Kavicsolt	380 + 18ℓ	380 + 18ℓ	380 + 15ℓ
Kövezett	690 + 18ℓ	690 + 18ℓ	690 + 15ℓ

63. ábra.

Az önsúly értékeit az egyes hidakon a támasztóköz függvényében empirikus egyenletek adják meg, még pedig vasúti hidakra nézve a hid 1 m hosszúságában és teljes szélességében, közúti hidakon pedig a hidpálya 1 m-ére / 1 m hosszú, 1 m széles/. Az egyenletek / táblázatokban / között nem szereplő hidak - szegezett fatartós, kő, vasbeton - önsúlyát előzetes hozzávetőleges méretezés alapján / próbaméret / a szükséges köbtartalom és az anyag fajsúlyának ismeretében határozzuk meg.

Rácsos szerkezetű vasúti fahidak sulya kg-ban 1 m-nyi hidhosszúságra vonatkozóan meghatározható Melán szerint a következő egyenletből

$$g = \frac{\alpha \ell_m - \beta}{1 - 0.006 \ell_m} \dots \text{kg/fm}$$

Az egyenletben α és β értékeit a XVIII. táblázat tartalmazza.

XVII. Táblázat.

Anyag	kg/m ³
Tégla fal	1400 - 1600
Beton	1800 - 2200
Vasbeton	2400
Tufabeton	1300
Salakbeton	1400
Mész-kőfalazat	2500
Homokkő -"-	2200
Gránit -"-	2500
Folytvas	7850
Öntöttvas	7250
Tölgyfa (lsz)	800
-"- (friss)	1000
Bükk (lsz)	700
-"- (friss)	1000
Lútfenyő (lsz)	380 - 480
Vörösfenyő (lsz)	550 - 600
Termőföld	1400 - 1800
Kavics	1800 - 1850
Homok	1580 - 2000
Agyag	1600 - 2000

64. ábra.

XVIII. Táblázat.

Nyomköz mm	α	β
1435	39	1100
1435	32	850
1000	22	700
760	16	600

Vashidak önsulya támasztóköz, a hidszerkezet és a vasút nyombőségének függvénye.

Vasuti vashidak önsulya:

Szabványos nyomtávolságú vasutaknál alsópályás szerkezettel, ágyazás nélküli felépítmény esetén egyvágányú hidaknál.

Ha "I" = 20-40 m $g = 1850 + 27 l_m$ kg/fm

"1" = 40-80 m $g = 2000 + 27 l_m$ kg/fm

ugyanaz kavicságyas felépítménnyel:

Ha "1" = 10-25 m $g = 4000 + 49 l_m$ kg/fm

Felsőpályás szerkezettel ágyazás nélkül $g = 1600 + 27 l_m$ kg/fm

65. ábra.

Közuti vashidak önsúlyát a XIX. táblázat értékei adják. /kg/m²/

XIX. Táblázat. Közuti vashidak önsulya. /kg/m²/.

Hidpálya neve	Kocsipályáé	gyalogúté
	kg/m ²	
Kettős pallóborítás	$g_1 = 215 + 2.3 l + 0.02 l^2$	$g_2 = 60 + 2.3 l$
Kavicsolt pálya	$g_1 = 590 + 2.8 l + 0.025 l^2$	$g_2 = 60 + 2.3 l$
Városi hid	$g_1 = 730 + 3.2 l + 0.028 l^2$	$g_2 = 80 + 2.7 l$
Kövezett pálya	$g_1 = 960 + 3.7 l + 0.029 l^2$	$g_2 = 80 + 2.7 l$

66. ábra.

Az előzőekben közölt empirikus egyenletek megközelítő értékeinél pontosabb eredményt kapunk, ha előzetes mérekszámítással a meghatározott hidtartó szerkezetnek köbtartalmából kiszámítjuk a súlyát és ehhez hozzáadjuk a felépítmény egyéb tartozékainak súlyát.

Ennek meghatározásához megkönnyítésül az alábbi értékeket adjuk:

Közutak pallóborításának súlya puhafa esetében 9.v kg/m², keményfa esetében 10.v kg/m², ahol "v" a palló vastagságát jelenti cm-ben.

Kavicsolt hid középen 25 cm kavics vastagsággal, vagy 17cm vastag kövezet 6 cm vastag homokba ágyazva 600 kg/m².

Vasuti kavicsolt hidpálya súlya

ha a nyomköz 1435 mm 1600 kg/fm
760 mm 1200 kg/fm

kavicságy nélküli vasuti felépítmény súlya

ha a nyomköz 1435 mm 480 kg/fm
760 mm 250 kg/fm.

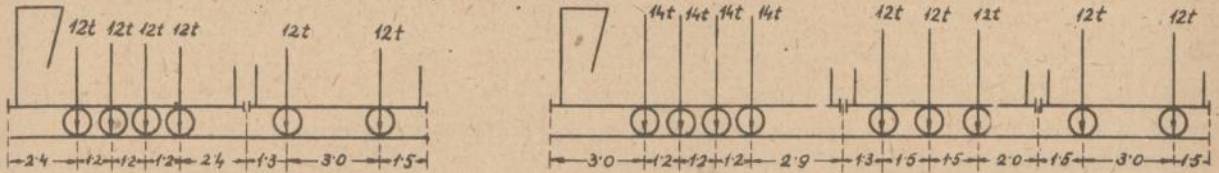
A gyaloghidak önsúlyát 2 m-es szélességben 150 kg/fm-nek számítjuk.

A hidakon álló embercsoportok /embercsődület/ súlyát 300 kg/m²-nek számítjuk.

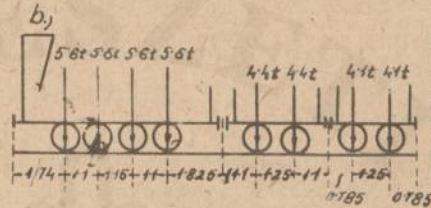
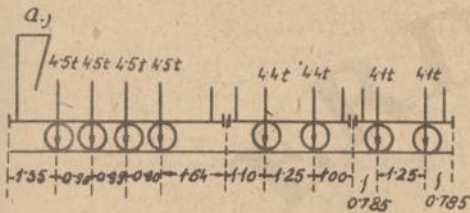
A hőterhelés értéke 75 kg/m².

Vasuti hidak mozgó terhelése.

1. Szabványos nyomtávolságú helyiérdekű vasuti hidakon

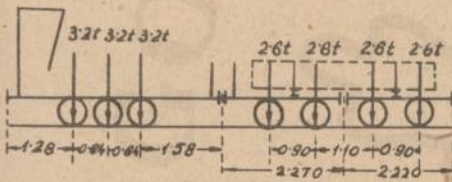


2. A magyarországi 760 mm nyomtávú erdei vasutak hidjain



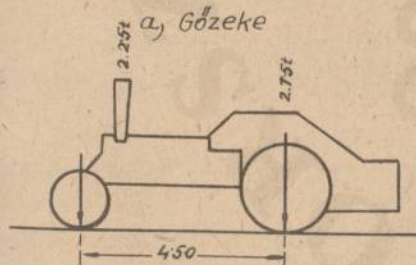
A 2 b. teher-séma érvényes a 24 tonnás mozdony esetében is, csupán az 5.6 t. tengelynyomás helyett 6.0 tonnával számolunk!

Vasuti hidaknál mindig két egymás után, vagy egymással szemben elhelyezett mozdonyral és az egyik mögé kellő számban kapcsolt vasuti kocsikkal számolunk.

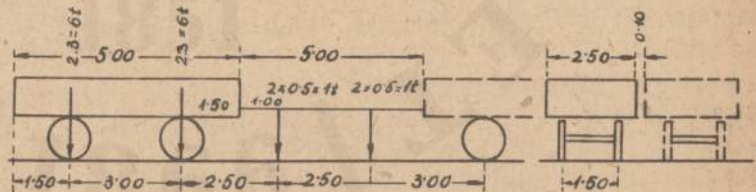


Úti hidak mozgó terhelése.

1. Elsőrendű közúti hidakon



b) 12 tonnás közúti jármű



c) 8 tengelyből álló egyenként 5 tonna tengelynyomású vonat.



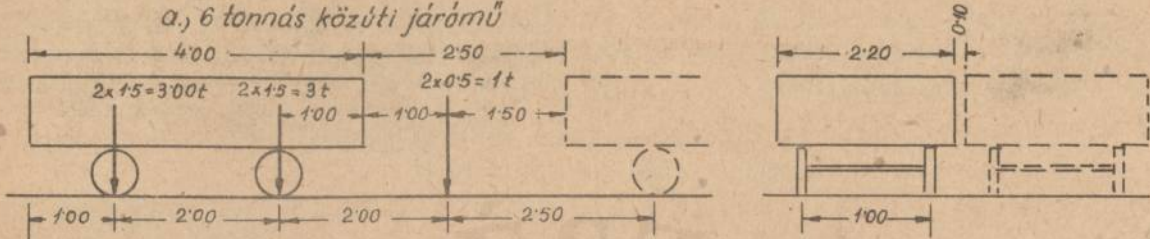
d) A hídpálya m²-en 400 kg egyenletesen osztott terhelés.

2. Másodrendű közúti hidakon:

- a.) Ugyanaz $\frac{1}{b}$ alatt
- b.) Ugyanaz mint $\frac{1}{c}$ alatt
- c.) A hidpálya m^2 -én 350 kg. egyenletesen osztott terhelés

3. Harmadrendű közúti hidakon:

- a.) 6 tonnás közúti jármű



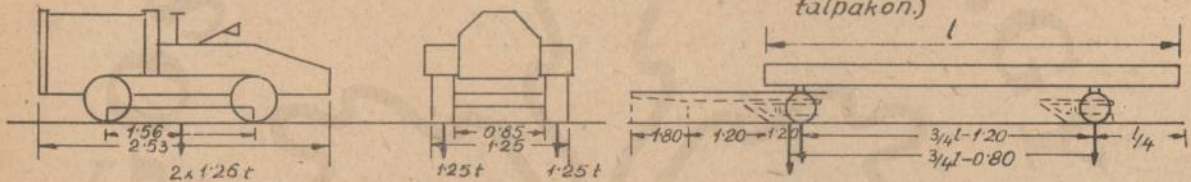
- b.) A hidpálya m^2 -én 300 kg. egyenletesen osztott terhelés

4. Erdei utak hidjain:

- a.) 2.80 m. útszélességig

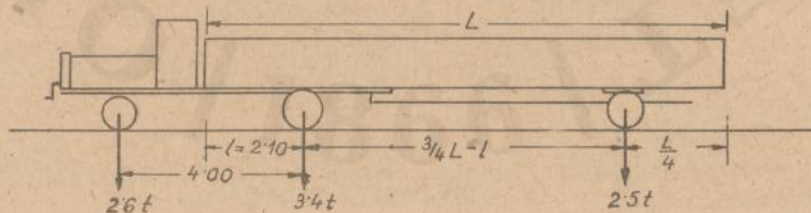
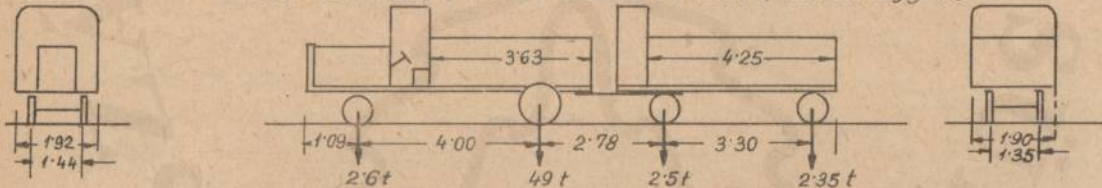
100 kg/ m^2 egyenletesen osztott terhelés vagy 75 kg/ m^2 egyenletesen osztott hőtér és a következő tehervázlatok egyike

Lóncfalpas traktor



- b.) 2.80-4.00 m útszélesség mellett:

1.50 kg/ m^2 egyenletesen osztott terhelés vagy 75 kg/ m^2 egyenletesen osztott hőtér és az alábbi tehervázlatok egyike



- 4 m-en felüli útszélesség mellett:

200 kg/ m^2 egyenletesen osztott terhelés vagy az előző tehervázlatok valamelyike. 3 m hídnnyíláson közepén alkalmazott legalább 5 tonna teher.

Általában véve közúti hidakon a hidon egyszerre közlekedhető legnehezebb közúti járművek terhelése az irányadó, a szabadon maradt híd pályája részen embercsődülettel kiegészítve - a jármű mellett legalább 10 cm biztonsági köz betartásával - .

Vasúti hidak esetén mindig a pályán közlekedő legnehezebb két egymással szembefordított mozdony s az utánnuk kapcsolt terhelt kocsikból összeállított szerelvény az irányadó.

A mozgó terhelés okozta dinamikus hatást is számításba kell vennünk, kivéve a fahidakon, mert itt a megengedett feszültségek értékében ez már benne szerepel.

A dinamikus hatást úgy vesszük figyelembe, hogy az egyes maximális igénybevételek értékét /absz.max.nyom., absz.max. nyíró erő/ megszorozzuk az u.n. dinamikus tényezővel. Ezáltal a pillanatnyi terhelés okozta igénybevételt/státikus terhelésre megállapított igénybevétel/ a való állapotnak megfelelően mint dinamikus igénybevételt vonjuk be számításainkba. A dinamikus tényező μ /tisztá számérték.

A magyar vasúti híd szabályrendelet értelmében a dinamikus tényező, amellyel a mozgó terhelés okozta igénybe vétel /nyomaték, nyíró erő/ megszorozandó:

vashidakon

a./fővonalon

$$l < 20 \text{ m}$$

$$l > 20 \text{ m}$$

$$\mu = 1^{\circ}5 + 0^{\circ}001 (20 - l)^2$$

$$\mu = 1^{\circ}5$$

b./mellékvonalakon

$$l < 20 \text{ m}$$

$$\mu = 1^{\circ}5 + 0^{\circ}0007 (20 - l)^2$$

vasbetonhidakon

$$\mu = 1^{\circ}4$$

A közúti híd szabályrendelet szerint pedig:

vashidak esetében

$$\mu = 1^{\circ}4$$

vasbetonhidak esetében

$$\mu = 1^{\circ}3$$

II. V i z s z i n t e s t e r h e l é s e k .

Hidak tervezésekor az alább felsorolt terheléseket, ha a szerkezetekben jelentős igénybevételt okoznak, szintén számításba vesszük.

a./Vízszintes irányu terhelés az egyoldali szélnyomás, amely nemcsak a tartószerkezet igénybevételét változtatja meg, hanem a hidakat még eldöntéssel is fenyegeti. A szélnyomás okozta eldöntés ellen $1^{\circ}5$ -szörös biztonsággal kell számolnunk. A szélnyomás terheletlen hidon m²-ként az oldalfelületre egyenletesen elosztva 250 kg-nak, terhelt hidon 150 kg-nak veendő a magyar híd előírás szerint. A szél támadó felületének tömör tartók esetén az oldalfelület $1^{\circ}4$ -szere-se számítandó, míg rácsos szerkezetek esetén az oldalfelület $1^{\circ}7$ -szere-se, hozzáadva mindkét esetben a pályaszerkezetnek a főtartók által nem takart felületrészeit is. Terhelt hidon a főtartók oldalfelületének a terhelő kocsi vonat takarta részeit figyelmen kívül kell hagynunk, de ezzel szemben a kocsi vonatnak szélnyomástól támadott felületeként közúti hidakon a pályaszint felett 2 m magas, szabványos nyomtávolságú vasúti hidakon a sín felső éle felett $0^{\circ}5$ m magasan kezdődő és 3 m magasságig érő, keskeny vágányú vasutaknál pedig a sín felső éle felett $0^{\circ}4$ m magasan kezdődő és 2 m magasságig terjedő forgalmi szalag oldalfelületét kell számításba vennünk.

b./Vízszintes irányu terhelés az ivben fekvő hidakon fellépő centrifugális erő. Ennek értéke, ha R sugaru köríven a Q súlyú jármű "v" sebességgel halad

$$P_{kg} = \frac{Q}{g} \frac{v^2}{R}$$

Az egyenletben $Q = \text{kg}$, $g = 9.81 \text{ m/sec}^2$, $v = \text{m/sec}$, $R = \text{m}$.

A röpitő erő támadási pontja a sín felső élétől szabványos nyomtávolságu vasutak esetén 1.5 m, 0.76 m nyomtávu erdei vasutak esetében 0.8 m magasságban van.

c./ A fékező erők 40%-nál nagyobb emelkedőjű, továbbá fékutakba eső vasuti hidaknál veendő számításba, mégpedig a magyar hidszabályrendelet szerint a hidra főrő vonatsúly 10 %-os értékével, mint fm-kénti egyenletesen elosztott terheléssel.

d./Vízszintes, a hidpálya tengelyének irányába eső terhelésnek számít a hőmérséklet változás okozta térfogat változásból előálló erő is. Méretezéskor vas, kő és vasbetonhidakon kell számításba venni, különösen abban az esetben, ha a tartószervezet statikailag határozatlan, és ha a híd szerkezet hosszúság változása az alátámasztásoknál akadályozva van.

A keletkező erőt az általa okozott feszültségből, illetve megnyulásból határozhatjuk meg. A fajlagos megnyulás ugyanis egyenlő a tényleges megnyulás: $\Delta l = l \alpha$, a híd eredeti hosszát pedig ismerem/ a támadt feszültségnek és az anyag elaszticitási modulusának hányadosával:

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{\Delta l}{l}; \quad \alpha = \text{hőkitérjedési együttható}$$

Ebből $\sigma = \epsilon E$. A hatóerő, mely a hajlítást növeli kihajlás formájában:

$$P_{kg} = F_{cm2} \cdot \sigma \text{ kg/cm}^2$$

A hőmérséklet okozta belső erőket vashidak esetén + 35 C°, vasbetonhidak esetén + 15 C° hőmérsékletingadozással kell számítani. Közvetlen napsugárnak kitett vasszerkezeti részek a többihez képest néha + 15 C°-kal nagyobb hőmérsékletet mutatnak. A beton zsugorodását 15 C° lehüléssel egyenlő hatásúnak kell venni. A vas hőkitérjedési együtthatója 0.00125-0.0012; 100 C°-ra vonatkoztatva. A beton hőközta kiterjedési együtthatója C°-onként 0.000010. Kőhidaknál a hőingadozás a vas és vasbetonhidakhoz képest nem okoz akkora mellékfeszültséget, mert a kőhid nem is melegszik fel annyira, mint a vasszerkezet. + 20 C° hőingadozással számolni biztonság szempontjából elégséges. Főhidaknál a hőingadozást figyelmen kívül hagyjuk, mert a fában a változó párateltség, nedvesség, a fa vetemedése és dagadása sokkal nagyobb alakváltozást idéz elő, mint a hőmérsékletváltozás következtében fellépő belső erőhatás. Főhidaknál az előbb említett alakváltozások okozta feszültségeket már a terhelések megállapításakor, illetve a megengedett feszültségek meghatározásakor figyelembe szokták venni.

Összefoglalás: A híd szerkezetek méretezésekor a felsorolt függőleges és vízszintes terhelések közül az egyidőben ható összes terheléseket számításba vonjuk. A számításokat tehát úgy végezzük, hogy a szerkezetek méretezése a legkedvezőtlenebb körülmények között történjék, tehát a szerkezetek a lehető és előfordulható legnagyobb igénybevételek alapján legyenek kellő biztonsággal méreetszerűleg meghatározva.

III. F E J E Z E T .

F a h i d a k .

1./A fa mint építőanyag.

a./Építésre alkalmas fafajok.

Több fafaj alkalmas hidépítésre, s ezek mindegyikéből különböző választékokat használhatunk fel a hidszerkezetek kiképzésékor.

A tűlevelűek közül:

1./A vörösfenyő /Larix Europea L./ a legjobb, de legdrágább hidépítési anyag. Fája kemény, igen szívós, rugalmas, egyenletes gyanta tartalmu. Viz alatt és földben szinte elpusztíthatatlan. /Trajanus hidjának pilléreiből még máig is maradt fenn anyag a Duna vize alatt/. Ha váltakozva vízben és szárazon áll is, szerfelett tartós, rovarok nem támadják meg. Kevéssé vetemedik, könnyen megdolgozható. Értékeessége sokban függ attól, hogy milyen termőhelyen nő.

2./Az erdeifenyő /Pinus sylvestris L./ egyenes rostjai /ritkán csavaros növésű/, erős gyanta tartalma és ágmentes törzse miatt a legjobb hidépítő anyagok egyike. Szabad levegőn, vízben, sőt váltakozóan is /vizben-levegőn/ nagyon tartós. Leginkább hidfők és pillérek cölöpjeinek és tartógerendának használjuk fel. Egyetlen hibája, hogy megmunkálása nehéz.

3./Feketefenyő /Pinus nigra/ tulajdonságai hasonlóak az előzőhöz. Fája az erdeifenyőnél ridegebb, s hibája még az is, hogy hazai termőhelyen nőtt példányai erősen ággyöcsös törzsűek.

4./Lucfenyő /Picea excelsa L./ egyenes növése, rugalmassága, gyanta tartalma és könnyű megdolgozhatósága miatt igen kedvelt hidépítési anyag. Száraz helyen, valamint állandóan víz alatt lévő építményekbe beépítve tartós építőanyag. Hátránya, hogy a váltakozó víz és levegő hatására hamar korhad.

5./Jegenyefenyő /Abies alba L./ fája puha, gyantát alig tartalmaz, jól megdolgozható. Száraz helyen időtálló, vízben is elégé, de váltakozva - hol vízben, hol szárazon- kevésbé tartós.

A lombos fák közül fontosabbak:

1./A nemes tölgyek /Quercus robur, és sessiliflora/ fája nehéz, kemény, szívós, mely víz alatt évszázadokig eláll. Ha vízben és levegőn áll is, tartós. Értékes fája drága építőanyag, és így inkább csak cölöpökre, kisebb tartókhoz, ékeknél használjuk.

2./A csertölgy /Quercus cerris/ kevés csersav tartalma miatt hidépítésre nem alkalmas.

3./A bükk /Fagus silvatica/ sok hátrányos tulajdonsággal rendelkezik: sulyos, megmunkálása nehéz, erősen vetemedik, könnyen befülled, nem tartós. Telítve pallóknak, tartó-védőburkolatra, telítés nélkül víz alatti alapozásnál használjuk.

4./Éger/*Alnus glutinosa*/ fája könnyű, jól megmunkálható, földben és állandóan víz alatt igen tartós, egyébként nem. Rovarok is erősen pusztítják.

5./Alkalmazhatjuk még a rugalmas kőrist /*Fraxinus excelsior*/ a tartós, kemény akácot /*Robinia pseudacacia*/, a bükkhöz hasonló alkalmazhatósággal a könnyű nyárat /*Populus genus*/ és bétéknak /tuskó, ék/ az egyenletes szövetű gyertyánt /*Carpinus betulus*/. A többi lombos fa jelentős mértékben nem nyer alkalmazást a hidépítési gyakorlatban.

b./Faválasztékok.

A hidépítési gyakorlatban alkalmazott faválasztékok közül az alábbiak jöhetnek számításba:

A gömbölyű fa tartógerendának és főleg cölöpnek alkalmazható. Bárdolt gerenda tartógerendának, hídfő, pillér és korlát szerkezeti elemeként használható fel.

Pűrészelt gerendák, pallók, lécek, deszkák a legkülönbözőbb módon kerülnek fahidak építésekor felhasználásra. Tartókat, hídlásokat, korlátokat, hídfőket és pillérek szerkezeti részeit, betonhídfők zsá-luzásait, stb. készíthetünk belőlük.

A rud, mint ideiglenes járópálya, továbbá hídfők fogó-fája és általában ideiglenes hidak különféle szerkezeti elemeként kerülhet alkalmazásra.

A dorong és hasáb kőszekrényű és ideiglenes korlát szer-kezeti eleme lehet.

Még a rőzsét is felhasználhatjuk kisebb mélyedések áthi-dalására és ideiglenes hídfők képzésére.

c./Faanyagok minőségi feltételei.

A faanyag minősége alkalmazkodjék az illető szerkezeti elem fontosságához. Tartószerkezet csak elsőrendű, göcsmentes, nem csavaros növesű és sudarlós, sűrű évgyűrűs, egyenletes anyagból ké-szülhet. Különösen a rejtett göcsök veszedelmesek teherviselés szem-pontjából.

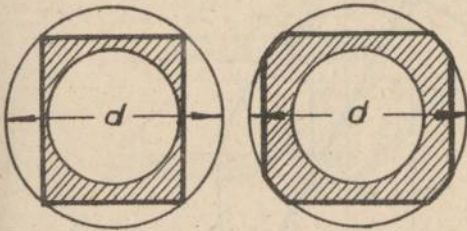
Ideiglenes hidak faanyaga II.esetleg III.rendű anyag is lehet.

d./Gerenda kialakítási formák.



A gömbölyű fa az egyoldalt, kétoldalt, és négyol-dalt bárdolt gerenda éppúgy alkalmazható tartó-ként, mint az épélű gerenda. A négyoldalt bár-dolt gerendákat úgy kell kialakítani, hogy tompa élük legfeljebb 8 cm legyen. Előnyük az épélű ge-rendákkal szemben az, hogy kevesebb anyagveszte-séggel kapunk ugyanazon gömbölyű fából jobb te-herbirású gerendát. Szilárdsági vizsgálatok bi-zonyítják, hogy a szíjács részek nagyobb húzó és nyomó szilárdságúak, mint a geszt /68. ábra/. Így azonos átmérőjű gömbölyű fából kialakított tompa-

XX. Táblázat.



69. ábra.

élü gerenda több olyan anyag-
részt tartalmaz, mely nagyobb
szilárdságu, mint az éles élü.
/69. ábra/.

A bárdolt gerendák ke-
resztmetszeti alakjait a XX.
táblázat mutatja. Feltünteti
a táblázat a különböző szelvé-
nyek inercia nyomatékát és ke-
resztmetszeti tényezőjét is.

XXI. Táblázat.

A tartó ke- resztmetszlény alakja	Inercia nyomaték J_x	Kereszt- metszeti tényező K_x
(d: cm - ben).	cm ⁴	cm ³
	$0.026 d^4$	$0.064 d^3$
	$0.027 d^4$	$0.063 d^3$
	$0.021 d^4$	$0.074 d^3$

71. ábra.

A tartó ke- resztmetszlény alakja.	Inercia nyomaték J_x	Kereszt- metszeti tényező K_x
(d: cm - ben).	cm ⁴	cm ³
	$0.049 d^4$	$0.098 d^3$
	$0.044 d^4$	$0.098 d^3$
	$0.039 d^4$	$0.091 d^3$
	$0.037 d^4$	$0.086 d^3$

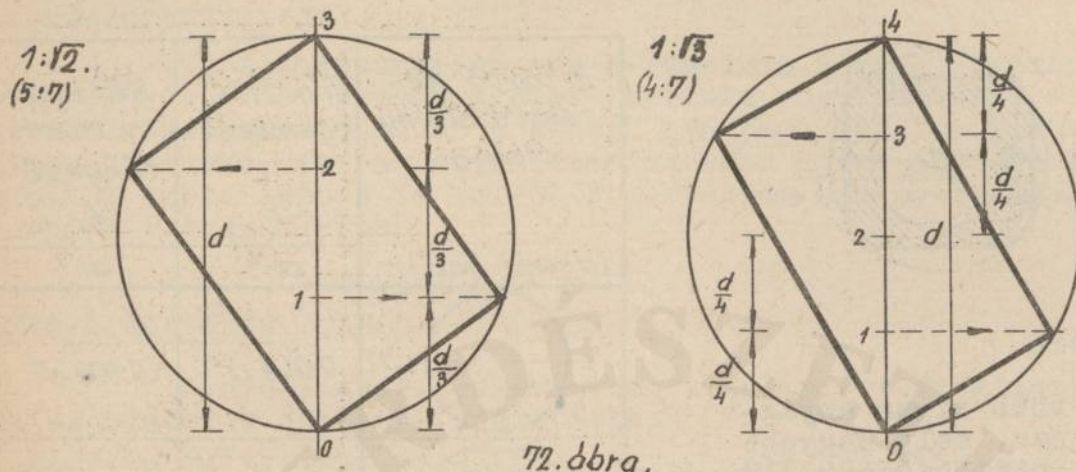
70. ábra.

Éles élü, vagy épülü geren-
dát vagy bárdolással, vagy fűrésze-
léssel állítunk elő. A bárdolás né-
míleg nagyobb szilárdságot biztosít,
míg a fűrészelés gyorsabb, viszont
a rostok elkerülhetetlen átmetszé-
sével csökkenti a teherviselő ké-
pességet. A legkedvezőbb teherbíró
képességű gerenda oldalaránya $1:\sqrt{2}$
/megközelítően 5:7/. Legkisebb át-
hajlása az $1:\sqrt{3}$ oldalarányú /4:7/
gerendának van. A legnagyobb ke-
resztmetszlényű épülü gerenda a négy-
zetes szelvényű /1:1/.

Az épülü gerendák inercia nyo-
matékát s keresztmetszeti tényező-
jét az átmérő viszonyában kifejez-
ve a XXI. táblázat tartalmazza.

Az éles élü gerendáknak a ki-
sebb átmérőjű bütün történő kialakí-

tása a 72. ábrán feltüntetett szerkesztéssel történik.



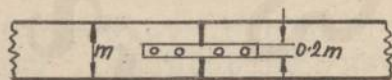
72. ábra.

e./Fakötések.

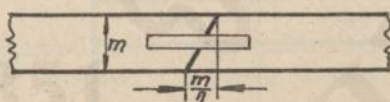
A faszerkezet könnyű megmunkálhatósága lehetővé teszi, hogy az egyes elemeknek egyszerű módon olyan alakot adjunk, mely a találkozó részek összekötésének a legmegfelelőbb. A kötések némelyikéhez elégséges a faszerkezet megfelelő kiképzése, másik részük azonban kovácsolt vas kötőelem segítségét kívánja. Ilyen elemek a vasszalag, heveder, szegek, csavarok, kapcsok stb.

A fahidak kötési formái azon elgondolás alapján alakultak ki, hogy figyelembe vesszük, hogy az egyes kötések helyén milyen nagyságú és irányú erőhatások lépnek fel, különösen számolva a fának azzal a szilárdságtanilag kellemetlen tulajdonságával, hogy rost irányban könnyen elnyíródik, és hogy korhad.

Az épület szerkezettanból ismert fakötések közül hidépítésnél főleg a 73. ábracsoporton bemutatott kötések jöhetnek számításba.



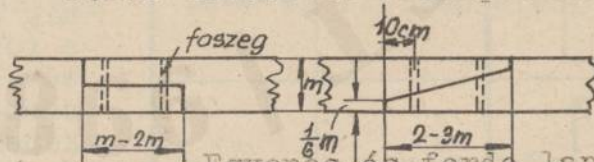
Egyenes illesztés csavaros vaspánttal.



Ferde illesztés ácskapoccsal.

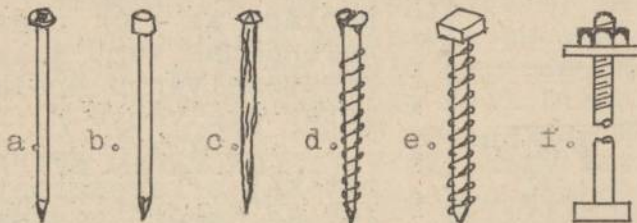


Sarkos bütüillesztés hozzácsavarozott tuskóval.



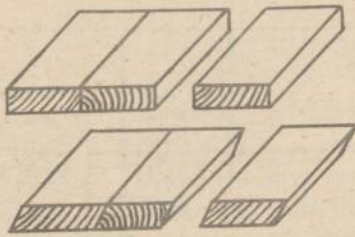
Egyenes és ferde lapolás.

- a./ sodronyszeg
- b./ Bognárfejú szeg
- c./ cigányszeg



- d./ racsavar
- e./ Facsavar fejjel
- f./ anyás csavar

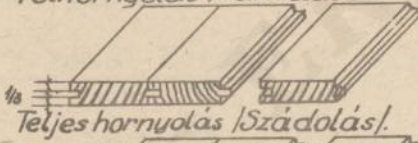
73. ábracsoport.



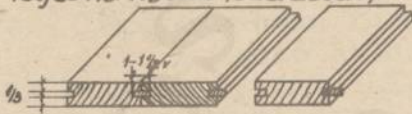
Egyenes és ferde illesztés.



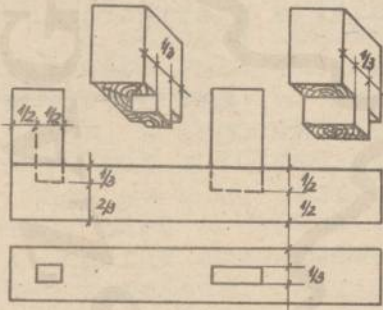
Félhornyolás (Fáncolás.)



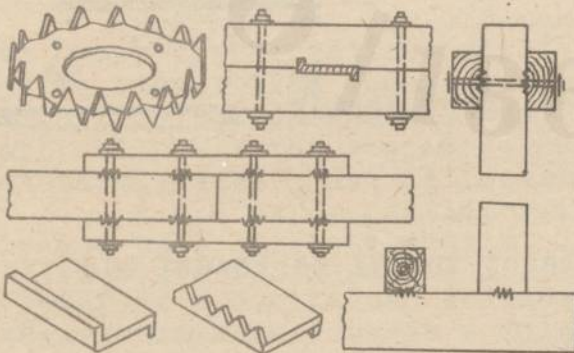
Teljes hornyolás (Szádolás.)



Léces hornyolás.

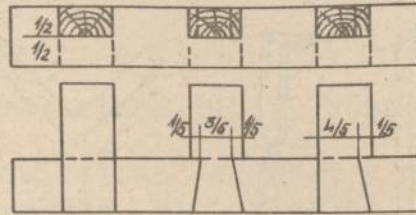


Csapozás.

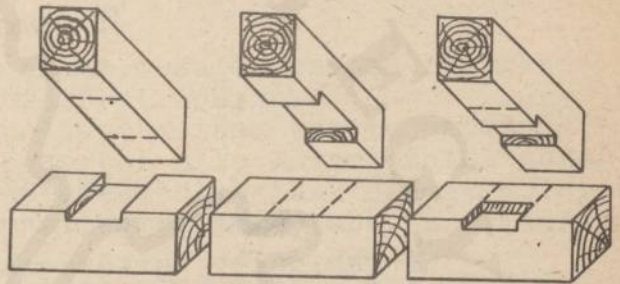


Greim kötés.

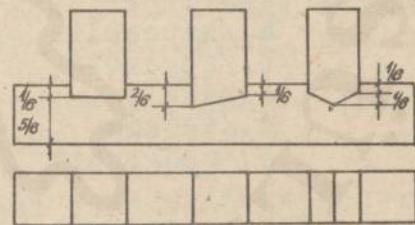
73. ábracsoport.



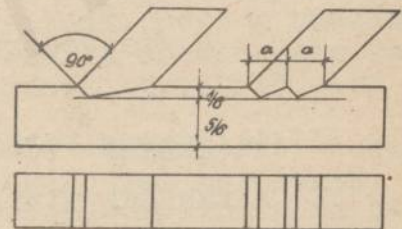
Lapolások.



Rová sok.

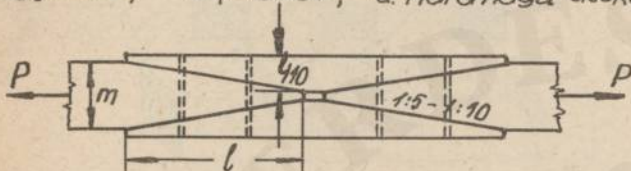
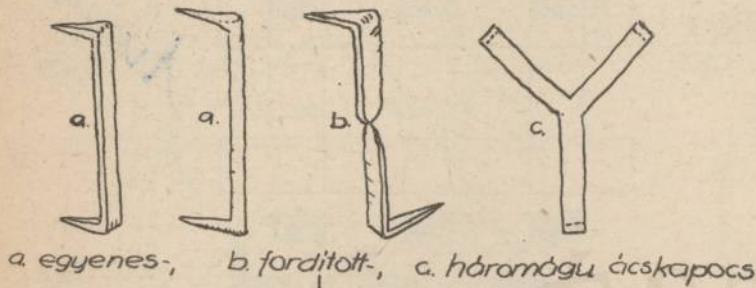


Teljes-lejtős és tört beeresztés.

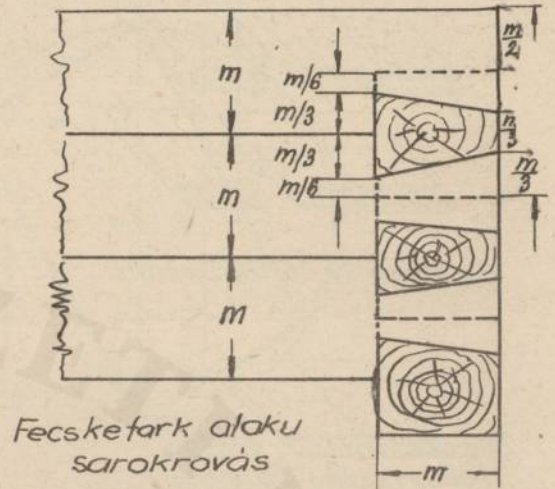


Egyszeres és kétfős ferde beeresztés.

Horjaink



Enyvezési kapcsolat lecsönkítással

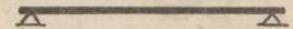


73. ábracsoport.

2./ Fahidak felosztása.

A fahidakat tartószerkezetük alakja szerint 4 csoportba oszthatjuk.

1./Egyszerű fagerenda hidak



2./Összetett fagerenda hidak:

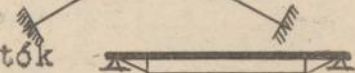
- a./kapcsolt
- b./fogazott
- c./ékelt
- d./tuskós
- e./szegezett

3./Erősbitett fagerenda hidak:

- a./függesztőművek
- b./feszítőművek



c./vasvonórúddal erősített tartók



4./Rácsos tartók.

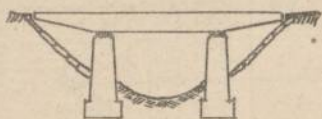
A fahidak mindegyike lehet vasuti és közuti hid.

3./ Fahidak részei.

A./Hidfők.

Erdei fahidak hidfői készülhetnek fából, kőszekrényműből és kőnemű anyagból.

Kivételként előfordulhat az is, hogy a hidnak nincs hidfője, ebben az esetben a tartógerendák, mint v. belüli alátámasztott tartók csak pilléreken nyugszanak /74. ábra/. Ennek a szerkezeti megoldásnak megvan az előnye, azon okból kifolyólag, hogy a pillérek felett támaszó negatív nyomtér értéke csökkenti a mezők pozitív nyomtérét és így a tartók kisebb méretben készülhetnek, mint ha két végükön volnának alátámasztva.



74. ábra.

a./ Fából készült hidfők.

Az erdei uti- és vasuti hidak - különösen az ideiglenesek - leggyakrabban fából készült hidfővel épülnek.

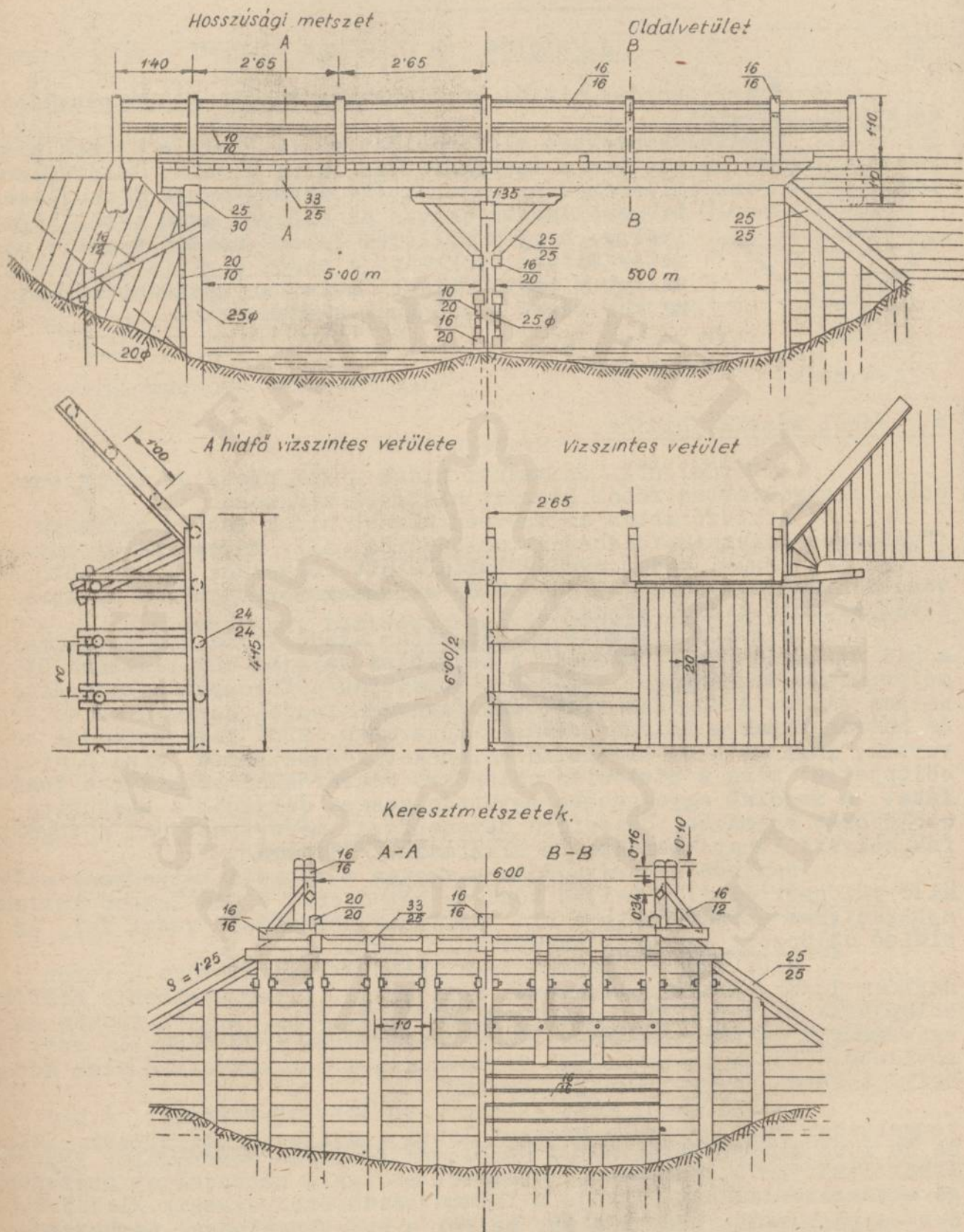
A hidfő ebben az esetben kisebb hidak esetén egyszerű függőleges helyzetű földbevert cölöpsorból áll, melyet felül süvegfa zár le; közuti hidon minden tartó alatt helyezünk el egy cölöpöt, vasuti hidak esetében 2, 3, 4, 6 cölöp a legmegszokottabb. A 75. ábra fából készült hidfőt ábrázol.

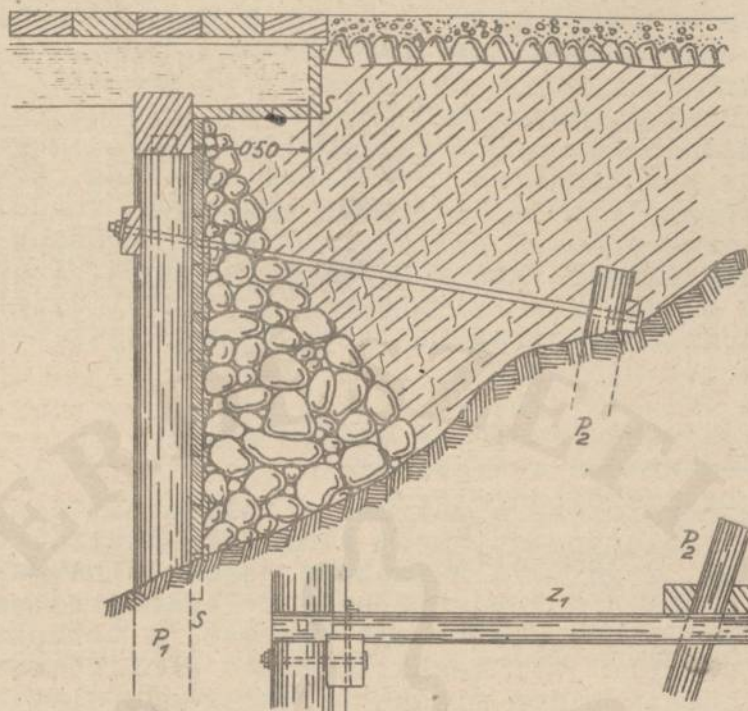
A cölöpök mögött pallóborítás akadályozza meg a földnek a hid nyílásába való ömlését. A teherbíró talajba még legalább 0,50 m mélyen bevert cölöpöket fogófák biztosítják a földnyomás kifordító hatása ellen. A fogófák cölöprakótszerűen fogják közre a cölöpöket és hátranyulnak a földmű szakadó lapja mögé, ahol vagy szabadon beverték, vagy az u.n. biztosító cölöpöket fogják közre. Mind a hidfő cölöpjeire, mind a biztosító cölöpökre csavarokkal erősítik a fogófákat. A fogófák egységesebb együttműködése céljából a biztosító cölöpöket egymással összefogó hevederfával merevithetjük. A fogófák helyett lehet vasrudat is alkalmazni. /76. ábra/.

Nagyobb teherátadódások esetén a fahidfő két egymás előtt álló cölöpsorból áll, melyek közül a hátsó csak a csatlakozó földmű nyomását, az előlő pedig a hid tartóinak terhelését veszi fel. Az előlő cölöpsort járomnak nevezzük /77. ábra/.

Feszítőművek fahidfőinek különleges kiképzése a ferde hajlású ducok biztos felfekvését biztosítja. Ilyen esetben a hidfők cölöpjeire csavarokkal fogazott tuskót erősítünk, hogy a tuskón az egyes ducok felfeküdhesse, vagy közvetlenül a cölöpök elé vert rövidebb cölöpök ferde lapján feküsznek a ducok közvetítő elem közbeiktatásával /ábrát lásd pilléreknel/.

A hidfőkhöz csatlakozik kétoldalt a szárnyfal. A hid tengelyéhez való helyzete szerint lehet a szárnyfal merőleges, ferde és párhuzamos /78. ábra/. A merőleges és ferde szárnyfalak közvetlenül lezárják a csatlakozó földművet és így a cölöpjeiket összefogó süveggerendáknak részüje a földmű részüjével egyezik. /1:1,5:4, 6:4/ a párhuzamos szárnyfalak, melyek a hid tengelyével párhuzamosak, szerkezetileg nem különböznek el a hidfőtől, tehát süveggeren-

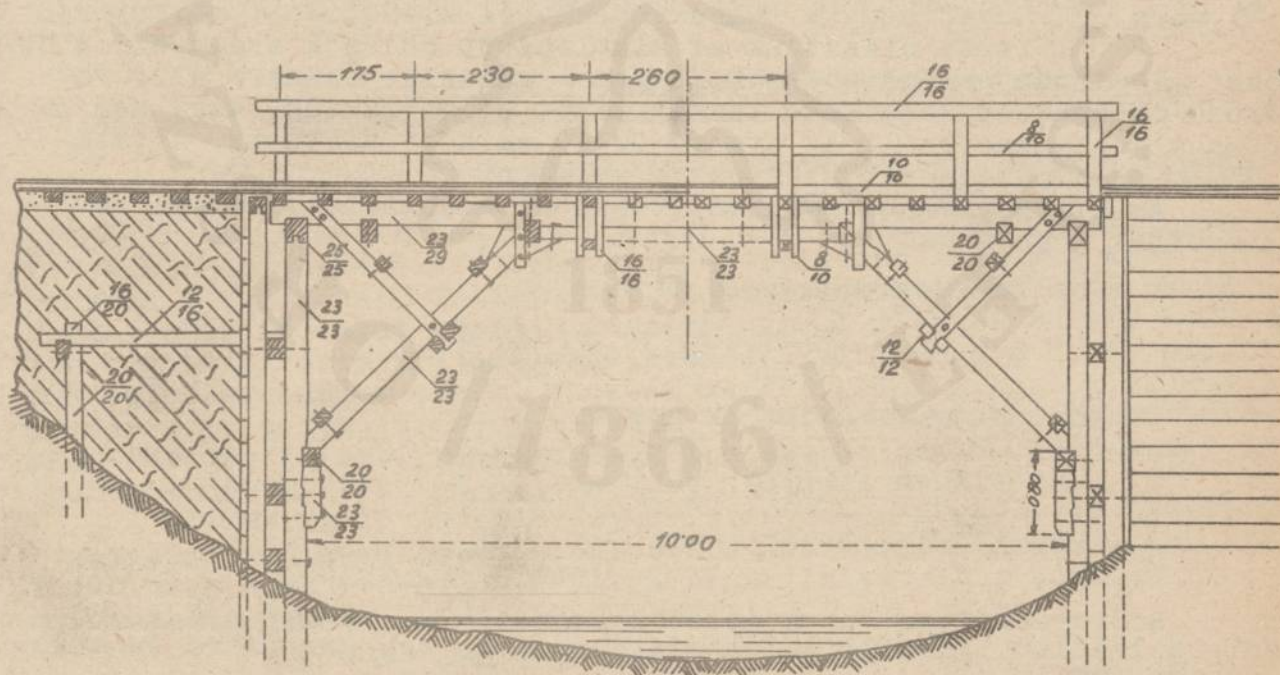




76. ábra.

Hosszmetszet

oldalvetület

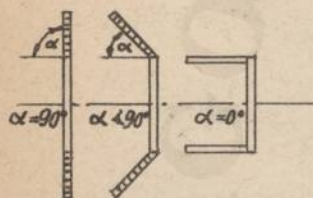


77. ábra.

dajuk vízszintes és oly messze nyulik hátra, amennyire azt a földművet lezáró külön föld vagy kőkup megkívánja. A kupok vagy kör, vagy elliptikus alakúak. A föld körkup rézsúja 1:1-es, az elliptikus földkup kis tengelyéhez tartozó rézsú 1:1-es, a nagy tengelyhez tartozó pedig egyezik a csatlakozó földmű rézsújával $5/4$, $6/4$ /. Kőből készült kup többnyire elliptikus és a szárnyfal melletti rézsúja 2:1-es, a másik pedig szintén a csatlakozó földmű rézsújával egyezik. A párhuzamos szárnyfal megoldás azért kellemetlen fából, mert a földben álló cölöpök hamar korhadnak és kiváltásuk nehézkes. Szerkezetileg a fából készült szárnyfalat a hidfőkhöz hasonlóan függőleges cölöpsor mögött vízszintesen fekvő pallósorból és a magasabb cölöpöket a biztosító cölöpökhöz kimererítő fogófákból állanak. A cölöpöket felül süvegfa fogja össze. Jobb kivitelnél a földdel érintkező bütöket deszkával, a pallósor hézagait lécekkel borítjuk be.

A fahidfők és szárnyfalak méretezése.

A hidfők méretezése a maximális felszabadító /nyiró erő/ alapján történik. A földnyomást, mely a hidfőt hátulról támadva kifordítani igyekszik, fogófák alkalmazása esetén elhanyagolhatjuk.



78. ábra.

A hidfő cölöpjeire ható felszabadító erő a cölöpöket kihajlásra veszi igénybe. A terhelés, amely egy cölöpre jut, meghatározható a hidfő szerkezetéből. Közúti hidon minden tartógerenda alatt helyezünk el egy cölöpöt. Így tehát egy cölöpre a keréknyomásokból származó max. nyiró erő jut. Vasúti hidak fahidfőinek cölöpszáma nem mindig egyezik a főtartók számával. Egyenletes cölöptávolság esetén jó megközelítéssel meghatározhatjuk az egy cölöpre eső terhelést úgy, hogy a tengelynyomásból kiszámított max. nyiró erőt elosztjuk az alkalmazott cölöpök számával. A cölöpöket általában nem méretezzük, hanem a rendelkezésünkre álló "d" átmérőjű cölöpökben keletkező feszültséget ellenőrizzük, hogy nem nagyobb-e a megengedettnél. Az átmérő 20-40 cm közt változik, általában 25 cm-es átmérőjűeket szoktunk alkalmazni.

Az ellenőrzésnél megkönnyítésül az alábbi feszültségi értékek lehetnek irányadók:

7 m-nél alacsonyabb cölöpök esetén

$$\text{tölgy } \sigma_k = 35 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{fenyő } \sigma_k = 30 \text{ kg/cm}^2$$

7 m-nél magasabb cölöpök esetén

$$\text{tölgy } \sigma_k = 25 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{fenyő } \sigma_k = 20 \text{ kg/cm}^2$$

A méretezési egyenlet tehát

$$\sigma_k = \frac{R_{max}}{n \cdot F} \leq \sigma_{meg}$$

Az egyenletben "n" a cölöpök száma, R_{max} a max. nyiró erő, F pedig a felület. /Közúti hidon minthogy R_{max} egy gerendára vonatkozik, tehát "n" is = 1 /.

Ha a cölöpben megállapított feszültség nagysága nagyobb, mint a megengedett, akkor vagy a cölöpök számát növeljük /pl. vasúti hidak/, vagy az átmérőt nagyobbítjuk/pl. közúti hidak/.

b./Kőszekrényműves hidfők.

A kőszekrényművek az erdészeti építészetben gyakran alkalmazott szerkezetek, melyek hidfőként is gazdaságosak, ~~különösen ideig-~~lenes hidak esetében olyan helyeken, ahol áterdőlési faanyag és folyami, vagy bányakő olcsón áll rendelkezésünkre. Sziklás mederfenék esetén, gyakran építjük, mert ilyen helyen cölöpözni nem lehet.

A kőszekrényműnek két fajtáját ismerjük: a kettős és az egyszerű kőszekrényművet.

A kettős kőszekrénymű két párhuzamos, kétoldalt bárdolt, vagy csak a felfekvése~~n~~, esetleg háromoldalt bárdolt gerendákból összerótt gerendafal, amelyet váltakozva azonos távolságoként fecskefark alakuan becsapozott kötőgerendák kötnek össze. Az egy magasságban elhelyezett falgerendákat koszorúnak hívják. Az alsó koszorún szorosan egymás mellett fekvő 10-14 cm átmérőjű dorongokból sulypadolat készül. Erre nehezedik a falak közeit kitöltő kőrakás. Ha a kőszekrénymű 2 m-nél magasabb, úgy ezt a sulypadolatot 2 m-es magasságoként megismételik, hogy biztosítsák a kőanyagnak a gerendákkal való statikai együttműködését. A víz felhajtó hatása ellen úgy biztosítjuk a kőszekrényművet, hogy az egymás felett elhelyezett koszorúgerendákat kupos faszeggel erősítjük egymáshoz. /80. ábra/. Szokták a kőszekrényművet egyszerűbb kivitelben is készíteni, amikor a rovott gerendafal csak a felfekvéseken megdolgozott gömbölyű fákból áll és a gerendák között olyan széles hézag marad, hogy közöttük a kő kitöltés ki ne hulljon. /81. ábra/.

Az egyszerű kőszekrényművek tulajdonképpen csak egyetlen rovott gerendafalból állanak, melyet fecskefark alakuan becsapozott kötőgerendák merevitenek ki, olyképpen hogy végüket a támaszkodó föld szakadó lapján túl verjük be. /82. ábra /.

Kőszekrényműves hidfőknek nem szokott külön szárnyfaluk lenni, a csatlakozó földmű földkuppal, vagy kőkuppal zárul.

A kőszekrényműves hidfők méretezése.

Kőszekrényműveket méretezni nem szükséges, mert a szokásos 1,5 x 1,0, 1 x 1, 1,5 x 1,5, 2 x 2 m-es szekrények a kőkitöltés súlyánál fogva statikailag legtöbbször állékonyak. Ha kétség merülne fel a kőszekrényes hidfő teherbirását illetően, úgy meg kell határoznunk a rájuk ható földnyomást, /lásd Erdészeti Szállító Berendezések/ a hidfő saját súlyát /kőszekrénymű 1 m³-ének súlyát 1400 kg-nak vehetjük/ és e két erőhatás eredője kell, hogy a hidfő alapzatának belső harmadába essék. Szokták megvizsgálni a kőszekrényműves hidfőt arra nézve is, hogy a fenti erőhatások következtében valamely koszoru feletti rész az illető koszorún nem tolódik-e el. Ilyen esetben 2-3-szoros biztonságot szoktunk megkívánni.

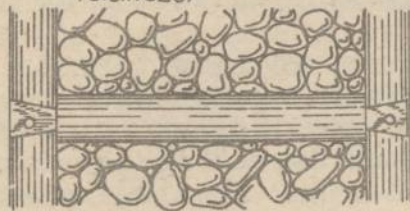
Ha az eredő /kőszekrénymű+földnyomás/ függőleges, leszorító komponense R_y , a surlódási tényező "f"/kő és kő között/ és az erők vízszintes komponense R_x , akkor a fenti feltételt a következő egyenlet fejezi ki

$$3R_x \leq f \cdot R_y$$

Oldalnézet



Felülnézet



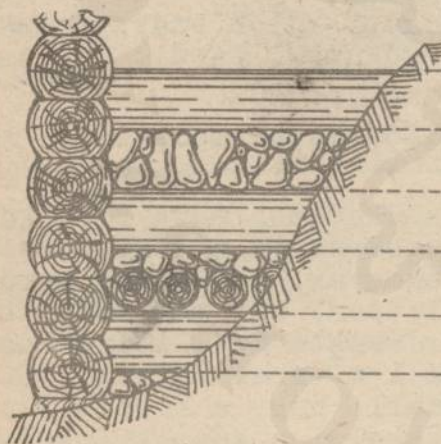
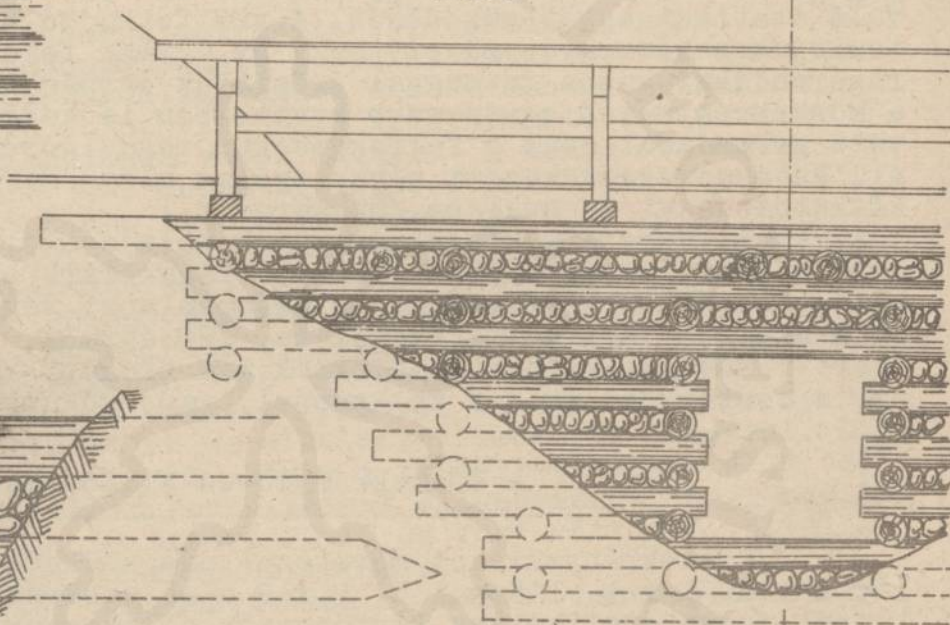
Előlnézet



80. ábra

sulypadólet

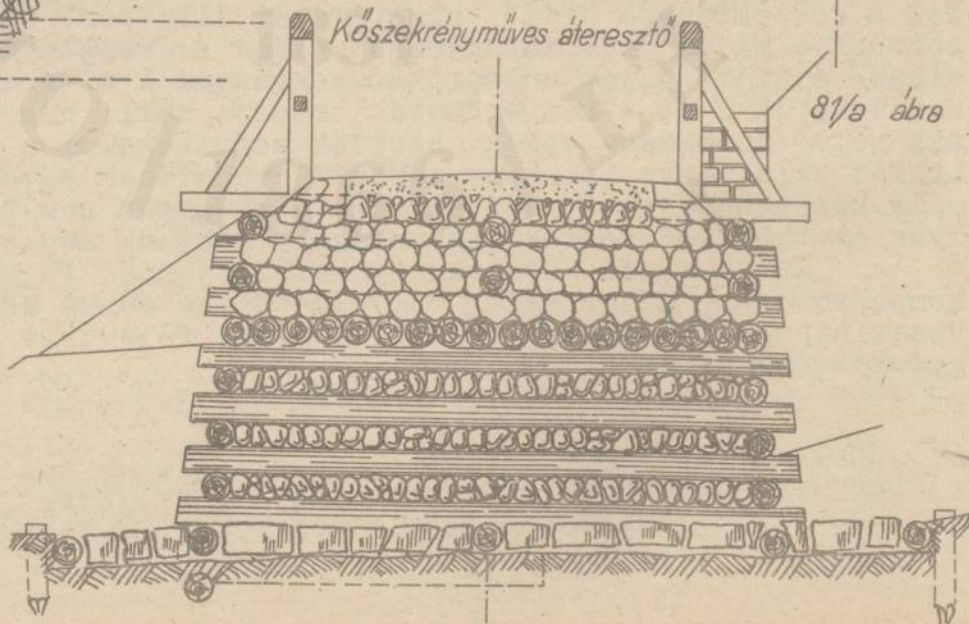
81. ábra



82. ábra

Kőszekrényműves áteresztő

81/a ábra



c./Kőnemű anyagból készült hidfők.

A leggyakoribb hidfő - különösen állandó hidakon - a kőből, téglából, vagy betonból készült hidfő. A hidfők anyaga jó minőségű, lehetőleg nagy kockaszilárdságú, fagyásnak ellenálló terméskő, jól kiégetett téglák és az 1:2 keverési arányú beton. A kőhidfők vagy szárazfalazat módjára, de inkább vízálló mészhabarcába, vagy portland cement habarcába rakott falak módjára készülnek. A téglát szintén legjobb cementhabarcába rakni. A kőből és téglából készült hidfőket sohasem vakoljuk, hanem hézagoljuk és vasaljuk.

Kőnemű anyagból készült hidfő két részből áll: magából a tulajdonképpeni hidfőből, és az ehhez csatlakozó szárnyfalból.

A tulajdonképpeni hidfő részei az ellenfal/homlokfal, mellfal/, melyre a tartószerkezet nehezedik és az oldalfal/a hidfő szárnyfala/.

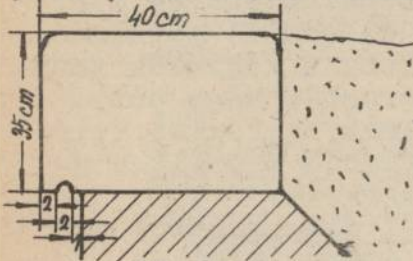
Mind a hidfő, mind a szárnyfalak kettős tagozódást mutatnak. Az alsó részük a terhet a talajra hárító alapzat, felette pedig a törzs. A kettőt elválasztó vízszintes síkban van az u.n. alapozási előfok, melynek szerepe az alapzatnak kiszélesítése oly mértékben, hogy a nagy felületen elosztott terhelést az altalaj elviselje.

A különböző fahidak kőhidfői eltérő alakot mutatnak aszerint, hogy vasuti hidról, vagy közuti hidról van-e szó.

A vasuti fahidak kőhidfő törzsének homlokfala, ha nem magasabb 2 m-nél, függőleges, ha 2 m-nél magasabb 1:20 hajlású. Az alapzat az alapozási előfok alatt mindig függőleges. A tartók a hidfőn sohasem közvetlenül, hanem közvetítő elem/ászokfa, u.n. sárgerenda/közbeiktatásával fekszenek fel. A közvetítő elem alsó síkjában mérjük mindig a hidfő homlokfalának koronavastagságát. Ha a tartók nagy terhelést adnak át a hidfőnek, szokták szerkezeti kövek beépítésével a felfekvést erősíteni. A szerkezeti kő nagyobb szilárdságú, mint a hidfő egyéb részei és kiképzése/ferde sík és bordák/elősegíti a víztelenítést. A tartógerendák mögött az ellenfalat a hátsó felfalazás zárja le, mely a tartószerkezetnek a vasuti pályától való elhatárolására szolgál. A felfalazás tetején helyezkedik el a kavicsfogó gerenda. Ennek felső síkja a sín talpa alatt 5 cm-el mélyebben kell, hogy feküdjön a sintörés megakadályozása végett. A felfalazás felső síkja 40 cm széles, mely mögött 1:1 rézsűvel levágjuk a hidfő ellenfalának a hátfalát, olyképpen, hogy a felfalazás vastagságát ennek felső síkjában 60 cm szélesnek válasszuk, de csak az előbb említett 40 cm szélességben kerül kivitelezésre, mert a 20 cm széles és rézsűvel hajló hátfalrész az 1:1-es sík levágja. A hátfal síkja 1:5 hajlású. A hidfők oldalfalát, /szárnyfalát/ határoló külső falsík ugyan csak függőleges, vagy 1:20-os, aszerint, amint magassága 2 m-nél alacsonyabb, vagy magasabb az alapozási előfoktól mérve. Az oldalfalak belső határoló lapja 1:5-ös, melyet a felső vízszintes síktól kiindulólág 1:1 sikkal lecsapunk olyképpen, hogy a felső koronavastagságból 40 cm széles vízszintes hosszúságot hagyunk. Az oldalfalak /szárnyfalak/ koronavastagságát mindig az oldalfal legfelső síkjában mérjük. Az oldalfalak tetején nyugszik a szegélykő, mely a kavicságy lezárására szolgál. A szegélykő rendszeren szabványos méretű 45/35 cm, és ennek alsó lapja csak 40 cm szélességben fekszik fel a hid oldalfalán, a tulnyuló 5 cm csöpgőnek van kiképezve. /83. ábra/.

A hidfő homlok és oldalfalainak hátsó síkjai alul nem találkoznak egymással élben, hanem 60 cm széles vályuszerű kiképzés-

ben alul vízszintes lappal elvágva. Ha az így keletkezett teknőben összegyűlt víz a hid homlokfalán keresztül elvezethető / a víz elvezetés az árvíz színe fölött történhet / úgy 10/10 cm-es szelvényű 5-10 ‰-os esésű csatornán elvezetjük. Ha a víz a hidnyílásba nem vezethető, úgy a szárnyfalakon át vezetjük el.



83. ábra.

Az oldalfalak koronavastagságát a szegélykő alsó síkjának magasságában mérjük. A magasság, amelyre a koronavastagság értékét megállapítjuk a teknő aljától mérendő.

A földművet lezáró szárnyfalak hátfalának a hid tengelyéhez való hajlása szerint megkülönböztetünk merőleges $\alpha = 90^\circ$, ferde $\alpha \neq 90^\circ$ és párhuzamos $\alpha = 0^\circ$ szárnyfalakat. Az utóbbi

esetben a szárnyfalak teherviselő szerepét a hídfő meghosszabbított oldalfala / szárnyfala / veszi át és a csatlakozó földmű részeit föld vagy kőkup zárja le. Ez a kup szabja meg a hídfő oldalfalainak hátra való meghosszabbításának mértékét is. Előfordulhat az az eset, hogy a terepalakulat miatt - különösen ferde hidak hídfőinél - kétoldaltól más és más természetű szárnyfal zárja le a földművet. Pl. egyik oldalon merőleges, a másikon ferde / a szárnyfal párhuzamos az át-hidalt pálya, vagy meder tengelyével /.

A merőleges és ferde szárnyfalak homloklapja 1:4-es és az alapozási előfok alatt függőleges. A szárnyfalak hátsó fala függőleges. A homlok és hátfalat a csatlakozó földmű részüjével egyező sík köti össze. Szokták ezt az összekötő síkot hátrafelé 1:3-os hajlással is kiképezni, hogy így a föld jobban nekitámaszkodhassék. A szárnyfalak felső koronavastagságát a szegélykő alsó síkjában mérjük és értékét az alapozási előfoktól a szegélykőig tartó magasság szerint határozzuk meg. Minthogy a szárnyfal magassága a hid tengelyétől távolodva egyre csökken, a koronaszélesség is fokozatosan csökkenthető. A szárnyfalat nem szoktuk egészen az alapozási előfokig oldalt lehozni, hanem amint 1,5-2,0 m magasságig csökken egy, a hid tengelyével párhuzamos függőleges síkkal levágjuk. A kőhídfők és szárnyfalak, valamint a föld és kőkupok szerkezetét a 84, 85. ábracsoportokból világosan kivehetjük.

Közúti hidak kőhídfői eltérést mutatnak a vasúti hidak hídfőivel szemben:

1./ A törzs ellenfalának a tartók mögött nincs hátsó felfalazása. Az ellenfal hátsó síkja 1:6-os hajlású is lehet.

2./ A hídfő oldalfalain szegélykő nem szokott lenni.

A szárnyfalak egyeznek a vasúti kőhídfőknél látott csatlakozó szárnyfalak szerkezetével.

A kőhídfők és szárnyfalak méretszámítása.

A hídfők és szárnyfalak excentrikus terheléssel igénybevett tartók. A hatóerők: a csatlakozó földmű nyomása, a saját súly és az ászokgerendán átadódó hidteher.

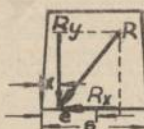
A földnyomás kifordítaná a hídfőt és a szárnyfalat, ha azok saját súlyukkal nem állnának ellen. A hid terheléséből átadódó erő - minthogy iránya megegyezik az önsúly irányával - segíti a hídfőket abban, hogy a földnyomásnak ellenálljanak.

Mint hogy a méretezéskor bármely tartónál a lehetséges legkedvezőtlenebb állapotot vesszük figyelembe, a hidfők és szárnyfalak méretezéseit a felépítésüket követő állapotra kell hogy végezzük, mert ekkor a hidfők, illetve szárnyfalak önsulya egyedül tart egyensúlyt a földnyomásával szemben.

A méretezést legegyszerűbb grafikusan elvégezni. A hidfő törzs szelvényének ismeretében meg kell állapítanunk azt a koronavasságot, amely mellett kellő biztonsággal ellenáll a hidfő, vagy szárnyfal a hatóerőknek.

A hidfő, szárnyfal ellenállása alatt azt értjük, hogy a kőből készült falazat elégítse ki a statikai belső állékonyság feltételeit. Statikailag állékony a szerkezet, akkor, ha a fal egy tetszőleges vízszintes síkján a sík felett fekvő rész nem tolódik el, /nem nyíródik/ a fal nem fordul ki és benne a működő erők hatására húzófeszültségek nem támadnak, továbbá a homlokkal síkjában támadó élfeszültségek nem lépik túl a falazat anyagára nézve megengedett nyomófeszültség értékét.

Az előbbi feltételek analitikai kifejezését az alábbi négy egyenlet mutatja



$$1. R_x \beta \leq R_y \cdot f$$

2. $x > 0$; Az eredő támadáspontja s -en belül legyen.

$$3. e \leq \frac{s}{6}$$

$$4. \sigma_{max} = \frac{R_y}{s} \left(1 + \frac{6e}{s}\right) \leq \sigma_{talaj}$$

Megjegyzendő, hogy az utolsó egyenletben szereplő "R" értékében a felezabadító erő is benne foglaltatik./Talaj/. Az egyenletek megoldása vagy a támasztófal méreteinek szerkesztéssel való meghatározása hosszadalmas, ezért rendszerint az alábbi táblázatokból határozzuk meg a szükséges méreteket. A táblázatban szereplő magassági értékek között a méreteket interpolálással állapítjuk meg.

B./ Pillérek.

A tartógerendák közbülső alátámasztására szolgálnak a pillérek. Anyaguk szerint megkülönböztetünk fa, kőszekrényműves és kőmű anyagból készült pilléreket.

A pillérek, különösen a fa pillérek, ideiglenes helyreállításoknál és más hidak /boltozott, vasbeton/ építésénél, mint állványzati szerkezetek /provizórium/ is komoly szerephez jutnak.

a./Fapillérek.

A fapillérek egymás mellett a talajba vert egy vagy több sor cölöpökből állanak. A cölöpöket jármoknak nevezzük.

A járom cölöpei rendszerint négyoldalt bárdolt gerendák, vagy gömbölyű szálfa. A cölöpök egyik végükön kihegyezettek, esetleg megvasalt hegyvel, az u.n. cölöpssaruval felszereltek, másik végükön facsappal ellátottak. A cölöpök közül a teherviselők függőlegesek, a külső u.n. merevítő cölöpök pedig 1:10 hajlással ferdén állanak. Felül a járom cölöpeit süvegfa zárja le. A süvegfa a cölöpökhöz a csapozáson kívül ácskapcsokkal kapcsolódik. A járom tartozékai még: 2 m-nél magasabb járomokon a cölöpöket a kis víz színe felett kétoldalt csavarokkal megerősített csipőfák, ezenkívül a víz hordalékától avagy, a jégzajlásból eredő sérülések elkerülése végett a csipőfák felett vízszintesen 5-10 cm széles közök alkalmazásával készült lécezés, illetőleg

XXII. táblázat.

86. ábra.

Falazott támasztófalak koronaszélessége vasutakon. (Állami szabvány szerint.)

Töltés t m	„h” magasságú támasztófalaknak megfelelő koronaszélességek (v) méterben															Megjegyzés.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	
1m-ig	0.60	0.65	0.79	0.98	1.17	1.36	1.55	1.74	1.92	2.12	2.43	2.87	3.24	3.62	4.00	Ha 1 m ³ falazat súlya 2100 kg-nál kisebb, a falazatsúlyokat ennek a súlykülönbségnek az arányában kell növelni!
2	0.60	0.70	0.86	1.06	1.27	1.47	1.68	1.89	2.09	2.29	2.71	3.12	3.52	3.94	4.35	
4	0.60	0.70	0.92	1.14	1.36	1.58	1.80	2.02	2.24	2.46	2.90	3.34	3.77	4.21	4.65	
6	0.60	0.75	0.98	1.21	1.44	1.67	1.91	2.13	2.37	2.59	3.05	3.51	3.98	4.44	4.90	
8	0.60	0.80	1.04	1.28	1.52	1.77	2.01	2.25	2.49	2.74	3.22	3.70	4.18	4.67	5.15	
10	0.60	0.80	1.10	1.35	1.60	1.85	2.10	2.35	2.60	2.85	3.35	3.85	4.35	4.85	5.35	
12	0.60	0.80	1.10	1.40	1.66	1.92	2.18	2.44	2.70	2.96	3.47	4.00	4.51	5.03	5.55	
16	0.60	0.80	1.10	1.40	1.70	1.97	2.25	2.52	2.79	3.07	3.62	4.16	4.71	5.26	5.80	
20	0.60	0.80	1.10	1.40	1.70	2.05	2.34	2.62	2.91	3.19	3.77	4.33	4.90	5.48	6.05	
24	0.60	0.80	1.10	1.40	1.70	2.05	2.38	2.70	3.00	3.29	3.88	4.48	5.06	5.66	6.25	
30	0.60	0.80	1.10	1.40	1.70	2.05	2.38	2.70	3.05	3.40	4.02	4.64	5.26	5.88	6.50	
40	0.60	0.80	1.10	1.40	1.70	2.05	2.38	2.70	3.05	3.40	4.13	4.81	5.44	6.07	6.70	

XXIII. táblázat.

87. ábra.

Támasztó és bélésfalak koronaszélessége közutakon. (Állami szabvány szerint.)

Magasság		Töltöttség (t) méterben									Magasság		Töltöttség (t) méterben									
h		0	1	2	3	4	6	10	14	20	h		0	1	2	3	4	6	10	14	20	
m	cm	koronaszélesség (v) méterben									m	cm	koronaszélesség (v) méterben									
1	0	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	5	60	0.60	0.74	0.85	0.92	0.99	1.10	1.16	1.23	1.29	
	20	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		80	0.60	0.76	0.87	0.95	1.02	1.13	1.20	1.27	1.33	
	40	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		6	0	0.50	0.78	0.90	0.98	1.05	1.16	1.24	1.31	1.37
	60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60			20	0.60	0.80	0.92	1.00	1.07	1.19	1.27	1.34	1.40
	80	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60			40	0.60	0.82	0.94	1.02	1.10	1.22	1.30	1.37	1.44
2	0	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.62	7		60	0.61	0.84	0.96	1.05	1.13	1.25	1.33	1.41	1.48
	20	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.61	0.63	0.65			80	0.63	0.86	0.99	1.08	1.16	1.28	1.37	1.45	1.52
	40	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.64	0.66	0.68		8	0	0.65	0.88	1.02	1.11	1.19	1.31	1.41	1.49	1.56
	60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.62	0.67	0.69	0.72			20	0.67	0.90	1.04	1.13	1.21	1.34	1.44	1.52	1.59
	80	0.60	0.60	0.60	0.60	0.61	0.65	0.70	0.73	0.76			40	0.69	0.92	1.06	1.15	1.24	1.37	1.47	1.55	1.63
3	0	0.60	0.60	0.60	0.60	0.63	0.69	0.73	0.77	0.80	9		60	0.71	0.94	1.08	1.18	1.27	1.40	1.50	1.59	1.67
	20	0.60	0.60	0.60	0.62	0.65	0.72	0.76	0.80	0.83			80	0.73	0.96	1.10	1.21	1.30	1.43	1.54	1.63	1.71
	40	0.60	0.60	0.60	0.64	0.68	0.75	0.79	0.83	0.87		10	0	0.75	0.98	1.13	1.24	1.33	1.46	1.58	1.67	1.75
	60	0.60	0.60	0.62	0.66	0.71	0.78	0.82	0.87	0.91			20	0.77	1.00	1.15	1.26	1.35	1.49	1.61	1.70	1.78
	80	0.60	0.60	0.64	0.69	0.74	0.81	0.86	0.91	0.95			40	0.79	1.02	1.17	1.28	1.38	1.52	1.64	1.73	1.82
4	0	0.60	0.60	0.67	0.72	0.77	0.85	0.90	0.95	0.99	9		60	0.81	1.04	1.19	1.31	1.41	1.55	1.67	1.77	1.86
	20	0.60	0.60	0.69	0.74	0.79	0.88	0.93	0.98	1.02			80	0.83	1.06	1.22	1.34	1.44	1.58	1.70	1.81	1.90
	40	0.60	0.62	0.71	0.76	0.82	0.91	0.96	1.01	1.06		10	0	0.85	1.08	1.25	1.37	1.47	1.61	1.75	1.85	1.94
	60	0.60	0.64	0.73	0.79	0.85	0.94	0.99	1.05	1.10			20	0.87	1.10	1.27	1.39	1.49	1.64	1.78	1.88	1.97
	80	0.60	0.66	0.76	0.82	0.88	0.97	1.03	1.09	1.14			40	0.89	1.12	1.29	1.41	1.51	1.67	1.81	1.91	2.01
5	0	0.60	0.68	0.79	0.85	0.91	1.01	1.07	1.13	1.15	9		60	0.91	1.14	1.31	1.44	1.55	1.70	1.84	1.95	2.05
	20	0.60	0.70	0.81	0.87	0.93	1.04	1.10	1.16	1.21			80	0.93	1.16	1.33	1.47	1.58	1.73	1.88	1.99	2.09
	40	0.60	0.72	0.83	0.89	0.96	1.07	1.13	1.19	1.25		10	0	0.95	1.18	1.36	1.50	1.61	1.76	1.92	2.03	2.13

XXIV. táblázat

Közüti falazott hidfők ellenfalainak jellemző méretei.

88. ábra.

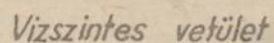
Magasság		Méret		Magasság		Méret		Magasság		Méret	
m	cm	V_1	V_2	m	cm	V_1	V_2	m	cm	V_1	V_2
		m				m				m	
1.0	0	0.60	0.60	3	80	0.82	1.64	6	60	1.21	2.64
	20	0.60	0.68	4	0	0.84	1.70	7	80	1.25	2.72
	40	0.60	0.76		20	0.86	1.77		0	1.31	2.80
	60	0.62	0.84		40	0.89	1.84		20	1.32	2.88
	80	0.64	0.92		60	0.92	1.91		40	1.36	2.96
2	0	0.66	1.00		80	0.94	1.98		60	1.40	3.04
	20	0.68	1.08	5	0	0.97	2.05	8	80	1.43	3.12
	40	0.70	1.16		20	1.00	2.12		0	1.47	3.20
	60	0.72	1.24		40	1.02	2.19		20	1.51	3.28
	80	0.74	1.32		60	1.05	2.26		40	1.54	3.36
3	0	0.75	1.40		80	1.08	2.33		60	1.58	3.44
	20	0.77	1.46	6	0	1.10	2.40	9	80	1.62	3.52
	40	0.79	1.52		20	1.14	2.48		0	1.65	3.60
	60	0.80	1.58		40	1.18	2.56		20	1.69	3.68
							40		1.73	3.76	

XXV. táblázat.

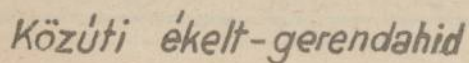
89. ábra.

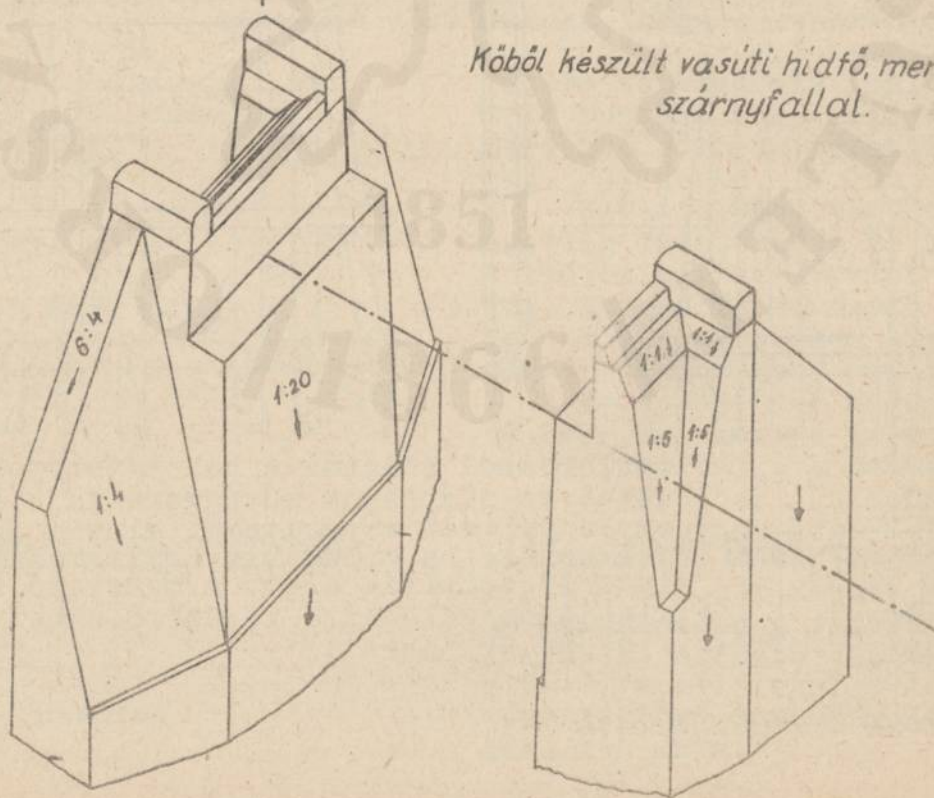
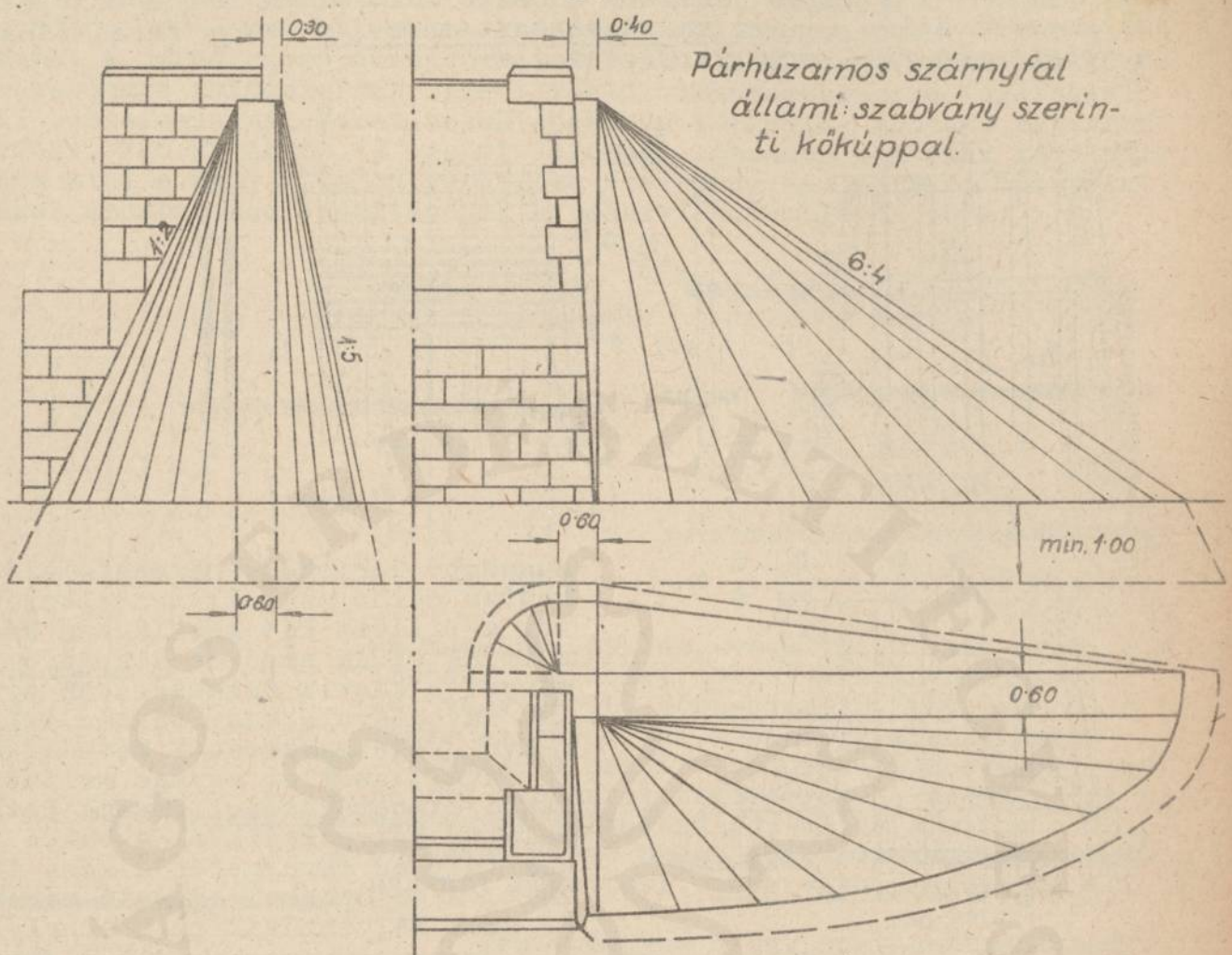
Vasúti falazott hidfők ellen- és szárny-(oldal) falainak jellemző méretei.

A fal szabadon álló magassága	Fővasúti hidak				Helyi érdekű vasúti hidak.			
	V_1	$V_2 = V_1 + \frac{M}{4}$	A szárnyfalak vastagsága, ha közülük kövel kirakott		V_1	$V_2 = V_1 + \frac{M}{4}$	A szárnyfalak vastagsága, ha közülük kövel kirakott	
			V_1	V_2			V_1	V_2
m	m é t e r				m é t e r			
1.0	0.60	0.85	0.60	0.85	0.60	0.80	0.60	0.75
1.5	0.67	1.05	0.58	0.96	0.62	0.92	0.60	0.85
2.0	0.79	1.29	0.66	1.16	0.65	1.05	0.60	0.95
2.5	0.88	1.51	0.74	1.37	0.72	1.22	0.60	1.10
3.0	0.97	1.72	0.82	1.57	0.79	1.39	0.64	1.24
3.5	1.06	1.94	0.90	1.78	0.89	1.59	0.71	1.42
4.0	1.15	2.15	0.98	1.98	0.98	1.78	0.78	1.58
4.5	1.24	2.37	1.06	2.19	1.08	1.98	0.86	1.76
5.0	1.33	2.58	1.14	2.39	1.17	2.17	0.92	1.92
5.5	1.42	2.80	1.22	2.60	1.27	2.37	1.00	2.10
6.0	1.51	3.01	1.30	2.80	1.36	2.56	1.06	2.26
6.5	1.60	3.23	1.38	3.01	1.46	2.76	1.14	2.44
7.0	1.69	3.44	1.46	3.21	1.55	2.95	1.20	2.60
7.5	1.78	3.66	1.54	3.42	1.65	3.15	1.27	2.78
8.0	1.87	3.87	1.62	3.60	1.74	3.34	1.34	2.94
8.5	1.96	4.09	1.70	3.83	1.83	3.53	1.41	3.11
9.0	2.05	4.30	1.78	4.03	1.92	3.72	1.47	3.27
9.5	2.14	4.52	1.86	4.24	2.02	3.92	1.55	3.45
10.0	2.23	4.73	1.94	4.44	2.12	4.12	1.62	3.62

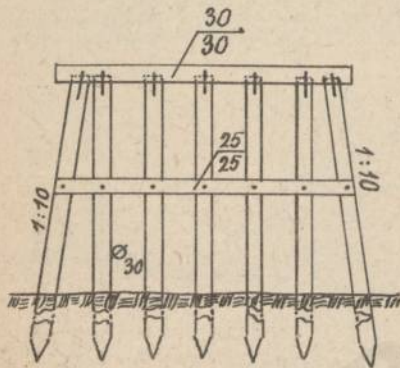


B-B metszet

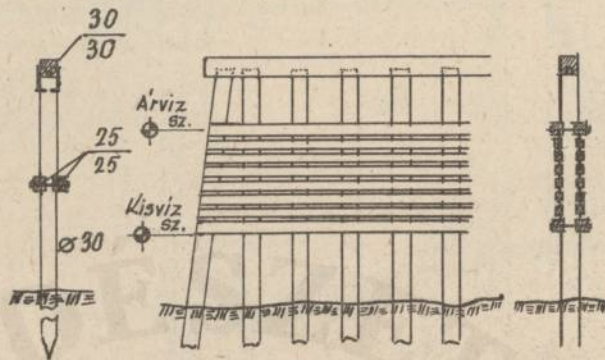




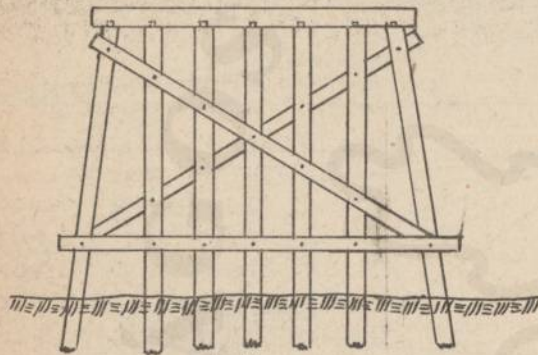
pallózás. A 4-5 m magas jármokon a csipőfákon kívül még a cölöpökhöz csavarozott átlós irányu andráskereszt-merevítő, vagy feszítőfákat is erősítenek fel. / 90.91.92. ábra. /



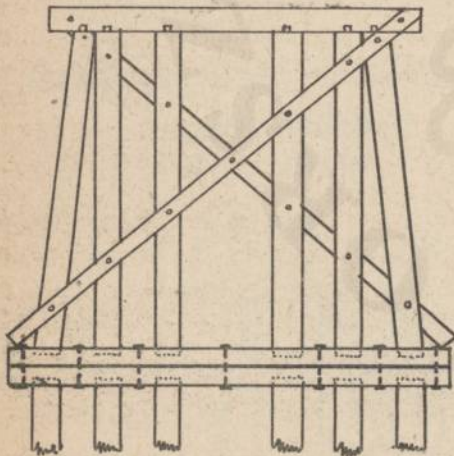
90. ábra.



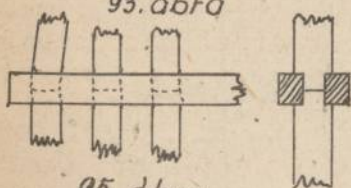
91. ábra.



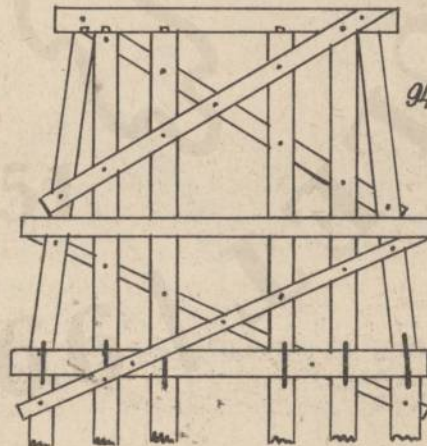
92. ábra.



93. ábra



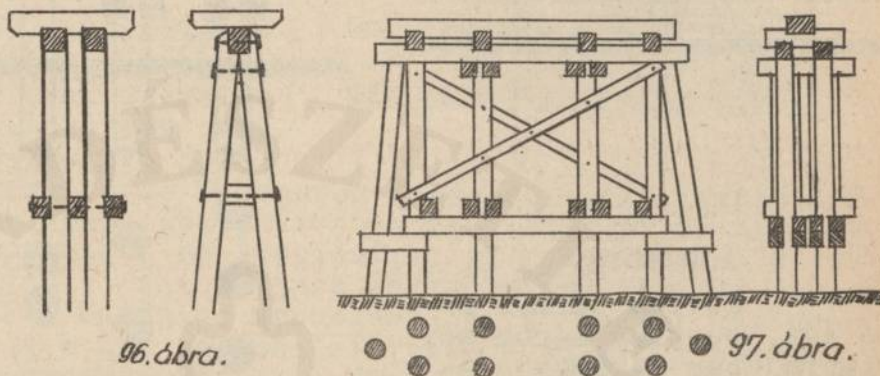
95. ábra.



94. ábra.

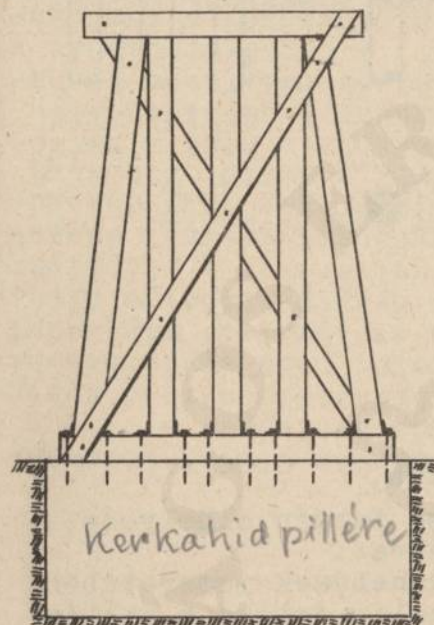
oszlopokból állanak. A bakok talpgerendája egy-
uttal az alapjárom süveggerendája. A bakokat
éppenugy kell merevíteni, mint a jármokat. Jó
szerkezet, ha a bak alá egyharmadában elhelye-
lyezett csipőfák alatt a merevítő fákat az
alapjárom cölöpeire is átérően helyezik el.
/ 93.94.95. ábra. /

Nagyobb támasztóköz esetén, ha a pillérekre jutó nyomást egy sor cölöp nem bírja el, akkor kettős, esetleg csoportos jármot alkalmazunk. A járom egyes cölöpsorait ilyenkor a süveggerendák alatt és az esetleges talpgerendák felett rövid cimborakötőszerű fogófákkal kell összefoglalni. Merevítésük éppenugy történik, mint az egyszerű jármoké. /96.97.ábra/. A csoportjármónál rendszeren nem csak kétoldalt, hanem mind a négy oldalon verünk be ferde hajlású merevítő cölöpöket, ezeket azonban nem számíthatjuk a teherviselő cölöpök közé.



96. ábra.

97. ábra.



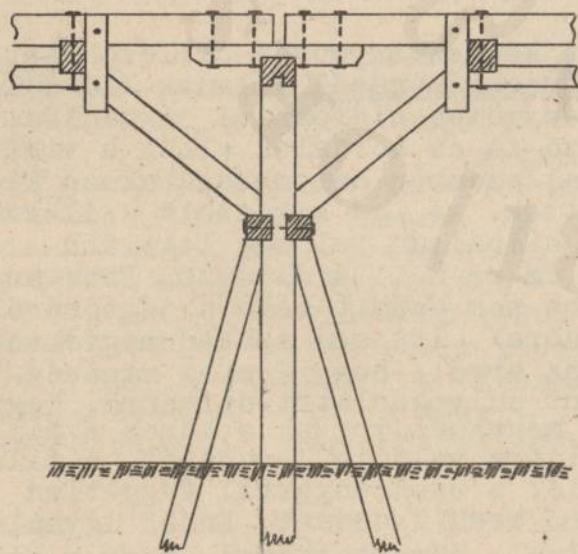
98. ábra.

Ha medrünk sziklás, vagy valami más okból cölöpözni nem lehet, akkor alapjárom helyett kő, vagy beton, kőszekrényű, esetleg palló alapszálra állítják fel a pillért alkotó bakot /jármot/. A bakot a cölöpökhöz csavarral erősített vaspántok segítségével, esetleg öntöttvas saruk felhasználásával az alaphoz a talpgerendán átérő beöntött /beton esetén/ esetleg másként rögzített csavarokkal rögzítjük /98. ábra/.

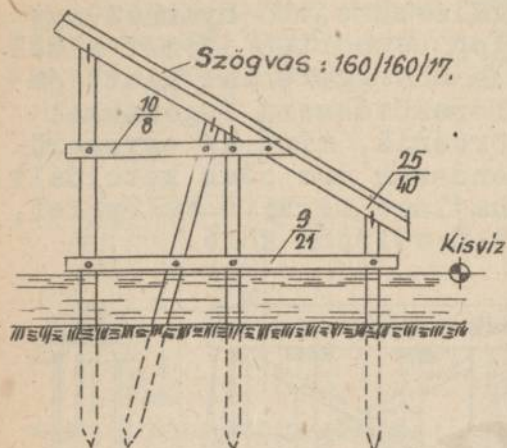
Feszítőműves hidak esetén olyan szerkezetet is alkalmaznak, hogy a feszítő dug a járom kétoldali erősméretű csipőfájára támaszkodik, melyet fogazott tuskók, vagy ferdén bevert merevítő cölöpök támasztanak meg. /99. ábra/.

Sebesfolyású, vagy usztatás-e esetleg tutajozásra is használt folyókon a fapilléreket a zajló jég, leuszó fa és egyéb hordalékok okozta sérülések elkerülése végett jégtörőkkel védik.

Legegyszerűbb megoldás ilyenkor az, hogy a jármoknak a víz folyásával szemben álló merevítő cölöpjét ék alakúra faragják, és megvasalják. Kettős jármok merevítő cölöpjét éppen emiatt a két sor között verik be és hasonlóképpen vértetik. Gyakoribb és erősebb jégzajlásoknak kitett fapilléreket külön épített u.n. jégtörő sarkantyukkal védik. /100. ábra./



99. ábra.



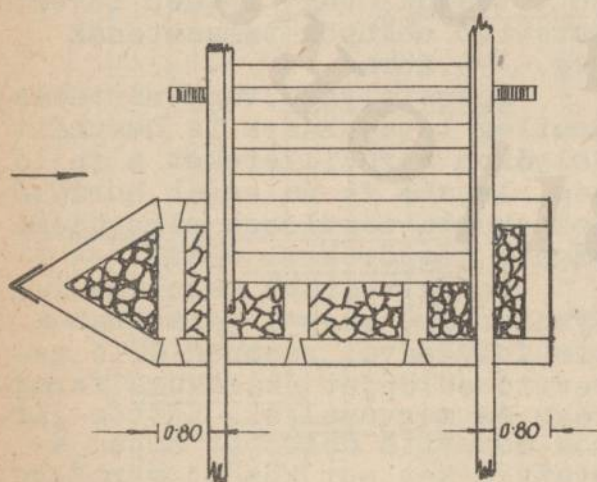
100. ábra.

Kettős jármók elé két, esetleg három sor alaprajzban háromszög alakban bevert cölöpből készítenek a jégtörő sarkantyút, olyképpen, hogy a cölöpöket a kis víz színe alatt süveggerendával összefogják és ráhelyezik a

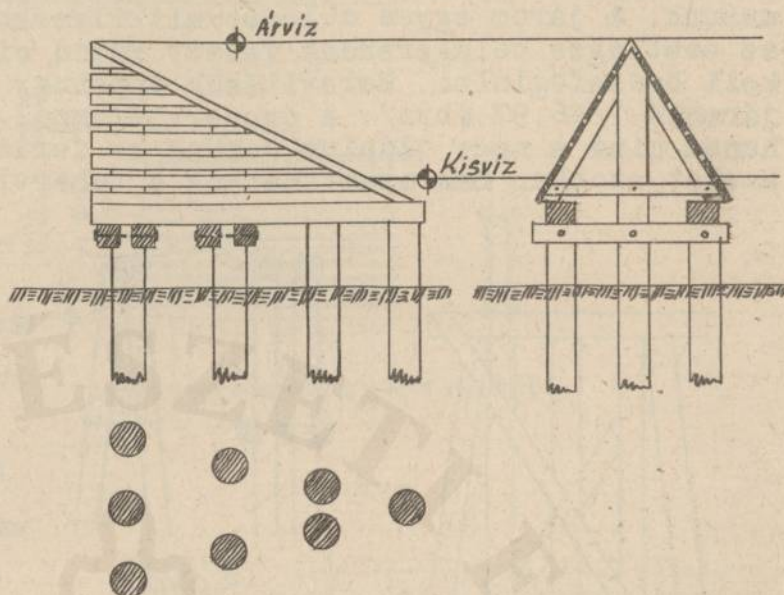
háromoldalu gulaalaku felső részt, melynek felső ferdén elhelyezett élgerendája ékalakúan faragott és vasalt./101. ábra/.

A fapillérek méretezése a rájuk ható terhelések ismeretében teljesen úgy történik, mint a fahidfőké. A terhelés értéke a pillér felett fellépő maximális nyíró erő nagyságával egyenlő, és ezt egyrészt a mozgó terhelés, másrészt az önsúly támasztja.

b./Kőszekrényműves pillérek.



102. ábra.



101. ábra.

A kőszekrényműves pillérek kettős kőszekrényműből állanak /lásd kőszekrényműves hidfők/. A jégzajlás, az uszó fa és hordalék ellen a vízfolyással szemben háromszögalakúan kiképzettek. Az így kiképzett pilléreknek a hidpályán túl még legalább 60-80 cm-re kell kiállniuk. Ebbe az értékbe nem számít bele a jégtörő ék./102. ábra/. Itt sem szabad megfeledkeznünk arról, hogy 2 m-es magasságként sulypadolatot építsünk, hogy ezzel megakadályozzuk a kőnek a pillér aljára való leülepedését, a talajba való, a szekrényektől független történő besüllyedését. Ennek ugyanis az volna a következménye, hogy a pillér felső részében a terheléseket kizárólag a fakoszoruknak kellene fel-

vesszők.

A kőszekrényműves pillérek nem szoktuk méretezni. Nagyságuk leginkább 1,5 x 1,5 és 2 x 2 m szökött lenni.

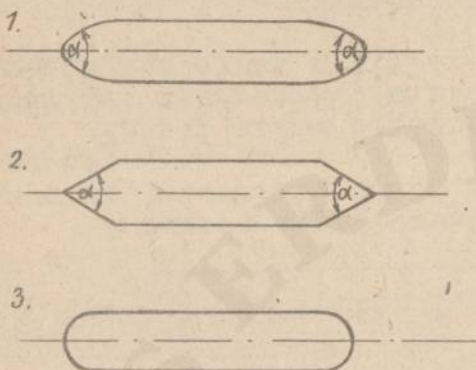
c./Kőpillérek.

A kőből való pillérek alakját alaprajzban 103. ábra mutatja.

Ezen alakok közül a leggyakoribb a harmadik. Az oldalfalak - ha a pillér 2 m-nél alacsonyabb - függőlegesek, ha ennél magasabb 1:20 hajlásuak.

A pillérek szükséges méreteit empirikus egyenletekből határozzuk meg. Az ezekből kiértékelt koronavastagságok a pillér legfelső síkjában értendők.

Koronavastagság "v" méterben, ha a támasztóköz 50 m-nél nagyobb, illetőleg kisebb,



103. ábra.

$$l > 50 \text{ m}$$

$$v = 1^{\circ}0 + 0^{\circ}03 l_m$$

$$l < 50$$

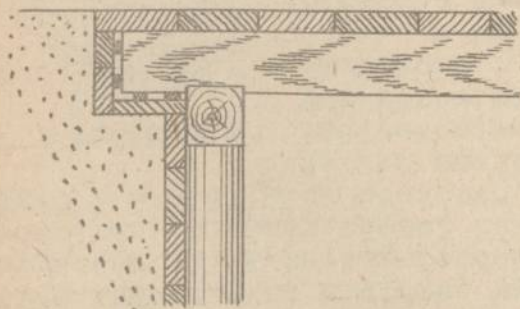
$$v = 2^{\circ}0 + 0^{\circ}01 l_m$$

C./ A tartók elhelyezése a hídfőkön.

a./Közüti hidak gerendaelhelyezése.

A közüti hidak gerendái egymástól rendszeren 0,80-1,20 m. távolságra vannak. Leggyakoribb az 1 m-es gerendatávolság.

A gerendák cölöpözött hídfőkön a cölöpöket összefogó süvegfaikon nyugszanak 4 cm-es átlapolással. Kétjáratú, néha egyjáratú hidak esetében is a süvegfa a hídfő közepétől a szélek felé magassági méretében csökken, hogy így a tartógerendákon nyugvó hidpálya oldalirányban 2-3 %-os eséssel lejtessen és így a vízelvezetés a hidpályáról könnyebb legyen. A tartógerendák bütüjére függőleges léceket szegezünk, melyhez pallóborítás csatlakozik. A pallóborítás vagy deszkázás a tartók alatt is folytatódik és csatlakozik a hídfő cölöpsora mögötti pallófalhoz. Ez az elrendezés teszi lehetővé, hogy a tartógerendákat minél kevesebb nedvesség érje, másrészt a bütük szellőzését biztosítja és ezáltal a korhadást késlelteti. A tartógerendának a süvegfaon való eloszuszását a tartógerendára szegezett pallókkal lehet megakadályozni. /104. 105. ábra/ közüti hid



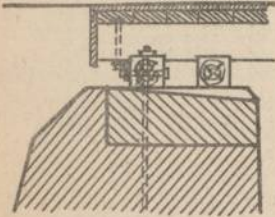
104. ábra.



105. ábra.

tartógerendájának említett felfekvési módját ábrázolja. /Kőszekrényműves hídfőkön a tartógerendák ászokfakon nyugszanak és a nedves föld ellen az előbbi módon védjük őket. /lásd hídfőknél/.

Kőből készült hídfők esetén a tartógerendák szintén ászokfán fekszenek. Az ászokfa rendszerint 26/26, vagy 20/20-as méretű. A hídfő homlokfalától beljebb 10-15 cm-re fektetik. Ha nagyobb terhelés adódik át a hídfőre, úgy egymás mögött 2, ritkán 3-4 ászokfát helyezünk el. A tartógerendákat a nedves föld elleni védekezésül ugyanolyan pallóborítással látjuk el, mint azt a fahídfőknél láttuk. Nagyobb áthidalások esetében, hogy a tartó behajlásával a tartóvég fel ne emelkedjék a hídfőről, szokták a hátsó ászokfát betoncsavarral a hídfőhöz és facsavarral szögvas közbeiktatásával a tartógerendához erősíteni, /106. ábra/.



106. ábra.

A tartógerendák az ászokfák/ászokfa/ mögött legalább 30 cm-re nyuljanak túl. Minthogy a hídfőkön lép fel az alátámasztások fölött keletkező absz. max. nyíró erő, minden nagyobb terhelésű hidat külön merevítő szerkezettel kell erősítenünk az alátámasztás felett. Az összetett gerendákat rendszeren keretbe foglaljuk, melyet külön merevítő csavarokkal erősítünk az alátámasztásnál mind a tartókhoz, mind az ászokgerendákhoz. A rácsos tartók erősítése az alátámasztásnál többféle módon történhet, egyik leggyakoribb megoldás a /107. ábra/ tuloldali ábrán látható.

b./Vasuti hidak gerendaelhelyezése.

A vasuti hidak tartógerendái a hídfőkön hasonló módon támaszkodnak fel, mint a közutiakon. Fa és kőszekrényműves pilléreken éppúgy védjük a tartógerendát nedvesség ellen, mint a közuti hidak esetében. Kőhídfőkön nem szükséges a tartók bütüjének lécoezése és bédészakázása, mert a hátsó felfalazás tetjén lévő 20/25/25-ös trapéz-alaku beton kavicsfogó gerenda megakadályozza a nedves földnek a tartógerendákhoz való ömlését. /108. ábra/.

Kettős ászokgerendán való felfekvést mutat be a 109. ábra. Olyan esetben, amikor a hídfő helyett jó teherbíró talajon szükség-megoldásként gerendákra fektetjük az ászokfákat a 109. ábrán feltüntetett megoldást választjuk.

D./ Tartók felfekvése a pilléreken.

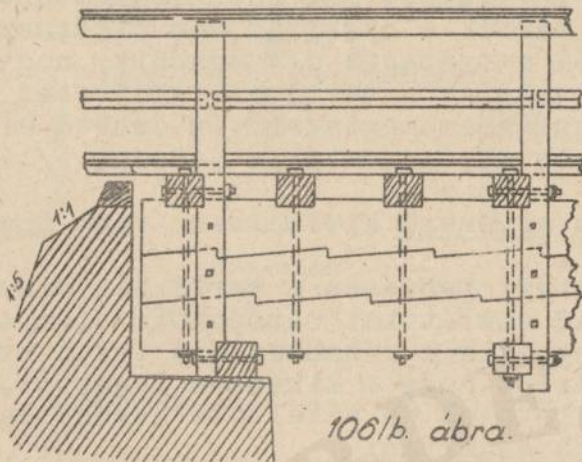
A tartók a pilléreken süvegfára, vagy ászokfára /1,2,4 / támaszkodnak, aszerint, amint a pillér fájárom, vagy kőszekrénymű, illetőleg kő.

Közuti hidak pilléreirein nagyrészt ugyanolyan kiképzéssel fekszenek fel a gerendák, mint a vasuti hidak pilléreirein. Emiatt a kétféle hid tartóinak a pilléreken való felfekvését együtt tárgyaljuk.

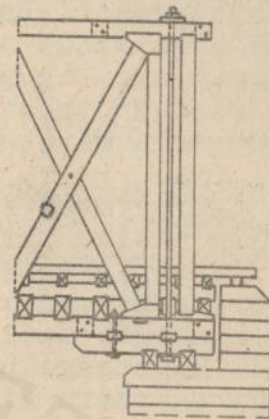
Csak a legritkább esetben fekszenek a tartógerendák közvetlenül a pillér süvegfájára, illetve ászokgerendájára. Ideiglenes hidakon előfordul néha, hogy a tartógerendák végeikkel egymás mellett, közvetlenül fekszenek fel a süvegfára. /110. ábra/.

Ha a tartók közvetítő elem közbeiktatásával támaszkodnak a pillérekre, kétféle elrendezés ismeretes:

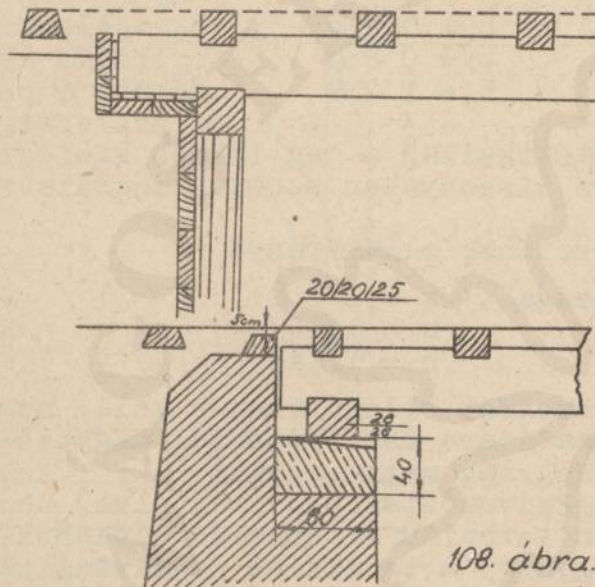
- 1./A tartók nyeregfára támaszkodnak,
- 2./A tartók ducokkal kitámasztott nyeregfára támaszkodnak /111. ábra/.



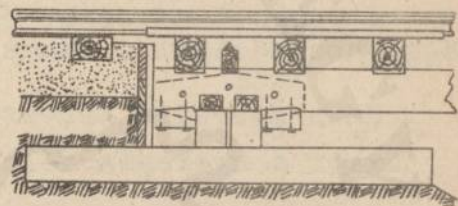
106/b. ábra.



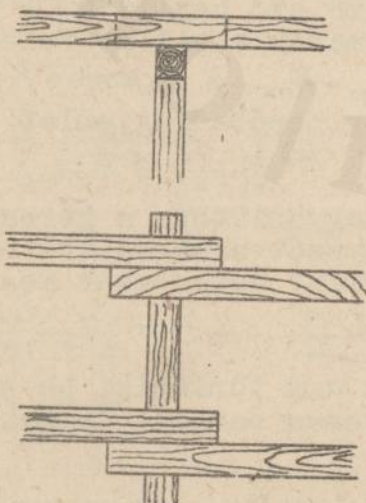
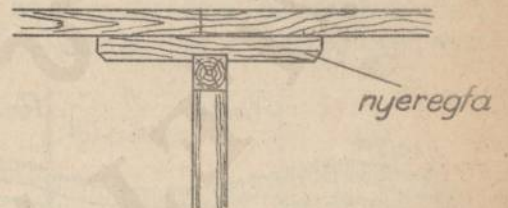
107. ábra.



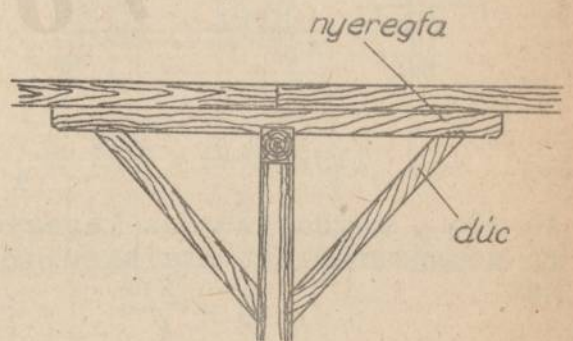
108. ábra.



109. ábra.



110. ábra.



111. ábra.

A nyeregfának előnye, hogy rajta a tartók biztosan fekdühetnek és emellett a támasztók is lerövidítik. Ha a tartók a nyeregfa felett ütköznek, a támasztók köz rövidülése nem okoz számbavehető nyomatékcsökkenést. Ha azonban a tartók a nyeregfa nem ütköznek, úgy a gerendák méretezése szempontjából a nyeregfa úgy működik, hogy az alátámasztási negatív nyomaték felvételét a tartóval együttesen végzi. Ilyen esetben tehát a tartó anyagában megtakarítás érhető el, mert elégséges a méretezést a kisebb mezőnyomatokra végezni. /112. ábra/.

A nyeregfa készíthetjük egyszerű kivitelben, vagy fogazottan, esetleg ékelve /113.114. ábra/.

A nyeregfa szükséges méreteit rendszeren a tartókhoz viszonyítva előre felvesszük, hogy a hid esztétikai nézőpontból arányos legyen. A nyeregfa szélessége megegyezik a rátámaszkodó tartó szélességével. Magassága pedig, aszerint hogy a kiképzés fogazott, vagy ékelt, vagy egyszerű kiképzésű, illetőleg ha a felette ütköző tartókat többtámaszu tartókként kívánjuk számítani

fogazott, ékelt
egyszerű
többtámaszu

$$b_1 = 0.7 a$$

$$b_1 = 0.8 a$$

$$b_1 = 1.2 a$$

b_1 jelenti a nyeregfa magasságát, a pedig a szélességét.

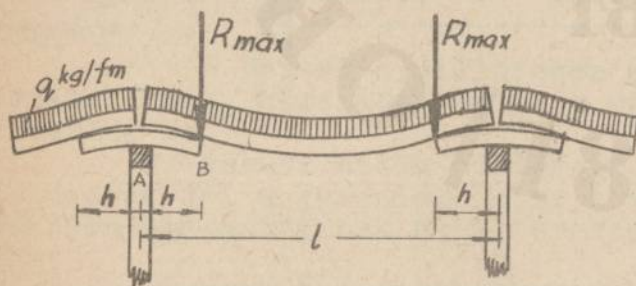
A leggazdaságosabb és esztétikailag a leg-inkább kielégítő nyeregfa hosszúságot a támasztók köz viszonyában szoktuk megválasztani.

Ha a nyeregfa keresztmetszetének oldalaránya

1:1,	akkor a nyeregfa félhosszúsága	$h = 1/8 l$
1:2,	"	$h = 1/10 l$
1:2,	"	$h = 1/14 l$

A megválasztott méretű nyeregfa ellenőriznünk kell, hogy a lehetséges legnagyobb terhelés hatására nem lép-e fel nagyobb feszültség benne, mint amennyi hatóságilag megengedett.

A nyeregfa úgy vannak legkedvezőtlenebbül terhelve, ha mindkét szomszédos hidmező maximálisan terhelte. A terhelés hatására a tartóvégek kissé felemelkednek, úgyhogy a terhelést /a maximális felszabadító erő nagyságával egyenlő/ a nyeregfa végén adják át a nyeregfaának. /115. ábra/.



115. ábra.

A nyeregfa tehát a legnagyobb nyíró erő hajlítja. A maximális nyomaték a pillér felett

$$M_{max} = R_{max} \cdot h \text{ (kgcm)} = K_x \cdot \sigma_{meg}$$

az ellenőrző egyenlet tehát

$$\sigma = \frac{R_{max} \cdot h}{K_x} \leq \sigma_{meg}$$

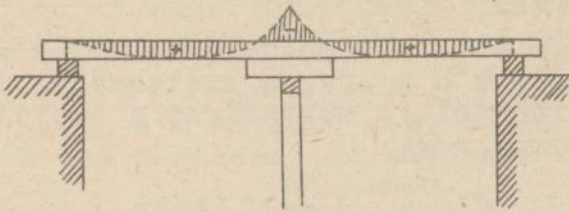
Az egyenletben a keresztmetszeti tényezőt a megválasztott méretek szerint határozzuk meg:

$$K_x = \frac{a^3}{6} \text{ illetve } K_x = \frac{ab^2}{6}$$

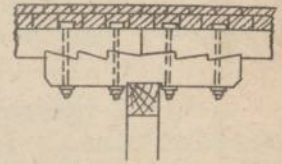
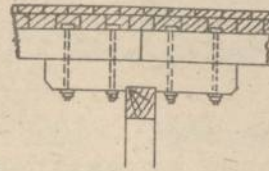
Az R_{max} meghatározása legegyszerűbben úgy történik, ha a hidra férrő mozgóterhelést átalakítjuk egyenletesen osztott terheléssé. Tehát

$$q = \frac{\sum P}{l} \dots \text{kg/m}$$

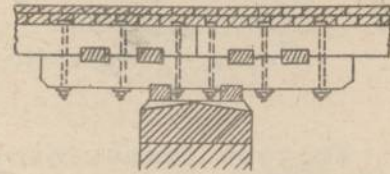
ahol l a teljes támasztók köz!



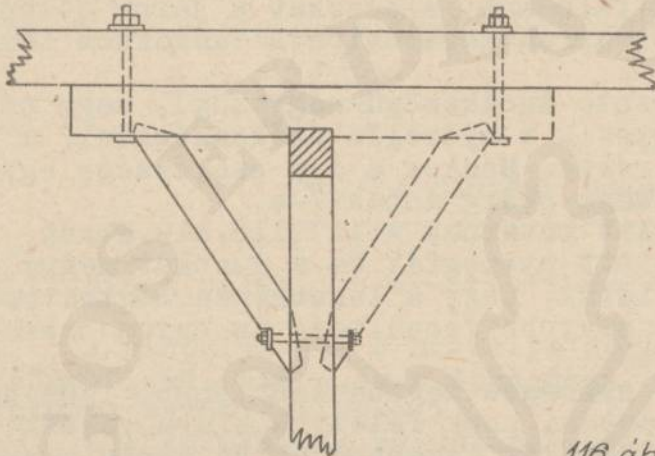
112. ábra.



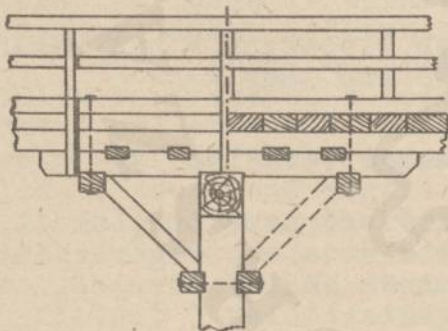
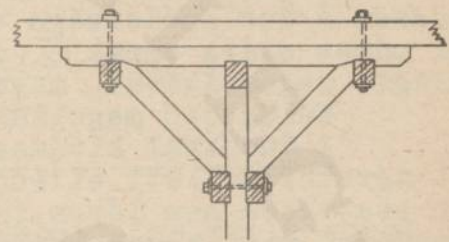
113. ábra.



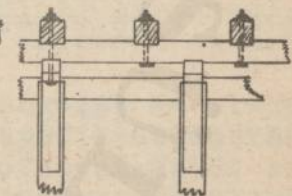
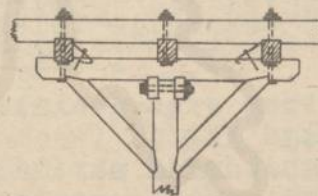
114. ábra.



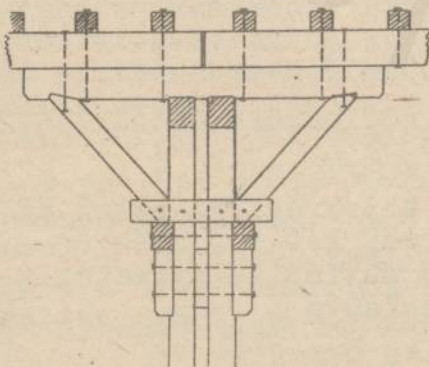
116. ábra.



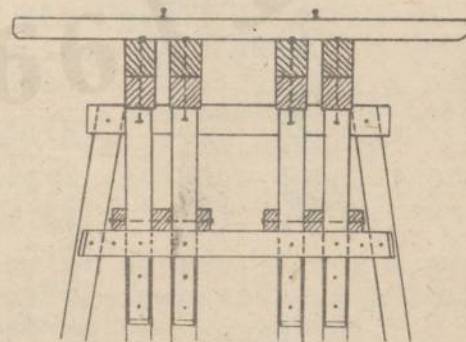
117. ábra.



118. ábra.



119. ábra.



/Ne feledkezzünk meg arról, hogy csak egy gerendára jutó osztott terhelést szabad számításba vennünk!/
Ha a hid önsúlyának egy gerendára eső részlegét g -vel /kg/fm/ jelöljük, úgy a max. nyíró erő:

$$R_{max} = \frac{l(q+g)}{2}$$

A nyeregfa méretét - bár nem szoktuk, meghatározhatjuk méretszámítással is, ebben az esetben csak a nyeregfa szélességét vesszük ugyanakkorának, mint a tartógerendáét. A magasságot a hajlítás méretezési egyenlete alapján határozzuk meg:

$$K_x = \frac{ab^2}{6} = \frac{M_{max}}{\sigma_{meg}} = \frac{R_{max} \cdot h}{\sigma_{meg}} \quad b = \sqrt{\frac{6Rh}{a \cdot \sigma_{meg}}} \quad \begin{matrix} R_{max} & \text{kg} \\ h & \text{cm} \\ a & \text{cm} \\ \sigma_{meg} & \text{kg/cm}^2 \end{matrix}$$

Nagyobb támasztóköz és terhelés esetén a nyeregfaák biztosítására ducokat is szoktunk alkalmazni. A ducokat a járom cölöpébe és nyeregfabá ágyazzuk, vagy csavarral megerősített tuskókhoz támasztjuk/116.ábra/.

A ducok keresztmetszete derékszögű négyyszögű, vagy négyzetes, rendszeren a duc szélessége egyezik a nyeregfa szélességével, a magassági méret pedig annak $\sqrt{2}$ -d része. Máskor a duc szélessége egyezik a nyeregfa magasságával, magassága pedig annak $\sqrt{2}$ -e.

Különböző megoldásokat mutatnak a 117.118.119.ábrák.

A ducokkal kitámasztott nyeregfaát és a ducokat megválasztott méretek mellett ellenőrizzük, hogy a lehetséges legkedvezőtlenebb esetekben nem lép-e fel nagyobb feszültség az egyes szerkezeti elemekben, mint a megengedett.

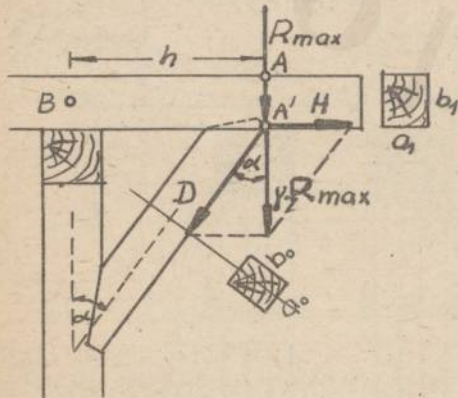
A ducal merevített nyeregfa legkedvezőtlenebb igénybevétele akkor támad, ha az A alátámasztási pont felett a hidra rakott terhelések a legnagyobb felszabadító erőt támasztják. Ez pedig olyan terhelés eloszlás esetében lép fel, ha a két szomszédos mező terhelése a legnagyobb.

A mozgó terhelést, ha egyenletesen elosztjuk a hid hosszával, a keletkező maximális felszabadító erő lesz:

$$R_{max} = \frac{l(q+g)}{2} \text{ kg}$$

Az egyenletben q az átalakított mozgó terhelés /kg/fm/ $q = \frac{\Sigma P}{l}$ g egy gerenda önsúlya /kg/fm/.

Az A pontban támadó maximális nyíró erő az α szög alatt hajló nyeregfaán keresztül az A₁ pontban adódik át a duc végére, de a rugalmas behajlás munkavesztése révén annak csak γ -szorososa, ahol γ értéke megközelítőleg 0.764 . /120.ábra/.



Az A₁ pontban ezt a módosított erőt két komponensre bonthatjuk, egy H vízszintes és egy D duc tengelyirányával párhuzamosan működő komponensre.

H nagysága az erő háromszögből: $H = \gamma R \tan \alpha$

D pedig $D = \frac{\gamma R}{\cos \alpha}$

Az ellenőrzés a nyeregfaára ebben az esetben, minthogy azt két erő H és R_{max} hajlítja, és a maximális nyomaték a B pontra vonatkoztatva $M_{max} = R_{max} \cdot h - H \frac{b}{2}$

120.ábra.

a hajlítás egyenletéből
$$\sigma = \frac{Rh - \gamma R \tan \alpha \frac{b_1}{2}}{\frac{a b_1^2}{6}} \leq \sigma_{meg}$$
 megenged

A duc excentrikus nyomásra igénybevett. Tehát az alapegyenlet:

$$\sigma = \frac{P}{F} + \frac{Pe}{K_x}$$

A P hatóerő esetünkben a D, ducban fellépő nyomás, "e" pedig a duc magassági méretének fele, jó megközelítéssel: $\frac{b_0}{2}$

$$\text{tehát } \sigma = \frac{D}{a_0 b_0} + \frac{D \frac{b_0}{2}}{\frac{a_0 b_0^2}{6}} = \frac{4D}{a_0 b_0} = \frac{4D}{F} = \frac{4\gamma R}{F \cos \alpha}$$

méretezés esetén a nyeregíjának méreteit az

$$K_x = \frac{a_0 b_1^2}{6} = \frac{R_{max} h - \gamma R_{max} \tan \alpha \frac{b_1}{2}}{\sigma_{meg}}$$

a duc méreteit pedig az alábbi egyenletből nyerjük egyenletből,

$$F = a_0 b_0 = \frac{4\gamma R_{max}}{\sigma \cos \alpha}$$
 duc

F./ A fahidak pályája.

a./Közüti hidak pályái.

A hidpálya áll a hidpálya borításból - melyre a mozgó terhelés közvetlenül hat - és a dobogóból, mely a tartószerkezeten felelszik és a terhelést viseli.

A közüti hidak pályájának ugyanolyan feltételeket kell kielégítenie, mint amilyent a jó úttól kívánunk meg. Eszerint a mozgó terhelés lökéseit enyhítenie és a hidon a teher mozgásakor keletkező surlódást csökkentenie kell.

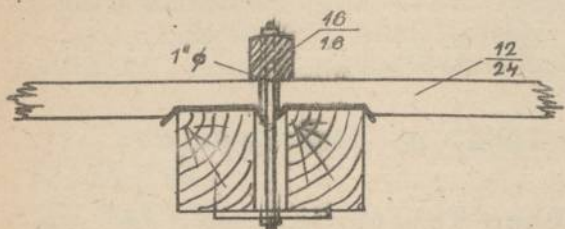
Kis forgalmu hidak építésekör nem különül el egymástól a hidpálya borítása és a dobogó, hanem mindkettőnek szerepét az u.n. egyszerű pallóborítás látja el.

A pallókat rendszeren a hídtengetyre merőlegesen és víztenítés elősegítése végett kis eséssel /2-5 %/ helyezik el szorosan egymás mellett, vagy keresztirányu esés helyett a víztenítés elősegítése végett 1-3 cm közökkel. Ilyen esetben különös gondnal kell óvniunk a tartógerendákat a víz ellen. A pallókat hogy ne legyenek túl vastagok 0.8-1.0 m távolságban támasztják alá a tartógerendák, melyekre a pallókat vagy kovácsszeggel, vagy csavarokkal erősítjük. Szélesebb híd esetén a híd tengelyében két gerendát szoktunk közel egymáshoz elhelyezni, hogy rajtuk a pallókat ütköztethessük, és azok cserélésekör a híd egyik oldalán fenntarthassuk a forgalmat. Ilyen esetben közepén külön lefogó fával erősítjük meg a pallókat, ezeket viszont a két gerenda közt lenyuló csavarokkal a tartógerendiákhoz rögzítünk vaslemez segítségével. /121. ábra/.

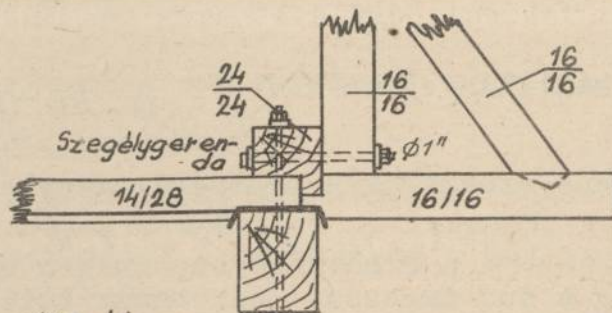
A hidpálya szélén a pallókat rendszeren szegélygerendával fogjuk le /122. ábra/. A szegélygerendával a palló bütüjének egyrészét is letakarhatjuk.

Ha külön gyalogjáró van az út szélén, akkor a gyalogut pallóit a szegélygerenda felső élével egy magasságban helyezük el s ezáltal egyttal elkülönítjük a két pályát egymástól.

Az egyszerű pallók legkedvezőbb méretei: szélesség 15-30 cm, magasság 10-14 cm.



121. ábra.



122. ábra.

A méretezéshez a legkedvezőtlenebb teherállásnak azt tekintjük, ha a tehersema legnagyobb súlyu kereke áll a pallón a két tartógerenda között. A pallót két végén alátámasztott hajlitott tartónak tekintjük, az alátámasztási pontok a tartógerenda éleitől beljebb esnek, jó megközelítéssel 1 m-es gerendatávolság esetén 5 cm-el.

A méretezés menete a következő:

1./Megállapítjuk a támasztóköz
 $t = t' - a + 0.10m$, hol t' = a gerendaosztás távolsága.

2./Meghatározzuk a palló 1 m²-re eső saját súlyát a magasság függvényében. A magasságot 10 cm-nek választjuk.

"q" kg/m³ = 10.v keményfa és "q" = 9.v puhafa esetében, amikor is "v" = cm és "q" = kg/m³.

3./Egyetlen egy palló saját súlya, ha a palló szélesség "sz" cm és a palló vastagsága "v" cm:

$$g = \frac{q \cdot sz}{100} \quad \text{kg/fm}$$

4./A veszélyes szelvény a támasztóköz felében van. Megállapítjuk, hogy egyetlen palló önsúlya mekkora nyomatókot támaszt a veszélyes szelvényben.

$$M_{\text{önsúly}}^{\text{max}} = \frac{g t^2}{8}$$

5./A koncentrált erőből a veszélyes szelvényben /tartó közepén/ keletkező maximális nyomaték nagysága figyelembe véve, hogy a terhelés "k" széles keréktalpon /gummiabroncsan/ adódik át, lesz:

$$M_{\text{max}}^{\text{conc}} = N_A \frac{t}{2} - \frac{P}{2} \frac{k}{4} = \frac{P}{2} \left(\frac{t}{2} - \frac{k}{4} \right) \dots \text{kgm}$$

P=kg, t és k=m.

6./A hajlítás méretezési egyenletéből kifejezzük az ismeretlen palló szélességet /sz/.

A fellépő összes nyomaték $M_{\text{ö}} + M_{\text{conc}} = M_{\text{max}}$. A keresztmetszeti tényező nagysága

$$K_x = \frac{sz(v-2)^2}{6} = \frac{M_{\text{max}}}{\sigma_{\text{meg}}}$$

és ebből

$$sz = \frac{6 M_{\text{max}}}{(v-2)^2 \sigma_{\text{meg}}} \dots \text{cm}$$

Az egyenletben $M_{\text{max}} = \text{kgcm}$, $v = \text{cm}$, $\sigma_{\text{meg}} = \text{kg/cm}^2$.

A keresztmetszeti tényező egyenletében "v" helyett azért kell /v-2/ értéket vennünk, mert a kopások miatt nem szabad a teljes vastagságot a teherviselő felületbe bevonni, hanem annál kb. 2 cm-el kisebbet.

7./Ha adott méretű pallókat ellenőrizni akarjuk arra nézve, hogy a keletkező feszültségek nem lépik-e túl a megengedett feszültség értékét, akkor az alábbi egyenletet használjuk:

$$\sigma = \frac{6M_{max}}{sz(v-2)^2} \leq \sigma_{meg}$$

Erősebben igénybevett hidakon, hol a forgalom okozta pallókopás tetemes, kettős pallóborítást szoktunk alkalmazni. A kettős pallóborításnak az alsó rétege - mely méretre az egyszerű pallóborítással egyezik - a tulajdonképpeni teherviselő réteg, és a felső csak a járóművek okozta rongálást veszi fel, neve: koptató-réteg. Ennek mérete szélességében egyezik az alsó réteg pallóival, magassága 4-6 cm szokott lenni.

Elhelyezése rendszerint úgy történik, hogy a teherviselő réteget a hid tengelyére merőlegesen - 1,2 cm-es közök beiktatásával - fektetjük, a koptatóréteget szintén így, de hézagot köztük nem hagyunk és az alsó réteghez viszonyítva fél palló értékkel eltolva alkalmazzuk az illesztéseket /124.ábra/. Elhelyezhetjük a teherviselő pallóréteget hosszirányban /hid tengelyével párhuzamosan/ is, de a koptatóréteg ebben az esetben is a hidtengelyre merőlegesen helyezkedik el. /125.ábra/.

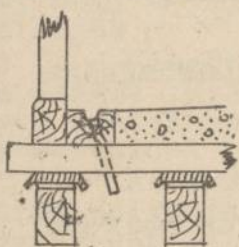


124.ábra.

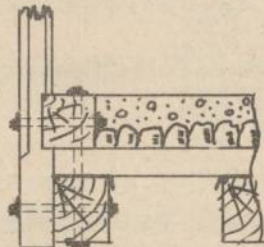
hogy azonban a teherviselésben ténylegesen mégis résztvesz a számítások eredményeképpen kapott rendszerint nem kerek egész számú értéket mindig egész cm-re lefelé kerekítjük.

Kavicsolást is alkalmazhatunk hidpálya borításul, mely olcsóbb mint a kettős pallóborítás, és a terhelést is egyenletesebben közvetíti a tartószerkezetre. Fenntartása az ut fenntartásával egyezően történik. Hátránya azonban a nagy önsúly. A kavicsborítás átlagos vastagsága 16-18 cm, ez a vastagság nem állandó a hidpálya teljes szélességében,

hanem a könnyebb víztelenítés végett értéke a hidpálya közepén 20-25 cm és a széleken 5 cm. A kavicsolás alatt a rendes keresztirányú pallósor /dobogó/ foglalt helyet. A hidpályát a két szélén szintén szegélygerendák fogják le, melyben 2-4 m távolságban a kavicsban felgyülemelő víz leeresztésére 20 cm hosszú kivágás van.



126.ábra.



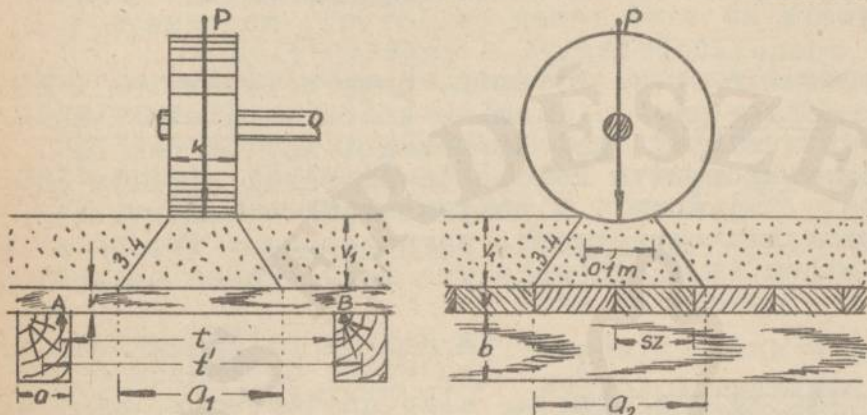
127.ábra

A szegélyfa itt is - miként az eddigieknél is a legszélső tartógerenda oldalfalán túl érjen, mert ebben az esetben a szegélyfáról lepergő víz nem áztatja a tartót.

Néha a szegélygerendába vályut vágnak, mely a vizet hosszirányban vezeti és alkalmas helyen kis csővön át a hid alá. Két szegélygerenda kiépzést mutat kavicsolt hidpályán a /126.127.ábra/. mellékelt két ábra.

A palló méretezése ebben az esetben különbözik az előzőekben látottaktól, mert a terhelés nem közvetlenül, hanem közvetve a kavicsborításon keresztül hat a dobogó pallóira. Minthogy a terhelések szemcsés anyagon keresztül a vizsgálatok szerint egy kup, vagy gúla alkotója mentén adódnak át a tényleges felvevő felületre, meg kell határoznunk azt a felületet, amelyen a koncentrált terhelés eloszlik. Kőtöltésben a terhelés 3:4-es, homokban 1:1 rézsű mentén adódik át.

Pallóméretezés kavicsborítás esetén.



128. ábra.

1./Támasztóköz

$$t = t' - a + 0.10 m$$

2./Önsúly

a./palló önsúlya

$$g' = 10, v_{cm} \dots kg/m^2$$

b./kavicssterítés önsúlya

$$g'' = 19, v_1, cm \dots kg/m^2$$

ahol v előre felvett érték, rendszeren 10 cm.

3./Mozgó terhelés.

A terhelési négy-

szög alapján átalakított /egyenletesen osztott/ mozgó terhelés

$$p' = \frac{P_{kg}}{a_1 a_2} \dots kg/m^2 \quad a_1 = k_m + 2 v_{1m} \frac{3}{4} = k_m + 1.5 v_{1m} \dots m \quad \text{és} \quad a_2 = 0.10 + 1.5 v_{1m}$$

4./Az "sz" széles pallóra ható összes terhelés.

Ha egyetlen "sz" széles pallót vizsgálunk, minthogy ez az 1 m² területből /erre vonatkozik az osztott terhelések értéke/ csak "sz" széles sávot foglal el, az erre ható önsúly és átalakított koncentrált mozgó terhelés értéke lesz

önsúly: $g = (g' + g'') sz_m \dots kg/fm$ és a mozgó terhelés: $p = p' sz \dots kg/fm$

5./A maximális nyomaték értéke.

A nyomaték maximális a támasztóköz felében. Ezt a nyomatékot tehát különböző nagyságu, de elosztott terhelések hozzák létre, mint azt a /129. ábra/ mellékelt ábra mutatja.

A max. nyom. a tartó közepén:

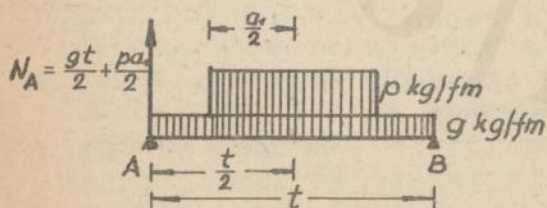
$$M_{max} = \frac{gt^2}{8} + \frac{pa_1 t}{4} - \frac{pa_1^2}{8}$$

A keresztmetszeti tényező pedig

$$K_x = \frac{sz v^2}{6} = \frac{M_{max}}{\sigma_{meg}}$$

és ebből a palló szükséges vastagsága

$$K_x = \sqrt{\frac{6 M_{max}}{sz \sigma_{meg}}}$$



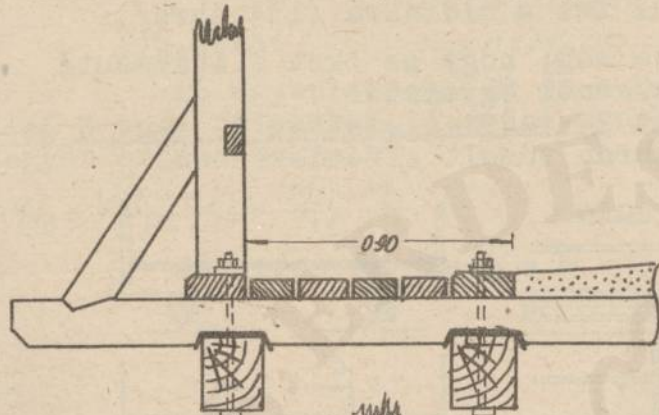
129. ábra.

Hidpálya burkolatnak alkalmazhatunk kavicsborítás helyett fakocka burkolatot is, bár eléggé költséges volta miatt aránylag ritkán. Fakocka burkolat előnye a kavicsborítással szemben kisebb súlya.

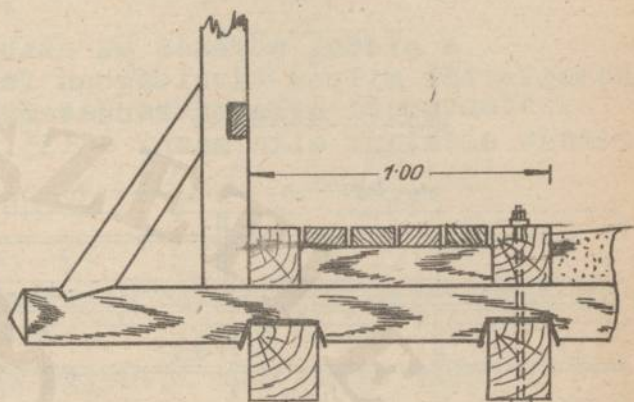
A gyalogjárók pallóit 400 kg/m^2 terhelésre /hasznos/ számítjuk. Ebből "sz" széles pallóra 400 sz kg/fm terhelés esik, hol "sz" értékét m-ben helyettesítjük be az egyenletbe.

A gyalogjárók szokásos kiképzéseit a 130.131.132.ábrák mutatják. Erdői hidakon gyalogjárót csak ritkán alkalmazunk.

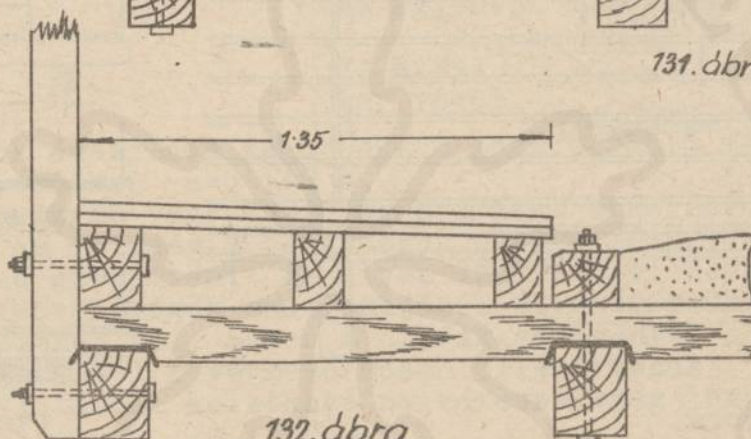
A hidpálya lehet még dobogón nyugvó kátránybeton is /12-14 cm vastag kavics, homok, kőszénzsurok és kátrány/, erre vékony kavicsréteget helyezünk, hogy a hidpálya felülete ne csusszék.



130. ábra.



131. ábra.



132. ábra.

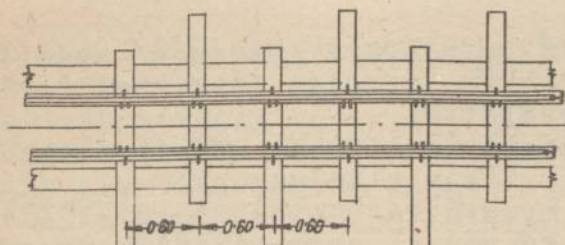
b./Vasuti fahidak pályája.

A vasuti hidakhoz csatlakozó vasuti pálya felépítménye két részből áll: a vágányzatból és kavicságyból.

A kavicságyat nagy súlya miatt nem szokták a hidon keresztül vezetni. A vágányzat a pályán a sinekből, az ezeket alátámasztó talpakból - leginkább talpfákból - és a sineket egymáshoz és a talpakhoz kötő kapcsolószerekből /hevederek, szegek, csavarok/ áll. A vágányzat a hidon lényeges változtatás nélkül halad át. Különbség csak az, hogy a talpfákat sűrűbben helyezük el és külön névvel - hidfák - jelöljük.

Kisebb hidakon előfordul, hogy a sinek közvetlenül a tartógerendára /hidtartó/ erősítettek. /Hosszgerendás felépítmény/. Ilyen esetekben a hidtartókat különös gonddal kell megerősíteni, hogy a nyombővülést megakadályozzuk.

Keresztgerendás felépítmény esetén a hidfák alakja eltérő a folyó pálya talpfáitól, mert rendszeren derékszögű négyszög keresztmetszetűek éles éllel és minden harmadik olyan hosszú, hogy rajta a gyalogjáró és a korlátok elhelyezhetők legyenek. Szokták évégett a hidfákat egyező hosszúakra is készíteni, de ebben az esetben úgy helyezük el őket, hogy váltakozva hol az egyik, hol a másik oldalon nyuljanak ki./133. ábra/.



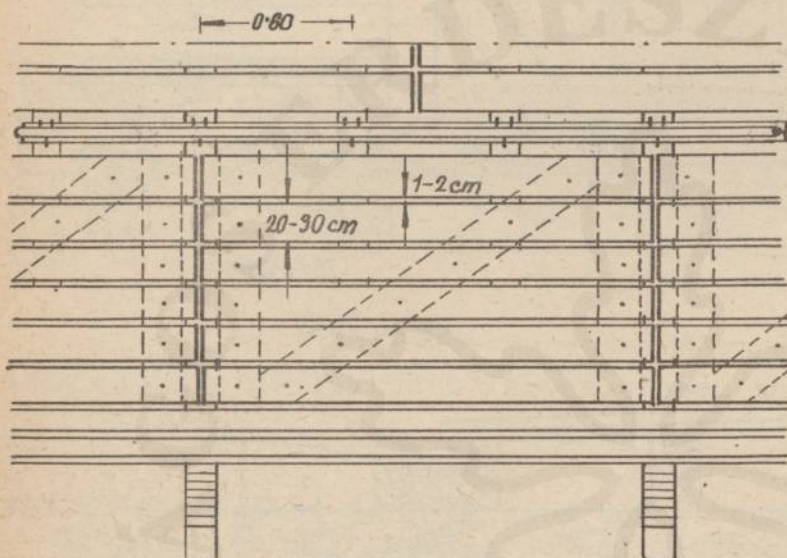
133.ábra.

A sinek között és mellett - gyalogjáró céljából - hosszirányban pallók fekszenek 2 cm-es közökkel. Vastagságuk 4-6 cm, szélességük általában 15-30 cm.

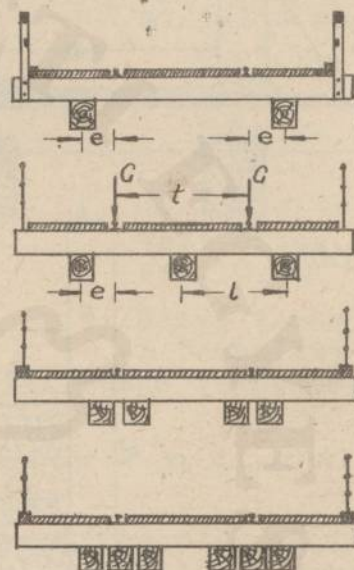
A pallók cserélését megkönnyítjük, ha ezeket előre keretbe foglaljuk, és ezeket a kereteket csavarjuk fel a hidfákra /134.ábra/.

A hidfák méretét az szabja meg, hogy az őket alátámasztó hossztartók milyen távolságban fekszenek egymástól.

Vasuti hidakon rendszerint 2- vagy 4, esetleg 3, vagy 6 gerendát szoktunk alkalmazni a 135.ábrán vázolt elrendezésben.



134.ábra.



135.ábra.

Ha a vágányt csak két gerenda támasztja alá, akkor amint az ábra is mutatja, ezek nem a sinek alatt fekszenek, hanem külpontosan "e" értékkel. Az "e" értéke lehetőleg a hidfa magasságának értékével egyezzen. Ha 3 gerendát helyezünk el a hidon, úgy arra kell ügyelnünk, hogy azoknak hajlító igénybevétel következtében történő áthajlása egyenlő nagyságú legyen. Az áthajlás abban az esetben lesz ugyanakkora érték, ha egyező erő hat mindhárom tartóra. Ebből a megfontolásból meg lehet határozni a keresztgerendát /hidfák/ alátámasztó főtartók egymástól, illetve a pálya tengelyvonalától való szükséges távolsát.

A hidfa ebben az esetben háromtámaszu, szimmetrikusan koncentrált terheléssel terhelt tartó. A terhelés a két sinen átadódó G-G, keréknyomás, mely a két szélső gerendától mindkét oldalon ugyanazon "e" - "e" távolságnyra van. A pálya nyomköze, illetve a két sin középvonalának egymástól való távolsága legyen "t", a gerendák egymástól való távolsága pedig "l". $l = t/2 + e$. Ha feltételünk az, hogy a hidfa alátámasztásait képviselő három főtartóra egyenlő nagyságú nyomás - A, B, C felszabadító erők - jusson kell, hogy $A + B + C = 2G$, $A = B = C = 2G/3$ legyen. A felszabadító erőket meghatározhatjuk Clapeyron egyenletének segítségével. /136.ábra/.



136. ábra.

Az egyenletben $G=P$ és $a=b=e$.

A felszabadító erő A. pontban a C pontra felírt nyomatéki egyenletből

$$N_A = \frac{G(l-e)}{l} + \frac{M_C - M_A}{l}$$

Más részről $N_A = N_B = N_C = \frac{2}{3}G$; $\frac{2}{3}G = \frac{G(l-e)}{l} - \frac{Ge(l^2-e^2)}{2l^3}$

rendezve harmadfoku egyenletet kapunk $e^3 - 3el^2 + \frac{2}{3}l^3 = 0$

az egyenlet megoldása után

$$e = 0.226l$$

de mivel $l = \frac{t}{2} + e$

$$\text{így végül } e = 0.146t$$

A főtartók áthajlása tehát akkor lesz egyenlő mértékű, ha az excentricitás értéke $e = 0.146t$.

Általában 18/18 vagy 20/20-as hidfákat alkalmazunk számítva arra, hogy kb. 2 cm mélységig beágyazzuk őket a főtartókba. A főtartót sohasem szabad gyengíteni! Az ilyen szelvénnel készített hidfákat a keletkező feszültségek szempontjából ellenőrizzük. Ha a hidfák két főtartón fekszenek fel, akkor a hidfák szelvényét a fellépő feszültségek szempontjából következő módon ellenőrizzük

ha $e \leq b$ a hajlításból keletkező nyírófeszültség lesz

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{R_{max}}{F}$$

Ha $e \geq b$ a hajlításból keletkező húzó, illetve nyomófeszültség értéke

$$\sigma = \frac{M_{max}}{K_x}$$

A hidfa keresztmetszvénye akkor megfelelő, ha $\tau \leq \tau_{meg}$ és $\sigma \leq \sigma_{meg}$.

Előfordulhat az az eset, hogy a főtartókat távolabb helyezzük el egymástól, mint $t+2e+10$ cm. Ilyen esetben a hidfákat hajlításra kell méreteznünk. /137. ábra/.



137. ábra.

A max. nyom. ismeretében a tartó/hidfa/ szelvénymérete a következőképpen határozható meg:

A max. nyom. lesz

$$M_{max} = Ge = K_x \sigma_{meg} = \frac{a^3}{3} \sigma_{meg}$$

és ebből a hidfa rövidebb éle

$$a = \sqrt[3]{\frac{3Ge}{\sigma_{meg}}} \quad \text{cm} \quad \begin{matrix} G = kg \\ e = cm \end{matrix}$$

Ivben fekvő hidakon a külső síneket magasbbitani kell. A sín magasbbitást, ha ennek értéke kicsi, egyszerűen a hidfák egyoldali mélyebb beeresztésével lehet megoldani. Ha a magasbbitás nagyobb, akkor vagy a hossztartókat helyezik el a tulemelésnek megfelelő kü-

terét erősen lecsökkentjük. Nem praktikus /142. ábra/.

A korlátok anyaga általában fa, készíthetünk azonban vas-korlátokat is.

G./ Fahidak főtartói.

1./ Az egyszerű fagerendatartó.

Az egyszerű fagerendatartók keresztmetszet alakra nézve lehetnek gömbölyű fák, vagy kétoldalt bárdolt, tompaélű, vagy éles élű gerendák. A fagerendák csak jó minőségű, sűrű évgyűrűs, göcsmentes elsőosztályú anyagból készíthetők - kivéve ideiglenes, alárendelt jellegű áteresztőkön, vagy hidakon.

A fa legveszedelmesebb ellensége a gomba, tenyészási optimuma a párás, meleg levegő. Emiatt a tartógerendákat külön védőberendezéssel óvni kell a légköri csapadékoktól. A védőberendezés lehet: a gerenda feletti csöpögővel ellátott és a gerenda szélén legalább 5 cm-el túlnyúló gyantadus fenyő pallóborítás. Ez fekszik közvetlenül, vagy lécek közbeiktatásával a gerendára. Az utóbbi elrendezés azért helyesebb, mert a gerenda szellőződését jobban biztosítja. /143. ábra/. Lehet még védeni kátránypapírral és bádorgborítással is a tartógerendát, mindkét esetben ügyelve arra, hogy a gerenda tetejéhez a védőlemezek nem szegezhetők, mert a szeglyukon keresztül a beszívargott nedvesség, minthogy eltávozni nem tud, melegágya lehet a gombafertőzésnek. Közúti hidak szélső tartóinak oldalfelületét be szokták zsindelyezni, vagy deszkázni.



143. ábra.

a./Közúti hidak.

A közúti hidak egyszerű gerendája hajlításra van igénybevéve. A méretezés előfeltétele, hogy pontosan tudjuk, mekkora lehetséges legnagyobb terheléssel kell számolnunk, melyet egyetlen gerendának el kell viselnie.

A hidak terhelése című fejezetben a közúti hidakra ható terhelések fel vannak tüntetve. Minthogy egy gerendára többféle terhelés is hat, külön-külön mindegyik terhelés által előidézett igénybevétellel számolunk, de az egynemű igénybevételeket mindig a tartó egyetlen ugyanazon szelvényére az igénybevétel szempontjából veszélyes szelvényre nézve vizsgáljuk.

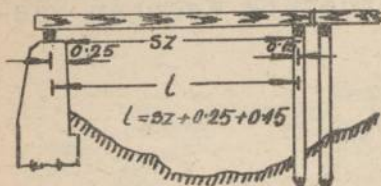
A méretezés menete a következő:

1./Megállapítjuk a tartógerendák egymástól való távolságát.

A közúti hidak tartói egymástól általában 0.80-1.20 m-re vannak. Nagy tartó távolságot nem jó választani, mert a hiddobogó számításakor túlságosan vastag pallóméretet kapunk. Szerkezetileg legalkalmasabb, ha 1 m-es gerendatávolságot választunk.

2./Meg kell határoznunk a tartó támasztó között / l /, mely egyenes hidakon a hídfőknél vagy pillérekön nyugvó ászokfák, illetőleg süvegfa középvonalainak egymástól való távolsága /144. ábra/. Ha ismerjük a hidnyílás szélességét, abból a támasztók között úgy nyerjük, hogy kőhídfők esetén 2×25 cm-t, fahídfők esetén 2×15 cm-t

adunk a hidnyílás szélességéhez $l = sz + 2 \cdot 0.25$ ill. $l = sz + 2 \cdot 0.15$ /.



144. ábra.

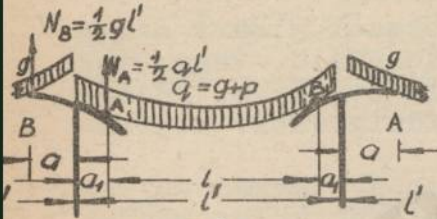
Nyeregfa alkalmazása esetében számításba vehetjük a támasztóköz-rövidülést. Az alábbi megfontolás alapján. Ha a pillérek közti teljesen terhelt és a mellettük fekvő mezők pedig csak az önsullal terhelték, úgy a nyeregfa a 145. ábrában bemutatott alakot veszik fel. /145. ábra/. A nyeregfa egyensúlyi feltétele megkívánja az alábbi nyomatéki egyenlőséget:

$$\frac{1}{2} g l' a = \frac{1}{2} q l' a_1$$

Ebből

$$a_1 = a \frac{g}{q} = a \frac{g}{g+p}$$

, ahol "g" az önsúly kg/fm, "p" a fm-ként elosztott mozgó terhelés értéke.



145. ábra.

A támasztóköz a fentiek alapján $l = l' - 2a_1 = l' - 2a \frac{g}{g+p}$

Ducolt nyeregfa esetén a támasztóköz értéke: $l = l' - 2a$

Ferde hidak támasztóköze a tartó tengelyvonalának és az ászokgerendák tengelyvonalának metszéspontjai közötti távolság. A hidfők, vagy pillérek homlokfalára merőlegesen mért hidnyílás szélességéből - ha a hid ferdesége α° - a következő egyenlettel nyerhetjük a támasztóközt:

$$l_m = \frac{sz_m + 0.50}{\sin \alpha} \text{ illetve } l_m = \frac{sz_m + 0.30}{\sin \alpha}$$



146. ábra.

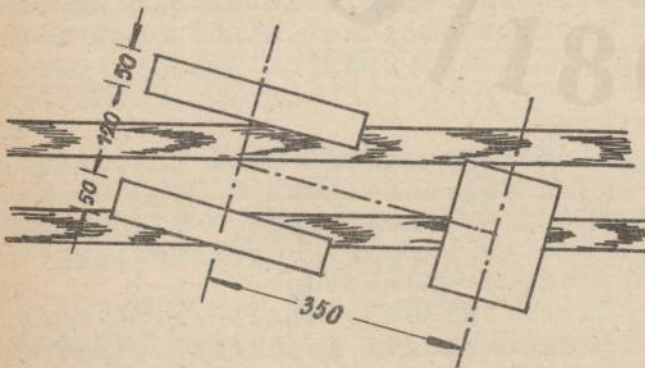
3./Meghatározzuk a mozgó terhelésből támadó legnagyobb nyomaték értékét és helyét, /veszélyes szelvény/ számítással és ellenőrizzük szerkesztéssel. Mint tudjuk, a veszélyes szelvény távolsága a baloldali alátámasztástól:

$$z = \frac{l}{2} - \frac{\sum P e_j - \sum P e_b}{2R}$$

a "z" szelvényben keletkező absz.max.nyom. a koncentrált mozgó erők hatására pedig

$$M_{max}^z = \frac{R z^2}{l} - \sum P e_b$$

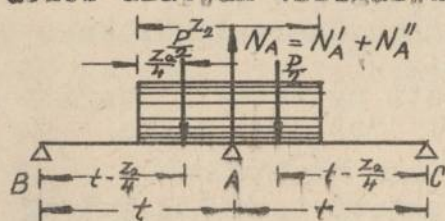
Minthogy a gerendára nézve a legkedvezőtlenebb lehetséges terhelés az, ha a jármű egyvonalba eső kerekai éppen felette haladnak, úgy a teherséma /lásd hidak terhelése című fejezet/ keréknyomásait /és nem tengelynyomásait!/ vesszük ilymódon tekintetbe. A lővákát mindig teljes súllyértékükkel vonjuk számításba.



147. ábra.

Olyan esetben, ha a terhelő jármű utihenger, úgy helyezzük el ferde állásban egy gerenda fölött, hogy az első hengerének és egyik hátsó kerekének közepe a gerenda felett nyugodjék/lehetséges legkedvezőtlenebb teherállítás/. /147. ábra/. Minthogy az utihenger teherátadó felülete szélesebb a tartógerendánál, amelyre hat, terhelését tehát nem csak arra a gerendára adja át, amelyik felett áll, hanem a két szomszédosra is. Ha a tartógerendák egymástól való távolsága "t", a henger szélessé-

ge "z" és jó közelítéssel feltesszük, hogy az első henger P súlya a "z" szélességben egyenletesen oszlik el, úgy az A alátámasztásra jutó nyomás /az ott keletkező felszabadító erővel egyenlő nagyságu/ a szimmetrikus két mező miatt két darab két végén alátámasztott "t" hosszú tartót képzelve, ha a hengert a 148. ábrán feltüntetett elrendezés alapján vizsgáljuk



148. ábra.

felszabadító erő az egyik mezőről

$$N_A' t = \frac{P}{2} \left(t - \frac{z_0}{4} \right) \text{ ebből } N_A' = \frac{P}{2} \left(1 - \frac{z_0}{4t} \right)$$

felszabadító erő a másik mezőről

$$N_A'' = N_A' = \frac{P}{2} \left(1 - \frac{z_0}{4t} \right)$$

az egy gerendára eső összes nyomás tehát

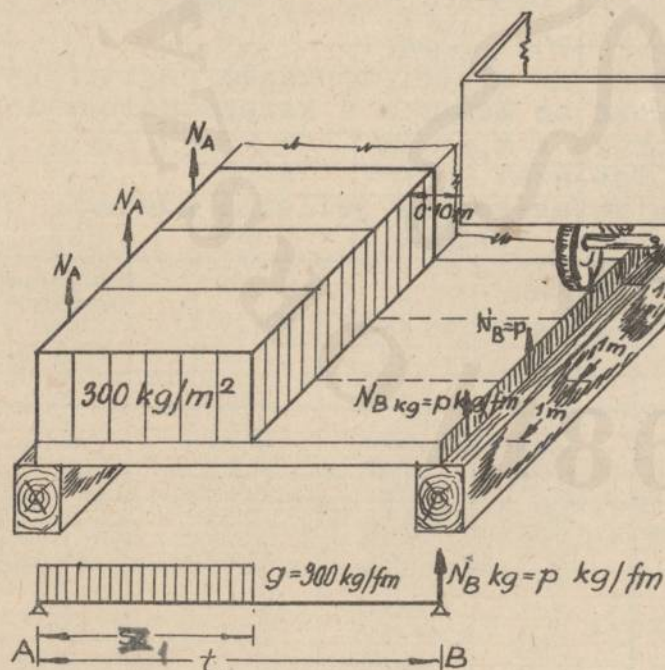
$$2N_A' = N_A = P - P \frac{z_0}{4t}$$

A ható mozgóerő tehát nem az utihenger első

hengerének súlya, hanem annál $\frac{z_0}{4t}$ értékkel kevesebb. Ugyanigy járunk el a hátsó hengerkerékkel is.

4./A mozgóterhelésből támadó max. nyom. helyét ismerve meg kell határoznunk ugyanabban a szelvényben az osztott terhelésekből /önsúly, embercsődület/ származó maximális nyomatókót is.

Az önsúly értékét a hidak terhelése című fejezetben ismertetett egyenletekből, vagy hozzávetőleges méreetszámítás után fajsúly és a hidpálya súlyának ismeretében határozzuk meg 1 m²-nyi felületre. Ügyeljünk arra, hogy ha a gerendákat nem 1 m-nyire helyezzük el egymástól, úgy az előbb tárgyalt 1 m-re eső terhelést a gerenda távolsággal meg kell szoroznunk, hogy a gerendára vonatkoztatva kg/fm-es értéket kapjunk. Pl.: 80 cm-es gerendaosztás esetén 300 kg/m²-es terhelésből gerendákra 0.8.300=240 kg/fm jut.



149. ábra.

Az önsúlyon kívül mint egyenletesen osztott terhelést az embercsődületből eredő nyomást is számításba kell vennünk. A legkedvezőtlenebb - de még lehetséges - terhelés gerendánkra nézve az, ha a gerendán álló jármű mellett a biztonsági 10 cm-es köz betartásával embercsoportok állanak. /A jármű szélességi méreteit a teher-sémából kivehetjük./ Az embercsoportok okozta nyomást részben a vizsgált gerenda, részben pedig a szomszédos tartó veszi fel. A kérdéses gerendára adódó nyomást, mint fm-kénti terhelést úgy határozzuk meg, hogy a hidat hosszirányban 1 m-es szakaszokra bontva képzeljük és minden ilyen szakaszban álló embercsoportból meghatározzuk a vizsgált gerendára ható nyomást. /149. ábra/. A vizsgált gerendára jutó terhelés 1 fm hosszúságban, mint-

hogy nagyságra nézve egyezik a felszabadító erővel /értelme ellentétes/ lesz

$$N_B t = \frac{q z_1^2}{2} ; N_B = \frac{q z_1^2}{2t}$$

Ezek a nyomások, mivel m-ként hatnak, egyenletesen osztott fm-kénti terhelésnek is foghatók fel $P_{kg/fm} = \frac{q z_1^2}{2t}$ hol $q = 300 \text{ kg/m}$

"z" az embercsődület által elfoglalt szélesség egy gerendaközben, "t" pedig a gerendák egymástól való távolsága.

Az osztott terhelések okozta többleti nyomaték a mozgó terhelés mértékadó erője alatt az alátámasztástól "z" távolságra

$$M_{öns}^z = \frac{g+p}{2} z(\ell-z)$$

Ha a hidfelületre kizárólag csak osztott terhelés hat, úgy a maximális nyomaték értéke a tartó közepén

$$M_{öns}^{max} = \frac{q \ell^2}{8}$$

Ha a hidak terhelése című fejezetben konkrét esetben több teherséma irányadó, úgy mindegyikre nézve megállapítjuk a legnagyobb nyomatékot és alternatívák közül a legnagyobbat vesszük.

5./A maximális nyomaték / $M_{max} = M_{max \text{ mozgó}} + M_{öns}^z$ / ismeretében meghatározhatjuk a gerenda szükséges méreteit.

a./Élesélű gerenda legkedvezőbb oldal-aránya $1:\sqrt{2}$. A gerenda keresztmetszeti tényezője

$$K_x = \frac{a(a/\sqrt{2})^2}{6} = \frac{a^3}{3}$$

A hajlítás méretezési egyenlete szerint

$$\sigma_{meg} = \frac{M_{max}}{K_x} = \frac{3 M_{max}}{a^3}$$

Tehát a kisebbik oldalméret

$$a = \sqrt[3]{\frac{3 M_{max}}{\sigma_{meg}}} \dots \text{cm} \quad \begin{matrix} M_{max} = \text{kgcm} \\ \sigma_{meg} = \text{kg/cm}^2 \end{matrix}$$

És ebből a nagyobbik oldalméret $b = a/\sqrt{2} \dots \text{cm}$

Meghatározhatjuk a gerenda méreteit az alábbi táblázat segítségével is./ A méretezési egyenletből ebben az esetben a keresztmetszeti tényező értékét fejezzük ki, amikor is : $K_x = \frac{M_{max} \text{ kg.cm}}{\sigma_{meg} \text{ kg/cm}^2} /$.

XXVI. Táblázat.

Derekszögű négyszögkeresztmetszetű fagerendák jellemző adatai.

/ Oldalviszony: $1:\sqrt{2} /$.

Pontos méret a/b	$K_x = \frac{ab^2}{6}$	$J_x = \frac{a \cdot b^3}{12}$	A szükséges gömbölyűség felső átmérője	Pontos méret a/b	$K_x = \frac{ab^2}{6}$	$J_x = \frac{a \cdot b^3}{12}$	A szükséges gömbölyűség felső átmérője.
cm	cm ³	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ⁴	cm
14/10	326.7	2286.7	17.2	30/22	3500.0	49500.0	37.2
15/11	412.5	3093.8	18.6	31/22	3529.7	54616.8	38.0
16/12	512.0	4096.0	20.0	32/23	3925.3	62805.3	39.4
17/12	578.0	4913.0	20.8	33/24	4356.0	71974.0	40.8
18/13	702.0	6318.0	22.2	34/24	4624.0	78608.0	41.6
19/14	842.3	8002.2	23.6	35/25	5104.2	89322.2	42.0
20/14	933.3	9333.3	24.4	36/26	5616.0	108800.0	44.4
21/15	1102.5	11576.3	25.8	37/27	6160.5	119963.3	45.8
22/16	1290.7	14197.3	27.2	38/27	6498.0	128462.0	46.6
23/17	1498.8	17236.6	28.6	39/28	7098.0	138411.0	48.0
24/17	1632.0	19584.0	29.4	40/29	7733.8	152666.7	49.4
25/18	1875.0	23437.5	30.8	41/29	8124.8	166559.1	50.2
26/19	2140.7	27828.7	32.2	42/30	8824.8	185220.0	51.6
27/19	2308.5	31164.8	33.0	43/31	9553.2	205393.4	53.4
28/20	2613.3	36586.7	34.4	44/32	10325.3	227457.3	54.4
29/21	2943.5	42680.8	35.8	45/32	10800.0	243000.0	55.2

150. ábra.

b./Gömbölyű fa átmérőjét, ha tartóként alkalmazzuk, mint-hogy keresztmetszeti tényezője $K_x = \frac{d^3 \pi}{32} = \frac{M_{max}}{\sigma_{meg}}$ az $d = \sqrt[3]{\frac{32 M_{max}}{\pi \sigma_{meg}}}$ egyenletből határozhatjuk meg. Az egyenletben $M = \text{kgcm}$, $\sigma_{meg} = \text{kg/cm}^2$ ismert értékek.

c./Ha a tartógerenda tompaélű, a méretezési egyenletből a keresztmetszeti tényező értékét határozzuk meg cm^3 értékben és a megfelelő gerendát táblázatból nyerhetjük.

XXVII. táblázat.

Kétoldalt bárdolt gerendák jellemző adatai.

(A bárdolt lap szélessége az átmérő felével $-\frac{d}{2}-$ egyenlő.)

Középmé- rő	Magasság $m = \frac{d}{2}\sqrt{3}$	Keresztmet- zeti tényező $K = 0.0912 d^3$	Inertia nyomaték $J = 0.039491 d^4$	Középmé- rő	Magasság $m = \frac{d}{2}\sqrt{3}$	Keresztmet- zeti tényező $K = 0.0912 d^3$	Inertia nyomaték $J = 0.039491 d^4$
cm	cm	cm ³	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ⁴
15	13.0	307.8	1999.2	36	31.2	4255.0	66329.3
16	13.8	373.6	2588.1	37	32.0	4619.6	74012.0
17	14.7	448.1	3298.3	38	32.9	5004.3	82343.6
18	15.6	531.9	4145.6	39	33.8	5409.9	91359.5
19	16.5	625.5	5146.5	40	34.6	5836.8	101096.3
20	17.3	729.6	6318.5	41	35.5	6285.6	111591.4
21	18.2	844.6	7680.2	42	36.4	6756.8	122883.2
22	19.1	971.1	9250.9	43	37.3	7251.0	135011.0
23	19.9	1109.6	11051.1	44	38.2	7768.8	148015.1
24	20.8	1260.7	13102.1	45	39.0	8310.6	161936.7
25	21.6	1425.0	15426.1	46	39.8	8870.0	176651.0
26	22.5	1602.9	18046.3	47	40.7	9468.7	192702.2
27	23.4	1795.1	20987.0	48	41.6	10086.0	209633.3
28	24.2	2002.0	24273.2	49	42.5	10729.6	227656.3
29	25.1	2224.3	27931.1	50	43.3	11400.0	246817.2
30	26.0	2462.4	31987.5	51	44.2	12097.8	267162.8
31	26.8	2716.9	36470.5	52	45.0	12823.4	288741.2
32	27.7	2988.4	41409.0	53	45.9	13577.6	311601.0
33	28.6	3277.5	46832.9	54	46.8	14360.7	335792.0
34	29.4	3584.5	52772.9	55	47.6	15173.4	361365.0
35	30.3	3910.2	59260.8				

151. ábra.

A hajlításra való méretezés után a gerendaszelvényt, mint-hogy a fa rostirányban könnyen nyíródik, ellenőriznünk kell, hogy a hajlításból keletkező nyírófeszültségek értéke nem lép-e túl a megengedett feszültségek értékét.

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{R_{max}}{F} \leq \tau_{meg}$$

derékszögű négyszög szelvény esetén.

$$\tau = \frac{4}{3} \frac{R_{max}}{F} \leq \tau_{meg}$$

kör-szelvény esetén.

6./Ha kész gerenda anyag áll rendelkezésünkre, akkor ellenőriznünk kell, hogy ezen adott méretű tartókban a terhelések hatására nem lépnek-e fel a megengedettnél nagyobb feszültségek. Ebben az esetben is a hajlítás alapegyenletét használjuk, de az egyenletben a nyomaték értékén kívül a keresztmetszeti tényező értéke is ismert a gerenda keresztmetszet ismeretében, úgyhogy a fellépő tényleges feszültségek nagyságát meghatározhatjuk. Az ellenőrző számítás alapján eredményül kapott feszültség értéke keményfa esetén kisebb kell, hogy legyen 85 kg/cm^2 -nél, és fenyőfánál pedig 70 kg/cm^2 -nél. A hajlításból keletkező nyírófeszültségre nézve az ellenőrzést szintén el kell végeznünk, ahogy ezt az 5./pont alatt már letárgyaltuk.

b./vasuti hidak.

A vasuti hidak egyszerű tartógerendáinak méretszámítása ugyanazon lépésekben történik, mint ahogy azt a közuti hidaknál láthattuk.

A tartógerendák egymástól való távolságát a nyomtávolság határozottá teszi. Méretezéskor az összes terhelést számításba vesszük /tengelynyomás+hidsúly/ és az ezekből származó maximális igénybevételek értékét /nyomaték, nyíróerő/ annyi részre osztjuk, ahány tartót alkalmazunk. A tartók számát, tehát csak a nyomaték meghatározása után állapítjuk meg, még pedig úgy, hogy az egy tartóra eső nyomaték alapján a gerenda szelvénye szabványos, vagy előállítható méretű legyen. A méretezési és ellenőrzési egyenletek egyébként teljesen megegyeznek a közuti hidaknál tárgyalt egyenletekkel, csak nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy a számításba veendő nyomaték és nyíróerő $\frac{M_{max}}{n}$ és $\frac{R_{max}}{n}$ lesz, ahol "n" a tartók számát jelenti.

Vasuti fahidak esetén a dinamikus hatásokat nem vesszük tekintetbe, mert ez a fára megengedett feszültség értékében benne foglaltatik.

2./Összetett gerendatartók.

A hajlitott tartók teherviselő képessége, amint azt a hajlítás alapegyenlete mutatja $M_{max} = K_x \cdot b$ egyenes arányban függ a keresztmetszeti tényezőtől. Ha viszont megnézzük a derékszögű négyszög kereszt szelvényű gerenda keresztmetszeti tényezőjét $K_x = \frac{ab^2}{6}$ látjuk, hogy a szelvény magasságának növelésével a keresztmetszeti tényező másodfokú hatvány szerint változik, míg a szélesség növelésével csak lineárisan. Ha tehát nagyobb teherviselő képességű tartót kívánunk kiképezni, lehetőleg minél kisebb anyag-felhasználással, úgy ha a több tartót alkalmazunk, azokat nem egymás mellett, hanem egymás felett kell elhelyeznünk. Az egyszerűen, minden kötőelem nélkül egymásra helyezett tartók azonban ugyanazt az eredményt adják, mintha egymás mellé helyeztük volna el őket. Mindegyiknek ugyanis a hajlító igénybevétel következtében külön semleges tengelye támad, mert a hajlításból keletkező nyíróerő az érintkező felületeket egymáson szabadon elcsusztatja. Ha az egymás fölé helyezett tartókat olyan kötőelemekkel kapcsoljuk össze, hogy megakadályozzuk az érintkező felületeknek egymáson való elcsuszadását, úgy összetett tartókat kapunk, melyeknek már csak egyetlen semleges tengelye van, így tehát az egész kereszt szelvény felület együttesen vesz részt a hajlításban. Minthogy a kötőelemek, és az összeköttetés teljesen tökéletes sohasem lehet, az összetett gerendák keresztmetszeti tényezője sohasem éri el az egymás fe-

letti keresztmetszet felületek összegéből adódó ideális keresztmetszeti tényezőt.

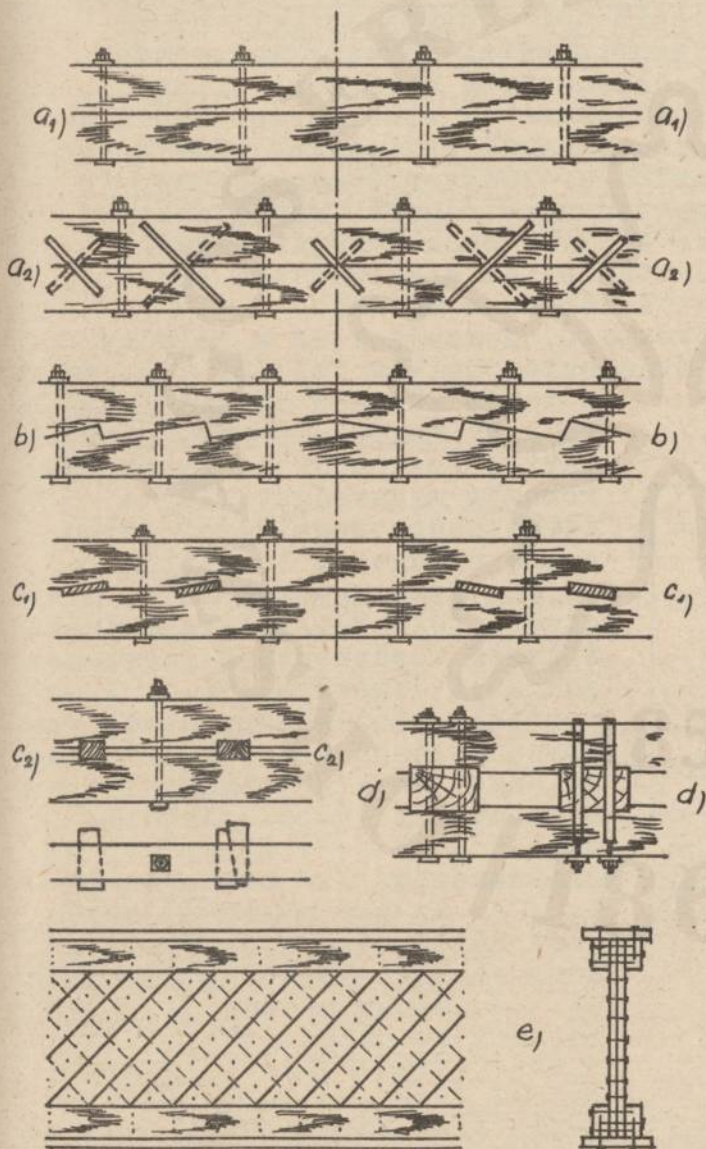
A következő összetett gerendatartókat különböztetjük meg:

- a./Csavározott tartók és kapesokkal erősített összetett tartók.
- b./Fogazott tartók
- c./Ékelt tartók
- d./Tuskós tartók

Ide számítjuk a több szerkezeti elemből összeszegezett:

- e./Szegezett tartókat is.

Az összetett gerendák általános szerkezeti formáját a 152. ábra mutatja.



a./Csavározott és kapesokkal erősített tartók.

A csavározott tartók csavarjainak átmérője a gerenda szélességi méretének $1/10$ -e, vagy $1/8$ -a. A csavarok nem nyújtanak jó összeköttetést, mert a vas berágódik a fába és így a tartóknak egymáson való elcsuszását nem tudják kellőképpen megakadályozni. Az egymáson való elcsuszás ellen a csavározás elkészülte előtt a tartók érintkező felületeit élesélű homokkal szokták behinteni. A csavározás gyors és olcsó. Egyszerűen elkészíthető és ezért alkalmazzuk szükséghidakon, és gyors helyreállításoknál.

A kapesokkal összekötött tartók csak száraz faanyagból készülhetnek, nem mint az előzőek, ahol szükség esetén élőnedves fát is felhasználhatunk. A kapesokat a tartó tengelyéhez 45° alatt hajlóan verjük a gerendákba, hogy a hajlításból keletkező nyíró erőt a kapesok, mint húzó erőt vegyék fel. A tartó másik oldalán az előbbieik irányára merőlegesen helyezük el a kapesokat. A kapesok ilymódon történő elhelyezése célszerűen biztosítja egyúttal a tartót a megrepedezés ellen. Hogy a tartó szerkezete különféle magasságaiban jelentkező repedések keletkezését minél hatásosabban tudjuk megakadályozni, kü-

152. ábra.

lőnböző hosszúságú vaskapcsok alkalmazása célszerű. Az ilyen tartók is összekötendők csavarokkal. A csavarok mindig a kapcsok között helyezkednek el.

A csavarozott és kapcsokkal erősített tartókat úgy méretezzük, mint az egyszerű hajlitott gerendatartókat, figyelembe véve azt a tény, hogy a csavarok és kapcsok tökéletes összeköttetést nem tudnak létesíteni. A kapcsolat tökéletlensége miatt az összekötött tartók ideális keresztmetszeti tényezőjét le kell csökkenteni 0,8-szeresére. Ez az érték addig helytálló, míg a csavarok a gerendákba bele nem rágódnak. Ideiglenes hidakon emiatt lehetséges az aránylag magas 0,8-as szorzószámmal számolni. A hajlítás méretezési egyenletből nyert gerenda szélességet a csavarok okozta gyengítés miatt növelnünk kell a csavarátmérő értékével.

A nyíró erőknek az alátámasztások felé való növekedése miatt a csavarokat a közép felé ritkábban, az alátámasztások felé sűrűbben helyezük el. A csavarok nem veszik fel a nyíró erőt, hanem csak a gerenda felületek egymáshoz szorításával növelik a gerendák közti súrlódást, amely a nyíró erők elcsuszátató hatásának ellenáll.

A legideálisabb az összekötő csavarok elhelyezése abban az esetben, ha minden egyes csavar oly hosszúságú felületeket szorít össze, amely hosszúságokhoz tartozó nyíró erők egyenlő nagyságúak. Az egyes csavarokhoz tartozó egyenlő nagyságú nyíró erők meghatározása legegyszerűbben grafikusán történik. A nyíró erők ábráját egyenlő nagyságú /területű/ részekre kell osztanunk az alkalmazandó csavarok számának megfelelően. A szerkesztést a 153. ábra mutatja.

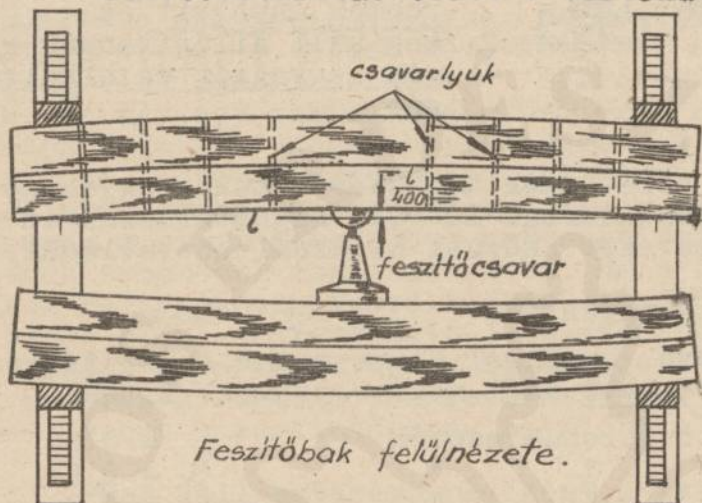
A szerkesztés menete a következő. Megrajzoljuk a relatív maximális nyíró erők ábráját. Az alátámasztás helyén fellépő R_{max} és a tartó közepén támadó R_{min} nyíró erők megfelelő végű pontjait összekötjük. A nyert háromszög magasságát /12/ a tartó hossz tengelyével párhuzamos egyenesre levetítjük /3,4/. Ezen egyenes fölé, mint átmérő fölé félkört rajzolunk. A tartó középpontját levetítjük a 34 átmérőre /5/. A 4. pontból, mint középpontból körzőnyílásba vesszük a 45 távolságot és elmetsszük vele a körívet /6/. 6-ból párhuzamosan húzunk a 34 átmérővel az alátámasztás /1/ hatásvonaláig /7/. Az így nyert 67 egyenest annyi részre osztjuk, ahány csavart kívánunk alkalmazni. /4 csavar esetén pl. 8,9,10 lesznek az osztáspontok/. A nyert osztásrészeket levetítjük az ívre /11,12,13/, és 4-ből mint középpontból körívekkel visszaforgatjuk a 34 átfogóra /14,15,16/. Ezeket a pontokat felvetítjük a tartóra és ezen pontokon kereszt-

153. ábra.

túl a nyíró erők ábrájában az ordinátákat meghuzva az ábrát egyenlő területű - egyenlő nagyságu nyíró erőt magában foglaló részekre osztottuk. /A szerkesztés tulajdonképpen geometriai középarányos szerkesztés, annak a tételnek felhasználásával, hogy hasonló háromszögek területei úgy viszonylanak egymáshoz, mint a megfelelő magasságok négyzetei/. A csavarokat az egyenlő területű trapézok súlypontjában helyezzük el.

A szerkesztést elegendő a féltartóra nézve elvégezni, a csavarok elhelyezése a tartó mindkét oldalán a szerkesztésnek megfelelően szimmetrikusan történik.

Összezsavarozás előtt a tartókat hosszúságuk 400-ad részé-



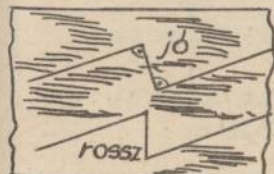
nek megfelelő nyilmagassággal meghajlítják. A tartókat bakokra fektetik és a két egymással szemben elhelyezett összetett tartót feszítő csavarral a kívánt nyilmagasságnak megfelelően meghajlítják, majd ebben a kifeszített állapotban történik a csavarlyukak előfurása és a tartók összezsavarozása. /154. ábra/.

A többi összetett gerendát is hasonlóképpen kell meghajlítani és összeszerelni.

b./ Fogazott tartók.

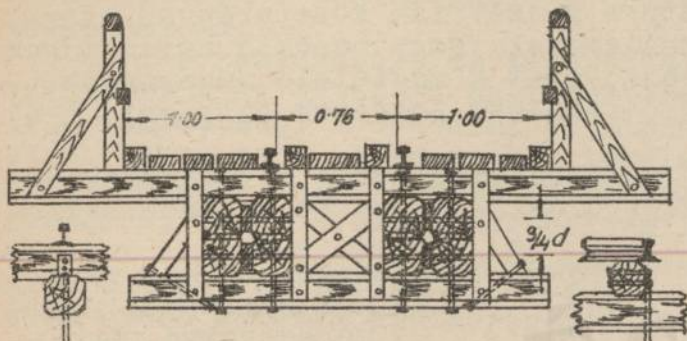
Ezen gerenda-összetételnél az érintkező felületek közötti kapcsolatot megfelelően kiképzett fogazással, továbbá csavarok alkalmazásával biztosítjuk. A fogazás elkészítése rendkívül gondos ács munkát igényel. Napjainkban ritkábban alkalmazzák, mint régebben, mert egyrészt elkészítésük körülményes és kiváló szakmunkát igényel, másrészt az egyes összetevő gerendák nagy mennyiségű anyagot veszítenek megmunkálásukkor.

A fogazás iránya a nyíró erők irányának függvénye. Két végén alátámasztott tartó esetén a fogakat egymásra merőleges fogfelületekkel a tartó közepétől szimmetrikusan kétoldalra lejtően képezzük ki. A tartók szorosan egymáson fekszenek az érintkező felületek között szabad tér nincs. A fogak sűrűsége az alátámasztások felé növekszik, mint hogy a nyíró erő az alátámasztások felett éri el legnagyobb értékét. Többtámaszu tartó esetén ott változik a fogazás iránya, ahol a nyíró erők előjelüket váltják.



A fogfelületek egymásba való nyomódásának megakadályozására vas, vagy cinklemez, esetleg vékony tölgy, vagy bükkhasítványt helyezünk el a fogak közé. Fogazással rendszerint 2,3 esetleg 4 gerendát szoktunk egymással összekötni.

A többszöresen fogazott gerendákat feltétlenül merevítünk kell. Kettős fogazott gerendát is célszerű legalább az alátámasz-



156. ábra.

1./A gerendák méreteinek meghatározásakor ugyanugy, mint ahogy azt az egyszerű gerendáknál láttuk, meghatározzuk az egy gerendára eső maximális nyomatóköt./Közüti hidaknál közvetlenül, vasúti hidaknál $\frac{M_{max}}{n}$.

A méretezés alapegyenlete: $M_{max} = \eta K_x \sigma_{meg}$

η szorzótényező, amellyel a keresztmetszeti tényezőt az összekötés tökéletlenségei miatt kell megszoroznunk. Értékei

kettős fogazott gerenda esetén	$\eta = 0.8$
hármás " " "	$\eta = 0.6$
négyes " " "	$\eta = 0.5$

A fogazott tartó teljes magassága m_o . A teljes magasság viszonyában választjuk meg a tartó szélességét /s/, és pedig

kettős fogazott tartó esetén	$s = 0.50 m_o$
hármás " " "	$s = 0.35 m_o$
négyes " " "	$s = 0.25 m_o$

Igy tehát pl. kettős fogazott gerenda esetén a méretezés egyenlete:

$$M_{max} = 0.8 \sigma_{meg} \frac{0.5 m_o^3}{6} \quad \text{és ebből} \quad m_o = \sqrt[3]{\frac{15 M_{max}}{\sigma_{meg}}}$$

m_o ismeretében a gerendaszélesség értéke $s = 0.50 m_o$.

Ezen gerendaszélesség értékét a csavarok okozta gyengítés miatt növelnünk kell a csavarátmérő értékével. "s" módosított értéke lesz tehát $s = 0.50 m_o + d$, ahol "d" a csavar átmérője cm-ben, értéke általában 2.5-3 cm.

Az egyes gerendák magasságait /m/ a fogazás mélységének ismeretében tudjuk meghatározni.

A fogmélység legideálisabb értéke gyakorlati adatok alapján egy gerenda magasságának 0.1, 0.2, átlag 0.15-szerese.

$$e = 0.1m - 0.2m \quad \text{általában} \quad e = 0.15m.$$

"n" gerendából készült fogazott tartó összmagassága

$$m_o = n.m - (n-1)e, \quad \text{ahol "n" a gerendaszám, "m" egy gerenda magassága és "e" a fogazás mélysége./157. ábra/}.$$

tásoknál és esetleg a tartó 2-3 helyén még kellően merevíteni. Ilyen elrendezést mutat be a 156. ábra erdei vasúti hidon. Az ábrán lévő tartók tompaélű gerendák egyszerű fogazással.

A fogazott gerendák méretezése két részre tagozódik.

- 1./Meg kell határozni a gerendák méreteit és
- 2./meg kell állapítani a fogak nagyságát és elhelyezését.

A fél tartóban fellépő összes nyiróerő a maximális nyiróerők ábrájának a területe

$$\Sigma R = \frac{R_{max} + R_{min}}{2} \frac{l}{2}$$

Derékszögű négyszög keresztmetszetű gerenda esetén támadó nyirófeszültség

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{R}{s \cdot m_0} \left[1 - \frac{4y^2}{m_0^2} \right] \quad a \frac{3}{2} \left[1 - \frac{4y^2}{m_0^2} \right] \text{ tényezőt } C\text{-vel jelöljük}$$

Az 1 cm hossza eső nyirófeszültségek összege a féltartóban egy az "x-x" tengelytől y távolságban fekvő síkban, mely egyúttal abszolút értékre nézve, az ott fellépő nyiróerők összegével is egyenlő /

$$T_{összes} = \sum_0^{\frac{l}{2}} \tau_{1cm} = \sum_0^{\frac{l}{2}} \tau \cdot s = C \frac{1}{m_0} \frac{R_{max} + R_{min}}{2} \frac{l}{2} \dots kg$$

Vasuti hidakon természetesen ezt az értéket mivel a híd teljes szélességében ható terhelések következtében fellépő nyiróigénybevételt vonjuk számításba, a tartók számával el kell osztanunk.

Az egyenletben szereplő C értékei

Két gerenda esetén

$$C = \frac{3}{2}$$

Három " " "

$$C = \frac{3}{4}$$

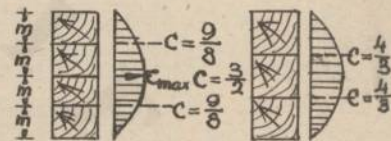
Négy " " középütt

$$C = \frac{3}{8}$$

Négy " " a széleken

$$C = \frac{9}{8}$$

159. ábra.



Az egy fog által felvehető nyiróerő nagyságát az határozza meg, hogy a fognak mekkora homlokfelülete van, amely felületre a nyiróerők nyomást fejthetnek ki. Ez a nyomás rostirányú nyomófeszültséget ébreszt, melynek megengedett mértéke a hajlítási megengedett feszültséghez viszonyítva: $\sigma_n = f \sigma_h$

Fenyőfa $\sigma_n = 0.836 \sigma_h$

keményfa $\sigma_n = 0.90 \sigma_h$

Egy fog felvehet $t = e \cdot s \cdot f \sigma_h$ nagyságú nyiróerőt /160. ábra/.

A fogak száma tehát számra felfelé kerekítjük.

$$n = \frac{T}{t}$$

"n" értékét egész

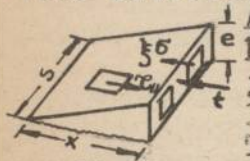
A fogak elhelyezése grafikusán történik, hasonló szerkesztéssel, mint a csavarozott tartóknál látni. Az egyenlő területű trapézok súlypontjában most is csavarokat, míg a határvonalra a fogak homlokfelületeit helyezzük.



160. ábra.

Vigyázni kell arra, hogy a szélső fog a gerenda végétől lehetőleg 60 cm-re, de legalább 12.e-re legyen, hol "e" a fog mélysége.

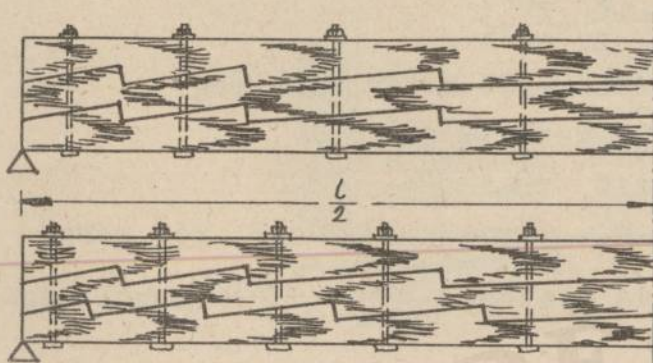
A fogak hossza legalább 10.e" legyen. Ha a szerkesztés ennél kisebb értékhez vezetett volna, akkor a fogmélység növelésével kell kevesebb fogszámot elérni.



A fog szükséges minimális hosszúságát meg lehet egyébként határozni a következőképpen is /161. ábra/. Az egy fogra jutó nyomás $t = e \cdot s \cdot f \sigma_h$. Ezt el kell viselnie az "x.s" felületnek, melyen a "t" erő a fogat elcsúsztatni igyekszik. Tehát $e \cdot s \cdot f \sigma_h = x \cdot s \cdot \tau_n$ és ebből $x = \frac{e \cdot f \sigma_h}{\tau_n}$

161. ábra. Ha a tartó három gerendából áll, a fog elosztást kétféleképpen végezhetjük, vagy mindkét érintkezési síkban a kiszámított "n" fogat osztjuk el, vagy - gyakrabban - az alsó gerenda felett a fogak számát egyel megnöveljük és így egy foggal eltoltt helyzetű fogosztást tervezünk. /162. ábra/.

Négy gerenda esetén a két szélső gerenda határán egyező, középpütt eltérő fogazást alkalmazunk a $C=9/8$, illetőleg $C=3/2$ szerint.



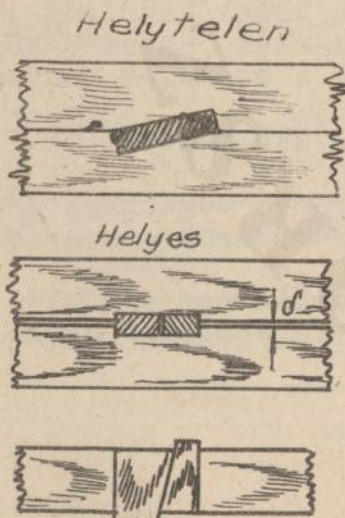
162. ábra.

A fogazott tartók szerelése bakokon történik. Az ivesen kifeeszített gerendára előrajzolják a fogakat. Ezután megszüntetik a fesztést és kivágják az előrajzolt fogakat. A nagy pontossággal megdolgozott felületű gerendákat ismét egymásra helyezik és az előbbi módon meghajlítják. Ilyen állapotban furják meg az összekötő csavarok helyét.

c./Az ékelte tartók.

Az ékelte tartóknak két formáját különböztetjük meg. A keresztékelte és a hosszékelte gerendákat. Az ékelte tartók előnye a fogazott tartókkal szemben, hogy kevesebb anyagvesztéssel, nagyobb szerkezeti magasság érhető el. Kiképzésük is egyszerűbb, csak stabilitásuk nem olyan nagy, mint a fogazottaké.

A hosszékelte gerendák ékei keményfából készülnek. A hosszékek elhelyezése nehezebb, ezenkívül változó irányú erőknél egyes betétek megszűnnek teherviselők lenni. Az ékek segítségével összetett tartók szorosan egymáson fekszenek, köztük szabad tér nincs hosszékelte gerendák esetén. Korszerű fahidaknál ezt a típust már nem alkalmazzuk. /163. ábra/.



163. ábra.

A keresztékek kettős ékek, melyeknek beverésével a beszáradás révén meglazult gerendák ismét merevvé tehetők. Az egyszerű ékek alkalmazása nem ajánlható, mert csak teljesen párhuzamos oldallapok esetén biztosítható az erőátvitel tökéletessége. Az ékelte tartókat is összecsavarozzuk, de a csavar sohasem mehet keresztül az éken. Az ékek rostiránya a tartó rostirányára merőleges. Keresztékelésnél a tartók nem fekszenek szorosan egymáson, hanem közötti hidakon 2 cm-es, vasuti hidakon 1 cm-es hézag van az egyes gerendák között. / σ /.

A faékek helyett szoktak különböző alakú, rendszerint korong alakú, vagy fogazott kör alakú vasbetéteket is alkalmazni összekötő elemként.

Az ékelte gerendák méretezése a fogazott gerendákéhoz hasonlóan történik. A gerenda összes magassága m_0 , és az egyes gerendák magassága m közötti viszony, ha a gerendák egymástól σ távolságra vannak

$$m_0 = n \cdot m + (n-1) \sigma$$

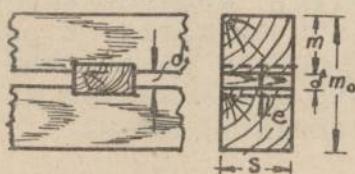
A szélesség viszonya a magassághoz:

két gerenda esetén
három " "

$$s = 0^{\circ}45' m_0$$

$$s = 0^{\circ}30' m_0$$

A beékelés mélysége: $e = 0^{\circ}1m - 0^{\circ}2m$ ált. $0^{\circ}15m$.



164. ábra.

A keresztmetszeti tényezőt csökkentő η értékei:

két gerenda esetén $\eta = 0^{\circ}7$
három " " $\eta = 0^{\circ}5$

Méretezéskor a következő értékeket határozzuk meg:

1./A maximális nyomaték egy gerendára. M_{max} .

2./A keresztmetszeti tényező $K_x = \frac{5m_o^2}{6}$

A méretezési egyenlet $K_x = \frac{M_{max}}{\eta \cdot \sigma_{meg}} = \frac{5m_o^2}{6}$ pl. két gerenda esetén $\frac{M_{max}}{\eta \cdot \sigma_{meg}} = \frac{0.45m_o^3}{6}$. Ebből meg-

határozható m_o .

3./ $m_o = n \cdot m + (n-1)d$

4./A tartó szélessége $s = \alpha m_o$

5./A beékelés mélysége $e = 0.15m$

6./Az ékek hosszúsága $h = 4e \sim 5.5e$

7./Az egy gerendára eső összes nyíróerő $T_o = C \frac{R_{max} + R_{min}}{2} \frac{l}{2} \frac{1}{m_o}$

8./Az egy ék által felvehető nyíróerő $t = e \cdot s \cdot f \cdot \sigma_n$

9./Az ékek száma $n = \frac{T}{t}$

10./Az ékek grafikus kiosztása /ékek elhelyezése/ ugyanugy történik, mint azt a fogazott tartóknál láttuk. Az ékek az egyenlő területű mezők szélére kerülnek, és ettől annyi eltérés engedhető meg, hogy az ék középvonala essék a mező határába.

Ellenőrzésképpen meg kell vizsgálnunk, hogy a legszélső ék távolsága a tartó végétől legalább 60 cm, illetőleg, 12e érték legyen.

Meg kell vizsgálnunk azt is, hogy az ékek közti távolság nem kisebb-e, 12e-nél, mert ebben az esetben nem az ékek, hanem a köztük lévő gerendarészek nyíródnak le. Ilyen esetben a beékelés nagyságát növeljük, hogy az ékek számát csökkenthessük.

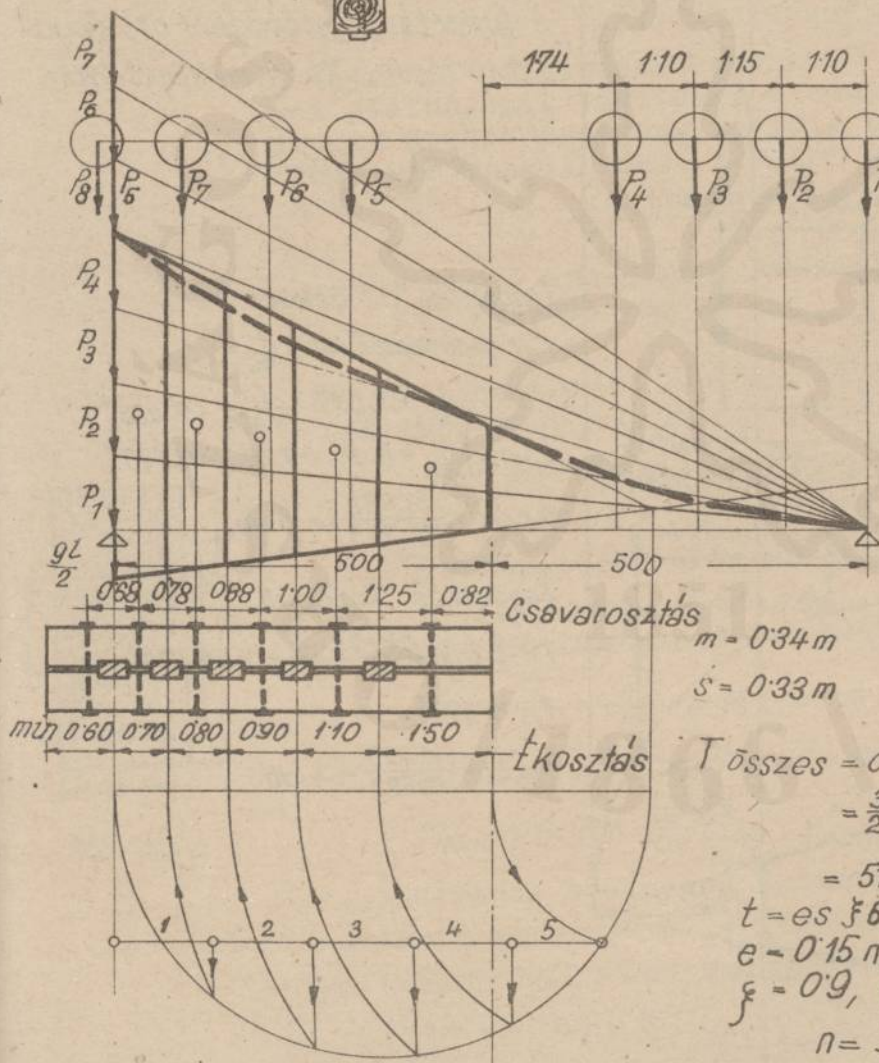
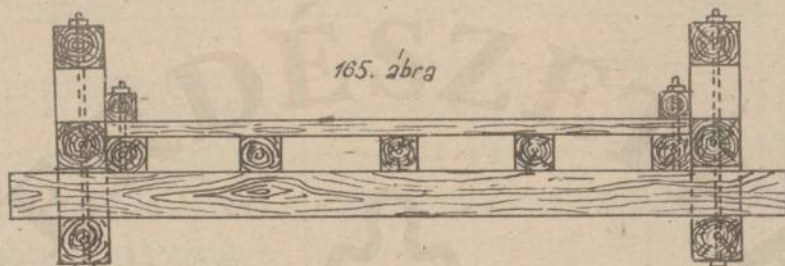
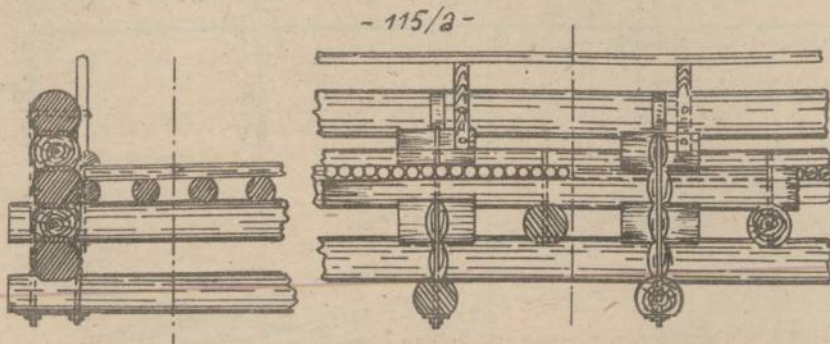
Három gerenda esetén rendszeren ugyanazt az ékelosztást alkalmazzuk mindegyik gerendaközben.

Négy gerenda esetén is rendszerint a kiképzés megkönnyítése céljából mindahárom éksort hasonló éktávolsággal tervezzük, és az ékek így egymás fölött helyezkednek el.

Az ékelte tartók elkészítése a fogazott tartókéhoz hasonlóan történik. A csavarok helyén a két gerenda közé fabetéteket szoktak helyezni.

d./ Tuskós tartók.

A tuskós tartók tuskói általában a tartógerendák anyagával egyező faanyagból készülnek. /Puhafa tartó esetén, tehát puhafából/. Készíthetünk azonban puhafa tartókat keményfa tuskók alkalmazásával is. A tuskók rostiránya egyezik a tartó rostirányával. Megerősítésük a tuskókon átmenő csavarokkal, vagy a tuskók mellett alkalmazott szorító pántokkal történik. Ha a tuskók oly nagyok, hogy az összekötött tartógerendák egymástól aránylag messzire kerülnek, úgy a tuskók között is alkalmazunk csavarokat külön fabetétek közbeiktatásával.



Terhelés: 2 drb 24 tonnás
mozdony

1cm = 6 tonna
M = 1:100

$l = 10.00 \text{ m}$

$\frac{9l}{2} = 3.71 \text{ t}$

$R'_{\max} = 24 \text{ t}$

$R'_{\min} = 10.3 \text{ t}$

4 főtartót alkalmazva
egy főtartón hat:

$$R_{\max} = \frac{27.71}{4} = 6.9 \text{ t}$$

$$R_{\min} = \frac{10.3}{4} = 2.6 \text{ t}$$

$$m = 0.34 \text{ m}$$

$$s = 0.33 \text{ m}$$

$$m_o = 0.89 \text{ m}$$

$$T_{\text{összes}} = c \frac{1}{2} \frac{R_{\max} + R_{\min}}{2} \frac{1}{m_o} =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 5.0 \cdot \frac{6.9 + 2.6}{2} \cdot \frac{1}{0.89} =$$

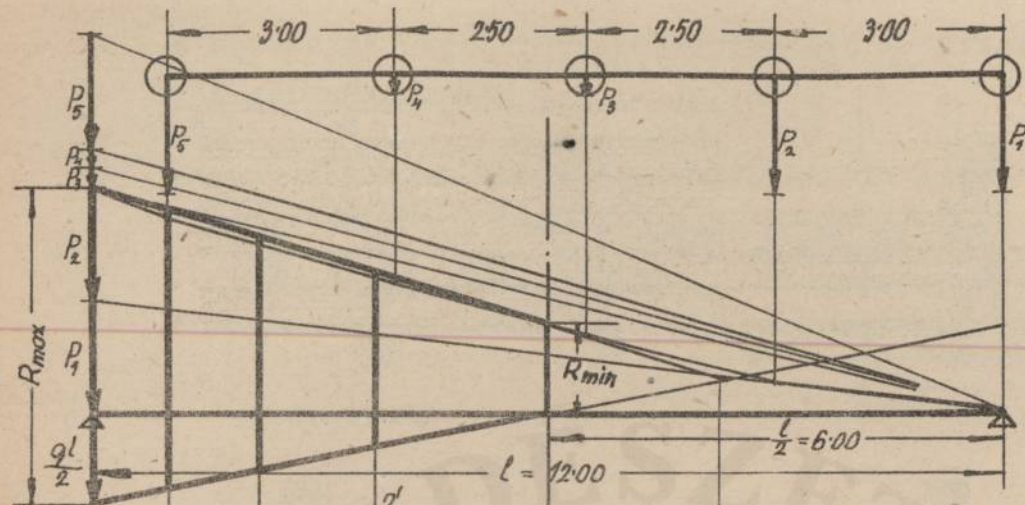
$$= 5163 \text{ t} = 51630 \text{ kg}$$

$$t = es \cdot f \cdot \delta_h = 5.33 \cdot 0.9 \cdot 85 = 12623 \text{ kg}$$

$$e = 0.15 \text{ m} = 0.15 \cdot 34 \div 5 \text{ cm}$$

$$f = 0.9, \delta_h = 85 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{T_o}{t} = \frac{51630}{12623} = 4.09 \sim 5 \text{ drb}$$



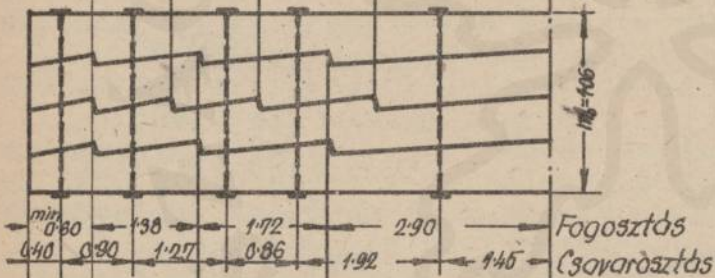
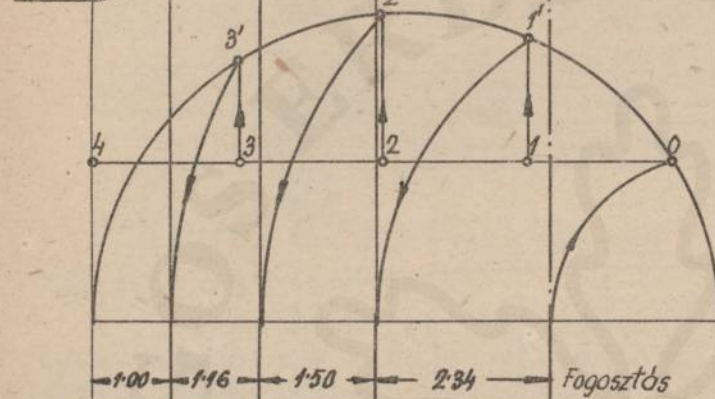
Hosszlepték: $M=1:100$.

Erdőlepték: $1\text{cm}=2\text{ tonna}$.

Terhelés: 12^t -es közúti jármű.

A főtartó: 4 gerendából álló fogazott tartó; $m_o=106\text{cm}$, $m=31\text{cm}$, $s=27\text{cm}$
 $e=6\text{cm}$.

$$R_{\max}=8.4^t, \quad R_{\min}=2.3^t$$



Fogosztás a széleken: $C=\frac{9}{8}$

$$T=C \frac{l}{2} \frac{R_{\max}+R_{\min}}{2} \frac{1}{m_o}$$

$$T=\frac{9}{8} \cdot 6.00 \cdot \frac{8.4+2.3}{2} \cdot \frac{1}{1.06} = 34.068^t$$

$$t=e s f \sigma_h = 6.27 \cdot 0.9 \cdot 85 = 12.393^t$$

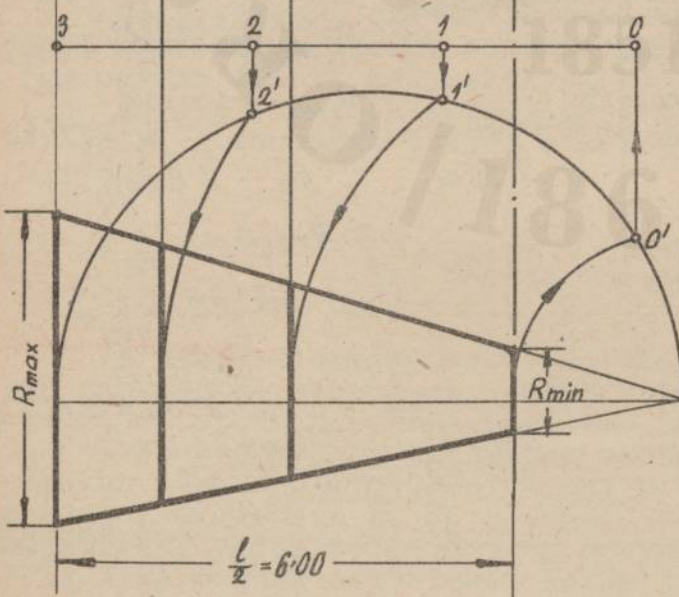
$$n=\frac{T}{t} = \frac{34.068}{12.393} = 3 \text{ db}$$

Fogosztás középpüth: $C=\frac{3}{2}$

$$T=\frac{3}{2} \cdot 6.00 \cdot \frac{8.4+2.3}{2} \cdot \frac{1}{1.06} = 45.423^t$$

$$t=12.393^t$$

$$n=\frac{T}{t} = \frac{45.423}{12.393} = 4 \text{ db}$$



A "T" számításához szükséges C értékei

két gerenda esetén	1°5
három " "	1°45
négy " " középütt	1°5
négy " " széleken	

A méretezés menete három gerenda esetén megegyezik az előbb látottakkal. A méretezéshez szükséges inercia nyomatékot a következőképpen határozzuk meg

$$J_x = \frac{s m_o^3}{12} - \frac{s(3m-2e)^3}{12} + \frac{s(m-2e)^3}{12}$$

Az összetett gerenda magassága $m_o = 5m - 4e = 4.40m$

egy gerenda magassága $m = 0.23 m_o$

$$3m - 2e = 3 \cdot 0.23 m_o - 2 \cdot 0.15 \cdot 0.23 m_o = 0.62 m_o, \quad m - 2e = 0.16 m_o$$

tehát

$$J_x = \frac{s m_o^3}{12} (1 - 0.62^3 + 0.16^3) = 0.764 \frac{s m_o^3}{12}$$

és mivel $s = \frac{m_o}{5}$ és $y = \frac{m_o}{2}$; $K_x = \frac{J_x}{y} = \frac{0.764 m_o^3}{30}$

$$\text{másrésről. } M_{max} = \eta K_x \sigma_{meg} = 0.6 \frac{0.764 m_o^3}{30} \sigma_{meg}$$

167. abra.

és ebből az összetett gerenda teljes magassága $m_o = 4.05 \sqrt[3]{\frac{M_{max}}{\sigma_{meg}}}$

A tuskós tartókat különösen az alátámasztások helyén merevitenünk kell.

e./Szegezett tartók.

A szegezett tartók szilárdságtanilag a leggazdaságosabb hajlított tartók. Minthogy a hajlított tartókban a feszültségek a szélső szálak felé lineárisan növekednek, a semleges tengelytől kiindulva, azt a tartó alakot mondhatjuk gazdaságosnak, amelynek anyagréseinek nagyrészt a szélső szálak felé fekszenek, és a semleges tengely környékén csak annyi anyagréssz van, hogy egyrészt a húzott és nyomott szélső mezők között az összetartást biztosítsa, másrészt a semleges tengely körüli nyíróerőket felvegye. Ez a szilárdságtani megfontolás eredményezte a vas I tartókat, melyek mintájára alakultak ki a szegezett, majd enyvezett fa I tartók. /Az első világháború idején az oroszok alkalmazták először/.

A fából készült I tartó azért gazdaságos, mert

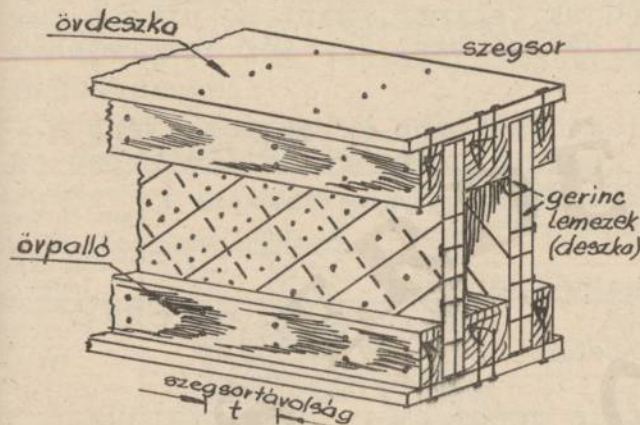
- 1./A keresztmetszvény alak hajlításra a legalkalmasabb.
- 2./Kis szelvényű anyagot is felhasználhatunk nagy teherbírási gerendák kialakításához.
- 3./Az alkotó elemek kis keresztmetszete miatt a faanyag esetleges rejtett hibái /benőtt göcs stb./ a lehető legkisebb mértékben lépnek fel.
- 4./Elkészítésük egyszerű.
- 5./Az I tartó teherviselő képességét az övekhez hozzászegezett deszkákkal utólag is növelhetjük.

A szegezett tartók hátrányos tulajdonsága, hogy nyíróerők hatására könnyen deformálódnak és ezért az aránylag karcsu szerkezetek erős merevítőket kívánnak.

A hidépítési gyakorlathoz következő alakjait szokták alkalmazni:

- 1./Az u.n. szekrénytartót
- 2./Az I tartót.

A szekrénytartó hátránya, hogy a merevitőket nehéz olymódon kiképezni, hogy az igénybevétel okozta deformálódások kellőképpen kiküszöbölhetők legyenek. Az I tartók pedig - minthogy nagyméretű pallóanyagot is alkalmazunk bennük - a szegezés miatt kedvezőtlen szerkezetűek. A két hátrányt küszöböljük ki a két tartóalak kombinálásával létrehozott és alkalmazott harmadik tartóformával: a megosztott lemezű I tartóval amint azt a 168. ábra mutatja.



168. ábra.

A szegezett tartók szerkezeti elemei a következők. Felül és alul van az őrdeszka, /esetleg őrdeszka/, mely a teherviselésen kívül a szerkezetet is védi. Közvetlenül alatta /felette/ helyezkedik el a tulajdonképpeni teherviselő kettős vagy több ővpalló. Középpont kettős deszkasor - megosztott lemezű I tartónál kétszer kettős - alkotja a tartó gerincét. A gerinclemezt alkotó deszkák a hajlításból támadó nyírófeszültségek felvételére szolgálnak és ezért a semleges tengelyhez 45° alatt hajlóan szegezzük fel őket. A két sor egymáshoz viszonyítva 90° -os hajlást mutat.

Méretezés.

A szegezett tartók méretezése két részre oszlik: 1./a tartószerkezet méreteinek meghatározása, 2./a szegezés szükséges mértékének megállapítása.

Kétféle méretezési eljárást különböztetünk meg: A./meghatározzuk a tartó szükséges legkedvezőbb méretét, B./adott faanyagból igyekszünk kialakítani megfelelő méretű tartót.

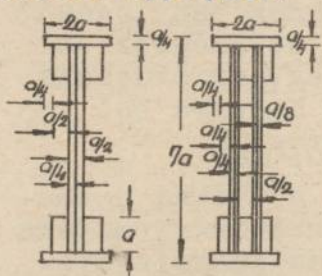
A/1. Minthogy a szegezett tartók is hajlított tartók, méretezésük a hajlítás méretezési egyenlete alapján történik, ellenőrizve mindig, hogy a keletkező nyíróerők nem okoznak-e a gerincben nagyobb feszültségeket, mint amennyi a hatóságilag megengedett.

A hajlítás méretezési egyenlete szerint

$$\sigma_{meg} = \frac{M_{max}}{J_x} y$$

Az egyenletben szereplő maximális nyomaték megállapításához szükségünk van a tartóra ható mozgó terhelésen kívül a tartó önsúlyára is, mint egyenletesen osztott terhelésre.

Az önsúly meghatározása legegyszerűbben előzetes méretszámítás segítségével történik. Kisérletek alapján meghatározták azt a legkedvezőbb keresztmetszeti tartót, mely a hajlításnak legideálisabban ellenáll. /169. ábra/.



Eszerint a I tartó magassága 7a, szélessége 2a, hol "a" az ővpalló magassága.

A tervezendő tartó magassága jó megközelítéssel egyenlő a támasztóköz $1/10$ - $1/13$ -val, ha a tartó két végén alátámasztott és $1/15$ - $1/30$ -ával, ha végén belül alátámasztott tartóról van szó.

Ha tehát ismerjük a támasztóközt /"l"/ a tartó ővpallójának magassága $a = \frac{l}{70} \sim \frac{l}{90}$ illetve $a = \frac{l}{100} \sim \frac{l}{200}$. Az ilyen módon meghatározott "a" értékének segítségével kialakítjuk a tartó keresztmet-

szet alakját. A keresztmetszet felületet a tartó hosszúságával és a faanyag fajsúlyával szorozva nyerjük egy gerenda súlyát. A tartók terhelése című fejezetből meghatározható az egy tartóra jutó pályasúly is. A tartó faanyagának 1 m^3 -éhez a szegek és a merevítések miatt 40 kg -ot szoktunk hozzáadni. Az előzetes méretszámításból tehát az önsúly okozta nyomaték kiszámításához szükséges g értéket nyerjük. A hajlítás egyenletében szereplő maximális nyomatékot a mozgó és állandó terhelésre meghatározzuk. A K_x keresztmetszeti tényezőt a tartó adataival közvetlenül nem tudjuk felírni, mert az üreges tartók K_x -jét az inercia nyomaték és a szélső szál $y = \frac{7a}{2}$ ismeretében lehet csak meghatározni.

$$K_x = \frac{J_x}{y}$$

Vegyük fel a hajlításra legideálisabb keresztmetszelvény alakot. Az "x-x" tengelyre vonatkozó inercia nyomaték értéke ebben az esetben

$$J_x = \frac{2a(7a)^3}{12} - \frac{a(6.5a)^3}{12} - \frac{a(4.5a)^3}{12} = A \cdot a^4$$

és ebből a keresztmetszeti tényező

$$K_x = \frac{A \cdot a^4}{3.5a} = 7.625 a^3$$

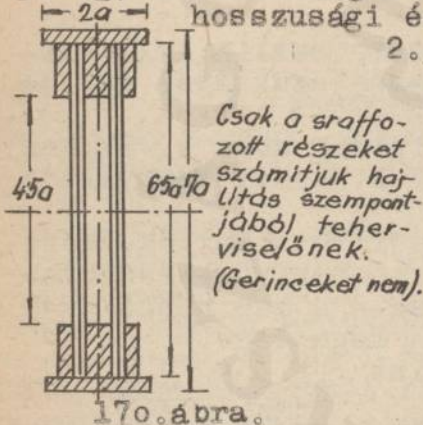
minthogy pedig

$$K_x = \frac{M_{\max}}{6 \text{ meg}} = 7.625 a^3$$

a keresztmetszet jellemző "a" adata tehát

$$a = \sqrt[3]{\frac{M_{\max}}{7.625 \cdot 6 \text{ meg}}}$$

Az így nyert értéket felfelé egész cm-re kikerékitjük, s azután meghatározzuk az egyes tartóelemek méreteit. Pl. az övedeszkák $2a \cdot a/4$, az övpalló $a \cdot a/2$ méretű. A gerinclemezt alkotó deszkák pedig, ha szélességüket előre megválasztjuk $s = 15-30 \text{ cm}$, $2.6 \cdot 5a + s$ hosszúsági és $a/4$ vastagsági méretben készülnek.



2./A méretezett tartó szegezése. Az egyes elemek közt a kapcsolatot szegek létesítik, melyeket az összekötő elemek határán fellépő hajlításból keletkező nyíróerő vesz igénybe kihúzásra, illetve palástnyomásra./Elnyíródásról nem beszélhetünk, mert a fa kisebb szilárdságú anyag, mint a vas/. A szeg a nyíróerő kihúzó és nyomó hatásával szemben főleg palást sur lódásával áll ellen.

Hogy a szegek szükséges méreteit és elhelyezésüket meghatározhassuk, ismernünk kell egyrészt a hatóerőket, másrészt hogy egy szeg ebből mennyit képes felvenni, s továbbá

azt, hogy a szegezés kivitelezése milyen kívánságokat támaszt a szegek elhelyezésével szemben.

A szegek az 1 cm hosszúságra eső nyíróerőkből vesznek fél annyit, amennyi az egyik szegsorról a másik szegsorig működik. Az 1 cm hosszúságra eső nyíróerő

$$\tau_{1 \text{ cm}} = \frac{R S_x}{J_x}$$

A szegezés számításakor/és nem a tartóelemek tényleges összeszegezésekor/a szélekről indulunk a tengely felé. Először az övedeszkának a pallóhoz való szegezését tervezzük meg. Az övedeszka és övpalló közös érintkezési felületén fellépő 1 cm hosszra eső nyíróerő

$$\tau_{1 \text{ cm}} = \frac{R S_1}{J_x}$$

$$J_x = 38.1759 a^4$$

ahol S_1 az övedeszka felületének statikai nyomatéka $S_1 = 1.6875 a^3$ /, J_x pedig a teljes szelvény inercia nyomatéka /ilyenkor a gerinclemezek értékét is beleszámítjuk az inercia nyomatékba/ a semleges tengelyre vonatkozóan, R pedig a fellépő nyíróerő, mely a kérdéses szelvény felett hat.

A nyíróerők ábrájának szimmetrikus elrendeződése miatt elégséges a fél tartóhosszal dolgozni, Minthogy a nyíróerők az alátámasztásoktól a közép felé egyre csökkenek, nem használjuk ki kellőképpen a szegeket, ha a csak az alátámasztás felett fellépő R_{max} alapján méretezzük a szegeket. Ezért helyesen úgy járunk el, ha a nyíróerők ábráját egyenlő hosszú szakaszokra bontjuk és az egyes szakaszokon belül meghatározzuk az 1 cm-re eső csuszató feszültséget a szakasz határán fellépő nyíróerő - a szakaszra nézve legnagyobb nyíróerő - figyelembevételével. A szegek szükséges mennyiségét csak az egyes szögek teherbírásiának/felvehető nyíróerő/ismeretében tudjuk meghatározni.

XXVIII. táblázat.

A felsegez- zett fa vas- tagadgi mérete mm	A szükséges szeg sodronyazeg MOSz 2615	Egy szegre megen- gedett terhelés: kg	
		egyszer nyírt	kétszer nyírt
18	28/60	30.0	60
	31/65*	37.5	75
	34/80	45.0	90
20	28/60	30.0	60
	31/65*	37.5	75
	34/80	45.0	90
24	31/80	37.5	75
	34/80*	45.0	90
	38/90	52.5	105
30	38/90	52.5	105
	42/100*	62.5	125
	46/120	72.5	145
35	42/100	62.5	125
	46/120*	72.5	145
40	42/100	62.5	—
	46/120*	72.5	145
	50/140	78.5	157
45	50/140*	78.5	157
50	46/120	72.5	—
	50/140*	78.5	157
60	50/140	78.5	—
	60/180*	115.0	230
	70/200	155.0	310
65	50/140	78.5	—
	60/180*	115.0	230
	70/200	155.0	310
75	60/180	115.0	—
	70/200*	155.0	310
	80/230	193.5	387
80	70/200	155.0	—
	80/230*	193.5	387
	90/250	210.0	420

171. ábra.

A táblázatban szereplő értékek függetlenek az erőátadás és a rostok irányának hajlásszögétől. A szegek általában egyszer, vagy kétszer nyírtak, /tulajdonképpen palástnyomásuk/ egy nyírással pl. az övdeszkát az övpallóhoz erősítő szeg, kétszer nyírt a pallót a gerinchez rögzítő szeg.

Megjegyezzük, hogy húzott tartórészekben, ha egymásután 10-nél több szeg, illetve szegsor következik, a táblázatban feltüntetett értékeket annyi %-kal kell csökkenteni, amennyi a szegek, illetve szegsorok száma. /pl. 15 egymásután következő szegsor esetén 15 %-kal/

Az egyes favastagságok esetében alkalmazható szegvas-
tagságokat szintén a táblázat
tünteti fel. Általánosságban
a *-gal jelölt méretű szege-
ket kell használni. Követendő
elv legyen továbbá a szegméret
kiválasztásánál, hogy nedves,
vagy ritka évgyűrűjű fánál le-
hetőleg a táblázatban feltün-
tetett vastagabb, száraz, vagy
sűrű évgyűrűjű fánál pedig a
vékonyabb szegek nyerjenek al-
kalmazást.

A szegek elhelyezésére
tudnunk kell, hogy jó kötés ki-
alakítása érdekében egy teher-
viselő szegelés legalább négy
szegből áll, egy sorban elhe-
lyezve.

Az alkalmazható legkisebb
szegtávolságok:
az erő irányában 15 d, az erő
irányában a terheletlen szél-
től 12 d, az erő irányára merő-

legesen 5d. Az egyenletekben "d" a szeg átmérője /172.ábra/. A szegnek a keresztülszegezett elemen túl a következő elemnek legalább a feléig kell érnie. Ezért gazdaságosabb szegezés szempontjából a megosztott gerinclemezü I tartó, mert itt az övpallók szegezése a gerinchez rövidebb szegekkel történhetik, mint az egyszerű I tartónál.

Ha ismerjük az 1 cm hosszra jutó nyirófeszültséget, és az övlemez és palló méreteinek ismeretében azt is, hogy hány szeget helyezhetünk el egymás mellett, továbbá ismeretes a szegek hosszúsága és teherbírása, könnyű megállapítani a szegsor-távolságot. /173.ábra/

Ha egy sorban "n" szeg van és egy szeg teherbírása a táblázatból t_{sz} , úgy

$$\tau_{1cm} t = n \cdot t_{sz} \quad \text{és ebből} \quad t = \frac{n \cdot t_{sz}}{\tau_{1cm}}$$

Az övlemez szegezése után a már összeszegezett övnek a gerinchez való szegezése következik. A számítás menete itt is ugyanaz, mint az előbb volt.

- 1./Meghatározom, milyen szeg felel meg a szerkezetnek,
- 2./Megállapítom hány szeg fér egy sorban /egy sor alatt ebben az esetben a kétoldali szegsort értjük, jobbról és balról/.
- 3./Meghatározom az 1 cm hosszra eső csuszató feszültséget: $\tau_{1cm} = \frac{R S_2}{J_x}$

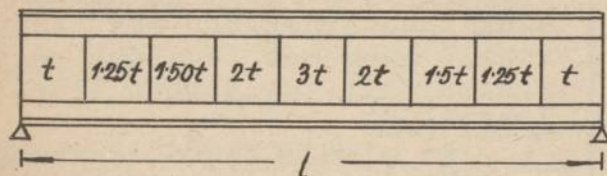
ahol $S_2 = S_1 +$ az övpalló statikai nyomátéka a vízszintes súlyponttengelyre/semleges tengely/ vonatkozóan.

Értéke $S_2 = 4,375 \text{ cm}^3$

- 4./Megállapítom, hogy a választott szeg mekkora nyiróerőt képes felvenni /a táblázat adatai alapján/.
- 5./Meghatározom a szükséges sortávolságot

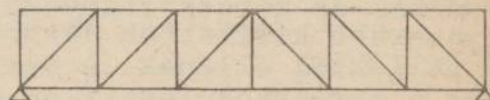
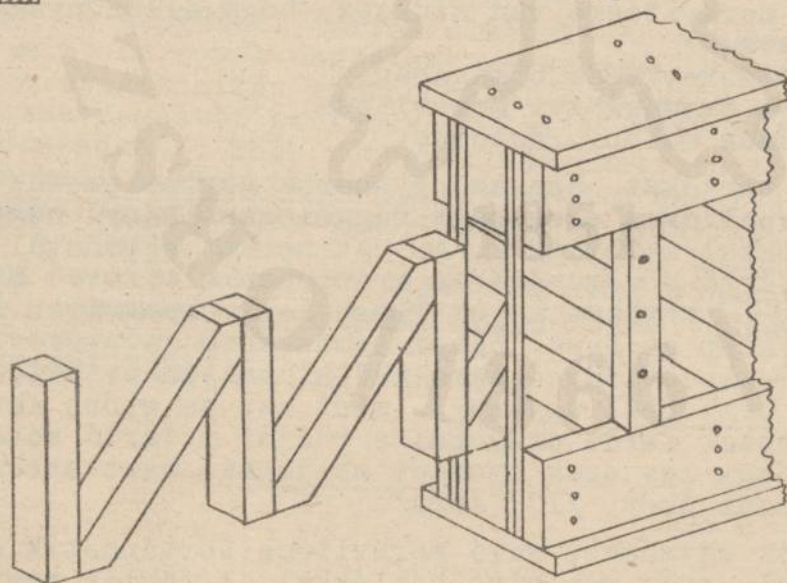
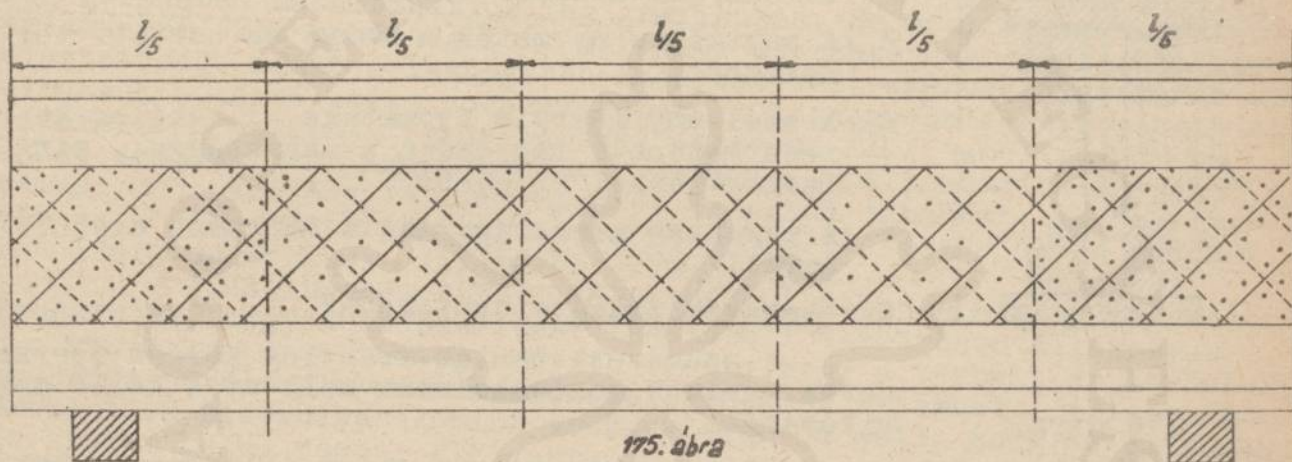
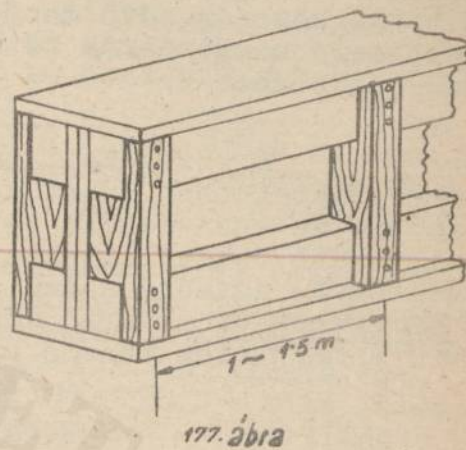
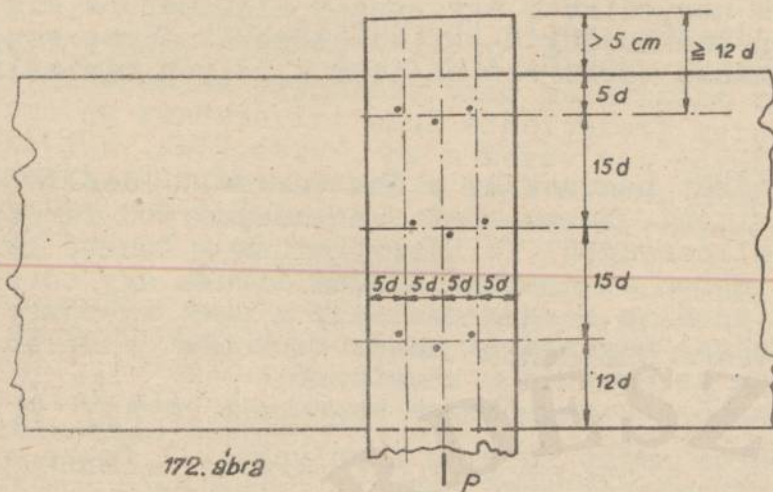
$$t = \frac{n \cdot t_{sz \text{ kétazernyirt}}}{\tau_{1cm}}$$

Gyors helyreállítások esetén a nyiróerők ábráját nem osztják egyenlő részekre, hanem csak a legnagyobb nyiróerővel számolnak és az ezen érték számításba vonása alapján nyert sortávolságot a tartó közepe felé növelik az alábbi szorzószámok alkalmazásával 1, 1,25, 1,50, 2, 3. A tartót tehát 9 egyenlő hosszú szakaszra bontják hosszirányban, s ha az alátámasztások melletti szakaszokban a sortávolság "t", úgy a következőben 1,25t.....stb./174.ábra/.



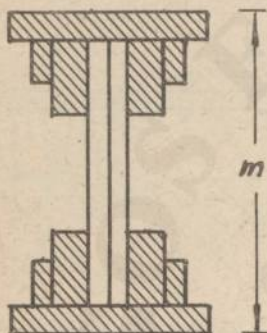
174.ábra.

A gerinclemezek szegezése. A gerinclemezek egymáshoz viszonyítva 90°-kal elforgatott helyzetben vannak. A találkozások révén keletkező "s" oldalú négyzeteken belül szegezzük a gerinclemezeket egymáshoz. Nem szoktuk a szükséges szögszámot számításal meghatározni, hanem a gyakorlatban a tartót hosszirányban öt



egyenlő hosszú szakaszra bontjuk, és az első és ötödik mezőben négyzetként négy, a második és negyedikben egy szeget alkalmazunk, míg a tartó közepén lévő mezőben nem kötjük a gerinclemezeket össze szeggel, mert a nyíróerők kéttámaszu tartó esetén ezen a helyen minimálisak. /175. ábra/.

B./Szegezett tartókat nemcsak az előbb tárgyalt ideális keresztmetszetben lehet készíteni, hanem adott szelvényméretű fűrészáru esetén ezen deszka és pallóanyagból is készíthetünk a lehető legcélszerűbb összeállításban. Ebben az esetben összeállítunk egy törzsszelvényt, úgyhogy közel az ideális keresztmetszvény alakot nyerjük, és a méretezéskor a tartó szükséges magasságát határozzuk meg. /176. ábra/. A méretezés menete ebben az esetben a következő:



- 1./A tartó hozzávetőleges magassága $m = \frac{l}{10} - \frac{l}{13}$
- 2./A tartó saját súlya s a pályasúly 1 fm-re eső hányada/állandó osztott terhelés/.
- 3./A maximális nyomaték a mozgó és osztott terhelésből.
- 4./A szelvény inercia nyomatéka, illetőleg keresztmetszeti tényezője a magassággal, mint ismeretlennel kifejezve.
- 5./A magasság meghatározása a hajlítás egyenletéből.
- 6./Szegezés./lásd előbbieken/.

176. ábra.

A szegezett tartók aránylag karcsu szerkezetek, emiatt gondoskodnunk kell azok kellő merevítéséről.

Háromféle merevítésre van szükség, hogy állékonyságukat kellőképpen biztosíthassuk:

- 1./A tartó merevítése önmagában.
- 2./A tartók egymásközi merevítése.
- 3./Szélnyomás elleni rácsosítás.

1./Nagy I tartókat, ha csak egyszeres gerinclemezek van, a gerinclemezekre és az övpallókra szegezett függőleges irányú négyzet keresztmetszvényű oszlopokkal merevítünk. Az oszlopokat egymástól 1-2 m nyire helyezzük el a tartó hosszúságában arányosan elosztva. Megosztott gerinclemezes nagy I tartókat kétszeresen kell önmagukban merevíteni. A gerinclemezek közt az övpallókhoz támaszkodó rácsmerevítést alkalmazunk. A rácsszerkezet függőleges rudjai helyén a tartó külső részén is merevítünk oszloppal ugyanúgy, mint azt az előbb láttuk. A belső merevítő rácsokat ferde diagonális rudjai a tartó közepe felé összehajlanak, hogy így csak nyomást kapjanak, mert ebben az esetben nem kell szegezni őket. /177. ábra/.

2./A tartók egymáshoz való merevítése történhetik egyszerű andrás-keresztkekkel, vagy merevítő táblákkal. A táblák vagy deszkasorokból és keresztirányban rájuk szegezett összefogó pallókból, vagy egyszerűbb kivitelben deszkakeretből és keresztirányban ezt összefogó pallókból állanak. A tartókat oly távolságban kell elhelyeznünk, hogy a keresztkek lehetőleg 45° alatt hajoljanak a vízszinteshez. Magasabb tartószerkezetek néha oly messze kerülnek ilyen esetben egy-

mástól, hogy a rajtuk fekvő hidfákat külön kell méreteznünk/178.ábra/.

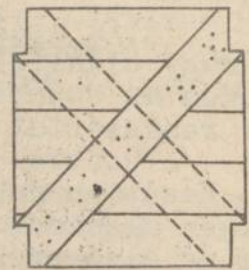
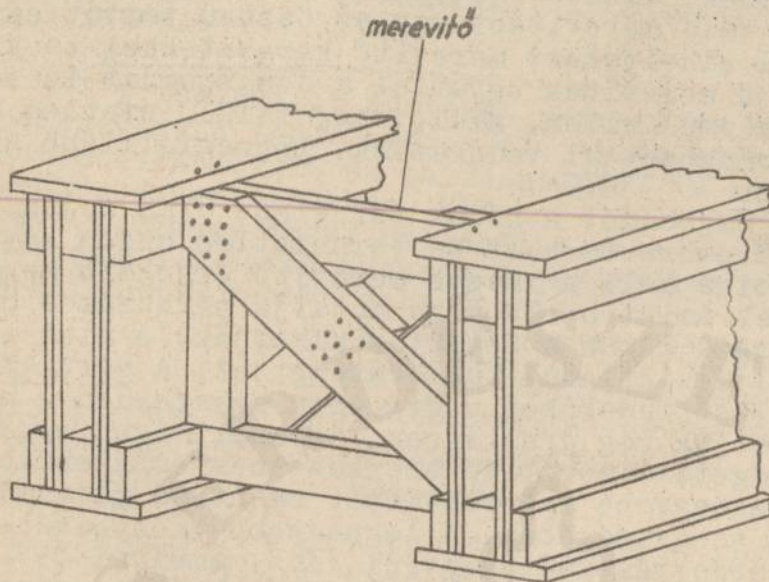
3./A szélnyomás elleni merevitést, minthogy a szegezett tartók nagy oldalfelületűek, minden esetben el kell végeznünk. Közüti hidakon az egymáshoz való merevitést még az összes tartót egybefogó és rendszerint alul elhelyezett merevítő keresztekkel is kiegészítjük. /179.ábra/. Ez a merevítés egyúttal a szélnyomást is semlegesíti. Vasuti hidakon a szél ellen, alul, vagy felül, esetleg mindkét helyen alkalmazott rácsozattal védekezünk. Legmegfelelőbb szerkezetileg az alsó szélrács.

A szélnyomás nagyságát a hidak terhelése című fejezetből ismerjük a hid oldalfelületére terhelt és terheletlen hidon egyaránt. A nagyobb értékkel számolva kell a rácsos merevítő értékeit meghatározni. A rácsos szerkezet amint a 180.ábra mutatja párhuzamos övű, melynek alsó és felső öveit maguk a főtartók alkotják, s mint ilyenek szélnyomás szempontjából feltétlenül túlméretezettek. A vertikális és diagonális rudakban fellépő ruderőket pedig igen egyszerűen a nyíróerők ábrájából határozhatjuk meg grafikusán, de analitikus meghatározásuk sem okoz nehézséget. A merevítő szerkezetnek egyszerűbb kivitelezhetősége miatt a legnagyobb igénybevételt szenvedő rácsrudat alkalmazzuk a tartó egész hosszúságában. A legnagyobb igénybevételt az alátámasztás melletti ferde rácsrud szenved D_1 , amelyre 45° -os hajlás mellett - a legcélszerűbb kivitel - a felszabadító erőnek $\frac{1}{2}$ szerepere hat. Minthogy a szél mindkét irányból támadhat, a leghelyesebb ha a diagonálisokat váltakozó irányban helyezzük el. A rudakat kihajlásra méretezzük, illetőleg ellenőrizzük.

A szélnyomás kifordító hatásával szemben mindig meg kell vizsgálnunk, hogy a hidszerkezet legalább 1.5 -szörösen állékony-e. Ez a kíváncsolom statikailag annyit jelent, hogy a terhelt és terheletlen hidra jutó szélnyomás másfélszeresének és a terhelt, illetve a terheletlen hid súlyának mint erőnek eredője kell, hogy az alátámasztás szélén belül essen. /180.ábra/.

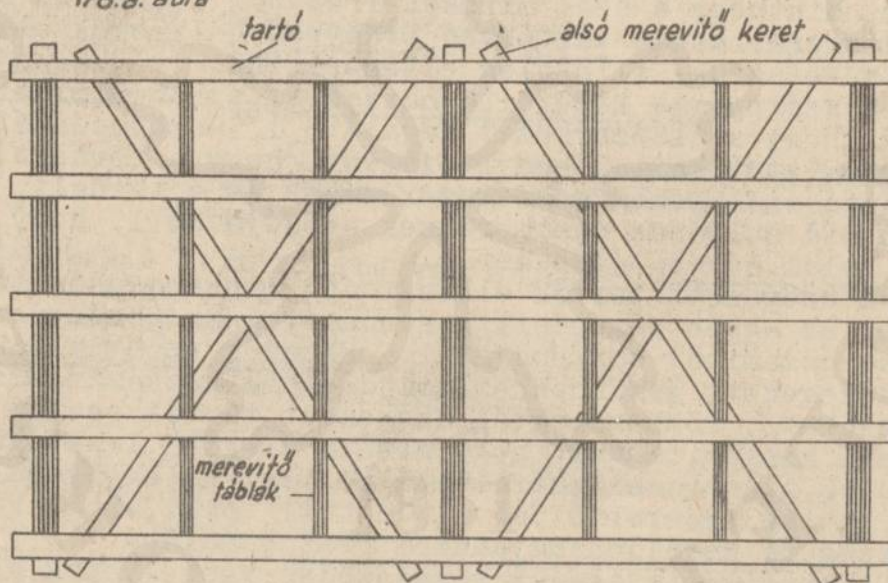
A szegezett tartók elkészítése munkapadokon történik, ugyanugy mint az egyéb összetett gerendáké. A szegezés sorrendje nem egyezik a szegszámítás sorrendjével. Először az övpallókat szegezzük a már összeszegezett gerincekhez, majd ehhez hozzászegezzük az övdeszkát /övdeszkákat/. Több rétegből szegezett tartók esetén a szegezést oly módon kell kialakítanunk, hogy minden szegfej lehetőleg a szerkezet elkészülte után is ellenőrizhető legyen. Az egy vonalba tervezett szegeket a kivitelezéskor $0.5d$ -val el kell tolni, hogy két egymásután következő szeg ne kerüljön ugyanazon rost vonalába.

Amennyiben a szegek rozsdásodás veszélyének ki vannak téve, a szegek rozsdavédő bevonattal látandók el /cink, kadmium/ kivéve, ha ideiglenes hídról van szó.



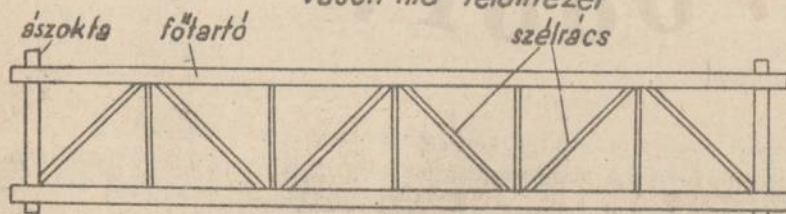
178. b ábra
Merevítő tábla

178. a ábra
Közüti híd szerkezet felülnézet

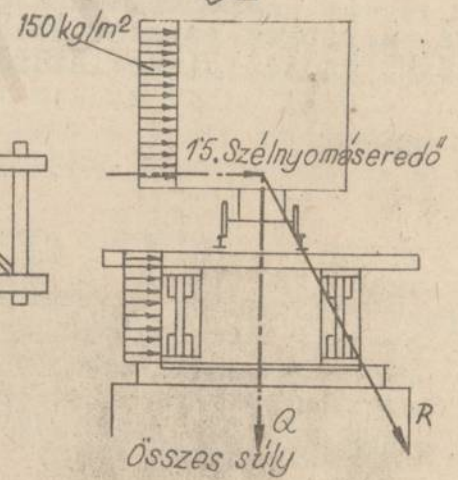


179. ábra

Vasúti híd felülnézet



180. ábra



f./ Enyvezett kapcsolás.

Faszerkezetek összekötése történhetik enyvezéssel is. Korszerű faszerkezeteknél a vezetőszerkezet kétségtelenül a jövőben az enyvezett szerkezetek fogják vinni. Az enyvezéssel történő kapcsolás merev összeköttetést eredményez. Mivel keresztmetszet gyengítés az enyvezéssel történő kapcsolásnál nem szükséges, húzott és hajlított elemeknél 15-20 % faanyag-megtakarítást érhetünk el. Hátránya, hogy az enyvezett szerkezet - ha helytelenül méretezzük, vagy anyaghibák vannak benne - hasonlóan a vas, vagy vasbeton szerkezetekhez törik, ellentétben az edvép összetett gerendákkal, amelyek a hasonló hibákat észrevehetően előre jelzik.

Kivitelezéssel csak oly szakembert szabad megbízni, aki- nek az enyvezési munkákban kellő gyakorlata és megfelelő üzemi fel- szerelés birtokában ezek elvégzéséhez munkavállalói lehetősége van.

Hazánkban jelenleg enyvezett szerkezetek előállítására berendezkedett üzem nem működik. Mindenesetre a kérdéssel szükséges foglalkoznunk, hogy a faanyag-takarékosság szempontjából jelentős enyvezési eljárások nálunk is megfelelő kiértékelés után bevezethetők legyenek.

Enyvezésre csak száraz, legfeljebb 20 % nedvességtartalmu faanyagot szabad felhasználni. A Szovjet-Orosz előírás 18 %-nál ki- sebb nedvességtartalmu faanyag használatát engedélyezi enyvezéskor.

A legalkalmasabb enyv a kaurit-enyv. Mézszínű, és a legya- lult farészekre leheletvékony rétegben dolgozzuk fel. A Klemm-enyv kaurit-enyv és bakellit por keveréke. A szokásos keverési arány 8:1 és 6:1. Ezt az enyvet kb. 2 mm-es vastagságban dolgozzuk fel az ösz- szenyvezendő felületekre. A felületek gyalulása ennél az enyvnél te- hát nem szükséges.

A kaurit-enyv színe sárgás, a fa színéhez hasonló/enyvezé- si hibák nehezebben ellenőrizhetők/ a Klemm-enyv sötétszürke.

Mindkét enyvfajtát hidegen dolgozzuk fel. A munkahely hő- mérséklete azonban legalább 15 C° legyen.

A plasztikus mügyanta enyvréteg vastagsága kb. 1 mm-es. A kész enyvlapokban egymástól 3 mm-re 0°35 mm átmérőjű drótszálak van- nak hálószerűen elhelyezve. Az enyvezés úgy történik, hogy a plasz- tikus lemezt a két összeenyvezendő felület /lehetőleg gyalult/ közé helyezzük, majd elektromos áramot vezetünk a dróthálóba. A kötés te- hát meleg uton történik.

Bármely enyvezési eljárással összeenyvezett szerkezetet, az enyvezési művelet elvégzése után aránylag magas nyomásu szorító- ba, sajtókba helyezzük. Közöséges csavaros szorítókat nem használunk, hanem rugós, vagy hidraulikus sajtókat. A magas nyomás időtartama kb. 2 óra.

3./Erősbitett gerendatartók.

Az erősbitett gerendatartóknak három alakját használjuk:

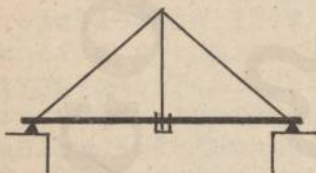
a./a függesztőműves

b./a feszítőműves

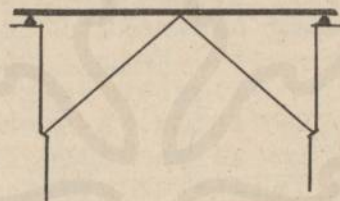
c./a vasvonórúddal erősített tartókat.

Az erősbbített gerendatartók az összetett gerendákkal ellentétben, több egyéb módon /huzott-nyomott/ igénybevett tartóelemekből is állanak. Az erősbbített gerendatartók igénybevétele az összetett gerendákkal szemben kedvezőbb, mert egyrészt a nem hajlitott tartórészek - minthogy a feszültségek az egész felületen általában egyenletesen oszlanak el - gazdaságosabbak, mint a hajlitott tartók, másrészt a hajlitott tartóelemek több helyen alátámasztott tartókként kerülnek kivitelezésre s így a fellépő támaszponti nyomatékok lehetővé teszik az anyaggal való takarékoskosságot. A hatásábrák világosan mutatják, hogy a többtámaszú tartóknak egyetlen támaszponti és mezőnyomatéka sem éri el azt az értéket, mint ami az ugyanolyan távolságot áthidaló kéttámaszú tartóban támadna.

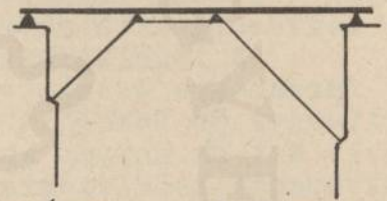
Az erősbbített gerendatartóknak többféle változata van. Mi csak az egyszerűbb megoldásokat tárgyaljuk. A különböző alakokat a 181. ábracsoport mutatja.



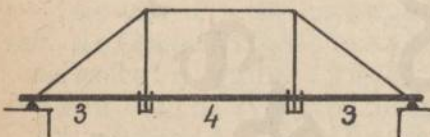
Egyszerű függesztőmű



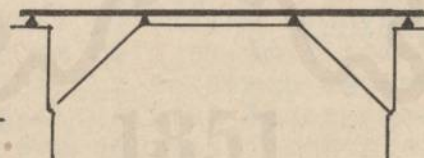
Egyszerű feszítőmű



Asszimmetrikus kétfős feszítőmű



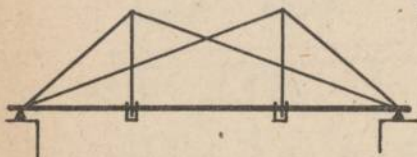
Kétfős függesztőmű



Kétfős feszítőmű



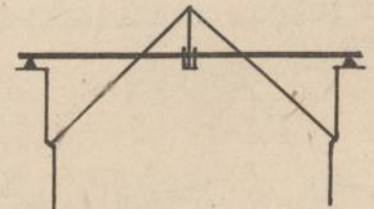
Egyszerű és kétfős vasvönörudas tartó



Heinzelring féle függesztőmű



Heinzelring féle feszítőmű



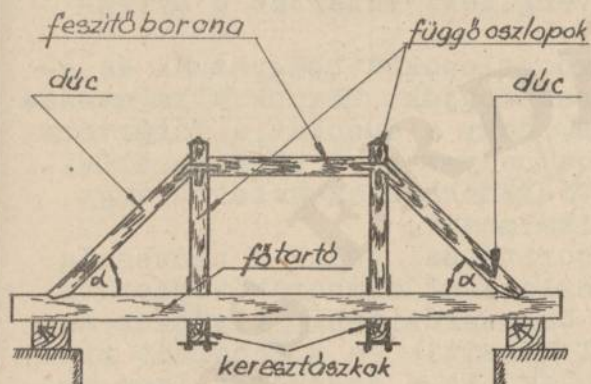
Függesztő feszítőmű

181. ábra.

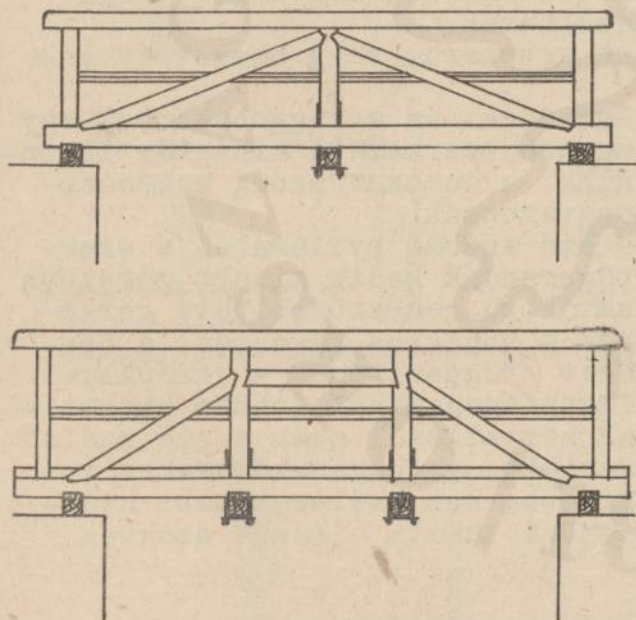
a./Függesztőművek.

A függesztőművek lehetnek egyszerűek, kettősek és összetettek. Mindegyik épülhet részarányos és részaránytalan /szimmetrikus, asszimmetrikus/ elrendezésben.

Alkotóelemeik: a főtartók - hid és függesztőmű főtartója - a függőoszlopok, a ducok, kettős függesztőműveknél a borona /feszítőborona/, és általában a hidpályát alul keresztben alátámasztó keresztászok. /182.ábra/.



182.ábra.



183.ábra.

áthidalására készült függesztőművek magas függőoszlopait merevíteni kell. A merevítés történhet úgy, hogy a függőoszlopot a keresztászokhoz ducokkal gyámolítjuk /184.ábra/, vagy ha a szerkezet magassága az úrszelvény fölé ér, a hidpálya felett keresztmerevítőket alkalmazunk, melyek egyúttal szélrácsként is kiképezhetők. /185.ábra./

A szerkezeti elemek igénybevétele: A hossztartókat a hátóerők hajlításra, a függőoszlopokat húzásra, a ducokat és a feszítőboronát kihajlításra és a keresztászokat hajlításra veszik igénybe.

Az egyszerű függesztőmű 5-7 m-es támasztók között használható. Ha keskenyebb gyaloghidnak épül, a keresztászok el is maradhatnak. A ducok hajlása a főtartóhoz 23° és 45° között változik. Erőátadás szempontjából a 45° -os a legkedvezőbb, szerkezeti okokból pedig a kisebb hajlású. Kis duc hajlás esetén ugyanis a függesztőmű szerkezetét egyúttal a korlát alkotóelemeként is felhasználják. /183.ábra/.

A kettős függesztőmű leginkább 7-12 m-es támasztók között áthidalására alkalmas. Magas szerkezettel lehet kb. 24 m nyílást is áthidalni. A függőoszlopok kis áthidalt nyílás esetén nem magasabbak 1,5 m-nél, és így a korlát kiképzés itt is egyszerűbbé válhat. A ducok hajlása ilyenkor 23° és 25° között van. Az elméleti megfontolások szerint a ducok hajlása nem lehet $22^\circ 30'$ -nél kisebb, mert az alátámasztások felett a ducokról átadódó erő vízszintes komponense túlságosan nagy értékű lenne, és ez az erő a főtartót és annak is a ducon tulnyuló részét erősen igénybevenné. A függőoszlopok a főtartót /tehát a támasztók között is/ szakaszokra osztják. A szakaszok aránya általában 1:1:1, vagy 3:4:3. A nagyobb támasztók között

A Heinzerling-féle függesztőmű is kettős függesztőmű, amely két asszimmetrikus egyszerű függesztőmű kombinációja.

Az összetett függesztőművek nagyobb támasztóközök áthidalására szolgálnak és sok esetben alig különböznek a rácsos tartóktól.

Függesztőművek kivitelezésénél alkalmazott szerkezeti megoldásokat a 186. ábracsoport mutatja.

A csomópontok kiképzésénél a pontos megdolgozáson kívül vézélv, hogy az egyes találkozó szerkezeti elemek - ducok, feszítőborona, függőoszlop és tartógerenda - tengelyei egymást mindig egyetlen pontban messék.

A vízszintes gerendák végén célszerű nyeregfákat alkalmazni, mert ezek az ágyazás miatt e helyen gyengített főtartót a nyíróerőkkel szemben megerősítik.

A ducokat a főtartóba és a függőoszlopokba beágyazzák és ezenfelül gyakran még csavarokkal is összefogják. Csapok alkalmazása nem célszerű. Kedvelt megoldás ujabban, hogy a ducokat a főtartóra és a függőoszlopra erősített vassarukba helyezik. A kötések erősítésére szoktak a csomópontokban a tartóelemekhez szegezett, vagy csavarozott laposvas hevedereket is alkalmazni.

A függőoszlopok tetejét bádogborítással védik a nedvesség ellen. Lehet a függőoszlopot kettős oszlopként cimborakötőszerűen is kiképezni és egymással csavarokkal összeerősíteni. Ilyenkor az ászokfát is rendszeren kettős gerendából készítik és a főtartót mind az oszlopok, mind az ászokfák közrefogják. Ez a szerkezet igen merev csomópontot eredményez. A függőoszlopot szokták gömbvasból is készíteni, ilyenkor a ducok vassaruba illeszkednek. Nagyobb függesztőműveken a tartószerkezetnek az esőtől való megvédése céljából a hid fölé tetőszerkezetet is készítenek.

A keresztászok készülhet mint egyszerű, vagy összetett gerenda.

A Heinzerling-féle függesztőmű ducai és a függőoszlopok egy síkban keresztezik egymást. Legegyszerűbb szerkezeti kiképzés ilyenkor, ha a függőoszlopok kettős gerendák, a ducokat pedig a keresztezésnél egymásra lapolják és összeacsavarozzák.

A függesztőmű előnye, hogy a hid szabad nyílásából a szerkezet csak kis teret vesz el, a tartógerendák pedig kisebb méretekben képezhetők ki, mint ugyanolyan támasztóközű nem erősbitett gerendahidak tartói. Hátránya ezzel szemben a nehézkés kiképzés, a csekély tartósság, - mert a tartószerkezet /függesztőmű/ a járópálya felett fekszik és így az időjárás viszontagságainak jobban kitett - továbbá az a tény, hogy a függesztőmű közvetlenül csak a hid szélső tartóját erősítheti meg. A hátrányok miatt, a függesztőműveket inkább csak mint gyaloghidakat, vagy kisebb, nem széles közuti hidakat, és csak kivételes esetben mint erdei vasuti hidakat szokták tervezni és kivitelezni.

Függesztőművek méretszámítása.

Az egyszerű függesztőműves hid méretezése sorban a következő szerkezeti elemek méretezését foglalja magában:

1./a hidpályát alátámasztó hosszgerendák

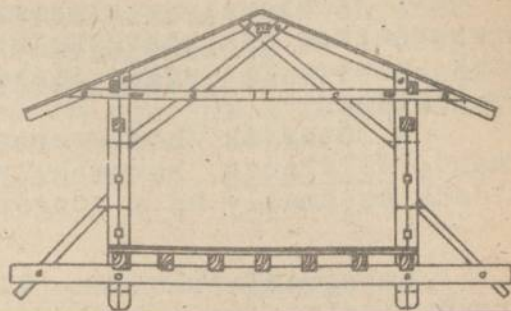
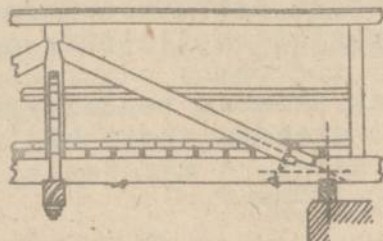
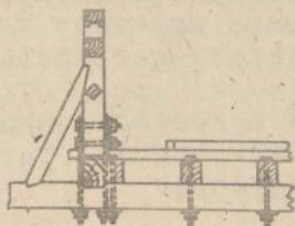
2./a függesztőmű hosszgerendája

3./a függőoszlop

4./a ducok

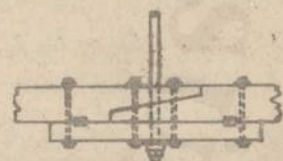
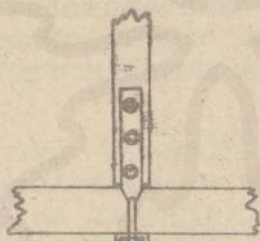
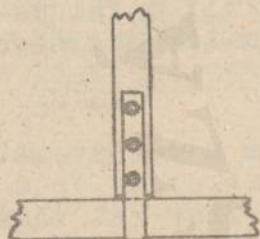
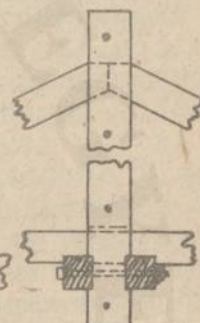
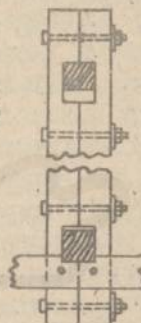
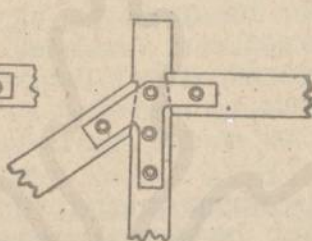
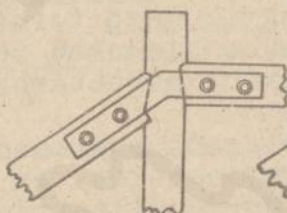
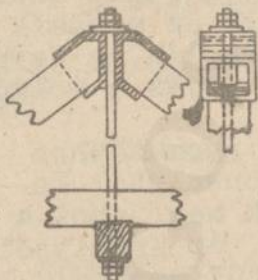
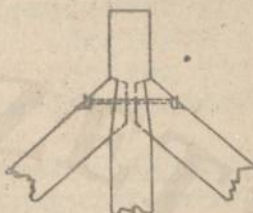
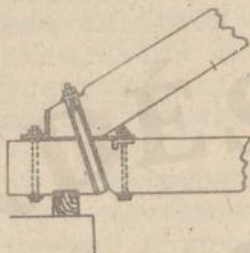
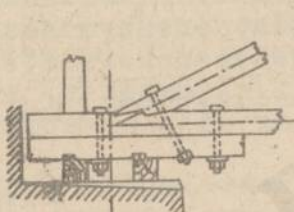
5./a keresztászok

méretezését.

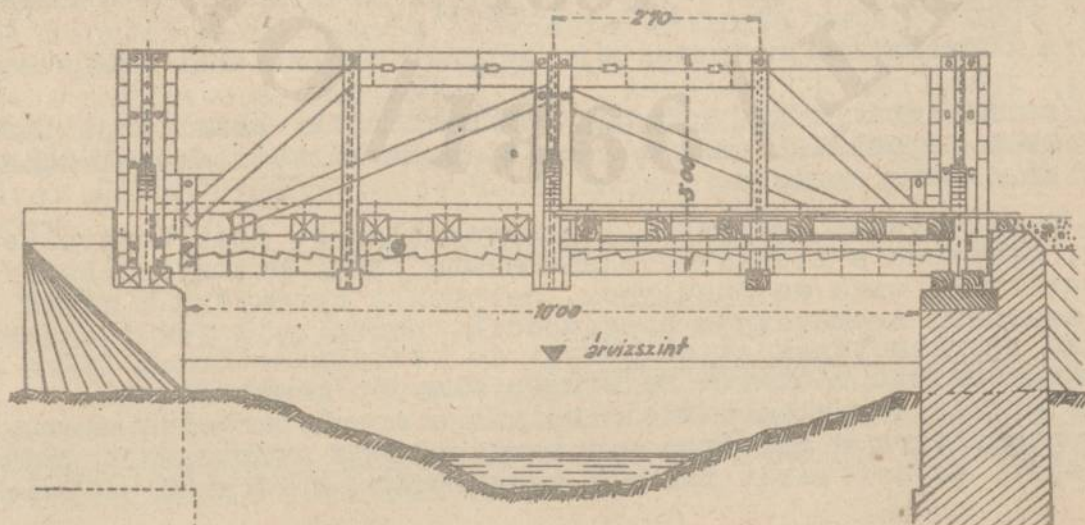


184. ábra

185. ábra



186. ábracsoport



1./A hidpályát alátámasztó hosszgerendák kivételes esetben a keresztátszkon ütközhetnek. Ebben az esetben a méretezés ugyanugy történik, mint a két végén alátámasztott hajlított, egyszerű gerendatartók esetében.

A főtartók /hosszgerendák/azonban rendszerint a keresztátszkon átmenő, folytonos, három helyen alátámasztott hajlított tartók. Terhelésük az önsúly és a mozgóterhelés. A méretezési egyenlet

$$\sigma_{meg} = \frac{M_{max}}{K_x}$$

Az egyenletben $M_{max} = M_{max,mozg} + M_{max,önsúly}$, K_x rendszeren $\frac{s^3}{3}$, hol "s" egy gerenda szélessége. /s:s/2 oldalárány mellett/.

A terhelésekből a háromtámaszu tartó három helyén támadhat relative legnagyobb nyomaték, melyek közül az abszolút értékre nézve legnagyobb lesz az irányadó. A három érték a keresztátszok felett és szimmetrikusan a két mezőben lép fel. /Támaszponti nyomaték M_c , két mezőnyomaték M_p ./Rendszerint a támaszponti nyomaték adja az absz.max. értéket.

A mozgó terhelésből támadó nyomatékok értékeit legkönnyebben a szilárdságtani részben tárgyalt hatásábrák segítségével tudjuk megállapítani. A támaszponti nyomaték akkor a legnagyobb, ha mindkét mező a lehetséges legnagyobb mértékben terhelt, a mezőnyomaték pedig akkor éri el legnagyobb értékét, ha csak az egyik mező terhelt és a másik terheletlen. Az erők ismeretében, melyek a hidunkat terhelik, a hatásábrák használatánál elmondott elvek szerint meghatározhatjuk a mozgó terhelésből támadó absz.max.nyomatékokat.

Az így meghatározott mozgó terhelésből származó nyomatékokhoz hozzá kell adnunk az önsúlyból fellépő nyomatékokat. Az önsúlyból keletkező nyomatékokat is ugyanarra a szelvényre állapítjuk meg, ahol a mozgóterhelést a legnagyobb hatásszenvedés támasztotta. Az önsúlyból eredő nyomaték nagysága a középső alátámasztás felett "C" pontnál ahol "g" a fm-kénti terhelés /lásd hidak terhelése/ és "l" a fél támasztóköz /hidfőtől az ászokig/. A mezőben fellépő nyomaték nagysága "z" szelvényben, ha "z" = $0^{\circ}42448l$

$$M_z = N_A z - \frac{gz^2}{2}; \quad N_A = \frac{3}{8} gl$$

A gyakorlatban minthogy sem a támasztóponthoz, sem a mezőnyomaték nem lépi túl a két végén felfekvő tartóban keletkező max.nyom. értéket, sőt annak 80 %-át sem éri el, lehetséges a tartót mint két végén alátámasztott tartót méretezni olyképpen, hogy a maximális nyomatékok l támasztóköz alapján határozzuk meg és a méretezéshez ezen nyomaték 80 %-át vesszük alapul

$$\sigma_{meg} = \frac{0.8 M_{max}}{K_x}; \quad M_{max} = \frac{Rz^2}{l} - \Sigma P_e e_b + \frac{g}{2} z(l-z); \quad \text{ahol } "l" = \text{a fél támasztóköz}$$

2./A függesztőmű hossztartója kétféle módon lehet igénybevé-

ve:

- a./ha a hidpálya közvetlenül rátámaszkodik, akkor hajlításra,
- b./ha a terhelések csak a keresztátszok közvetítésével adódnak át, akkor húzásra.

a./a nyomatékok, melyek a legkedvezőtlenebb igénybevételkor fellépnek, egyeznek a hidpályát alátámasztó többi hossztartóban fellépő nyomatékkal, csak az önsúlyhoz, melynek a nyomatéka a mozgó terhelésből származó nyomatékokhoz hozzáadódik, hozzá kell számítanunk a függesztőmű szerkezetének saját súlyát is. A függesztőmű l fm-re eső súlyát legegyszerűbb előzetes méretezés alapján meghatározni.

Az önsúly figyelembevétele nélkül a mozgó terhelés okozta maximális nyomatékokra meghatározom a tartógerenda szükséges hozzávetőleges méretét. Az értékeket felfelé kerekítjük. A főtartó szélességé-

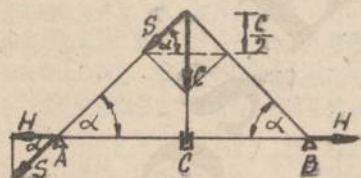
vel egyezik a függőoszlop és a ducok négyzetes keresztmetszvényének oldala. Az oszlop és a ducok hosszúsága a támasztóközből és a ducok hajlásából egyértelműen adódik. a fajlsuly ismeretében a súlyt megálapíthatjuk, ezt elosztjuk a támasztóközzel és nyerjük a függesztőmű 1 fm-re eső súlyát./q/.

A főtartó méretezési egyenlete tehát

$$K_x = \frac{M_{max}}{\sigma_{meg}}$$

b./Néha a függesztőmű hosszartója mellett közvetlenül tartót helyeznek el és erre támaszkodnak a hidpálya terhelését közvetítő pallók, illetőleg hidfák. Sok esetben, különösen nagyobb függesztőművek esetén szerkezetileg ez az egyszerűbb megoldás. Ilyenkor a főtartó huzást szenved a működő $H = \frac{C}{2} \operatorname{ctg} \alpha$ huzóerő hatására./pontosabban $H = \frac{C}{2 \sin \alpha} \cos \beta \cos \gamma$ a 17. ábra alapján./

$$S = \frac{C}{2 \sin \alpha} \quad H = S \sin \alpha = \frac{C}{2} \operatorname{ctg} \alpha$$



187. ábra.

A "C" érték az ászokgerendáról a függesztőműre átadódó nyomás, mely abszolút értékben egyenlő a fél hidszélesség lehető legnagyobb terheléséből támadó felszabadító erővel, mely a közbúlsó alátámasztás felett lép fel.

"C" értékének meghatározásához ismerjük a hid fél szélességében lehetséges legkedvezőtlenebb terhelést. Ez rendszeren a hid egyik oldalán közlekedő legnehezebb jármű, mellette embercsoportokkal./188. ábra/. Vasuti hidakon a teljes terhelés fele.

Az osztott és mozgó terhelésből keletkező "C" felszabadító erőt úgy határozzuk meg, mint a háromtámaszu tartóknál szokásos.

Az önsúlyból adódó $C_{öns}$, ha a fél hidszélesség 1 fm-re eső önsúly+embercsődületet "g"-vel jelöljük és a fél támasztóköz l :

$$C_{önsúly} = \frac{10}{8} g l$$

vagy az egész támasztóközzel kifejezve

$$C_{önsúly} = \frac{5}{8} g L \quad L = 2l$$

A mozgó terhelésből adódó $C_{mozgó}$ felszabadító erőt a legegyszerűbben a hatására segítségével határozhatjuk meg. $C_{mozgó}$ értéke akkor lesz a legnagyobb, ha mindkét mező a lehető legnagyobb mértékben terhelt. Ügyelnünk

kell azonban arra, hogy a hatására ordináta értékei ebben az egyetlen esetben közúti hidakon is a tengelynyomásokkal szorzandók be, természetesen csak akkor, ha a kérdéses jármű egész terjedelmével rajta halad a hid fél szélességén. /Vasuti hidakon a tengelynyomásból számított értéket 2-vel osztjuk, minthogy a felszabadító erővel egyenlő nagyságu terhelés szimmetrikusan hat a két függesztőműre.

A függesztőmű hosszartója tehát ilyen esetben az alábbi egyenlettel méretezhető:

$$\sigma = \frac{P}{F} = \frac{\frac{C}{2} \operatorname{ctg} \alpha}{a \cdot a \sqrt{2}} = \frac{C \operatorname{ctg} \alpha}{a^2 2 \sqrt{2}}; \quad a = \sqrt{\frac{C \operatorname{ctg} \alpha}{\sigma_{meg} 2 \sqrt{2}}} \dots \text{cm}$$

Minthogy ez az egyenlet rendszeren kisebb értéket ad, mintha hajlításra méreteztünk volna, szerkezeti okokból a függesztőmű hosszartóját egyenlő méretűnek vesszük fel a hidpályát alátámasztó többi hosszartóval.

3./A függőoszlopot "C" erő húzza. Méretezését a $\sigma = \frac{C}{F}$ egyenlet segítségével végezzük. Az egyenletben "F", minthogy a keresztmetszvény rendszeren négyzetes egyenlő s^2 , vagy ha vasból van a függőoszlop "F" egyenlő $\frac{d^2 \pi}{4}$. Rendszeren azonban a legcélszerűbb szerkezeti megoldást választjuk meg, és az így előre meghatározott méretű oszlopban fellépő feszültséget ellenőrizzük, hogy nem lépi-e túl a húzásra megengedett feszültség értékét.

$$\sigma = \frac{C}{F} \leq \sigma_{meg}$$

Az oszlop rendszeren négyzetes szelvényű, a főtartó szélességével egyező oldalhosszúsággal.

4./A ducokat a "C" erőnek a duc irányába eső komponense kihajlásra veszi igénybe. Ha a ducok hajlása α , a "C" erőből $S = \frac{C}{2} \cos \alpha$ komponens okozza az igénybevételt./189.ábra/.

Rendszeren a ducokat is szerkezeti okokból négyzetesnek választják és ellenőrzik, hogy a bennük keletkező feszültség nem lépi-e túl a megengedett feszültség értékét.

$$\sigma_k = \frac{P}{F} = \frac{C}{2s^2 \sin \alpha} \leq \sigma_{meg \text{ kih}}$$

hol "s" a főtartó szélessége,

az V.táblázat pedig a σ_{kih} értékeit tünteti fel. A karosúsági viszony λ

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{l}{i}; \quad i = \sqrt{\frac{J_x}{F}} = \sqrt{\frac{a^4}{12 a^2}} = 0.289 a; \quad a = s$$

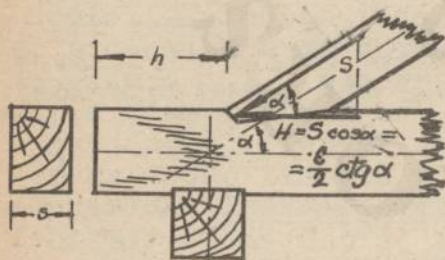
Ha a táblázatból kiolvasott feszültségi érték nagyobb, mint a számított érték, akkor a duc megfelelő méretű, ellenkező esetben a méretet növelnünk kell. Minthogy a szélességi méret /s/ kötért érték /egyezik a hossztartó szélességével/, csak a magasságot növelhetjük.



$$m = \frac{C}{2s \sigma_{meg} \sin \alpha}$$

itt σ_{meg} a λ -nak megfelelő érték, melyet a táblázatból olvastunk ki.

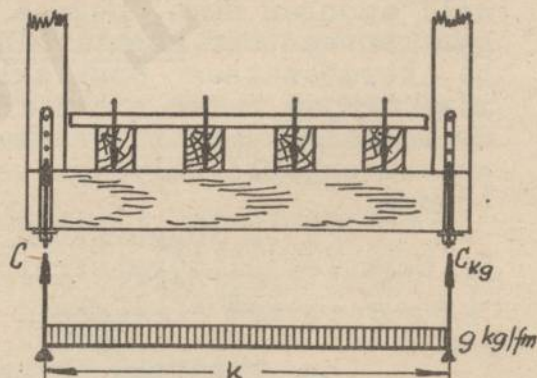
A főtartó tulnyulása a duc beágyazása mögött szintén méretezendő, hogy a ducból átadódó vízszintes irányú nyomás hatására le ne nyíródjék./190.ábra/. h.s. $C_H = H$; $H \div \frac{C}{2} \cot \alpha$



190. ábra.

Ha megkönnyítésül a koncentrált erőként jelentkező terheléseket az egész hid szélességében elosztotttnak tételezzük fel, a fm-re eső terhelési érték a két egyenlő nagy "C" felszabadító erőből adódik. Két végén alátámasztott tartón ugyanis a keletkező N_A és N_B felszabadító erők egyenletesen osztott terhelés esetén egymással egyenlőek és értékük $N_A = N_B = \frac{ql}{2}$.

5./A keresztaszok olyan két végén alátámasztott/illetőleg felfüggesztett/ hajlítot tartó, melyet a hid tartógerendáin átadódó erő terhel./191.ábra/.



191. ábra.

Ha a hid korlátok közti szélességét "k"-val jelöljük, a fenti egyenletet így írhatjuk fel

$$C = C = \frac{gk}{2}$$

$$g = \frac{2C}{k}$$

és ebből

a keletkező maximális nyomaték tehát a keresztaszok közepén

$$M_{max} = \frac{gk^2}{8} = \frac{2Ck^2}{8k} = \frac{Ck}{4} = K_x \sigma_{meg}$$

A keresztaszokot, minthogy nagy terhelést vesz fel, szokták fogazott, vagy ékelt tartóként is kiképezni, amikor is az egyenletben K_x -et a megfelelő η csökkentő tényezővel meg kell szoroznunk. /Lásd fogazott, ékelt stb. tartók/.

Kettős függesztőműves hid méretezése.

1./A hidpályát alátámasztó hosszgerendák négy helyen alátámasztott folytonos hajlítót tartók. Az alátámasztások határolta mezőket 1:1:1, vagy 3:4:3 szokták tervezni. A valószínű legnagyobb nyomaték a közbülső alátámasztások felett M_C, M_D , vagy a középső mezőben középpont lép fel M_P /.

Az alátámasztások felett akkor támad maximális nyomaték, ha a mellettük fekvő két szomszédos mező a lehető legnagyobb mértékben terhelte, a harmadik pedig terheletlen, középpont viszont akkor, ha csak a középső mező terhelte, s a szélső mezők terheletlenek.

Mozgó terhelésből származó nyomatékok értékeit legegyszerűbben a hatásábrák segítségével határozhatjuk meg.

Az osztott terhelésből a megfelelő szelvényekben támadó nyomatékok értékei, ha a terhelést "g", a szélső mezőket l_1 , a közbülső mezőt pedig l_2 -vel jelöljük

$$M_C = M_D = -\frac{1}{4} g \frac{l_1^3 + l_2^3}{2l_1 + 3l_2}$$

$$M_P = \frac{g}{8} \frac{l_2^3 + 2l_1l_2^2 - 2l_2^3}{2l_1 + 3l_2}$$

Ha a mezők egyenlő nagyságúak $l_1 = l_2$:

$$M_C = M_D = -\frac{1}{10} g l^2; \quad M_P = \frac{1}{40} g l^2$$

A szélső mezőkben támadó pozitív nyomaték értéke szokásos elrendezésű hidszerkezeteinknél nem lehet absz.max, ezért tervezési számításoknál figyelmen kívül hagyjuk.

2./A függesztőmű főtartójának méretezése hajlításra történik, ha a terhelések a hidpálya közelítésével hatnak rá és húzásra, ha a ducok és a függőoszlopok hárítják át rá a terheléseket. Az elv egyébként teljesen azonos az egyszerű függesztőmű hossztartójának méretezésével.

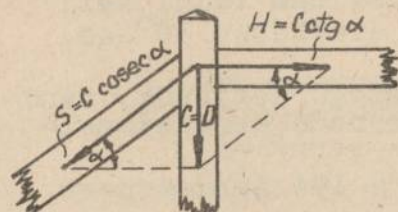
A ducról átadódó terhelés azonban $H = C \cot \alpha = D \tan \alpha$ ahol "C" és "D" a közbülső alátámasztásokra ható legnagyobb nyomás.

"C" és "D" értékeit mozgó terhelésből a megfelelő hatásábrák alapján, álló terhelésből pedig l_1 és l_2 mezők esetén az alábbi egyenletekből nyerjük

$$C = D = \frac{g}{4} \frac{5l_1^3 + 10l_1^2l_2 + 6l_1l_2^2 + l_2^3}{l_2(2l_1 + 3l_2)}$$

Egyenlő mezők esetén pedig

$$C = D = \frac{11}{12} g l$$



192. ábra.

3./ A függő oszlopokat a "C" illetőleg "D" erők veszik igénybe huzásra, s minthogy szerkezeti okokból kifolyólag rendszerint négyzetes alakot választunk, melynek oldalhossza a főtartó szélességével egyezik, a méretezés helyett ellenőrzünk

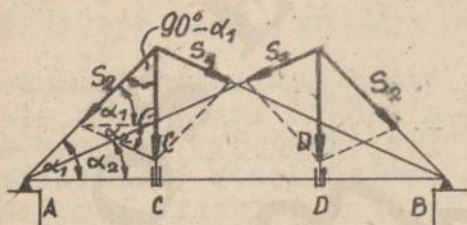
$$\sigma = \frac{C}{F}; \quad \sigma = \frac{C}{s^2} \leq \sigma_{meg}$$

ahol "s" a főtartó szélessége

4./ A ducokat $C \cos \alpha$ erő, a feszítőboronát pedig $C \sin \alpha$ erő veszi kihajlásra igénybe. Az ellenőrzést, illetve méretezést ugyanugy végezzük, mint az egyszerű függesztőműnél.

5./ A keresztátszokok az egyszerű függesztőműnél tárgyalt módon méretezendők.

A Heinzerling-féle függesztőmű ducaiban fellépő nyomóerőket a "C", ill. "D" alátámasztásokra ható erőkől határozhatjuk meg, ha ismerjük a ducok hajlásszögét α_1, α_2 .



$$\frac{S_1}{C} = \frac{\sin(90^\circ - \alpha_1)}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}$$

$$\frac{S_2}{C} = \frac{\sin(90^\circ - \alpha_2)}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}$$

193. ábra.

A kettős függesztőművek számítását a gyakorlatban szükség-hidak stb. esetén ugy végezhetjük el, hogy a középső mezőre, mint két végén alátámasztott tartóra meghatározzuk a maximális nyomóerőket, és ennek 80 %-át vesszük és $K_1 = \frac{M_{max}}{\sigma_{meg}}$ egyenlettel $s/\sqrt{2}$ -es gerendát terve-zünk. A ducok, függőoszlopok, és feszítőborona méretei négyzetesek lesznek $s/5$ keresztmetszettel.

b./Feszítőművek.

A feszítőművek lehetnek egyszerűek és kettősek. Az egysze-rű feszítőmű támasztóköze 4-8 m. Az egyszerű feszítőmű alkotóelemei: a főtartó, mint háromtámaszu hajlitott tartó, a ducok, melyek a ben-nük támadó nyomóerőt a hidfőkre hárítják át. A ducok kihajlásra i-génybevettek. A kettős feszítőművek legkedvezőbb nyílástávolsága 8-12 m, kivételes esetben 15 m is lehet. Az egyszerű feszítőművek szerkezeti elemein kívül még feszítőborona is tartozik hozzá, mely szintén kihajlásra igénybevetett. A főtartót, mint négytámaszu tartót, rendszerint 3:4:3 mező arányok szerint tervezzük.

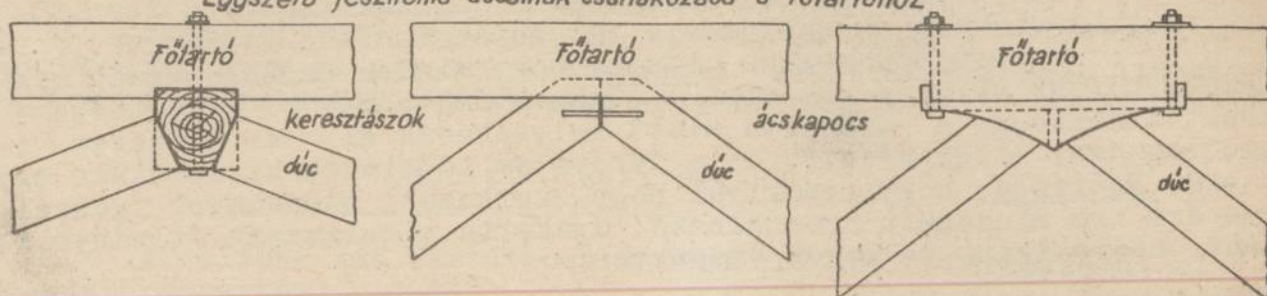
A ducok legkedvezőbb hajlása 45° . Minthogy azonban a du-coknak a hidfőn történő feltámaszkodása az árvíz színen felül kell hogy maradjon, a szerkezeti magasság csökkentése érdekében 30° -os, esetleg 25° -os hajlást is adhatunk a ducoknak.

A főtartó keresztmetszet alakja derékszögű négyszög, rend-szerint $1/\sqrt{2}$ oldalarányal. A ducok és a feszítőborona kereszt-szel-vénye négyzetes.

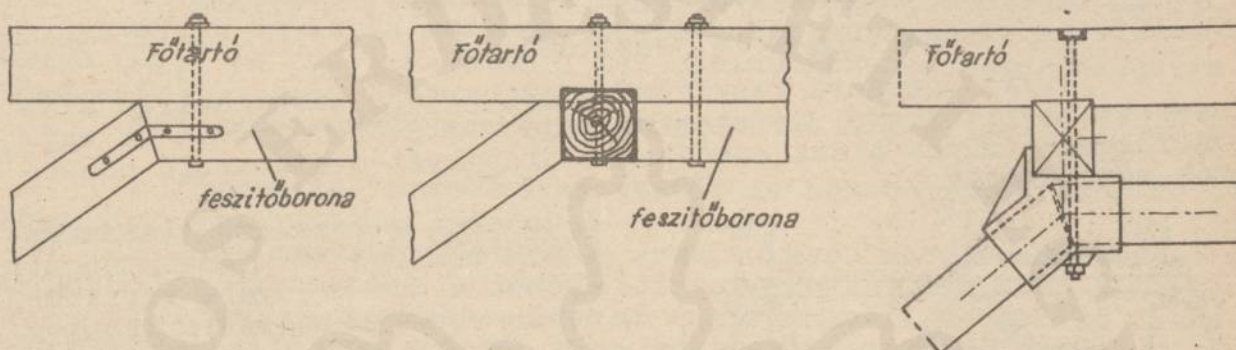
A feszítőművek szerkezeti megoldásait a 194. ábracsoport mutatja.

A ducok a hidfőkön közvetlenül kőre, vagy a fa bütüjére a rostok roncsolódása miatt nem helyezhetőek, ezért szoktunk alkal-mazni vassarukat, esetleg ólomlapokat, vagy fahidfők esetén fatuskót, vagy gerendát, a duc rostjaival merőleg rostállásban.

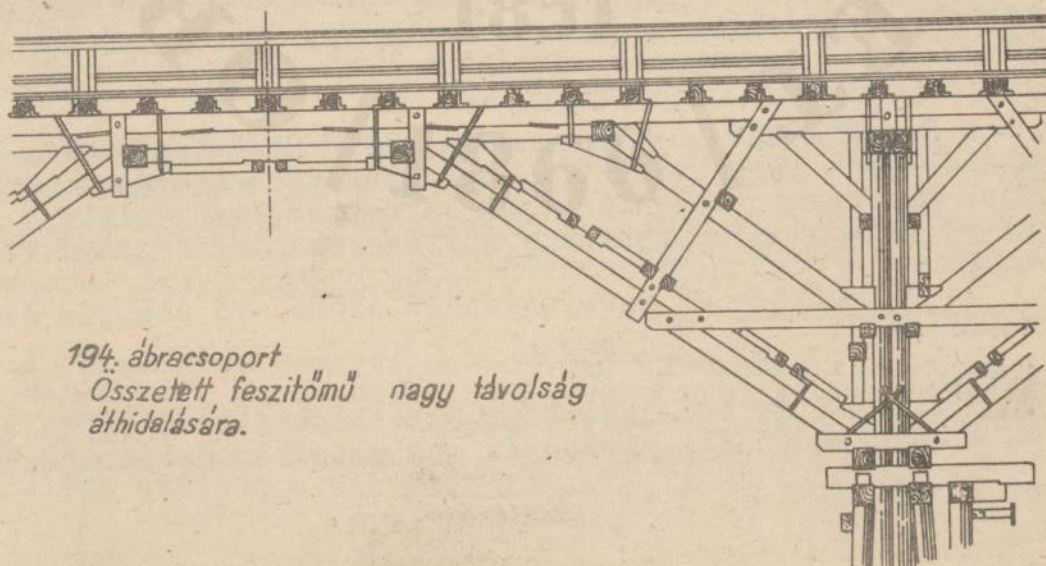
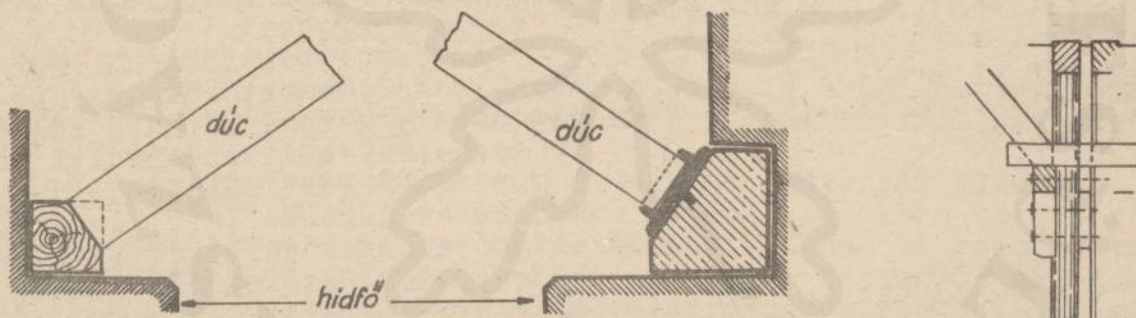
Egyszerű feszítőmű dúcainak csatlakozása a főtartóhoz



Kettős feszítőmű dúcainak csatlakozása a főtartóhoz



A dúcok feltámaszkodása a hidfőn



194. ábracsoport
Osszetett feszítőmű nagy távolság
áthidalására.

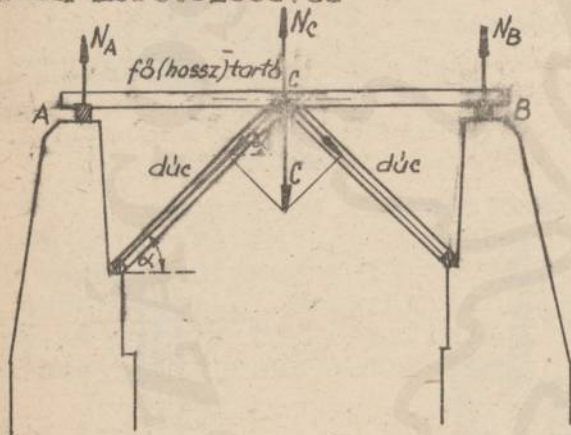
Különleges kettős feszítőmű a Heinzerling-féle feszítőmű, melynek vonalas ábrázolását a 181. ábrácsopórtón láthatjuk.

A feszítőműveknek előnye, hogy minden tartógerendát megtámaszthatunk velük / nem mint a függesztőműveknél /. A tartószerkezet - minthogy a járópálya alatt helyezkedik el - az időjárás viszontagságai ellen védett, és a járópálya időszakos kicserélése egyszerű. Hátránya, hogy rendkívül nagy szerkezeti magasságot igényel, s ezért nem mindenütt használható. Gyakorta alkalmazzák állványhidként, hadihidként és magas viadukton.

Feszítőművek méretszámítása.

- 1./Egyszerű feszítőmű
- 2./Kettős feszítőmű
- 3./Heinzerling-féle feszítőmű

1./Az egyszerű feszítőmű hossztartója három helyen alátámasztott hajlít. tartó, méretezése tehát teljesen egyezik az egyszerű függesztőműves hidak esetében a hidpályát alátámasztó hossz-tartók méretezésével



195. ábra.

A ducokat a közbúlsó alátámasztáson fellépő "C" támasztó ponti erőnek a duc irányába eső komponense veszi ki hajlásra igénybe.

A "C" erővel abszolút értékében egyező nagyságú felszabadító erőt közúti hidakon az alábbi módon nyerjük:

Az önsúlyból támad $C_{\text{öns}} = \frac{10}{8} g l$ hol l a féltámasztóköz, "g" pedig az egy gerendára jutó fm-kénti terhelés, mely az önsúlyt és a gerenda felett haladó járómű kocsiszekrénye mellett, esetleg elérő embercsődületből az illető gerendára eső nyomást fm-re elosztva foglalja magában.

A mozgóterhelésből pedig a $C_{\text{mozgó}}$ -t legegyszerűbben a hatásábrák segítségével lehet meghatározni, értéke akkor legnagyobb, ha két szomszédos mező a lehető legnagyobb mértékben terhelt.

$$C_{\text{önsúly}} + C_{\text{mozgó}} = C$$

A ducokra hat $C \cdot \text{cosec } \alpha$ nyomóerő, mely kihajlást eredményez. Minthogy a ducokat a legkedvezőbbben négyzetes keresztmetszelvényű tartóként tudjuk kiképezni, megválasztjuk keresztmetszelvény alakját oly négyzetnek, melynek oldala egyezik a tartógerenda szélességi méretével /s/.

Az ellenőrzés az igénybevételt okozó erő alapján az ismert módon történik:

$$\sigma_{\text{meg}}^{\text{kih}} = \frac{C \cdot \text{cosec } \alpha}{s^2}$$

$\sigma_{\text{meg}}^{\text{kih}}$ értékét az I. fejezetben közölt táblázat alapján választjuk meg, ha a duc karcsúsági viszonyát már előzőleg meghatároztuk.

2-3/. A kettős fesztőművek és a Heinzerling-féle fesztőmű hossztartóját, mint négytámaszu tartót, és ducait, illetve fesztőboronáját, mint kihajlásra igénybevett tartót az eddigiek ismeretében könnyen méretezhetjük, illetve ellenőrizhetjük.

Függesztő-fesztőművek.

Az előbbi két tartótípus kombinációjából származik az u.n. függesztő fesztőmű.

Statikailag úgy működik ez a tartó is, mint a fesztőmű, csak-hogy a tartógerenda alátámasztása függőoszlop közbeiktatásával történik. Ilyen esetben vagy fesztőducunk, vagy a függőoszlop készül i-kergerendából.

A függesztő-fesztőmű a függesztőmű és a fesztőmű hátrányos tulajdonságait egyesíti magában. Legfőbb hátránya, hogy szerkezeti magassága nagy, és emellett csak a két szélső gerenda megerősítésére szolgálhat.

Két szokásosabb szerkezeti megoldást a 196. és 197. ábra mutat.

A függesztő-fesztőműves tartót is lehet Heinzerling-féle kiképzésben elkészíteni.

A méretszámítás egyezik a fesztőművek méretszámításával csak a függőoszlop méretezése jelent többletet azokkal szemben. A függőoszlopot a közbelső alátámasztással /az oszlop alatt/ keletkező legnagyobb felszabadító erő alapján húzóigénybevételre méretezzük.

c./Vasvonórudas tartók.

A fából készült tartógerendát úgy is erősíthetjük, hogy ráerősített s a tartógerenda alá helyezett vasból készült rudszöggel támasztjuk alá. /198. ábra/.

A ferde vonórudasakat gömb, vagy szalagvasból készítik. A megterhelés hatására húzást szenvednek. A ferde rudakban keletkező húzóerőt a gerendatartó végeihez közel átveszi. A húzott rudakat vagy a gerenda kétoldalán, vagy annak középpontjában helyezzük el. A húzott rudak vége csavarmenettel van ellátva és megerősítésük a gerenda bütőjéhez támaszkodó alátétlemezek közbeiktatásával, csavaranyával történik. A vonórúd és a tartógerenda között helyezkedik el a bak, amely vagy vasból, vagy fából készülhet.

Vasvonórudas tartókat ritkán szoktunk hidszerkezetként alkalmazni.

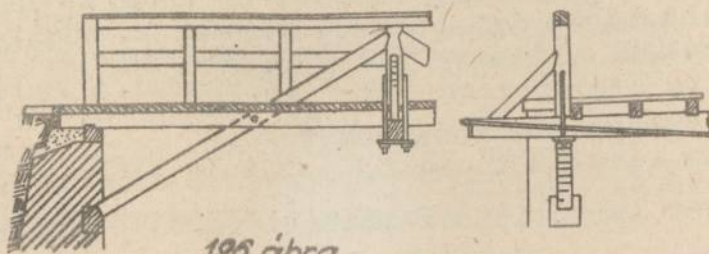
Alkalmazási terük vasuti kocsik alvázának megerősítése stb.

Vasvonórudas hidat mutat be a 199. ábra.

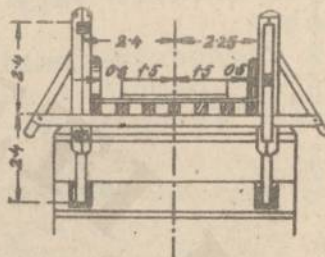
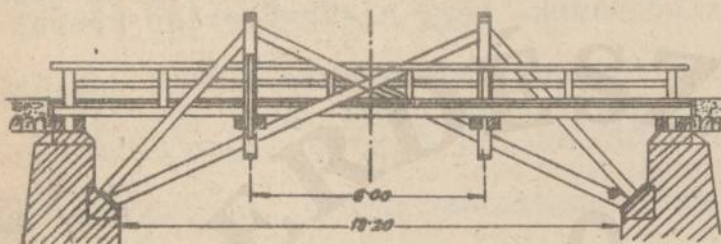
A vasvonórudas tartók méretszámítása a függesztőművekéhez hasonlóan történik, azzal a különbséggel, hogy a vonórudas nem nyomásra, hanem húzásra vannak igénybevéve.

A függesztő, fesztő és vasvonórudas szerkezeteknek fontos szerepük van akkor, ha egyszerű, vagy összetett gerendahidakat időszaki vagy megépítésük után nagyobb megterhelésekre számítva állandó jelleggel meg kell erősítenünk.

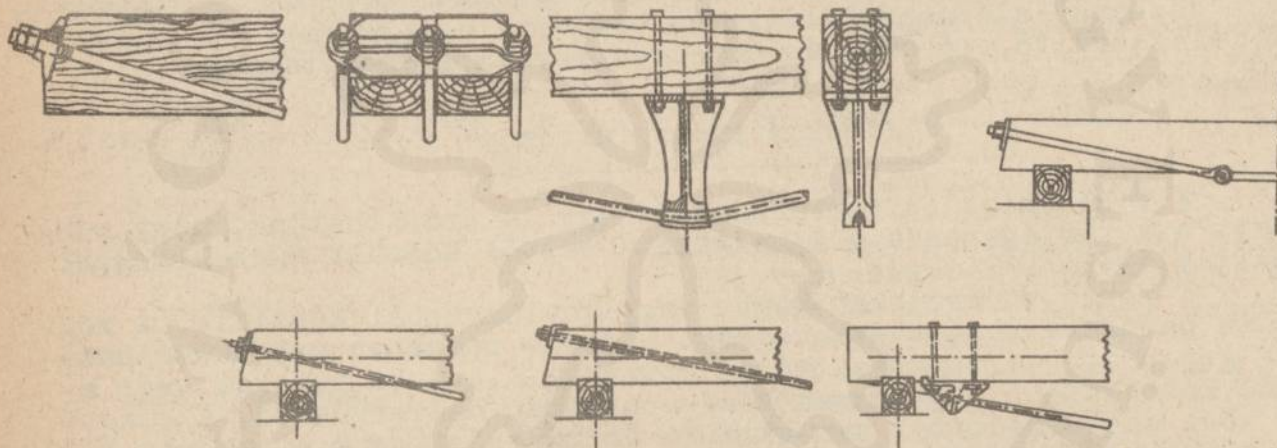
Ilyen esetben a két szélső tartót erősítjük közvetlenül egy-



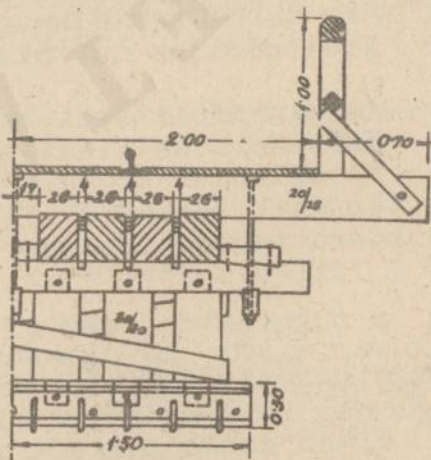
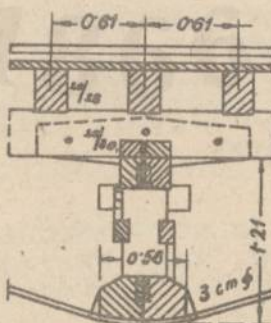
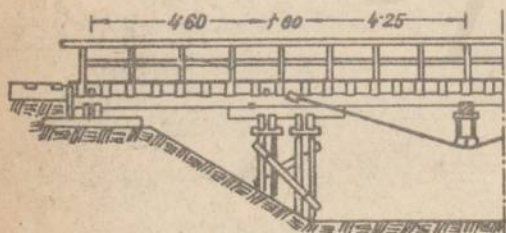
196. ábra.



197. ábra.



198. ábra.



199. ábra.

szerű, vagy összetett függesztőművel és a többi gerendát közvetve az ezekhez csatlakozó keresztaszszokkal. Ha pedig a megerősítő szerkezet feszítőmű, vagy vasvonórudas tartó, mindenegyes gerendát külön erősítünk.

A megerősítés méretezése hasonlóképpen történik, mint a nem provizórikus jellegű erősített szerkezeteké, csak ilyen esetben mindig számításba kell vennünk a már meglévő megerősítendő híd-szerkezet teherviselőképességét.

4./Rácsos tartók fából.

20 m-nél nagyobb támasztóköz áthidalására alkalmazhatunk fából készült rácsos tartókat. Minthogy a rácsos tartók rudjai hajlítást csak önsúlyuk miatt, de a hasznos terhelés következtében nem szenvednek, a bennük keletkező húzó, illetőleg nyomófeszültségek nagyjára az egész keresztmetszet felületén egyenletesen oszlanak el. Így tehát az egész felület egyenlő mértékben vesz részt a teherviselésben. A szilárdságtan törvényeiből adódó előnyön kívül azonban vannak hátrányaik is a rácsos szerkezeteknek: a csomópontok nehézkes kiképzése, a fa aszása következtében előálló nagymérvű behajlás, nagyméretű hidfők és a szélveszély elleni fokozott rácsoszás.

Minthogy nagy támasztóközök áthidalását főként vasuti pálya tervezése tesz szükségessé, csak a rácsos vasuti fahidakat ismer-tetjük. A leggyakoribbak a párhuzamos övű /függőleges/ vasrudakkal/ épített u.n. Howe-féle tartók. A tartó szerkezeti megoldását a 200. ábra mutatja.

A rácsrudak váltakozva rendszeren egyszerű, kettős, esetleg többfás elrendezésűek az újabb rácsos szerkezeteken, hogy a csomópontok kiképzése célszerű lehessen. A csomópontok merevségét többféle módon el lehet érni, újabban a csavározás mellett a szegezés is szokásos.

A rácsos tartók méretezése a rudakban támadó húzó és nyomó-erő figyelembevételével az eddigiek ismeretében nem okozhat nehézséget. A rudakban támadó erők meghatározása a Cremona-féle csomópontos eljárással a legegyszerűbb. /lásd szilárdságtan rácsos tartó/.

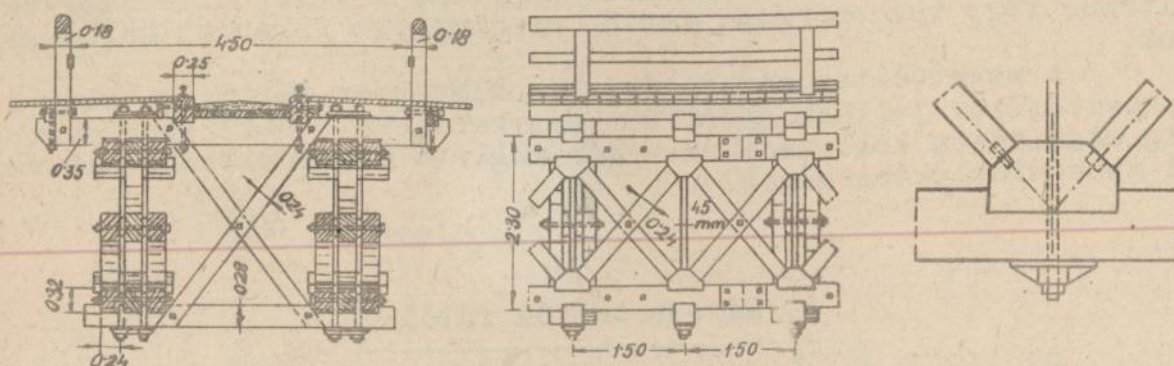
A szélnyomás ellen, ha a hid felsőpályás, alsó rácsoszással, ha alsópályás és az űrszelvény megengedi, felsőrácsoszással szoktunk védekezni. A kifordítás ellen a hidnak másfélszeres biztonsággal kell ellenállnia.

Az erdőgazdaságban a magashegységi viszonyokat leszámítva a legritkább esetben alkalmazunk fából készült rácsos hidakat.

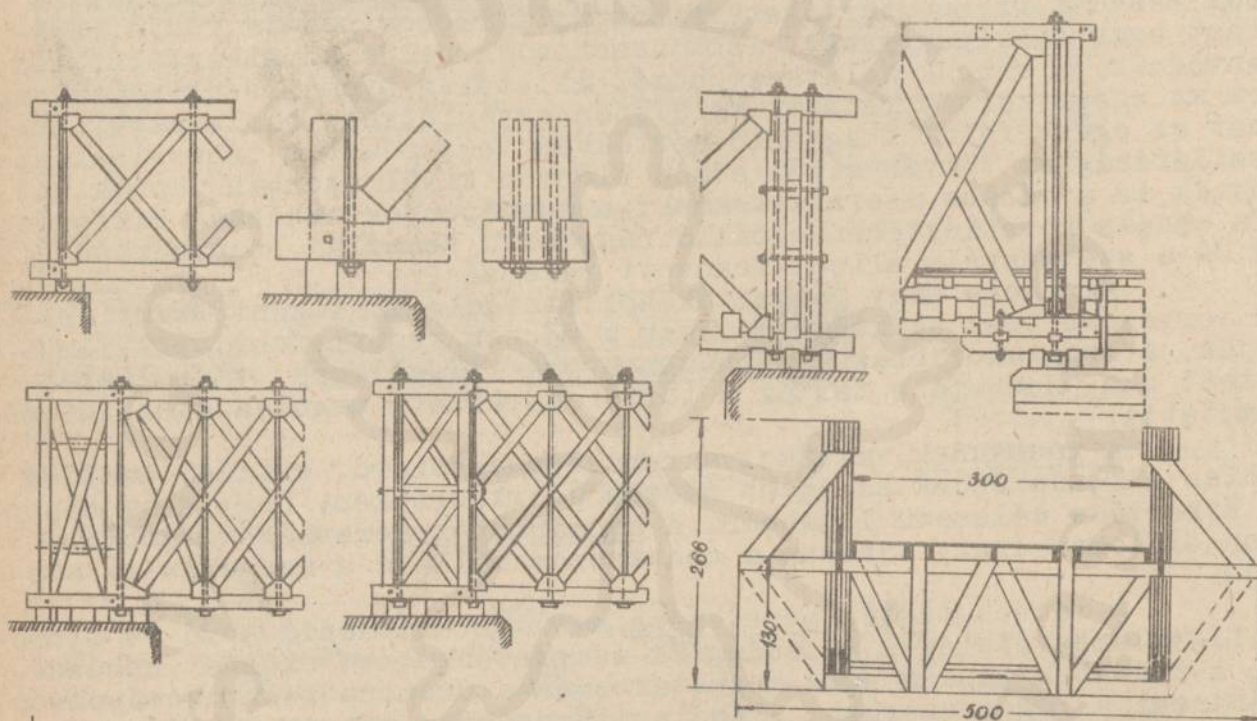
4./ Fahidak tervművelete és az engedélyezési eljárás.

A hídrol, melyet építeni kívánunk, rajzos és írásos terveket kell készítenünk, hogy egyrészt azok alapján a kivitelezéshez szükséges hatósági engedélyt elnyerhessük, másrészt hogy segítségükkel az építés szakszerűen történjék.

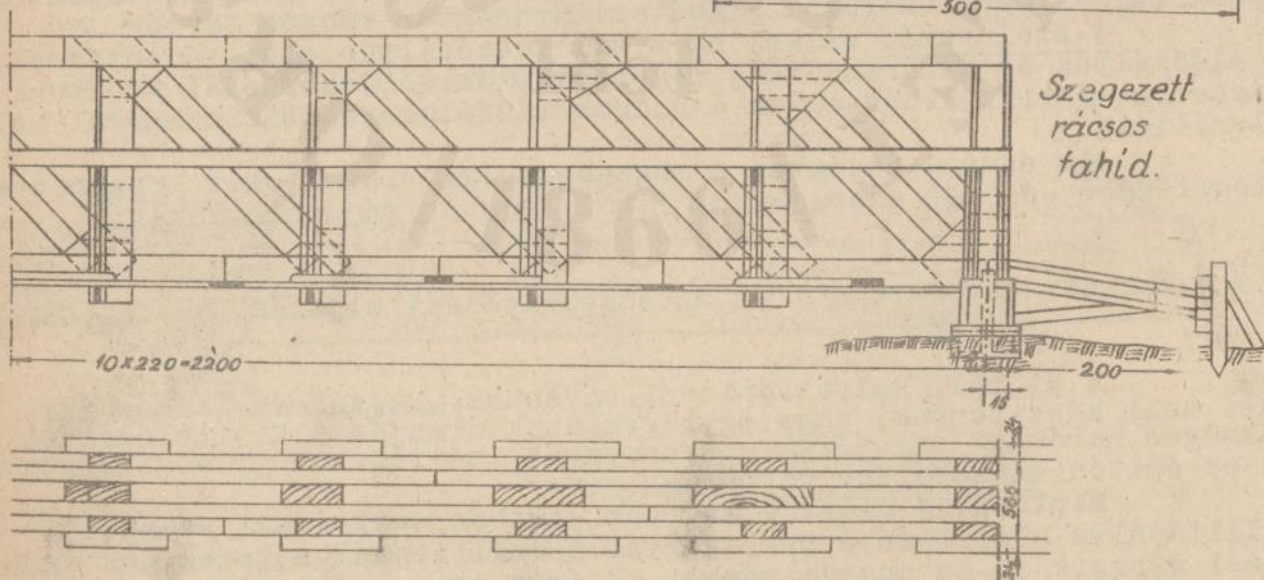
Minthogy a hidak a legtöbb esetben tartozékaik valamely szállítópálya alépitményé nek, tervei a szállítópálya terveinek egyrészét képezik és az engedélyezési eljárás is a szállítóberendezés



Howe-féle tartók.



Szegezett
rácsos
fahíd.



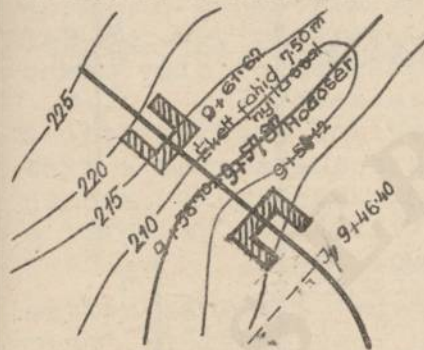
200. ábracsoport.

engedélyezésével kapcsolatos.

Állandó jellegű hidakról az alábbi terveket kell elkészítenünk:

1./Átnézeti helyszínrajz 1:25 000, vagy 1: 7 500 méretarányban, hol a híd helyét a térképen rendszerint térképjellel cínóberpiros színnel bejelöljük.

2./Részletes helyszínrajz 1: 2 880, 1:2 000, 1: 1 000, vagy 1: 500 méretarányban. A híd a rétegvonalas térképen a hídfők és pillérek alaprajzi elrendezésének méretarány szerinti rajzolásával szintén cínóberpiros vonallal lesz feltüntetve. /201.ábra/.



201. ábra.

3./Műszaki leírás. A híd jellegének és a létesítmény céljának leírásán kívül magában foglalja a hidra vonatkozó tervezések /hely, szélesség, magasság, anyag stb./ és méretezések /hídfők, tartók, pálya stb./ összes adatait. A műszaki leírásnak a tervezéssel és a kivitelezéssel kapcsolatos minden mozzanatra ki kell terjednie.

Ha a terv alternatívaként jött létre, a lehetőségek közti gazdasági és műszaki összehasonlítást is tartalmaznia kell. A méretezési számításokat kiegészítő grafikus ellenőrzéseket teljes terjedelemben bele kell foglalnunk a leírásba. Ha a megépítésre vonatkozóan különleges kikötéseink lennének, úgy ezt a műszaki leírásban szintén meg kell említenünk.

4./Részletes hosszszelvény. Méretarány kettős, hosszirányú elrendezésének méretaránya rendszerint egyezik a részletes helyszínrajz méretarányával, magassági méretaránya pedig az áttekinthetőség megkönnyítésére torzított. A torzítás mértéke tízszeres szokott lenni. /1:288, 1:200, 1:100, esetleg 1:50/.

A hídfőket és pilléreket metszetben, a tartószerkezetet vázlatosan, a pályát és a korlátokat rendszerint egyáltalában nem szoktuk feltüntetni a részletes hosszszelvényben. A kiviteli forma szabványosított és a 202. ábrán feltüntetett elrendezésben kell elkészíteni. A csatlakozó pálya felépítményi koronaszintjét /pályaszint/ 1 mm vastag cínóberpiros vonal jelöli. A pályaszint alatti töltésrészeket halvány karmin színnel, a bevágásokat pedig gummitű színnel /barnás-sárga/ kell kifesteni. A hosszszelvényhez jelmagyarázó is tartozik, ahol az előforduló jelölések értelmét tüntetjük fel. A hosszszelvényben szereplő térszint mérőjegyek a helyszíni felvétel adatait tartalmazzák, a pályaszint adatai pedig számított értékek.

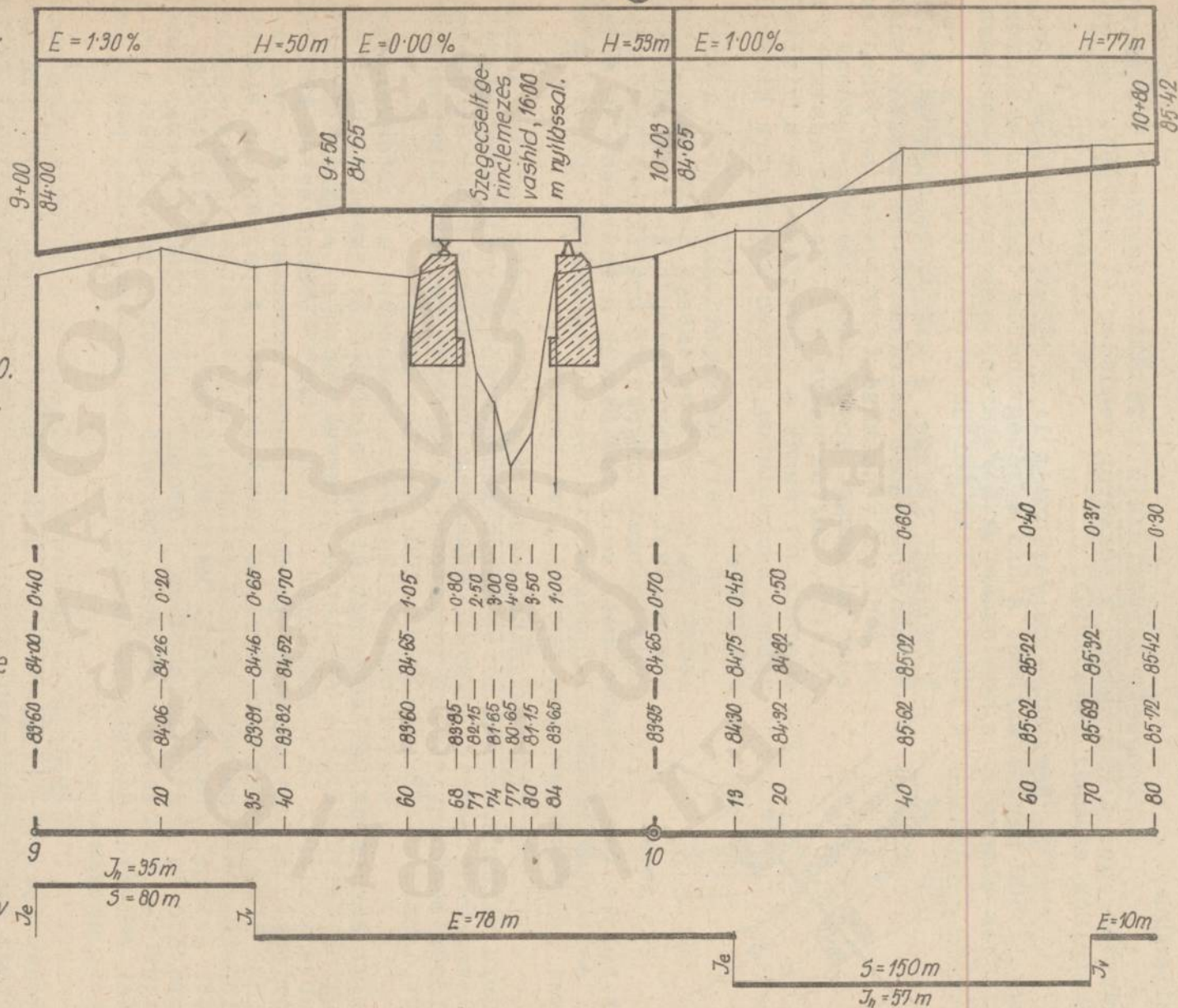
5./Részletes keresztaszelvények. A híd tengelyére merőlegesen felvett terepmetszetet mutatják az 1:1 000, 1:500, rendszerint azonban 1:100 méretarány szerint torzításmentesen megrajzolt keresztaszelvények. A keresztaszelvényeket fekete tussal, a tervezett hídfők, vagy pillérek kontúrjait pedig cínóberpiros tussal húzzuk ki. Mellettük a műtárgy által elfoglalt területet m^2 -ben fel szoktuk tüntetni, mert ez szolgál alapul a kiemelendő földtömeg/ m^3 / köbtartalmának meghatározásához.

6./Részletes tervek. A hidnak három nézetben és metszetben való elrendezését tartalmazza 1:100, vagy 1:50 méretarányban. A nézetek: a./oldalnézet, b./felülnézet, c./hátnézet - a híd-

Részletes hossz-szelvény.

202. ábra.

Emelkedési viszonyok



főt hátulról a hid tengelyének irányából nézzük, úgyhogy a csatlakozó földművet nem létezőnek tekintjük -.

A metszetek: a./hosszmetszet, b./hidfő felső síkjában metszve hidpálya és földmű nélkül/tulajdonképpen a hidfő felülnézete/, c./a keresztmetszetek minden olyan síkban, ahol a hid a többi keresztmetszethez képest eltérést mutat. A részletes tervek akkor helyesek, ha minden szerkezeti elemet feltüntetnek és minden nézetben, illetőleg metszetben a hidra vonatkozó szükséges méreteket cm-es pontossággal, de m-ben kifejezve feltüntetik /pl. 60 cm a tervben 0 0'60 m/. A részletes tervek elkészítése a projektív geometria és ábrázoló geometria szerkesztési szabályai szerint történik: egyidejűleg egy-egy szerkezeti elemnek az összes metszeteken, illetve nézeteken való felkeresése, illetőleg ábrázolása mellett.

7./Részlettervek. Minden olyan hidszerkezetnél, ahol a 6./alatti pontban említett tervekben az egyes alkotóelemek összes méreteit a méretarány miatt feltüntetni nem tudjuk /merevítések, csomópontok, szegezések stb./ külön részlettervekben kell megrajzolnunk a kérdéses szerkezeti elemeket 1:20, 1:10, 1:5 stb. méretarányban.

8./Talajvizsgálat. A hidak előzetes tervezése című fejezetben tárgyalt talajvizsgálat helyszíni, vagy esetleges laboratóriumi kiértékelését külön kimutatásban kell feltüntetnünk.

9./Költségvetés. A régebbi négy műveletre tagozódó költségvetést ma már nem használjuk, hanem helyette az u.n. összevont költségvetést szoktuk összeállítani. Ehhez a költségvetéshez az árjegyzéket a helyi fuvar és munkabérekről és anyagárakról csatolni kell. A költségvetést rendszeren munkanemenként elkülönítve több cím alatt szokás összefoglalni.

a./Műszaki munkák. Ide sorolandók az építés alá való ki-tűzés, a tervezések és mindazon műszaki munkák, amelyek építés köz-ben lépnek fel, az esetleges munkásbarakkok, anyagraktárak építése stb.

b./Területek megszerzése. Az esetleg szükséges igénybeve-
endő terület /idegen terület/ megszerzésénél felmerülő költségeket foglalja magában. /Anyagtároló helyek, időszakos deponálási terü-
letek stb./

c./Az alépitmény költségei. Ezt a címet több alcímre oszt-
juk. Fel kell tüntetni az összes szükséges anyagot /fa, beton, kő,
vas stb./ és ezeknek beépítési költségeit. Az alapgyödr kiásása, e-
setleges víztelenítés, a pataknak, vagy folyónak ideiglenes szabá-
lyozása stb. ezen cím alá kerül.

d./Felépitmény költségei. Két részre tagozódik. A felé-
pitményhez szükséges anyag beszerzési költségeire és a megmunkálás
munkabéreire.

A c./ és d./ alatti pontokban részletezett munkanemeket ezeken belül a megfelelő szakmunkák szerint szoktuk csoportosítani. Pl. kőműves munka: téglá, beton-munka, vagy pl. földmunka, vasmunka, famunka /ácsmunka/.

e./Az általános költségek. Ide tartoznak az építéssel kapcsolatos posta, illeték, munkásbiztosítás stb. költségei az egész építési költségnek %-ában.

Az engedélyezési eljárás egyezik a szállítóberendezések engedélyezésével. A tervek elkészülte után az építési engedély iránt kérvényt kell benyújtani, kisebb hidaknál az állami mérnöki hivatalhoz, illetőleg az alispánhoz, nagyobb hidak esetén a közlekedésügyi miniszterhez. A kérvényhez a terveket két példányban kell csatolni. /Ezért célszerű a tervezést pauszpapíron végezni, melyről könnyen készíthetünk fénymásolatot./

A közlekedésügyi miniszter a tervek elbírálása után, ha azokat megfelelőeknek találja kitűzi a közigazgatási bejárás időpontját és erről kiérttesíti az érdekelt törvényhatóságot az egyik tervpéldány egyidejű megküldése mellett, azzal hogy a bejárás napja az érdekelt községben kellő időben, a szokott módon közhírré teendő és az érdekelt kiérttesítéséről is egyidejűleg történjék gondoskodás. A közigazgatási bejárást a közlekedésügyi miniszter kiküldöttje vezeti, tagja a földművelésügyi miniszter vizügyi szakértője - kisebb hidak esetén az állami mérnöki hivatal illetékes vezetője -, továbbá a törvényhatóság képviselője, a járási rendőrhatóság és az érdekelt község képviselője, és résztvehet minden érdekelt fél. A közigazgatási bejárás célja a benyújtott részletes tervek alapján és az érdekelt meghallgatása után az engedélyezés alatt álló létesítendő hidra vonatkozóan mindazon intézkedéseket megállapítani, amelyek a fennálló közlekedés és vízfolyások fenntartásának, valamint a köz és magánérdekek megóvásának a céljából szükségesek, továbbá javaslatot tenni az engedélyezésre vonatkozóan. A közigazgatási bejárásról jegyzőkönyvet kell vezetni.

Az építési engedély birtokában a tervezett hid megépíthető.

A hid elkészülte után kisebb közuti hidak esetén nem, de nagyobb közuti és vasuti hidak esetén műtanrendőri bejárást kell kérni az állami mérnöki hivataltól illetőleg a közlekedésügyi minisztertől. Ennek során a hidat próbaterhelésnek vetik alá. A terhelést álló, lassan és sebesen mozgó járművek okozzák. A behajlás értékét megfelelő műszerrel meghatározzák, és ha ez nem lépi túl a megengedett mértéket, a hid átadható a forgalomnak.

A próbaterhelés során megfelelőnek bizonyult hidat törzskönyvezik. Ez a törzskönyvezés 12 m-nél nagyobb nyílástávolságú hidakra nézve kötelező. A hidak nyilvántartását a közlekedés és postaügyi minisztérium hidosztyán végzik. A hidak törzskönyvében mindig a valóságnak megfelelő és a hid rendeltetését kielégítő adatok szerepelnek, a későbbi forgalom következtében beálló jelentős szerkezeti változtatásokat, műszaki felülvizsgálatokat a törzskönyv megfelelő helyén a K.P.M: közgei bejegyzik.

5./ A rahidak építése.

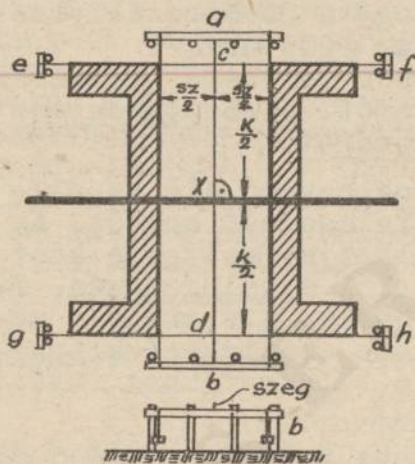
A részleteiben megtervezett hid építését közvetlenül megelőzi a hid tengelyvonalának és a hidfők és pillérek helyének, illetve alapozási gödreinek kitűzése s a kitűzött pontok rögzítése.

A kitűzéskor is a nagyból a kicsi felé haladás elvét tartjuk szem előtt, tehát előbb a főtengelyeket tűzzük ki és azután következik a részletek kitűzése..

A kitűzéseket zsinórállvánnyal végezzük.

A zsinórállványok cövekekre, esetleg cölöpökre erősített vízszintes helyzetű, élükre állított deszkából állanak, amelyeknek

megfelelő helyeire a kitűző zsinórok befogadására bemélyedéseket vésnek, vagy fűrészelnek. /A 203. ábra alul és oldalnézetben mutatja a zsinórállványt.



203. ábra.

és balra felrakjuk az $\frac{sz}{2}$ méretet és itt befűrészeltetünk a gerendába. Az így nyert bevágásokba helyezett és valamilyen nehezékekkel /téglával/ kifeszített zsinór a fal belső síkjait tüzi ki alaprajzban. Az "Xd" egyenesre "d" pontban, mely "X"-től $\frac{K}{2}$ távolságra van merőlegest tüzünk, és elhelyezzük a "g" és "h" zsinórállványokat, ugyanezt a "c" pontból is végrehajtva az "e" és "f" zsinórállvány szerelhető fel. Ezen zsinórállványokkal az építmény külső falsíkjai tűzhető ki. A hidfők építése a kitűzés alapján kezdetét veheti.

A hidfők építésének végrehajtása fahidfőknél, kőszekrényműves hidfőknél, kőnemű anyagból készült hidfőknél különböző természetű.

A fahidfők építésének legfontosabb mozzanata a cölöpözés.

A teherbíró réteg előzetes megállapítása céljából rendszeren próbacölöpözést végzünk, melynek eredményéből következtethetünk a szükséges cölöpözési mélységre és így a cölöp magasságra.

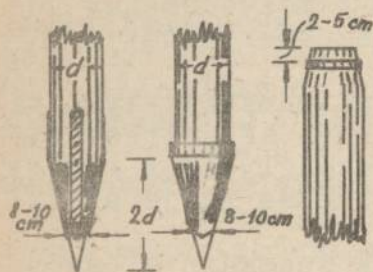
A cölöpöket beverés előtt megmunkálják. Az első teendő a cölöpök telítése - ideiglenes hidakon elmarad - amellyel a fát életfartamát lényegesen megnövelhetjük. A telítés anyaga lehet: kátrány, vagy telítésre szolgáló különféle só. A telítés történhet ozmótikus uton, vagy nyomással mechanikusan. A telített cölöpfákat meghagyjuk egyik végükön oly módon, hogy a hegyezett rész hosszúsága az átmérő kétszeresét érje el és a cölöphegy átmérője kb. 8-10 cm legyen. Hogy cölöpözéskor a cölöp hegyének szétforgácsolódását megakadályozzuk, erre vaspántot, esetleg sarut erősítünk. /Kavicsos, egyenetlen talaj esetén/. A cölöp tetejét 1:10 hajlással letompítjuk és vasabroncsba foglaljuk, úgy hogy az abroncsból még 2-5 cm-es farész kiálljon. Így a kő cölöpözés közben csak fához ütközik. /204. ábra/.

A zsinórállványok az építménytől olyan távolságra helyezendők, hogy az építkezést /alapkiásást stb./ ne akadályozzák s hogy lehetőleg az egész építkezés ideje alatt megmaradjanak.

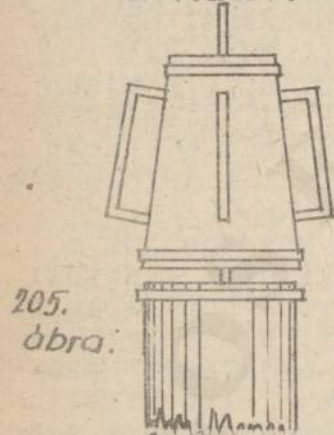
A zsinórállványok deszkáin először a fő tengelyt tüzzük ki bevert szöggel és utána a tervről levett távolságban bevágást létesítünk. A szemközti bevágásokba helyezett és a végein nehezékekkel megterhelt zsinór a fal szintjét tüzi ki.

A hidfő többi homloklapjait újabb zsinórállványokkal tüzzük ki. Általában annyi zsinórállvány helyezendő el, hogy a fő falsíkok mind zsinórokkal kijelölhetőek legyenek.

A 203. ábrán nyomon követhetjük a zsinórállványokkal való kitűzés menetét. A pályá tengelyének ismert X pontjában kitűzzük a merőleges irányt, s a tengellyel párhuzamosan elhelyezzük az "a" és "b" zsinórállványokat. Az állvány felső vízszintes lapján a merőleges irányt bevert szöggel jelöljük meg. A bevert szögtől jobbra



204. ábra.



205. ábra.

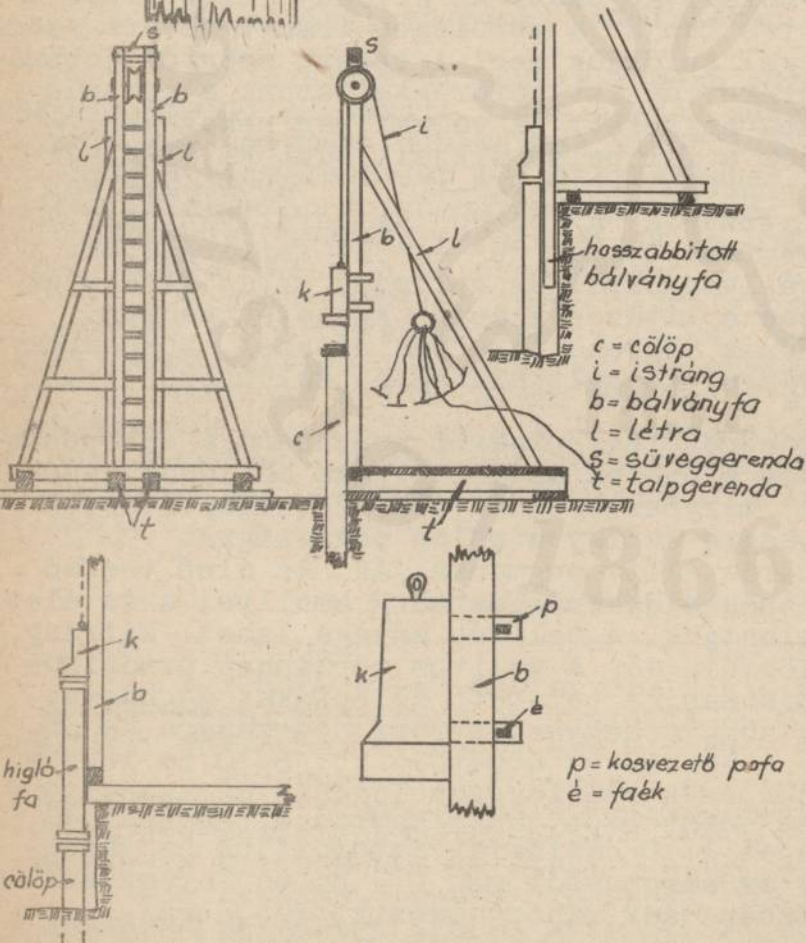
A cölöpözés cölöpverő kossal történik. Nem teherviselő, és állványcölöp beverésére használhatunk kézi cölöpverő koss, melynek súlya 30-60 kg. A kézi verő koss 2-4 ember szolgálja ki. A kos fogantyujának anyaga mogyoró, vagy som bot meghajlítva. Maga a kos rendesen gyertyán, vagy bükkfából készül. Szokták a közepét hosszirányban átfurni, hogy a cölöpbe helyezett vasrudon vezetést nyerjen. /205. ábra/.

Teherviselő cölöpök verésére használhatunk a./istrángos cölöpverőt, b./szabadon eső cölöpverőt, c./gépi cölöpverőt.

a./Az istrángos cölöpverő áll az állványból s az istránggal felszerelt kosból. Az állványt két bálványfa alkotja, melyek a koss vezetik. A bálványfákat alul a talpgerenda, felül a süveggerenda köti össze. A szerkezet merevítését a talpgerendához csatlakozó alagevendák és ezeket ferdén a bálványfákhoz rögzítő létra látja el. /206. ábra/.

A kos kötélen függ, a kötel pedig a bálványfák felső vége közt fekvő csigán van átvetve és egy istrángkarikával összekapcsolva. Az istrángkarikára 15-20 istrángot kötnek, melyek mindegyikét egy-egy munkás fogja. A verőkos kötélinek szabad végét a létrához kötjük, vagy egy munkás tartja kezében. A cölöpözés úgy történik, hogy a cölöpöt a bálványfák elé, szorosan melléjük, a kos alá állítják. A cölöpöt a bálványfához láncsal erősítjük olymódon, hogy a bálványfa és a cölöp körül a láncot két-háromszor körülcavarjuk, de nem feszesen. A cölöpözés alatt egy munkás a lánc és a bálványfa közé helyezett kb 60-80 cm hosszú 5-6 cm vastag feszítőfa segítségével biztosítja a cölöp megfelelő állását. Ugyanezen munkás irányítja az istrángokat kezelő munkásokat. Ütemesen megrántva az istrángokat, a kos felemelkedik, majd azokat a munkások egyszerre elengedve /de nem a kézből/ a kos rázuhan a cölöpre. A kos lezuhanása miatt a cölöp besüllyed. A kos esési hosszúsága ezáltal mind nagyobb lesz, és

206. ábra.



az istrángkarika ennek megfelelően mind följebb és följebb, a csigához közelebb kerül. Az istrángkarikának a kos tál kötéltelére megfelelő magasságban időszakosan történő újbóli elhelyezését a verőkos kötéltének szabad végét tartó munkás végzi, oly módon, hogy felmászik a létrán és egy-egy ütéssorozat alatt már túl magasra került istrángkarikát megfelelő magasságba köti.

b./Szabadon eső kossal dolgozó cölöpverők hasonló szerkezetű állvánnyal rendelkeznek, a fő eltérés a kos ejtésében van. A kötélt helyett tüskékkel ellátott végtelen láncot mozgatnak a csigán. A kos felhúzása után a kost tartó lánc horga önműködőleg kikapcsolódik a kos füléből, mire az leesik. A lánc a felhúzó szerkezetből kikapcsolva saját súlyánál fogva utána esik és a fogókészülék újból bekapcsolódik a kos fülébe. Ez az u.n. visszafutó kötélttel dolgozó cölöpverő. A felhúzó készülék lehet kézi csörlő, vagy gép hajtású. A kos súlya a megfelelően áttételezett kézi hajtásnál 600-800 kg, gépi hajtásnál 600-1000 kg. A végnélküli láncsal dolgozó cölöpverő készülékeknél a kos a Gall-féle végnélküli láncról megfelelő szerkezettel ki és bekapcsolható. Csak gépi hajtásra készülnek. A verő kos súlya 600-1800 kg, kiszolgálásukhoz elég három ember: egy cölöpvezető, egy a koshoz és egy gépkezelő.

c./A tulajdonképpeni gépi cölöpverők a következők: a gőzverő szerkezete lényegileg abban áll, hogy vagy a gőzgép dugattyúja álló, és a gőzhenger mely egyúttal a kos is, fel és lefelé történő mozgásával közvetlen ütésekkel mér a cölöpre, vagy a gőzhenger áll és a dugattyúrúd van kosnak kiképezve. A gőzverő kos súlya 550-2100 kg.

A gépi cölöpverő lehet belső égésű robbanó motor is. Ilyenkor a kos a kétütemű motor hengerének dugattyúrúdjára van erősítve. A kos súlya 500 kg körül van.

Akármilyen cölöpverővel dolgozunk, rendszeren állványról történik a munka, amely állvány egyúttal megkönnyíti a cölöpverő eltolását is. Vizben való cölöpözésnél hajóra, vagy tutajokra szerelt állványokat is használnak. A cölöpözésre vonatkozóan a kereskedelemügyi miniszter 50332/1925.sz.rendelete előírja, hogy

1./A verő kos súlya nem lehet nagyobb a cölöpsúly háromszorosánál és kisebb a felénél. Teherviselő cölöp beveréséhez 150 kg-nál könnyebb kost egyáltalán nem lehet használni. A rendelet szerint a puhafa m³-ként 700, a keményfa 900 kg-al számítható.

2./Az utolsó mértékadó ütéssorozatnál a kost minden ütésnél oly magasról kell leejteni, hogy minden ütés alatt annyi mkg munkát fejtsen ki, ahány kg súlya a cölöp. Legkisebb esési magasság 80 cm.

3./Egy-egy ütéssorozatban legalább 25000 mkg munkát kell véggezni. A cölöpözést addig kell folytatni, amíg egy ütéssorozat alatt a cölöp behatolása "e" = 70/P értéken alul nem marad.

A cölöpözésről rendszeren jegyzőkönyvet kell vezetni, amelyben fel kell tüntetni a cölöp számát, átmérőjét, teljes hosszúságát, bevert hosszúságát, a verőkos súlyát, esési magasságát, a cölöpre mért ütések számát, és a mértékadó ütéssorozat alatt történő behatolást.

A kőszekrényből készült hidfőket a fakötések szigorú betartásával készítjük. A pilléreket rendszerint a parton elkészítik és tutajon a helyszínre szállítják, ahol a kőtöltésnek fokozatos betöltésével a mederfenéig süllyeszti.

Kőből készült hidfők és pillérek megépítéséhez először az

alapotást kell elvégezni. Az alapozás lehet: sikalapozás és mélyalapozás.

Sik-alapnak azt az egységes tömör alantestet nevezzük, amely a teherbíró talajon sik lappal fekszik fel és amelynek részére az alapok helyén lévő földet nyílt munkagödörben előzetesen teljeseleg kiemelik. A mélyalapozás az erdészeti hidépítés feladatkörén kívül esik.

A sikalapozás a munkagödör kijelölése után a földanyag kiemelesével történik.

A munkagödör sarokpontjait talajkaróval lecovekeljük. A földanyag kiemelesé különbözőképpen történhetik, aszerint hogy a talajvízszint felett, vagy a talajvízszint alatt kell dolgozni. A föld kiemeles történhet kézi, vagy gépi erővel, esetleg robbantással.

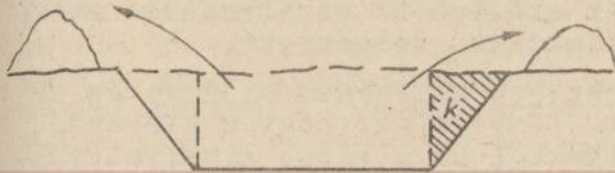
Száraz gödör kiemelesé. Az oldalsó elhatárolás vagy a föld természetes rézsűjével, vagy külön ducolással történik. Rézsűs elhatárolást alkalmazunk akkor, ha a kiemeles mélysége kicsi, viszont az alapterület nagy. /207. ábra/ A ducolás történhetik fával, vagy vassal. Az előbbi függőleges vagy vízszintes pallók között történhetik. A szemben lévő falakat egymás között ducolással biztosítják, ha csak a munkagödör szélessége ezt lehetetlenne nem teszi. /207/a. ábracsoport./ Kötött talajoknál a pallók közti réseket nem kell elzárni. Igen kötött talajoknál kis mélységig a ducolás el is maradhat. A gerendákat ékekkel kell megfeszíteni, de vigyaznunk kell arra, hogy egyes ékek túlságos megfeszítésével a szomszédos gerendákat meg ne lazítsuk. Laza talajoknál a ducolást előre kell hajtani, hogy a talajnak a munkagödörbe való beomlását megakadályozzuk. Ilyen esetben az előzetesen meghegyezett pallókat függőleges helyzetben verik le. Finom homok talajoknál a pallókat hornyolni is kell. A pallók beverését kissé befelé döntve végezzük, hogy a következő sor pallót az alagödör elkeskenyítése nélkül lehessen leverni. Ha szemben lévő fal nincs, vagy messze van, andráskeresztes, vagy feszítőműves kitámasztást alkalmazhatunk, esetleg egyszerű ducolást is hátrafelé való kihorgonyozással. /207/b. ábracsoport./

Munkagödör kiemelesé vízben. Talajvíz esetén, ha az alapgödör szintje a talajvíz szintje alatt van, akkor az alapozást, illetve a föld kiemelet az alábbi módok valamelyikével végezhetjük:

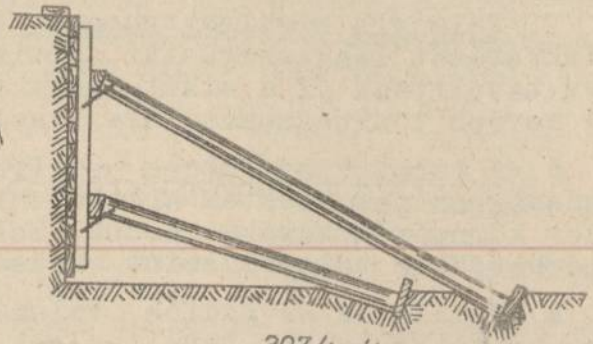
- 1./U.n. szádialak között víz alatti kotrással és víz alatti építéssel.
- 2./Víznek a szádialak közül való kiszivattyúzásával.
- 3./Talajvízszint-süllyesztéssel.

1./A szádfal pallókból, vagy e célra nengerelt idomvasakból álló vízzárófal, melyet a talajba verünk. Ha a vizet a gödörből ki akarjuk szivattyúzni, akkor biztosítani kell, hogy alulról utánfolys ne történhessék, ezért a szádfalat legalább a vízzáró rétegbe benyúlóan kell lehajtani, vagy ennek hiányában előzetes alsó víz alatti betonozással vízzáró réteget kiképezni. A szádfalak pallóit vezércölöpök vezetik. Kavicsos talajban a szádpallókat szélességük egyharmadában vassal borítjuk. /207/c. ábra./ A szádpallók beverése cölöpverő kossal kettősevel, lépcsőzetesen történik. A pallók tetejére ilyenkor U-vasat szoktak elhelyezni. A vezércölöpöket fogófákkal biztosítani kell. A fa szádfalat benn szoktuk hagyni a földben, csupán az alap felső szintje fölé nyúló részét fűrészszelik le.

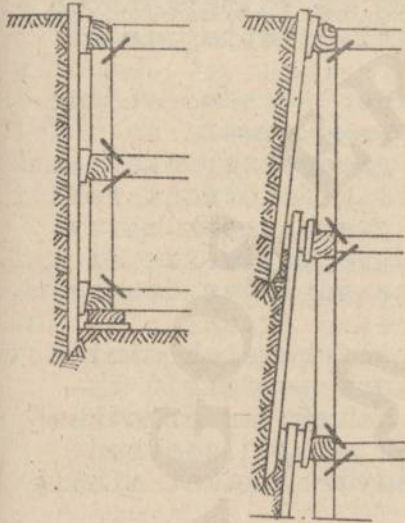
5-6 m-nél mélyebben történő alapozásnál vas szádfalakat szoktak alkalmazni. /kivéve az iszap és finom homoktalajokat/.



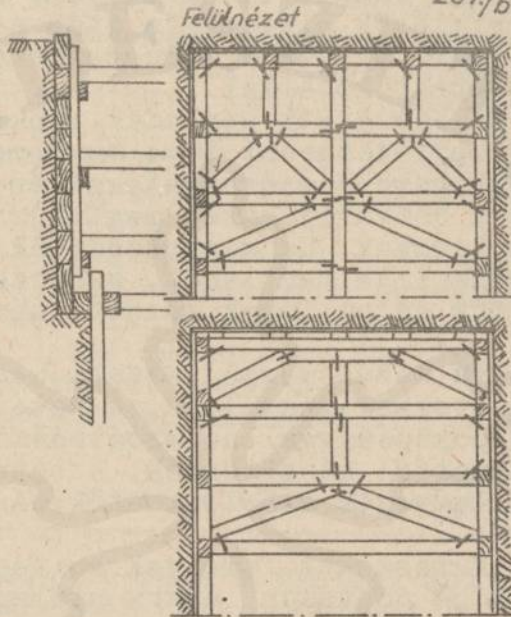
207. ábra.



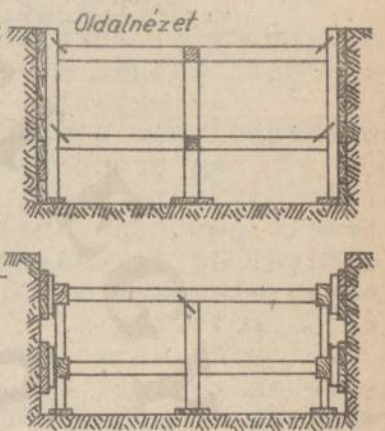
207./b. ábra.



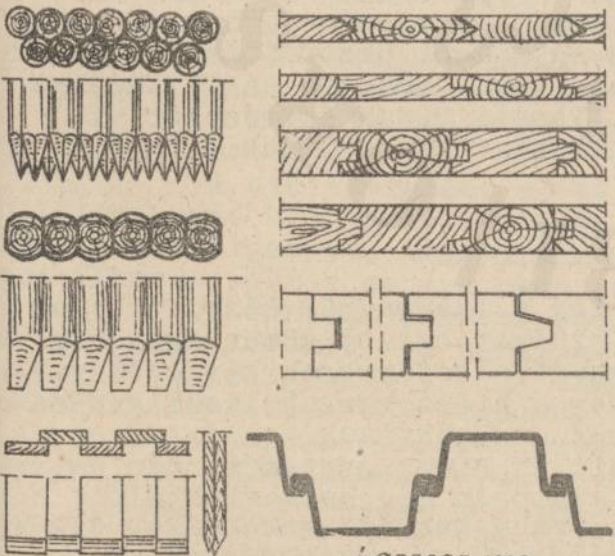
207/a



207/a. ábra.

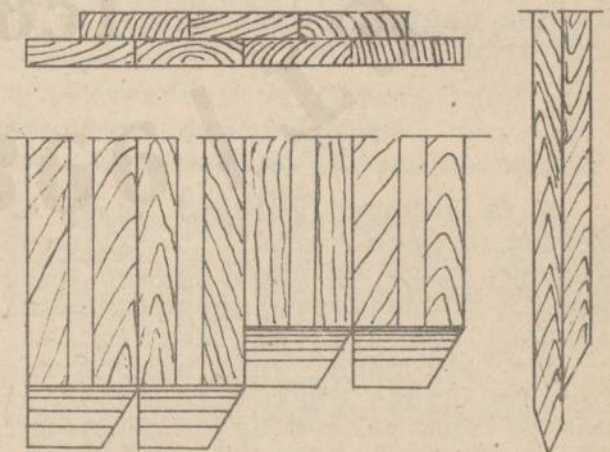


Oldalnézet



207/a

Larssen vas.



207./c. ábra.

Leghasználatosabb alak a Larssen rendszerű. A vas szádfalakat munka után kihúzzák.

2./Talajviz kiszivattyúzása, bár költségesebb eljárás, az alap lefektetését leegyszerűsíti. A víz kiszivattyúzásakor csak mérsékelten távolítsuk el a vizet, mert az erőltetett vízelvezetés az altalaj apróbb tömitőszemcséinek kiszívását eredményezi.

3./A talaj-vízszintnek süllyesztése költséges eljárás és az erdőgazdaságban nem szoktuk alkalmazni. Lényege az, hogy a kiásandó alapgödör környékén kutakat ásunk, melyekből ha a vizet kiszivattyúzzuk, elérhetjük a talajvízszint szükséges mérvű csökkentését.

A kőpillérek és hidfők, valamint a betonanyagból készültek teljesen az építéstanban tanult elvek szerint épülnek.

A hidfők és pillérek elkészülte után a hid tartószerkezetét helyezzük el csigasorral, egyszerű daruszerkezettel, esetleg csak egyszerű csigán átvezetett kötéllel.

Az egyszerű és összetett gerendák munkapadon történő előgörbitéséről nem szabad megfélekedni és az impregnálásról sem.

Az erősbbitett gerendaszerkezeteket és a rácsos tartókat előre összeszereljük, a csavarlyukakat megfúrjuk és a fakötések felületeit pontosan megdolgozzuk. Ha meggyőződünk a szerkezetek merevségéről és így összeszerelve nem lehet, szétszerelve helyezzük el az egyes elemeket a hidfők és pillérek között, ahol a végleges összeszerelés következik.

A kapcsolatokra nézve megjegyezzük, hogy a fabetétek minden esetben gyalult felületekkel készülnek. A betéteknek megfelelő kivágások a legnagyobb pontossággal, az erőátadások helyén az érintkező lapok pedig sima felülettel készítenők. A betétek minden esetben csak kalapálás útján legyenek elhelyezhetők. A csavarlyukakat mindig fúrással készítjük.

Mindazokat a farészeket, amelyek építés közben a kapcsolatok közé nem illeszkednek be pontosan, avagy utólag megvetemedtek, megfelelőkkel kell kicserélni.

Minthogy a csavarokat a fa száradása és zsugorodása következtében szükség szerint utólag meg kell húzni, ezért a csavaroknak a száradási, illetőleg zsugorodási folyamat befejezéséig hozzáférhetőeknek kell lenniök. A tartók nedvesség elleni biztosítása után elhelyezzük a hidpályát és a korlátokat, végül pedig a szállítópálya földművének csatlakozását képezzük ki. Vasuti hidak építésekor vigyázzunk arra is, hogy a hidon a sín ütközéseket kerüljük.

6./ Fahidak karbantartása.

A fa könnyen korhadó anyag és így a faanyagból készült hidak élettartama erősen korlátolt. Állandó hidakat emiatt sűrűn kell megvizsgálnunk, hogy az esetlegesen elkorhadt alkotórészek kiváltásával, a meglazult kötőcsavarok meghúzásával és a hidszerkezet lesüllyedésének helyreállításával élettartamukat meghosszabbítsuk.

A hidak fából való alkotórészeit új hidak esetén minden évben, idősebb hidak esetén félévenként alaposan meg kell vizsgálni arra nézve, nem kell-e egyes megsérült, vagy korhadt gerendákat kiváltani. A vizsgálat megkönnyítésére célszerű az egyes gerendákra a beépítés évszámát ráégetni, vagy olajfestékkel ráírni. Ha a korhadás mérve kívülről biztosan meg nem ítélnélhető, a kérdéses szerkezet-

részeket vaskalapáccsal, vagy fejszével szokták megkopogtatni. Csengő hangról egészséges, tompa hangról beteg fára következhethetünk. Ha még ez sem nyújt biztos felvilágosítást, akkor a gyanús gerendákat fontosságukhoz és beépítésük idejéhez képest egy vagy több helyen furóval megfurjuk és a kikerült hulladékból ítélhetjük meg a fa állapotát. Ez különösen a gerendák illesztései, kötései, valamint az ászokra való felfekvés helyén szükséges. A kifurt lyuk, hogy a gombák megtelepedésére alkalmat ne adjon, bevonandó karbolineummal, azonkívül a lyukba szorosan illeszkedő faéket is szoktunk verni.

Napnak kitett, vagy a széljárás irányába eső gerendák repedéseit gittel, vagy gipsszel jó kitölteni.

Felülvizsgálás alkalmával az egyes alkotóelemeket, ha szükséges, újból biztosítjuk bekenéssel a korhadás ellen. A legjobb szer a karbolineum, amely mélyen behatol a fába, a korhadást meggátolja, illetőleg a folyamatban lévő megállítja, anélkül hogy a pórusokat eltömné. Az olajfesték hátrányos, mert a pórusokat eltömi és a fa természetes szellőzését gátolja. Különösen nedves fa esetében kerülendő az alkalmazása. A gerendák alsó felületét sohasem olajozzuk be. Vasuti fahidak pályáját és a korlátokat ezekkel a védőszerekkel nem kezelhetjük, a tűzveszély miatt.

A vas alkotóelemek legnagyobb ellensége a rozsdásodás. Olajozással védekezünk ellene. A meglezult csavarokat oly módon erősítjük meg, hogy a csavaranyát lecsavarjuk, a csavarmeneteket beolajozzuk és utána a csavart újból meghuzzuk. Cink-bádóg és vas érintkezését minden körülmények között kerüljük.

A hidak karbantartási munkálatáról célszerű naplót vezetni.

7./ Fahidak szerepe az erdőgazdaságban.

Az erdőgazdaság részére a fahidak építtetése látszik adott esetben legolcsóbb megoldásnak, hiszen az építési anyag a helyszínen többnyire rendelkezésre áll, és a fahidak elkészítése látszólag egyszerű, a kivitelezés ideje pedig rövid. Minthogy azonban a műszaki létesítmények gazdaságosságát nem csak a létesítési, hanem fenntartási és üzemi költségei is befolyásolják, a faanyag erős korhadása miatt a fahidak tetemes fenntartási költsége kérdésessé teheti adott esetben a fahid alkalmazásának gazdaságosságát.

A fentiek miatt az erdőmérnöknek több szempontot kell figyelemmel tartania:

A hid tervezése előtt a tervezőnek világosan látnia kell a létesítendő hid rendeltetését. Ha szükség megoldásról van szó, más módon kell eljárnia, mintha a hidat egy hosszabb időszakra szóló szállítóberendezés műtárgyaként akarja létesíteni.

A fahidak fejezet eddigi tárgyalása folyamán az időszakos szükségmegoldásokat nem tárgyaltuk, hanem csak az állandó jellegű fahidakat és pedig azért, hogy ezek ismeretében még a szükségmegoldásoknál is a tervező, vagy rögtönző az eddigiekben lefektetett elvek alapján a leggazdaságosabban használja ki a rendelkezésre álló faanyagot. Az erdőgazdaságra nézve nem közömbös ugyanis, hogy az ideiglenes jellegű hidak mennyi fát emésztene fel, és hogy a felhasznált anyagot a legjobban kihasználtuk-e vagy sem.

Az ideiglenes hidakon nem kell mereven ragaszkodnunk az eddigi fejezetekben lefektetett szabályokhoz.

Megengedhető a faanyagban nagyobb igénybevétel is, mint amennyit a hatósági előírások az állandó fahidakon biztonsági okokból

megengednek. A szükséghid élettartamától függően 100-130 kg/cm² hajlítófeszültség és 20-25 kg/cm² nyirófeszültség is megengedhető, ha egyébként a szerkezeti alak helyesen van megválasztva.

A kivitelezés is történhet egyszerűbb módon, mint ahogy azt az eddigi fejezetekben letárgyaltuk.

Rövid áthidalásoknál, hidfőket pótló cölöpökön, esetleg anélkül egyszerű, gömbölyű fákat is használhatunk hossztartóként, lehetőleg felső lapján bárdolva. A hidpálya ilyenkor sűrűn egymás mellé helyezett rudanyag is lehet, melynek méreteitől és a terheléstől függően helyezik a gerendákat egymáshoz közelebb, vagy távolabb. Koriátot lehetőség szerint legalább egyik oldalon ilyenkor is alkalmazunk.

Ha az ideiglenes áthidalás nagyobb támasztók között kívánna, a legegyszerűbb megoldás, ha egyszerű pillérek vagy bakok alkalmazásával több rövid támasztókra bontjuk az áthidalást. Figyeljünk ilyen esetben arra, hogy a vízfolyás természetét ne változtassuk meg.

Ha az előbbi áthidalási megoldás nem lehetséges, alkalmazunk az összetett vagy erősbített gerendákat.

Az eddigiekben lefektetett elvekhez ilyen esetekben is ragaszkodnunk kell. Ha tehát egyszerűen egymás fölé csavarozunk, kapcsolunk, ékelünk, vagy tuskózzunk gerendákat, tartsuk be a szilárdságtani megfontolások követelte szabályt, a kötőelemek helyes elhelyezését, mert csak így lesz a tartó teherbírása azonos méretek mellett a legnagyobb. Ha van elég szabad magasságunk, igen könnyen kivitelezhető ideiglenes feszítőmű. Legyünk tekintettel ilyenkor a mezők helyes arányára, a kötések merevségére és a feltámaszkodások süllyedésének megakadályozására.

Ha deszkaanyag áll rendelkezésünkre, ideiglenes hidakat is készíthetünk a sok anyagot megtakarító szegezett tartókból.

Hogy ennek primitív szerkezetű alkalmazásai is milyen anyagtakarékosságot jelent, elég ha összehasonlítunk egy gömbölyű fát és ugyanabból készült szegezett I tartót.

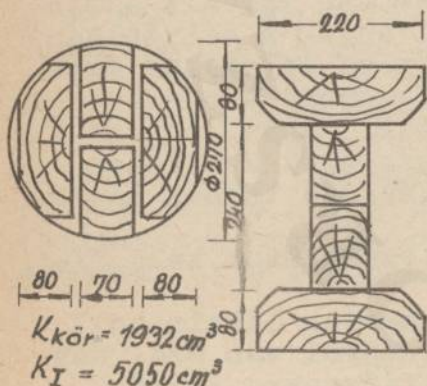
Az ábrán feltüntetett körkereszt. metszeti tartó keresztmetszeti tényezője 1932 cm³, míg az I tartóé 5050. Kellő átalakítással tehát majdnem háromszor akkora terhet képes ugyanaz a faanyag elviselni.

Az ideiglenes hidaknak tisztán emberi közlökedésre szánt alakjainak számtalan változata van az egyszerűen lefektetett rönzkeztegektől kezdve az egyszerűen átfektetett gerendán, vagy pallón keresztül a különböző elrendezésű létra és bakhidakig.

Igen sok esetben az egyéni leleményesség alakítja ki a legmegfelelőbb alakot egy adott esetre.

Az ideiglenes jelleg nem mentesíti a mérnököt attól a büntetőjogi és fegyelmi felelősségtől, amely ráhárul azzal, hogy az általa létesített ideiglenes vagy rögtönzött hidnak is el kell viselnie azokat a terheket, amelyek hordására készült.

Minthogy ilyen esetekben rendszerint adott faválasztékot kell alkalmaznunk tartóként, a méretezést felváltja az ellenőrzés. Ezt feltétlenül el kell végeznünk, - természetesen rögtönzésnél a lehető legegyszerűbb módon - de a szilárdságtani elvek



szigorú szem előtt tartásával. Mindig világos képünknek kell lenni, hogy melyik tartóelem milyen igénybevételt szenved s meg kell határoznunk a fellépő legnagyobb igénybevételt. Mozgó erőrendszer-nél rendszerint a középütt álló legnagyobb erővel vagy az összes erőknél a hid hosszára való egyenletes elosztásával számolunk. Az első esetben a maximális nyomtérk a $\frac{Pl}{4}$ az utóbbi esetben a $\frac{ql^2}{8}$ egyenlettel határozható meg. A legnagyobb nyíróerőt pedig a $\frac{ql}{2}$ vagy $\frac{Pl}{2}$ egyenletből értékeljük ki. A fellépő feszültség meghatározása az adott tartószerkezeteknél a III. fejezetben leírt egyszerű egyenletek segítségével történik.

Az állandó fahidak - szemben a közhiedelemmel - meglehetősen drága építmények. Költségesek azért, mert 1./a faanyag kis szilárdsága miatt nagy mennyiségben kell felhasználnunk - sok káros önsulllyal - a tartószerkezetekre. / Egy bizonyos teherbírásu vashíd, könnyebb, mint ugyanolyan teherbírásu fahíd. / 2./ Csak pontos lelkiismeretes megmunkálás mellett nyújtanak szilárd, tehát tartós áthidalást. 3./ A faanyag hamar korhad, az állandó karbantartás, csere, kiváltás, impregnálás, stb. költséges eljárás. 4./ Az anyagban rejlő és kívülről nem észlelhető rendellenességek / göcsök, belső repedések, szálszakadások, stb. / miatt nagymérvű bíztonsággal kell dolgoznunk.

A fenti okok miatt állandó hidként inkább csak közutakon alkalmazzuk a fahidakat, míg vasutakon vagy állandó jellegű erdei utakon inkább a kő, vasbeton, vagy vashidak valamelyik alakját.

Ha az állandó hidak mégis fából készülnek, - mivel az erdőmérnöknek kell leginkább tisztában lenni azzal, hogy a faanyagot mindig arra használtassa fel, amire a legalkalmasabb, amire a nemzetgazdaság leginkább igényeli - a tervezéskor csak az eddigi fejezetekben előadott szempontok szigorú betartásával, gondos méretezéssel, kivitelezéssel az egyes fejezetekben lefektetett hidfajták alkalmazhatóságának szem előtt tartásával kell eljárunk.

IV. F E J E Z E T .

K ő h i d a k .

1./ A kő mint építőanyag.

A kőhidak építési anyaga lehet természetes kő /termés, faragott/ illetőleg tégla és beton. Csak jó minőségű, kellő szilárdságú viz és fagyálló építési kő, vagy beton, illetőleg jól kiégetett mészmentes s az idő viszontagságainak ellenálló téglák alkalmazhatók.

Az építési kövek közül leginkább alkalmazzák a meszes és a kvarcos homokkővet. /Kicsiny önsúly, közepes szilárdság/.

Viz alatt beépítve, valamint időszakos nedvességet szenvedő szerkezeteknél egyaránt jól használható. További előnye, hogy fejtése és megmunkálása könnyű.

Az agyagos homokkő kevésbé ajánlható.

Alapozásokhoz igen jól megfelel a tömör mészkő, porfir, trahit.

A bazalt nagy súlya miatt tartó és felépítményi szerkezetekben nem, ellenben hidfőknél, pilléreknél kiválóan megfelel.

A köveket beépítésük előtt egy éven át célszerű a szabadban tárolni. Az időjárás /viz, fagy/ viszontagságainak kitett anyagból az a legmegfelelőbb, amelynek felületén repedések, elmálások nem jelentkeznek.

A szárazon fekvő falazatok kötését közönséges mészhabarcs, az időnként viz alá kerülő falazat kötését pedig mészcementhabarcs biztosítja. A viz alá kerülő szerkezeti elemeket hidraulikus mész, illetőleg P.C. habarccsal kötjük össze.

A habarcsnak a szilárdsága kell, hogy megközelítse a falazatokét.

A beton keverőarányát a beton és adalékanyagainak vizsgálatára vonatkozó MOSz 934. szabvány előírásának megfelelően kell meghatározni.

A boltozott hidak építési anyaga csak nyomó igénybevételt szenvedhet, tervezéseknél tehát a szerkezeteket ennek figyelembevételével vizsgáljuk.

2./ Kőhidak felosztása.

Fedőlemezes áteresztők.

Boltozott hidak /félkör, körszelet, parabola stb./

3./ Fedőlemezes áteresztők.

Ha adott pályaszintmagasságú közlekedési utvonalkat kisebb időszakos, vagy állandó vízfolyás keresztezi, és ennek a töltés alatt való átvezetését fedőlemezes áteresztővel biztosítjuk, a nyíláson átvezetendő vízmennyiség megszabja az áteresztő szélessé-

gét és magasságát, az alkalmazott túltöltés nagysága pedig az áteresztő hosszúságát. /208, 209, 210. ábrák./ Az áthidalt nyílás szélessége általában $0^{\circ}40' - 1^{\circ}25'$ m. A nyílás magassága a gyakorlatban többnyire nem haladja meg $1^{\circ}60'$ m-t.

a./Ellenfalak és szárnyfalak.

Az ellenfalak mellfala rendszerint függőleges, a hátfal többnyire szintén függőleges, de utóbbi lehet ferde hajlású és lépcsőzött is. /211, 212, 213. ábrák./

A jó víztelenítés érdekében az ellenfalak koronáját ferdén lecsapjuk. A fal középvastagságát empirikusan szoktuk felvenni. Értéke Heinzerling nyomán

$$V_e (cm) = 0.3 + 0.4 M_{(méter)}$$

Az egyenletben M méterben jelenti az ellenfalnak az alapozástól mért magasságát.

Ha a terepnek enyhe oldalesése van, az ellenfalak követik a terep esését és állandó magassággal készülnek. /214. ábra./

Ha a terep oldalesése 5% -ot nem haladja meg, a fedőlemez vízszintesen helyeztük az ellenfalakra, hogy a töltés megcsuszását a fedőlemezen meggátoljuk. Ilyenkor az ellenfalak magassága az áteresztő teljes hosszúságában változik. /215. ábra./

5% -nál nagyobb terephajlás esetén az áteresztő fedőlemezeit a lépcsősen épített falazatokra fektetjük, /216. ábra./ vagy a töltésen keresztülvezetendő vízmennyiséget egy függőleges aknába gyűjtjük, mely aknához csatlakozik az enyhe fenékeséssel épített áteresztő /217. ábra./

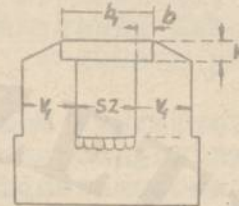
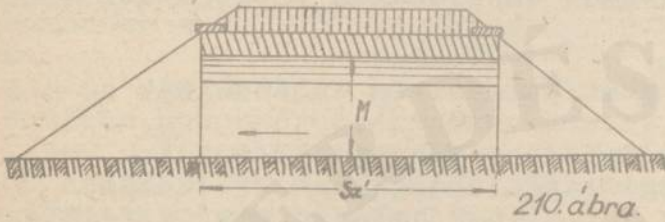
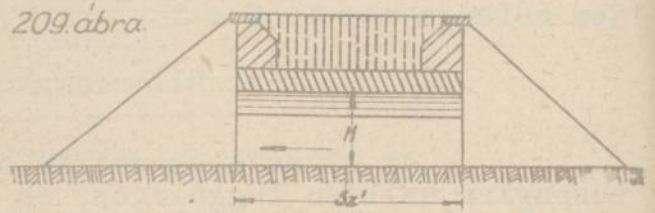
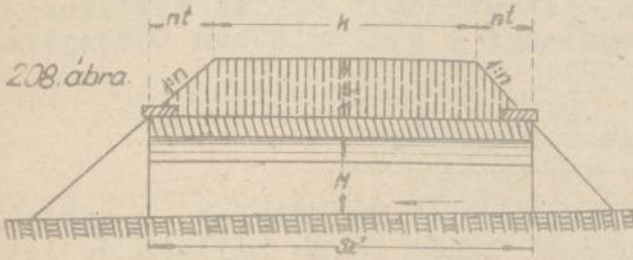
A 216. és 217. ábrán feltüntetett megoldások kombinációját látjuk a 218. ábrán.

Az áteresztő fenekét célszerű kőburkolattal ellátni, de nagyobb nyílás esetén szokás az alapokat is összefalazni. Hosszabb áteresztőknél célszerű az ellenfalak alapját átlag $2-3$ m-re elhelyezett legalább $0^{\circ}50' \times 0^{\circ}50'$ m méretű keresztbordákkal összekötni. A kimosás veszélyének elhárítására a be és kifolyásnál minden esetben helyeztünk el keresztbordákat /küszöbgerendákat/.

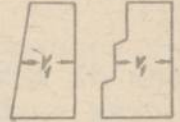
A csatlakozó földtöltés lezárására párhuzamos, ritkábban merőleges, illetőleg ferde szárnyfalakat használunk. A merőleges és ferde szárnyfalakat $12-30$ cm vastag kőlapokkal borítjuk, hogy a falazat megbontását előidéző víz behatolását meggátoljuk. /219. 220. ábra./

b./A fedőlemez felfekvése az ellenfalakon.

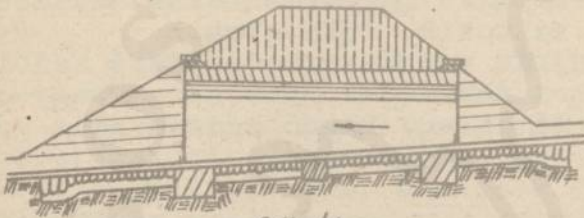
A fedőlemezeket az ellenfalakra egymás mellé 1 cm-es hézagok közbeiktatásával fektetjük. A hézagot az ellenfalak felett és ezektől a nyílás közepe felé 25 cm. távolságig P.C.habarcossal kitöltjük. A nyílás közepén a hézagok üresen maradnak és ezáltal biztosítjuk a víznek a lemezek között való elvezetését. A lemezekre $2-3$ cm vastagságban cementsimítás, vagy aszfaltlemez kerül. A fedőlemez az ellenfalakon általában $20-30$ cm hosszban fekszik fel. /221. ábra./



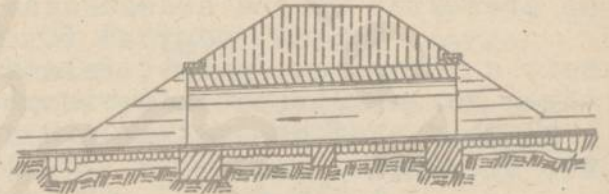
211. ábra.



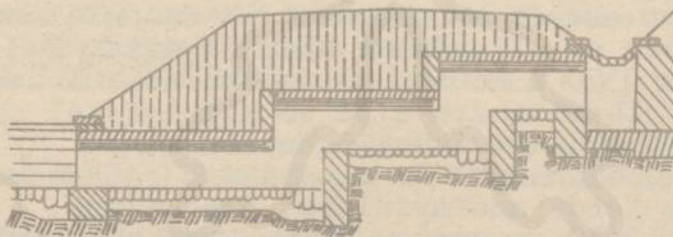
212. ábra. 213. ábra.



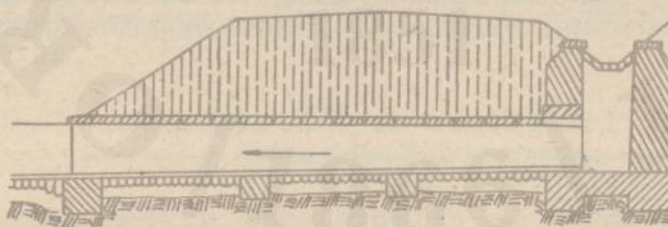
214. ábra.



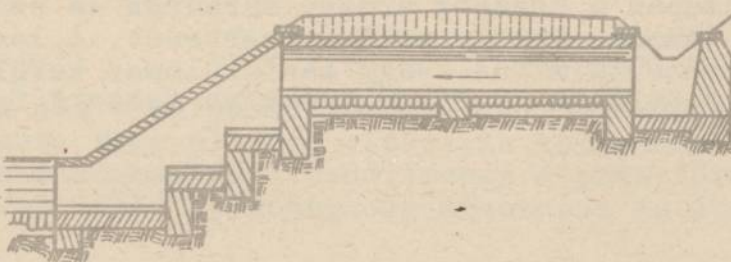
215. ábra.



216. ábra.



217. ábra.



218. ábra.

c./ A fedőlemez.

A fedőlemez anyaga erős fagyálló természetes kő. A lemez szélessége $0^{\circ}50-0^{\circ}80$ m, hosszúsága $0^{\circ}70-1^{\circ}50$ m és vastagsága $0^{\circ}20-0^{\circ}30$ m. Általában a könnyen kezelhetőség végett a lemez súlya ne haladja meg az 500 kg-ot. A fedőlemez felett közúti hidaknál $0^{\circ}40$ m, vasúti pálya esetén pedig $0^{\circ}60$ m minimális túltöltés szükséges. A túltöltést 3 cm-es homokréteg közbeiktatása után építik a cementsímitással fedett lemezre.

d./A fedőlemezes áteresztő felett átvezetett szállítópálya.

A fedőlemezes hidakon a csatlakozó ut vagy vasúti pálya megszakítás nélkül átvezethető. Ha a fedőlemez felett alkalmazott túltöltés nagy $/3$ m-nél nagyobb/, akkor korlátokat helyezünk el. Leggyakrabban kőoszlopon nyugvó vaskorlátokat használunk. Kisebb túltöltés esetén elegendő a műtárgyjelző karókat elhelyezni.

e./A fedőlemez méretszámítása.

A lemez méreteit empirikus úton meghatározzuk és az így megválasztott lemezre vonatkozóan ellenőrző méretszámításokat végzünk.

A fedőlemez vastagsága $/v/$ Heinzerling szerint

ha a túltöltés	$t < 1^{\circ}5$ m	$v = 0^{\circ}1 + 0^{\circ}2$ sz méter
" "	$t > 1^{\circ}5$ m < 6 m	$v = 0^{\circ}12 + 0^{\circ}24$ sz méter

Az egyenletekben sz jelenti az áteresztő nyílásszélességét m-ben. 6 m-nél nagyobb túltöltés esetén minden megkezdett 6 m után $\frac{sz}{24}$ értékkel növeljük v értékét.

A lemez teljes hossza $b_1 = 1^{\circ}5-1^{\circ}6$ sz méter

A lemez szélessége $sz = 0^{\circ}50-0^{\circ}80$ méter.

Az empirikusan meghatározott lemezt, mint az alátámasztásokon /ellenfalakon/szabadon felfekvő "1" hosszúságú tartót hajlító igénybevételre vizsgáljuk. A terhelések iránya függőleges. A lemez önsúlyát és az alkalmazott túltöltés súlyát, mint egyenletesen osztott terhelést a fajsúlyok és a szerkezeti magasság ismeretében könnyen meghatározhatjuk. A hasznos mozgó terhelést átalakítjuk azon jól ismert elv alkalmazásával egyenletesen osztott terheléssé, hogy a föld /kő/ túltöltés a működő koncentrált erőket egy, az illető anyagra jellemző surlódási kup alkotója mentén egy felületre az u_n terhelési négyszögre osztja el.

Állandó terhelések.

Az sz széles,	v vastag lemez önsúlya	$v \cdot \gamma_1 \cdot sz$ kg/fm.
" sz "	2-3 cm " homok "	$2-3 \gamma_2 sz$ "
" sz "	2-3 cm " aszfalt "	$2-3 \gamma_3 sz$ "
" sz "	v_1 cm "felépítmény"	$v_1 \gamma_4 sz$ "
" sz "	t_1 cm " földtöltés "	$t_1 \gamma_5 sz$ "
q állandó		$\frac{\gamma}{\Sigma} /$ kg/fm.

Mozgó terhelés. Helyezzük el mozgó erőrendszerünk kerekét, -mert ez a veszélyes teherállás - a lemez közepén. A terhelési négyszög nagysága lesz /ábrát lásd vasbetonlemez áteresztőnél/ ha a surlódási rézsű hajlása 1:1, illetőleg 3:4

$$S_1 = Q_1 + 2t \quad \text{illetőleg} \quad Q_1 + 1.5t$$

$$S_2 = Q_2 + 2t \quad \text{"} \quad Q_2 + 1.5t$$

A keréksúlyból m^2 -ként eső terhelés nagysága $p = \frac{P}{S_1 S_2}$.

Az "sz" széles lemezre 1 fm hosszúságban működő egyenletesen osztott mozgóterhelés nagysága pedig $p_{sz} = \frac{P}{S_1 S_2} sz$

Összes terhelés "sz" szélességben 1 fm hosszúságban $q = q_k + p_{sz}$

A lemez közepén fellépő max.hajlítónyomaték $\sigma_o = \sigma_m$

$$M_{max} = \frac{q l^2}{8} = K_x \sigma_m \quad \text{de} \quad K_x = \frac{sz v^2}{6} \quad \text{tehát} \quad \frac{q l^2}{8} = \frac{sz v^2}{6} \sigma_m$$

A lemez "v" vastagsága pedig

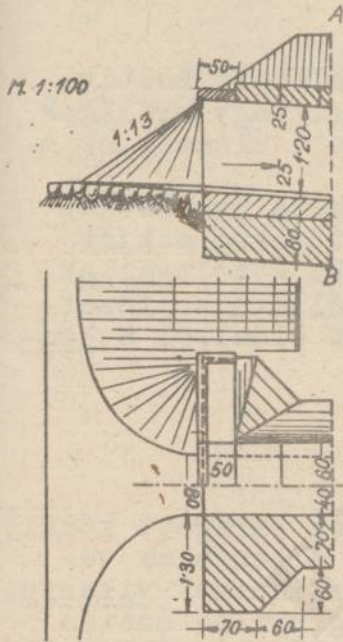
$$v = l \sqrt{\frac{3}{4} \frac{q}{sz \sigma_m}} \quad \text{ahol}$$

l = a támasztóköz

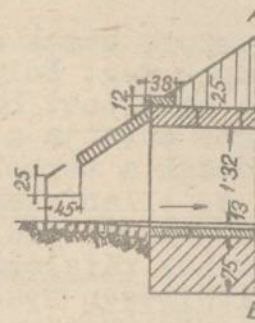
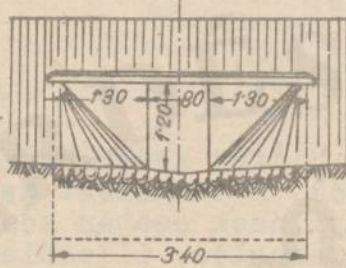
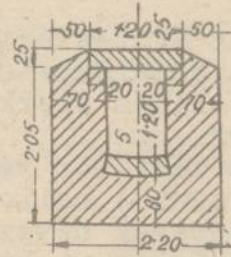
sz = a lemez választott szélessége /cm/

q = az összes terhelés/kg/fm/

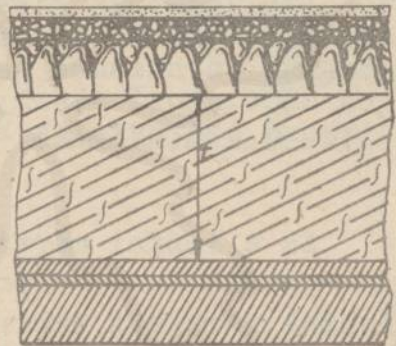
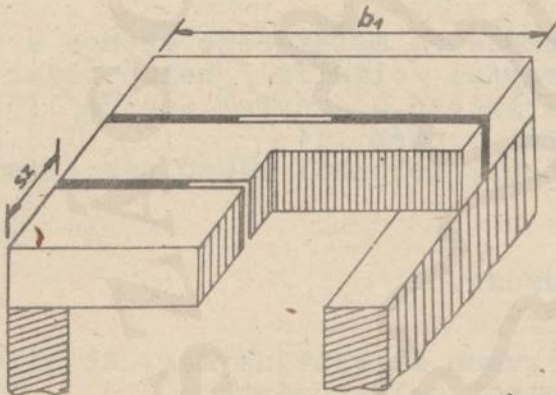
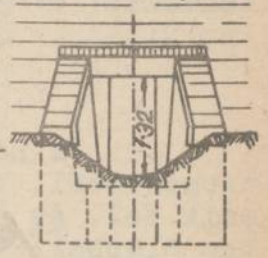
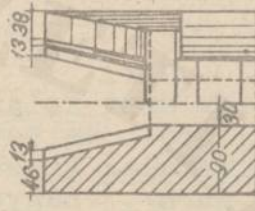
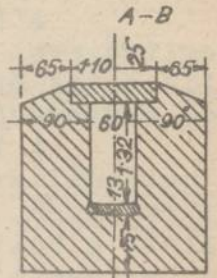
σ_m = a megengedett feszültség értéke /kg/cm²/.



219. ábra



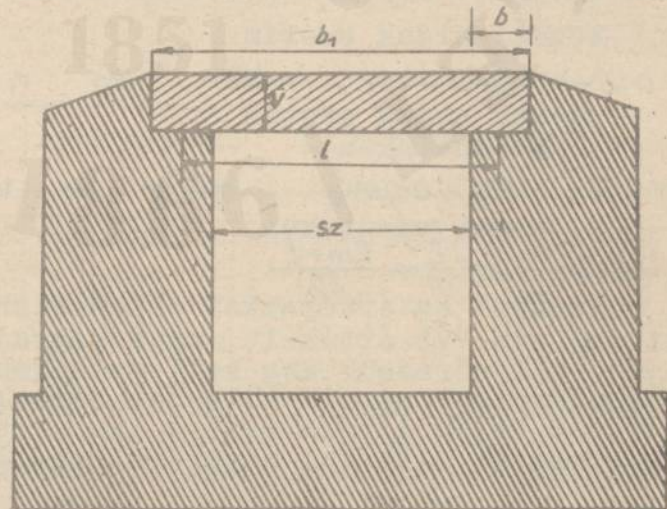
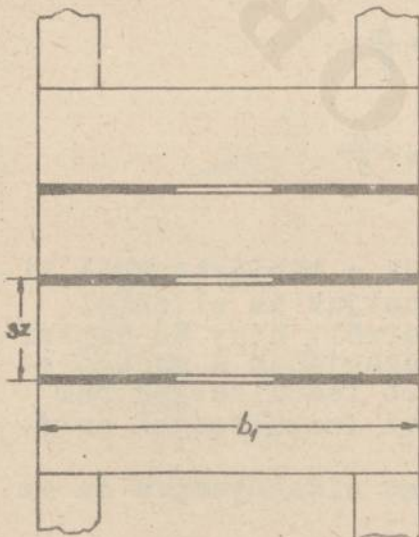
220. ábra



felépítmény

feltöltés (föld)

3 cm homok
2-3 cm aszfalt
lemez.



221. ábra

4./ Boltozott hidak.

A boltozott hidak esetén az áthidalást falazott boltív segítségével oldjuk meg. Boltozott hidszerkezetekkel nagy nyílások hidalhatók át. A boltozott hidak általános szerkezeti elemeit és azok elrendeződését mutatja a 222. ábra.

A boltozat a terhelés következtében reá ható nyomásokat a boltvállaknál az ellenfalakra hárítja. A boltozat felső síkját extradosnak, alsó síkját pedig intradosnak nevezzük. A boltvállak felett a boltozathoz ráfalazás csatlakozik. A hidpálya a boltozatra helyezett feltöltésen nyugszik. A feltöltést két oldalról a homlokfalak, mint támfalak zárják le.

a./ Hidfők.

A hidfők mint falazott hidfők készülhetnek faragott kőből, terméskőből, téglából, és betonból. A terhelést az ellenfalak veszik fel. Az ellenfalak kisebb nyílások esetén készülhetnek vízszintes alappal/223. ábra/, nagyobb terhelés, illetőleg nyílás esetén azonban a boltozat oldalnyomásának célszerű felvételére a vállaknál fellépő nyomóerő hatásvonalára merőlegesen elhelyezett alátámasztási tömböket alkalmazunk./224. ábra/.

Az ellenfal hátfalának hajlása közuti hidak esetében 1:6, vasuti hidak esetében 1:4, 1:5.

A hidfő oldal falainak kiképzése és méretezése azonos a III. fejezetben elmondottakkal. A szárnyfal /oldalfal/ belső oldalhajlás közuti hidaknál párhuzamos csatlakozó szárnyfal esetén 1:3, ferde és merőleges csatlakozó szárnyfal esetén 1:4.

A csatlakozó szárnyfalak kőből, betonból készülnek./lásd III. fejezet./

Az ellenfal méretezése.

Az ellenfal méreteit empirikusan állapítjuk meg. Az ellenfalak vastagsága a 225. ábrán feltüntetett helyen mérve

közuti hidak esetén

$$V_e = 0.45 + 0.05 \frac{l}{m} + 0.15l \dots \text{méter} \quad \text{és} \quad V_1 = V_e + \frac{h}{5}$$

vasuti hidak esetén

a./fővonalakon

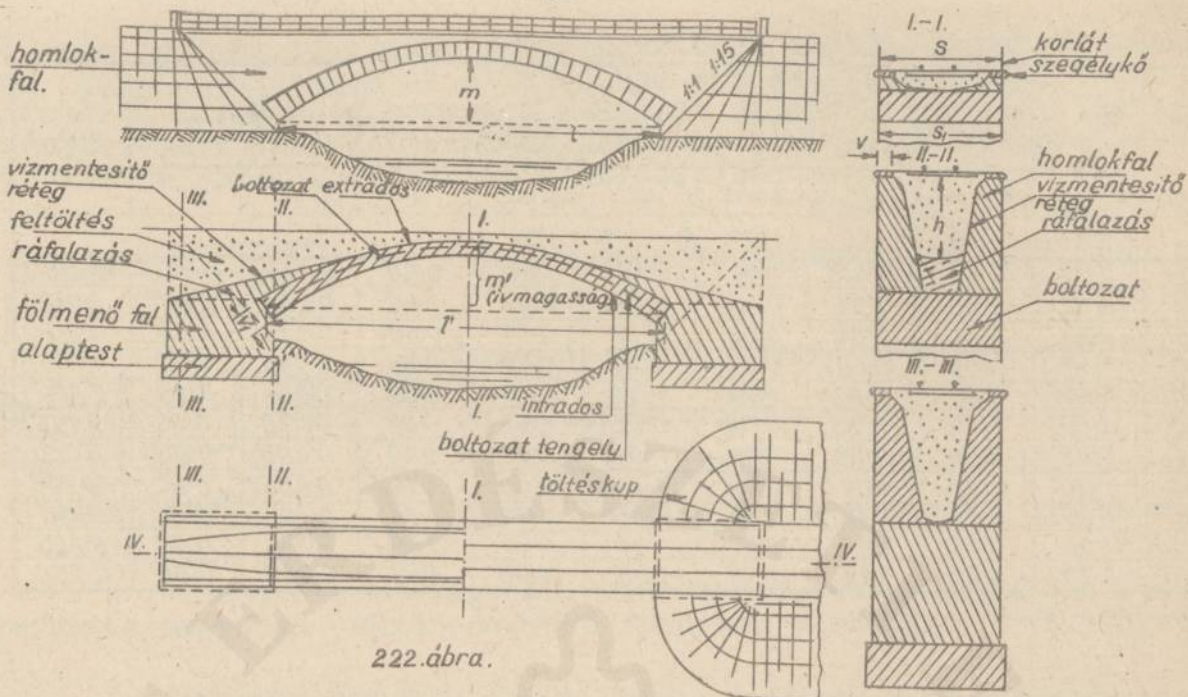
$$V_e = 0.68 + 0.163l + 0.018 \frac{l}{m} \dots \text{méter} \quad \text{és} \quad V_1 = V_e + \frac{h}{5}$$

b./erdei vasutakon

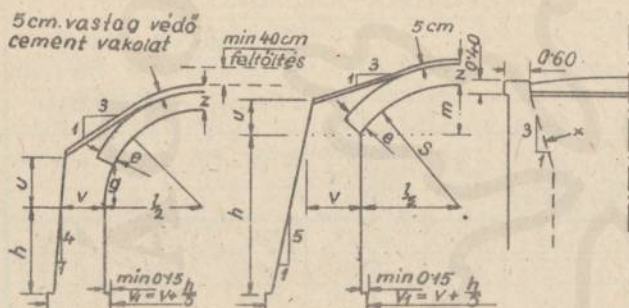
$$V_e = 0.74 + 0.015 \frac{l}{m} + \frac{2m+l}{30}$$

Ezekkel az értékekkel ellenőrizhetjük a táblázatokból kiolvasott " V_e " és " V_1 " értékeit, majd megrajzolhatjuk az ellenfal szelvényét. Ellenőrzésül meg kell győződnünk arról, hogy az empirikusan meghatározott méretű ellenfal bármely hézagjában a működő erők eredője a belső 1/3-ba esik-e, és a fellépő feszültségek nem haladják-e meg az ellenfal anyagára megengedett feszültségek értékét.

A működő erők a földnyomás a boltozat oldalnyomása és az

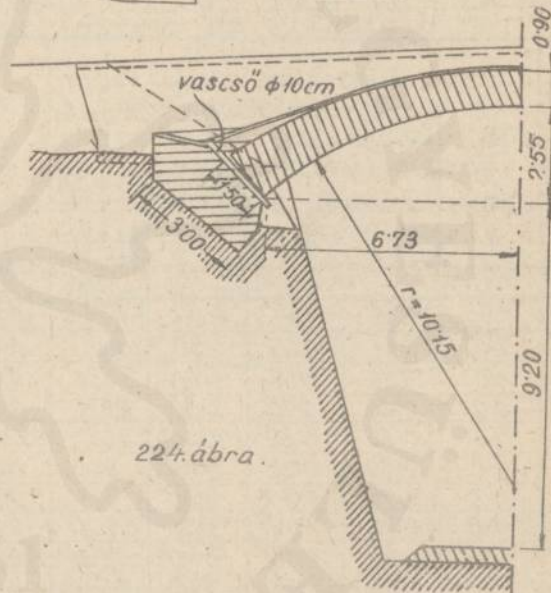


222. ábra.



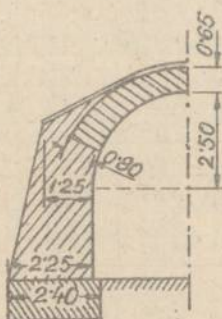
* Párhuzamos szárnyfalaknál a rézsűhajlás 1:3 ferde és merőleges szárnyfalaknál 1:4.

225. ábra.



224. ábra.

Közúti félkör-boltozatú hidak.



223. ábra.

l	v	g	Kő		Tégla				Beton	
					régiméretű		újméretű			
			z=e	u	z=e	u	z=e	u	z=e	u
m e t e r										
1'00	0'60	0'30	0'34	0'31	0'44	0'45	0'38	0'36	0'22	0'15
1'50	0'70	0'30	0'36	0'41	0'44	0'52	0'51	0'61	0'22	0'22
2'00	0'80	0'30	0'38	0'52	0'44	0'60	0'51	0'69	0'22	0'30
3'00	1'00	0'50	0'42	0'72	0'59	0'95	0'51	0'84	0'24	0'48
4'00	1'15	0'70	0'46	0'96	0'59	1'14	0'51	1'03	0'25	0'68
5'00	1'30	0'90	0'50	1'21	0'59	1'33	0'64	1'40	0'26	0'88
6'00	1'40	1'10	0'54	1'45	0'74	1'72	0'64	1'60	0'27	1'08
7'00	1'60	1'30	0'58	1'69	0'74	1'91	0'64	1'80	0'28	1'28
8'00	1'75	1'50	0'62	1'93	0'74	2'09	0'77	2'12	0'29	1'49
9'00	1'90	1'50	0'66	2'17	0'89	2'48	0'77	2'42	0'30	1'69
10'00	2'00	1'50	0'70	2'45	0'89	2'71	0'90	2'72	0'31	1'93

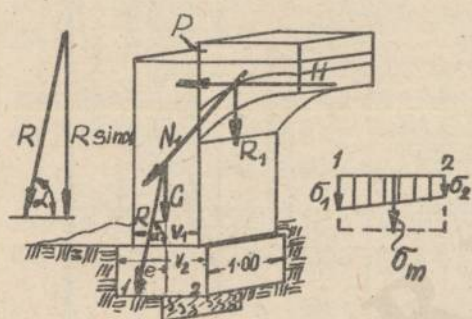
Körszelet boltozat. $m = l/4$.

l	v	Kő		Tégla				Beton		S
				régiméretű		újméretű				
		z=e	u	z=e	u	z=e	u	z=e	u	
m é t e r										
1.00	0.75	0.35	0.25	0.44	0.35	0.38	0.28	0.215	0.10	0.625
1.50	0.85	0.38	0.31	0.44	0.38	0.51	0.46	0.220	0.13	0.940
2.00	0.95	0.40	0.38	0.59	0.58	0.51	0.50	0.230	0.17	1.250
3.00	1.10	0.45	0.49	0.59	0.65	0.51	0.56	0.245	0.26	1.875
4.00	1.25	0.50	0.62	0.59	0.72	0.64	0.76	0.260	0.35	2.500
5.00	1.40	0.55	0.75	0.74	0.96	0.64	0.85	0.275	0.44	3.125
6.00	1.55	0.60	0.88	0.74	1.04	0.77	1.07	0.295	0.53	3.750
7.00	1.70	0.65	1.01	0.74	1.11	0.77	1.14	0.305	0.62	4.375
8.00	1.85	0.70	1.13	0.89	1.35	0.77	1.21	0.320	0.71	5.000
9.00	2.00	0.75	1.26	0.89	1.42	0.90	1.42	0.335	0.79	5.625
10.00	2.15	0.80	1.39	0.89	1.49	0.90	1.49	0.350	0.88	6.250

Köből és betonból épült boltozott vasúti hidak jellemző méretei.

Csoport	Hidnyílás: l m	Körszelet alakú boltozatok 3.00 m feltöltésig: $m = \frac{l}{4}$				Félkör alakú boltozatok							
						3.00 m feltöltésig				Erősbbítés minden megkezdett további 3.00 m feltöltésre			
		z	e	v	az ellenfal hajlása	z	e	v	az ellenfal hajlása	dz	de	dv	
		méter											
Fővasúti hidak	1.0	0.35	0.45	1.00	4:1	0.35	0.45	0.90	6:1	0.02	0.02	0.03	
	2.0	0.45	0.55	1.30	4:1	0.45	0.55	1.05	5:1	0.025	0.025	0.04	
	3.0	0.55	0.65	1.60	3.5:1	0.55	0.65	1.20	4:1	0.03	0.03	0.06	
	4.0	0.60	0.70	2.00	3.5:1	0.60	0.70	1.40	4:1	0.04	0.04	0.07	
	5.0	0.65	0.80	2.40	3.5:1	0.65	0.80	1.55	3.5:1	0.05	0.05	0.09	
	6.0	0.70	0.85	2.70	3:1	0.70	0.85	1.75	3.5:1	0.06	0.06	0.11	
	7.0	0.75	0.95	3.00	3:1	0.75	0.95	2.00	3.5:1	0.07	0.07	0.13	
	8.0	0.80	1.00	3.20	3:1	0.80	1.00	2.25	3.5:1	0.08	0.08	0.14	
	9.0	0.85	1.10	3.40	3:1	0.85	1.10	2.50	3.5:1	0.09	0.09	0.15	
	10.0	0.90	1.15	3.60	2.5:1	0.90	1.15	2.80	3.5:1	0.10	0.10	0.16	
	11.0	0.95	1.20	3.80	2.5:1	0.95	1.20	3.10	3.5:1	0.11	0.11	0.18	
	12.0	1.00	1.25	4.00	2.5:1	1.00	1.25	3.50	3.5:1	0.12	0.12	0.19	
Helyiérdekű vasúti hidak	1.0	0.35	0.35	1.00	5:1	0.35	0.35	0.90	6:1	0.02	0.02	0.00	
	2.0	0.45	0.45	1.20	5:1	0.45	0.45	1.04	6:1	0.025	0.025	0.01	
	3.0	0.55	0.55	1.40	5:1	0.55	0.55	1.17	6:1	0.03	0.03	0.03	
	4.0	0.60	0.60	1.60	5:1	0.60	0.60	1.31	6:1	0.04	0.04	0.04	
	5.0	0.65	0.65	1.80	5:1	0.65	0.65	1.44	6:1	0.05	0.05	0.05	
	6.0	0.70	0.70	2.00	5:1	0.70	0.70	1.57	6:1	0.06	0.06	0.07	
	7.0	0.75	0.75	2.20	5:1	0.75	0.75	1.70	6:1	0.07	0.07	0.085	
	8.0	0.80	0.80	2.40	5:1	0.80	0.80	1.83	6:1	0.08	0.08	0.10	
	9.0	0.85	0.85	2.60	5:1	0.85	0.85	1.97	6:1	0.09	0.09	0.11	
	10.0	0.90	0.90	2.80	5:1	0.90	0.90	2.10	6:1	0.10	0.10	0.12	
	11.0	0.95	0.95	3.00	5:1	0.95	0.95	2.23	6:1	0.11	0.11	0.15	
	12.0	1.00	1.00	3.20	5:1	1.00	1.00	2.36	6:1	0.12	0.12	0.16	

ellenfal sulya. Az eredőt legegyszerűbben grafikususan határozhatjuk meg. Húzófeszültségek az ellenfalban nem keletkezhetnek, tehát $e \leq \frac{v_2}{6}$ a fellépő feszültség nagysága pedig az ellenfal legalsó, legnagyobb igénybevételt szenvedő szelvényében, ha 1 m széles ellenfalrész vizsgálunk /sz=100 cm/ a 226. ábra alapján:



226. ábra.

$$\sigma_{1,2} = \frac{R \sin \alpha}{100 \cdot v_2} \left(1 \pm \frac{6e}{v_2} \right) \leq \sigma_m$$

σ_m = a talajra megengedett nyom.fesz.értéke kg/cm².

$R \sin \alpha$ = az eredő függőleges összetevője kg.

e = excentricitas cm.

v_2 = az ellenfal alsó szerkezeti mérete cm.

sz = a vizsgált ellenfalrész szélessége = 100 cm.

Ha $\sigma_{1,2}$ értéke nagyobb, mint a talajra megengedett nyomófeszültség nagysága, akkor nagyobb felületű alapozási tömb szükséges.

b./ A boltozat /főtartó/ felfekvése az ellenfalakra.

A boltozat a terhelésekből eredő nyomást a vállaknál hárítja át az ellenfalakra. A vállak kiképzésére nagy gondot kell fordítanunk. A felfekvésnél külön u.n. vállköveket alkalmazunk. Ez gondosan kiképzett lehetőleg egy, vagy két darabból készült nagy szilárdságú kő, helyes kiképzési alakját a 227. 228. ábra mutatja.

A boltozat sohasem támaszkodik élesen levágott felületre, mert ilyenkor a vállkő széle lerepedezik. A vállkő lehetőleg elég mélyen érjen be a hidfő ellenfalába és olyannak képezzük ki, hogy a falazatba való beillesztése a legbiztosabb elhelyezést eredményezze.

c./ A boltozat /főtartó/.

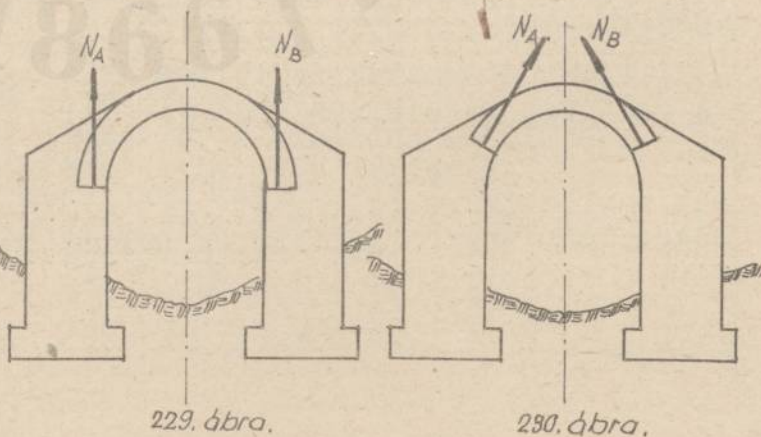
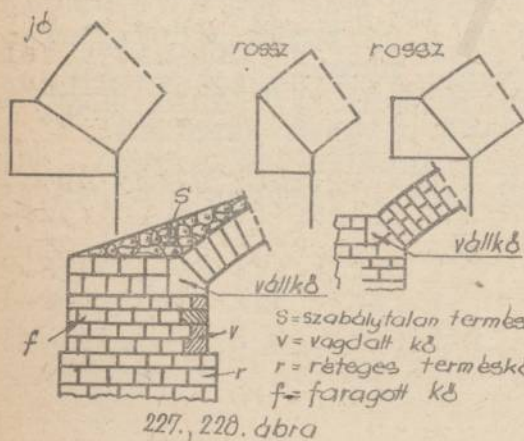
A főtartó falazott boltív, alakja lehet félkör, körszelet, kosárgörbe, parabola, u.n. nyomásgörbe. A boltozat úgy működik, mint két helyen /vállak/ felfekvő, nem egyenes tengelyű hajlitott tartó. Szilárdságtanilag vizsgálva lehet gerendátartó, amikor is a felszabadító erők iránya függőleges /félkörboltozat 229. ábra/, vagy feszítő tartó /körszelet, parabola stb./ Utóbbi esetben a felszabadító erők a tartók közepe felé mutatnak, mert a boltozat oldalnyomása a hidfőket a csatlakozó töltés felé igyekszik nyomni. /230. ábra/.

A boltozat oldalnyomásának a hidfők elmozdulását előidézni akaró és a terhelések hatására a vállaknál fellépő nyomást nevezzük.

A vállak közt mért távolság a hidnyílás szélessége, ettől a vízszintes egyenestől a boltozat közepén a záradékig mért függőleges távolság a boltozat nyílmagassága.

Téglaából épült boltozott vasúti hidak jellemző méretei.

Csoport	Hidnyílás: l	Körszelet alakú boltozatok 3,00 m feltöltésig: $m = \frac{l}{4}$						Félkör alakú boltozatok 3,00 m feltöltésig						Erősebbítés minden megkezdett továbbá bi 3,00 m feltöltésigre
		z		e		v	az ellenfal hajlása	z		e		v	az ellenfal hajlása	
		régi	új	régi	új			régi	új	régi	új			
		méretű téglából		méretű téglából				méretű téglából		méretű téglából				
		méter						méter						
Fővasúti hidak	1,0	0,44	0,38	0,59	0,51	1,00	4:1	0,44	0,38	0,59	0,51	0,90	6:1	Tégla boltozatok méreteit a kő vagy betonhidak méreteivel állapítjuk meg. Az értékeket feltételezéstől függően felé kerekítjük.
	2,0	0,59	0,51	0,59	0,64	1,30	4:1	0,59	0,51	0,59	0,64	1,05	5:1	
	3,0	0,59	0,64	0,74	0,77	1,60	3:5:1	0,59	0,64	0,74	0,77	1,20	4:1	
	4,0	0,74	0,64	0,74	0,77	2,00	3:5:1	0,74	0,64	0,74	0,77	1,40	4:1	
	5,0	0,74	0,77	0,89	0,90	2,40	3:5:1	0,74	0,77	0,89	0,90	1,55	3:5:1	
	6,0	0,74	0,77	0,89	0,90	2,70	3:1	0,74	0,77	0,89	0,90	1,75	3:5:1	
	7,0	0,89	0,77	1,04	1,03	3,00	3:1	0,89	0,77	1,04	1,03	2,00	3:5:1	
	8,0	0,89	0,90	1,04	1,03	3,20	3:1	0,89	0,90	1,04	1,03	2,25	3:5:1	
	9,0	0,89	0,90	1,19	1,16	3,40	3:1	0,89	0,90	1,19	1,16	2,50	3:5:1	
	10,0	1,04	0,90	1,19	1,16	3,60	2:5:1	1,04	0,90	1,19	1,16	2,80	3:5:1	
	11,0	1,04	1,03	1,34	1,29	3,80	2:5:1	1,04	1,03	1,34	1,29	3,10	3:5:1	
	12,0	1,04	1,03	1,34	1,29	4,00	2:5:1	1,04	1,03	1,34	1,29	3,50	3:5:1	
Helyiérdekű vasúti hidak	1,0	0,44	0,38	0,44	0,38	1,00	5:1	0,44	0,38	0,44	0,38	0,90	6:1	
	2,0	0,59	0,51	0,59	0,51	1,20	5:1	0,59	0,51	0,59	0,51	1,04	6:1	
	3,0	0,59	0,64	0,59	0,64	1,40	5:1	0,59	0,64	0,59	0,64	1,17	6:1	
	4,0	0,74	0,64	0,74	0,64	1,60	5:1	0,74	0,64	0,74	0,64	1,31	6:1	
	5,0	0,74	0,77	0,74	0,77	1,80	5:1	0,74	0,77	0,74	0,77	1,44	6:1	
	6,0	0,74	0,77	0,74	0,77	2,00	5:1	0,74	0,77	0,74	0,77	1,57	6:1	
	7,0	0,89	0,77	0,89	0,77	2,20	5:1	0,89	0,77	0,89	0,77	1,70	6:1	
	8,0	0,89	0,90	0,89	0,90	2,40	5:1	0,89	0,90	0,89	0,90	1,83	6:1	
	9,0	0,89	0,90	0,89	0,90	2,60	5:1	0,89	0,90	0,89	0,90	1,97	6:1	
	10,0	1,04	0,90	1,04	0,90	2,80	5:1	1,04	0,90	1,04	0,90	2,10	6:1	
	11,0	1,04	1,03	1,04	1,03	3,00	5:1	1,04	1,03	1,04	1,03	2,23	6:1	
	12,0	1,04	1,03	1,04	1,03	3,20	5:1	1,04	1,03	1,04	1,03	2,36	6:1	



d./ A boltozat védelme a víz behatolása ellen.

A boltozatot védőborítással látjuk el az extradoson. A védőréteg kell, hogy víz át nem eresztő és olyan összetételű legyen, hogy a boltozatnak a terhelések alatt történő kisebb-nagyobb mértékű mozgását hátrány nélkül rugalmasan kövesse.

A védőborítás megválasztása és alkalmazása a boltozat élet-tartama és teherbíró képessége szempontjából igen nagy jelentőségű. Alábbiakban néhány védőréteg összetételét ismertetjük.

A boltozatra közvetlenül mintegy 10 cm vastag egy súlyrész cement, két rész homokból készített 1,5 cm vastagságban alkalmazott cementhabarccsal lesimitott betonterítés kerül. Erre dolgozzuk fel az alábbiak valamelyikét:

1./2-3 cm vastag aszfalt-filclapokra 10 cm homok és erre újabb 10 cm vastag homokrétegbe ágyazott, száraz, lapos téglasor. Ez a legdrágább eljárás.

2./2 mm vastag, 2,50 m széles aszfalttal összeköttetésbe hozott ómlapok. A cement és ólom között fellépő és nem kívánatos kémiai és mechanikai hatások elkerülése végett a cement és az ólomlemezek közé papirlapokat helyezünk el. Az ólomlemezeket az illesztésnél egymásra mintegy 5 cm hosszúságban felfektetjük és forrasztó anyag alkalmazása nélkül forrasztó lámpával hevítve vízhatlan összeköttetésbe hozzuk.

3./Tektolith borítás.

Az aszfaltfedés önmagában nem célravezető, mert a hőmérséklet-ingadozás következtében az aszfalt felületén vékony hajszaálrepedések keletkeznek. Az ezeken keresztülszivárgó víz a boltozat teherbíró képességét és élettartamát veszélyezteti.

Hogy a védőréteg rendeltetését tartósan és megbízhatóan szolgálni tudja, nem elég azt csak alkalmazni, hanem gondosan ügyeljünk arra, hogy építés közben éles kövek dobálása, hegyes szerszámok által ennek felületét ne sértsük meg. A teltöltésbe közvetlen a védőréteg fölött sarkos és éles kövek alkalmazását ne engedélyezzük.

e./ A ráfalazás.

Félkörboltozatoknál a ráfalazás saját súlyánál fogva a boltozatok oldalirányú eltolódása ellen fokozott biztonságot nyújt. A ráfalazás elősegíti, hogy a nyomásvonal a boltozat tengelyéhez közel helyezkedjék el és ezáltal a boltozat állékonysága növekedik. Szükséges a ráfalazás a boltozatok víztelenítése miatt, és erre terítjük a boltozatok védőborítását.

Segmens, kosárgörbe és nyomásvonal alakú boltozatoknál az állékonyság növelése miatt nincs szükség ráfalazásra. Ilyen boltozatok esetében a ráfalazás alkalmazása a víztelenítéssel kapcsolatos, ugyanis erre helyezzük a védő, fedőborítást. A ráfalazás nincs szoros összeköttetésben a boltozattal. Anyagát tekintve készülhet terméskőből, téglafalazathból, faragott kőből, betonból. A ráfalazás felső síkja érintőlegesen enyhe eséssel csatlakozik a boltozathoz.

A ferde sík hajlása

közuti

vasuti hidak esetében:

Félkör boltozat
Körszelet "

2 : 3
1 : 3

1 : 2
1 : 3

f./ Homlokfalak.

A homlokfalak a boltozat felett átvezetett töltést kétoldalt lezárják és lehetővé teszik a korlátok elhelyezését. A homlokfalak a közöttük elhelyezkedő hidpálya nyomásával szemben mint támfalak működnek, és ennek megfelelően vastagságuk a homlokfal koronától lefelé fokozatosan növekszik. Méreteiket a támasztófalakéhoz hasonlóan állapítjuk meg, és pedig a vállak felett /a nyomás itt a legnagyobb/. Ezzel a szelvénnel építjük a boltozatra a hid teljes hosszúságában. A homlokfal minimális koronavastagsága $0^{\circ}60$ m. A homlokfalak koronáján végigfutó szegélykövet helyezünk el a hid teljes hosszúságában. A szegélykő magassága $0^{\circ}25$ – $0^{\circ}40$ m, szélessége $0^{\circ}50$ – $0^{\circ}80$ m. A szegélykövet a lecsöpögő víz miatt a fal külső síkjától 5–10 cm-re vizorral látjuk el. /231.ábra./

g./ Hidpálya.

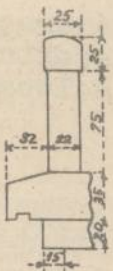
A hidpálya azonos szerkezetű, mint a csatlakozó ut, vasut felépítménye. Közuti hidaknál a hidpályaburkolat neme, anyaga lehet a csatlakozó ut felépítményétől eltérő.

Közuti hidaknál a hidpálya szintje lehet vízszintes, vagy az ut emelkedését követi. Kiképezhetjük a hidpályát úgy is, hogy a hid-közép felé mindkét oldalról emelkedővel vezetjük és a hid közepén függőleges síkban lévő kiegyenlítő görbülettel biztosítjuk az egyenletes átmenetet. Ha a hidpályát kétoldaltól a hid-közép felé emelkedően építjük, – különösen nagyobb nyílások esetében – a csatlakozó töltések magasságát lényegesen csökkenthetjük. A hosszirányú esés természetesen nem haladhatja meg a csatlakozó ut legnagyobb emelkedőjét, de lehetőleg 2–3 %-nál ne legyen nagyobb. A hosszirányú esés értéke függ az utburkolat nemétől is. A hidpálya keresztirányú esése az alkalmazott utburkolat anyagával határozottá válik. A keresztirányú esés értéke kavicsburkolat esetén max. 4 %, aszfalt, betonburkolat esetén max. 2 %. A hidpálya szélessége egyezik a rajta átvezetett közut felépítményi szélességével. Gyalogjárót csak belterületeken alkalmazunk.

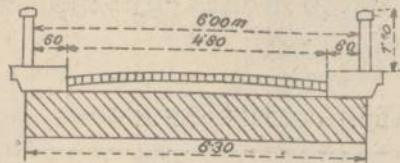
A hidpálya és a tartószerkezet /boltozat/ közé teltöltést alkalmazunk. A hidtartószerkezet legfelső éle / a boltozat záradéknál mérve/ és a pályaszint közötti legkisebb magassági érték $0^{\circ}50$ m. /232.ábra./

Vasuti hidak esetén a kavicságy minimális vastagsága $0^{\circ}30$ – $0^{\circ}40$ m, és ennek alapján a záradéknál a pályaszint és az extrados közti legkisebb távolság $0^{\circ}60$ – $0^{\circ}80$ m. /233.ábra./

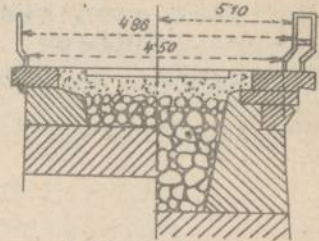
Közismert azon szerkezeti megoldás, amikor a hidpályát a hidtengelyre merőlegesen elhelyezett kereszt /234.ábra./, vagy a hidpálya tengelyével párhuzamosan elhelyezett fiókboltozatok támasztják alá. /235.ábra./



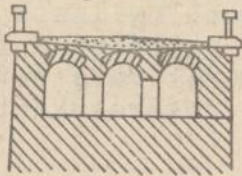
231. ábra



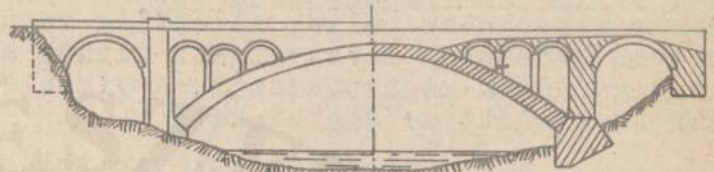
232. ábra



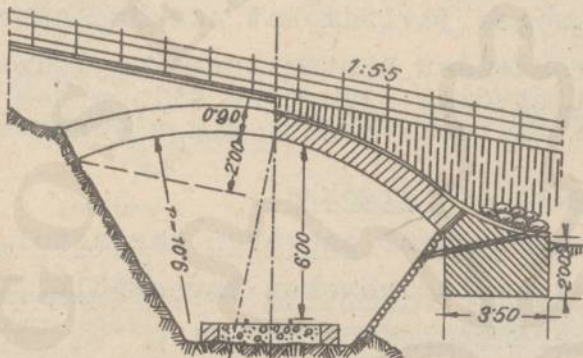
III-V Lado kvölgyhid
233. ábra



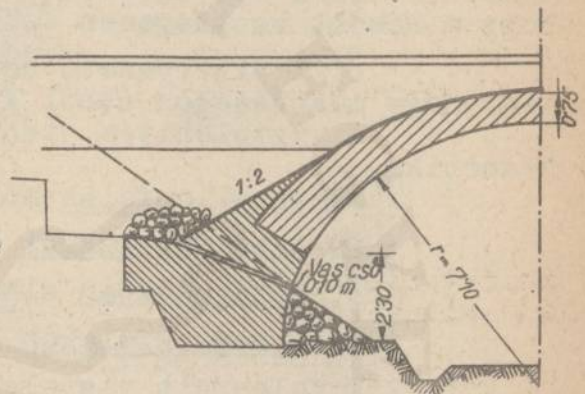
234. ábra



235. ábra



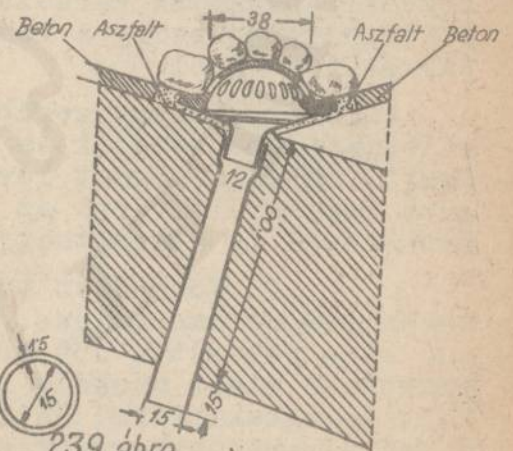
236. ábra.



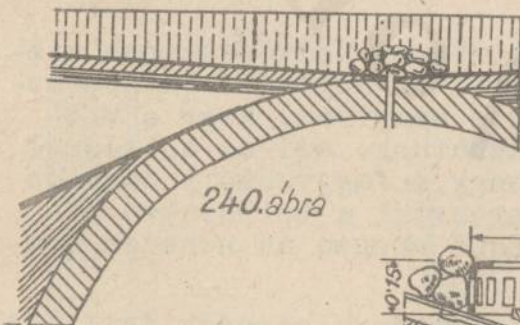
237. ábra



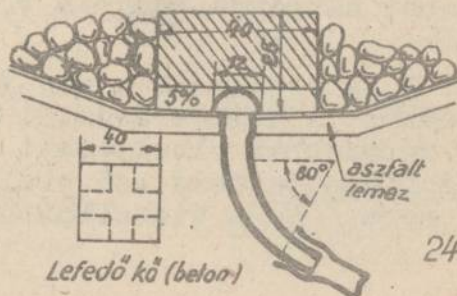
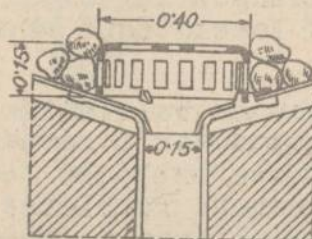
238. ábra



239. ábra



240. ábra



241. ábra

A terhelések ezen kisebb boltozatok vállainál az azokat alátámasztó pillérekre átadódva, utóbbiakon, mint közvetítő alátámasztásokon keresztül hatnak a főtartóra, vagyis a hid-nyílást áthidaló boltozatra.

h./ Hidpálya víztelenítése.

A hidpályára hulló csapadék víz felületi elvezetését közutaknál igen jó hatással biztosítja a hosszirányban a hid közepe felől kétoldali emelkedéssel épített pálya. Nagyobb nyílások áthidalásakor vízszintes pálya, illetőleg vasuti hidak esetében a felépítményen keresztül leszivárgott víznek a boltozatról való elvezetése igen gondosan megtervezendő. A víztelenítésnél vezérelvként tart-suk szem előtt az alábbiakat:

a./Az átszivárgott víz teljes mennyiségében gyorsan, biztosan és a lehető legrövidebb uton távozzék.

b./A víz-elvezető berendezés könnyen hozzáférhető legyen, hogy a később esetlegesen szükséges javításokat eszközölhessük.

c./A vízlevezető berendezést biztosítsuk fagyveszély ellen, hogy működésében ebből kifolyólag szünet ne álljon be. A víztelenítés, tehát a beszivárgott víz elvezetése történhetik:

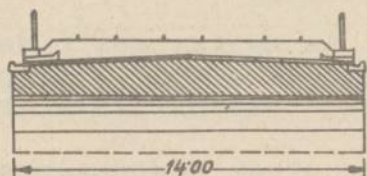
- 1./Az ellenfalak mögött szivárgókkal,
- 2./A boltvállaknál elhelyezett csöveken keresztül,
- 3./A záradéokban elhelyezett csöveken keresztül,
- 4./A homlokfalakon keresztül.

A felsorolt víztelenítési eljárások mindegyikénél a víztelenítendő felületeknek a vízgyűjtőpont felé alkalmas esést kell biztosítanunk. Ez keresztirányban általában 1:15, 1:30 hajlásu, hosszirányban pedig a lehetőség szerinti eséssel kiképzett felületekkel érhető el.

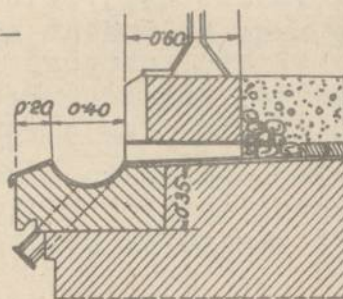
1./Legegyszerűbb és legolcsóbb eljárás. Hátránya, hogy az ellenfal átnedvesedik és rosszul kiképzett szivárgó esetében az ellenfal hátfala mögött lévő föld felázik./236.ábra./ Az ellenfal mögött összegyűlt vizet az ellenfalon keresztül beépített vascső segítségével is átvezethetjük./237.ábra./

2./Különösen többnyílású hidak közbelső boltozatainak víztelenítésére használjuk./238.ábra./ Az aszfaltba ágyazott öntöttvas-cső elhelyezését a 239.ábra mutatja. Előnyös annyiban, hogy a vízlevezetőcső miatt csekély ráfalazást alkalmazhatunk, ami az építésnél költségmegtakarítás. Hátrányos annyiból, hogy a fagyveszély nagy és a cső elrepedésekor a víz a futóhézagon keresztül a boltozatba hatol. További hátránya, hogy a víz levezetőcső hosszú és nehezen hozzáférhető.

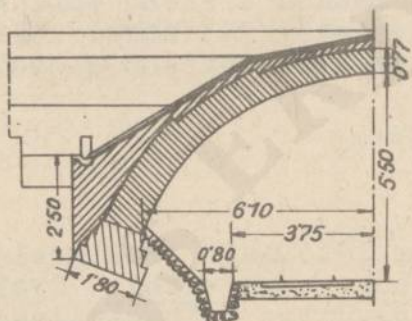
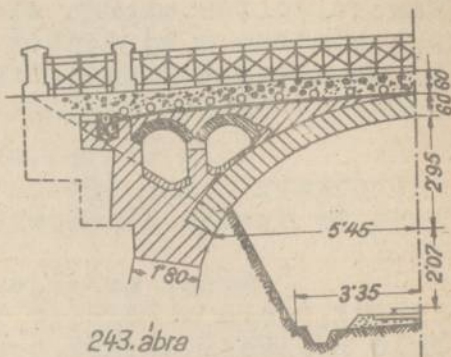
3./A ráfalazás a hid jobb és baloldalán a záradék felé lejtéssel készül. A homlokfalaktól ugyancsak a záradék felé vezetjük a vizet. A záradéokban elhelyezett vízlevezetőcső tehát 4, a boltozat legmagasabb pontja felé eső vízlevezető felületet víztelenít./240.241.ábra./ Ez a víztelenítési eljárás előnyös, mert a vízle-



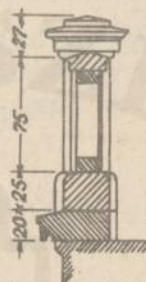
242. ábra



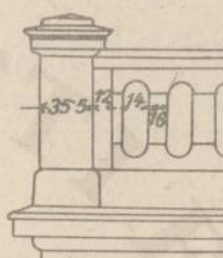
243. ábra



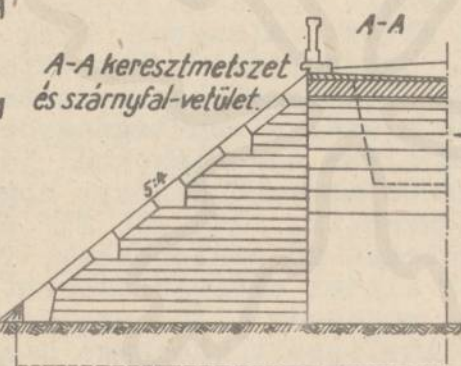
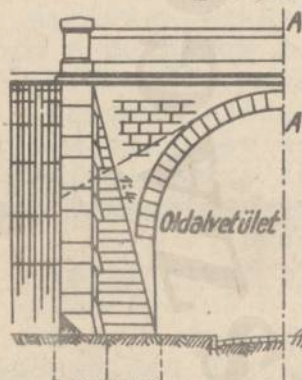
244. ábra



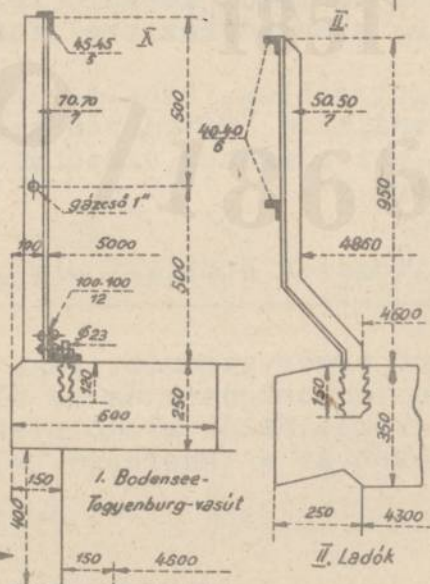
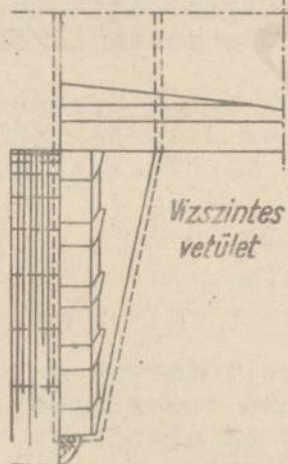
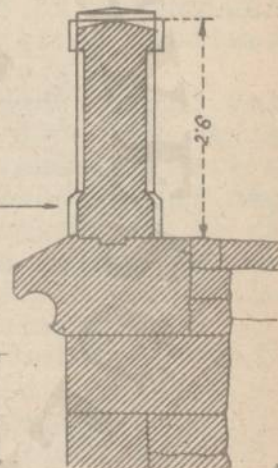
26 Febra



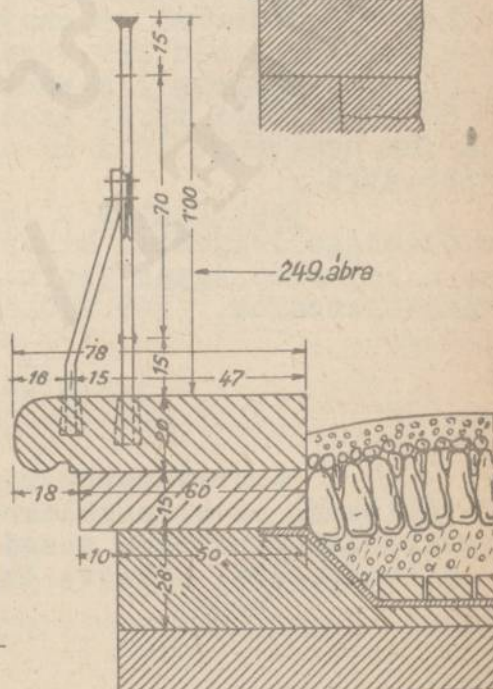
246 ábra



247. ábra



250. ábra



zető cső rövid, könnyen tisztítható és jó, a hozzáfolyás. Hátrányos annyiból, hogy a boltozat felett nagy ráfalazást kell alkalmaznunk. Kis túltöltés esetén elég nagy állandóan nedves felületet kapunk és sok esetben a záradékon keresztül csöpögő víz kellemetlen, és a víz ilyen módon történő elvezetése nem megengedhető, amellet esztétikai szempontból sem kielégítő látvány egy ilyen boltozat.

4./A víz elvezetés egyjáratu hidaknál az egyik, kettő és többjáratu hidak esetén pedig mindkét homlokfalán keresztül a beépített és ferdén elhelyezett vascsövek segítségével történik./242. ábra./

Ezzel az eljárással az elvezetendő víz útját igen megrövidítjük, maga a kifolyó víz azonban egymástól messze elhelyezett kiömlő nyílások esetén a homlokfalat feláztatja. Az ily módon víztelenítő csövekkel ellátott híd esztétikai szépsége is kívánnivalót hagy maga után.

Legtöbbször fiókboltozatok alkalmazása esetén, ahol a víz-elvezető eljárások közül egyedül az célravezető /243. ábra./, és a híd végeinél találkozunk a homlokfalán keresztül történő víztelenítéssel. /244. ábra./

1./ Korlátok.

A hidpályán lebonyolódó forgalom kétoldali lehatárolására alkalmazott korlátok készülnek tisztán kőből, vagy vasból. Gyakran alkalmazunk kő és fa, illetőleg vasanyag együttes felhasználásával készített korlátokat is.

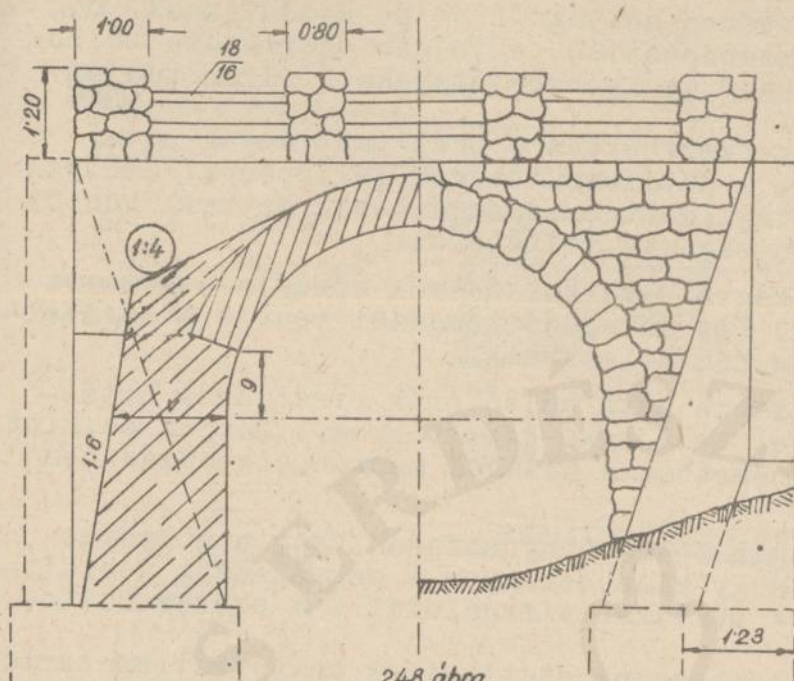
A tisztán kőből készült korlátok kivitelezésre kerülnek, mint tömör, vagy helyenként áttört falazatok. Ezek a korlátok a hidpályát fokozott biztonsággal határolják, a homlokfalra, illetőleg az erre helyezett szegélyköre legkönnyebben ráépíthetők, a hidpályán lebonyolódó forgalomnak a szél ellen legnagyobb védelmet nyújtják és esztétikai szempontok ilyen megoldásoknál jól érvényesülhetnek. Hátrányos nagy önsúlyuk és az a körülmény, hogy a hidpálya szabad, hasznos szélességét csökkentik. /245. 246. 247. ábra./

Készíthetünk korlátokat kő oszlopokkal, fa korlátfával, illetve hevederrel. A magyar állami előírás szerint a korlátoszlopok méretei a híd két végén: magasság $1^{\circ}20$, szelvényméret $0^{\circ}50 \times 1^{\circ}00$ m. A maximum 3 m-ként elhelyezett közbenső oszlopok szélessége $0^{\circ}80$ m, a többi méret azonos. A fából készült felül legömbölyített karfák szelvénye 16×18 cm, a hevederek szelvénymérete pedig $12/12$. /248. ábra./

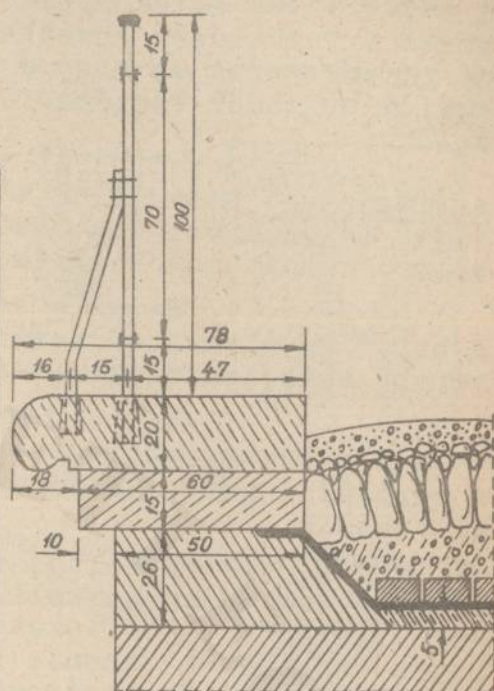
Vaskorlátok a legolcsóbbak, elhelyezésükkel a híd hasznos szélessége legjobban kihasználható. Hátrányos nehézkes felerősítésük és a boltozat egyéb szerkezeti eleméhez viszonyított méretekbeli aránytalanságuk. /249. 250. ábra./

j./ A boltozatok statikai vizsgálata.

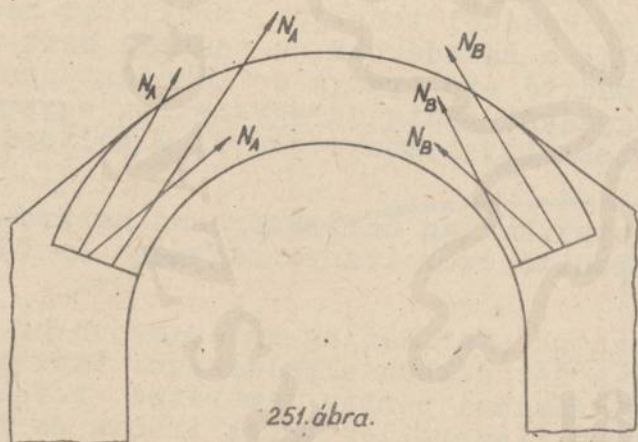
A boltozatok mint tömör gerenda, vagy feszítőtartók a vállaknál az ellenfalakra támaszkodnak és az állandó terhelésből, valamint a hasznos mozgó terhelésből eredő nyomást az alapozott ellenfalakra, illetve ezeken át a teherbíró talajrétegre hárítják.



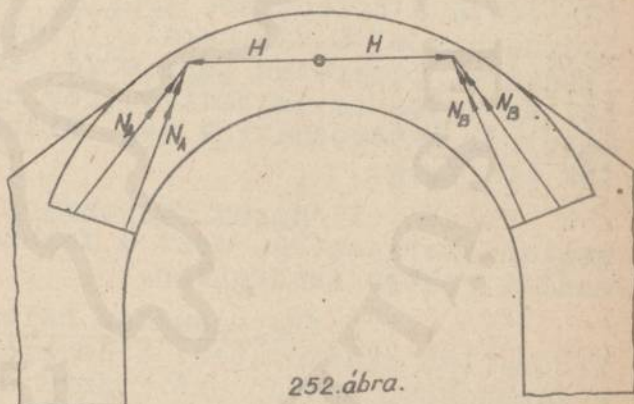
248. ábra.



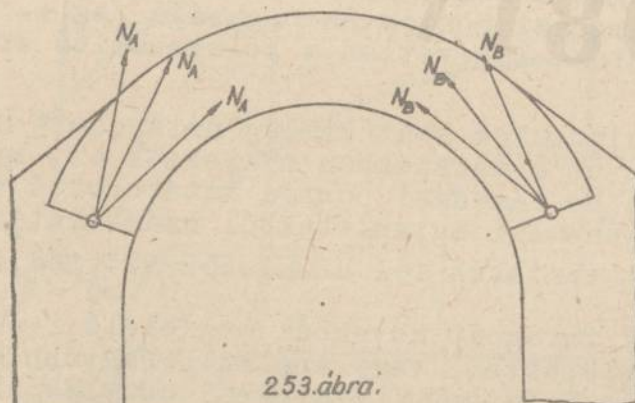
249. ábra.



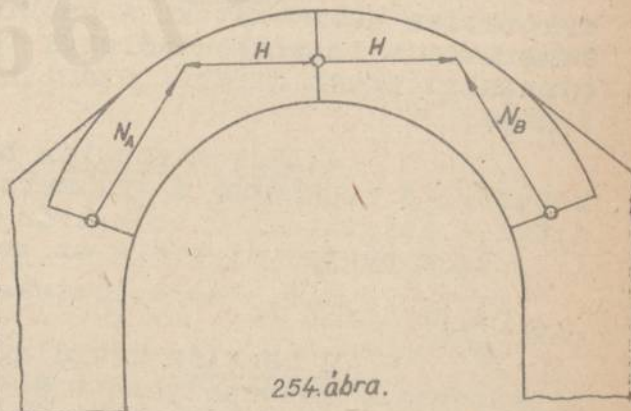
251. ábra.



252. ábra.



253. ábra.



254. ábra.

A boltozatnak állékonnynak kell lennie. Kell tehát, hogy a boltozat kövei a terhelések következtében helyükről el ne mozduljanak, meg ne repedezzenek és hogy a megbontatlan, egységes szerkezetű boltozat, mint tömör tartószerkezet az igénybevételeknek ellen tudjon állni.

A boltozott szerkezetekben a beépített anyag nyomó szilárdságát használjuk ki, a húzófeszültségek fellépését, amelyek végső fokon a boltozat szétnyílását eredményezhetik ki kell küszöbölni. A boltozatok állékonnyságának feltételei.

1./Bármely hézagra ható külső erők eredője a hézagot a belső egyharmadban messe. Így az eredő támadási pontja a magszelvénybe esik, húzófeszültség nem keletkezik.

2./Bármely hézagra ható külső erők eredőjének hatásvonala a hézag merőlegesével kell hogy kisebb szöget zárjon be, mint a surlódási szög. Ebben az esetben a hézagok mentén elcsuszás nem keletkezik.

3./A boltozatban, fellépő nyomófeszültség a boltozat bármely szelvényében kell hogy kisebb legyen a megengedett feszültség értékénél. A boltozatok statikai vizsgálatát 1 m széles boltozatra szoktuk elvégezni.

A közönséges boltozatok statikailag határozatlan tartószerkezetek, mert a felszabadító erők iránya, nagysága és támadási pontja ismeretlen. A felszabadító erőket csak rugalmas alakváltozás munkájával lehet meghatározni. Statikailag határozottabbá, vagy határozottá a boltozatot csuklók beépítésével tehetjük. Csuklókat helyezhetünk el a vállaknál, illetőleg a záradéokban. A csuklók beiktatásával ismeretes lesz a felszabadító erő iránya és támadási pontja, az egyes felszabadító erők nagyságát pedig az egyensúlyi egyenletekből határozhatjuk meg. Előbbiek figyelembevételével a boltozatok lehetnek:

1./Merev boltozatok statikailag háromszorosán határozatlan szerkezetek, mert a felszabadító erők iránya nagysága és támadási pontja ismeretlen.

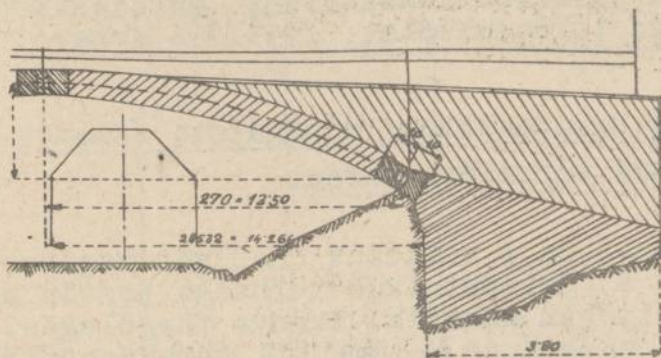
2./Egy-csuklós boltozatok statikailag kétszeresen határozatlan szerkezetek. A csuklót a záradéokban alkalmazzuk. Ezáltal a záradéokban működő erő iránya és támadási pontja ismeretes. A felszabadító erő nagyságát számíthatjuk, ismeretlen ennek iránya és támadási pontja.

3./Két-csuklós boltozatok statikailag egyszeresen határozatlan szerkezetek. A csuklókat a boltvállakban helyezük el. Ismeretes a felszabadító erők támadási pontja és nagysága /az egyensúlyi egyenletekből számítható/. Ismeretlen a felszabadító erők iránya.

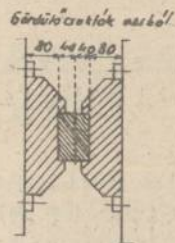
4./Három-csuklós boltozatok statikailag határozott szerkezetek. A csuklókat a vállakban és a záradéokban helyezük el. Ezáltal a felszabadító erők iránya és támadási pontja határozottá válik, ezek nagyságát pedig az egyensúlyi egyenletekből számíthatjuk.

1,2,3 és 4.eseteket tüntetik fel a 251,252,253,254.ábrák.

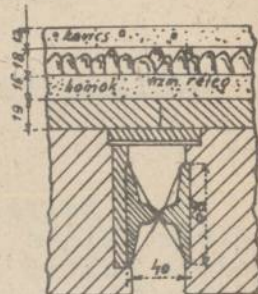
A csuklók készülnek faragott kövekből megfelelő ives kiképzéssel, közbehelyezett ólombetéttel, vagy anélkül. Nagyobb hi-daknál vas, acélöntvényt használunk. Betonboltozatoknál csuklóknak



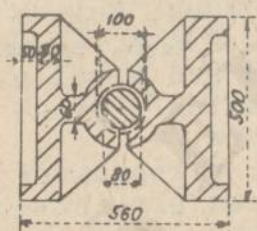
255. a. ábra



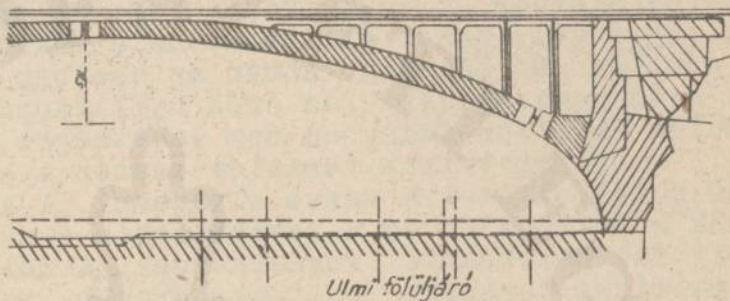
b



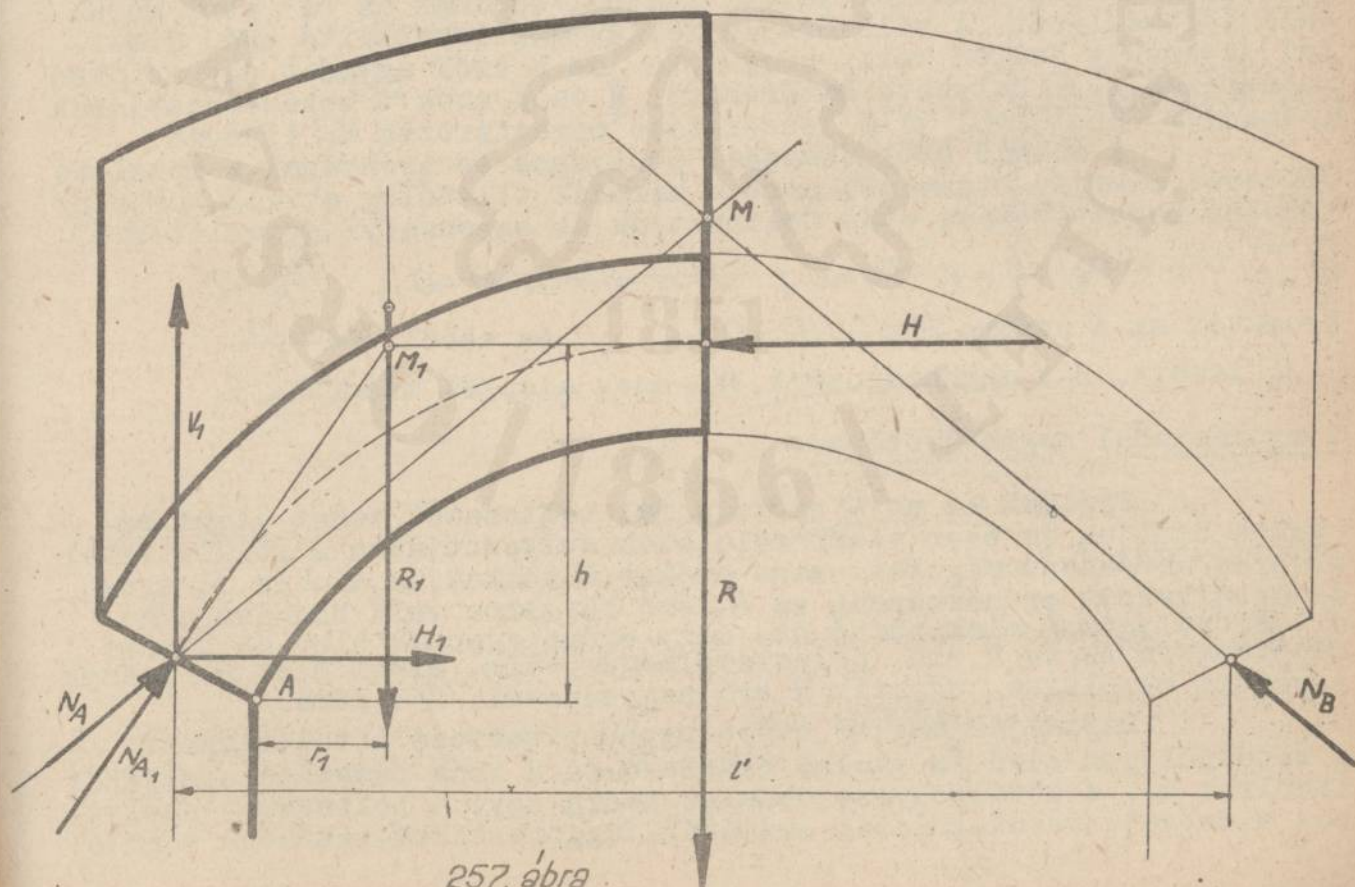
b



b



256. a. ábra



257. ábra

faragott követ, zsiros keverésű vasbetont használunk. Működésüket tekintve ismerünk gördülő, forgó térdcsuklókat. /255.256.ábra./

Merev boltozat /statikailag határozatlan/ vizsgálata szimmetrikus, állandó terhelés esetén.

Legyen a boltozatra ható és a boltozat önsúlyát magában foglaló teljes terhelés eredője R . Szimmetrikus terhelés esetén az eredő a boltív szimmetria tengelyében működik. Iránya függőleges. A vállakban működő felszabadító erők N_A és N_B elméleti támadáspontja, iránya és nagysága ismeretlen. Tétélezzük fel, hogy a felszabadító erők a boltozat tengelyvonalának a vállakkal való metszéspontjaiban működnek és vizsgáljuk a továbbiakban a boltozat egyensúlyát ezen feltevés alapján. N_A és N_B iránya ismeretlen, de tudjuk, hogy a statikai egyensúly akkor áll fenn, ha a működő erők R, N_A, N_B egymást egy pontban M metszik. Ebben az esetben a három erő által alkotott erőháromszög zárt /az erők nyil iránya folyamatos/, tehát elmozdulás semilyen irányban sem lehetséges. /257.ábra./

Szimmetrikus terhelés esetén a statikai vizsgálatot eleveendő a félboltozatra nézve elvégezni. A záradékban elmeteszve képzeljük a boltozatot és a továbbiakban csak a vastag vonallal határolt fél boltozattal foglalkozunk. A fél boltozatra hat a fél szimmetrikus terhelés /boltozat önsúly, feltöltés + felépítmény, elosztott mozgó terhelés R_1 /. Az elmetesztett jobboldali boltozat-részt helyettesítjük a felszabadító erők támadási pontjának megválasztásánál alapul vett megfontolás alapján a záradék közepén működtetett H ellensúlyozó nyomóerővel. Egyensúly esetén H erő meggátolja a vastag vonallal jelölt fél boltozatnak az "A" pont körül való lefordulását. A vállközépen fellép N_{A1} felszabadító erő. Statikai egyensúly esetén kell, hogy R_1, N_{A1} és H erők egymást egy pontban metszék M_1 . R_1 helyzete határozott. H és R_1 erők M_1 metszéspontjának N_{A1} támadási pontjával való összekötése meghatározza N_{A1} irányát.

A működő erők támadási pontjának és irányának a közeli feltevés alapján /támadási pont a záradék illetőleg a váll közepén/ történő meghatározása után felírhatjuk az egyensúlyi egyenleteket.

$$\begin{aligned} |P_x| &= 0 \\ |P_y| &= 0 \end{aligned} \quad |P_y| = 0 = V_1 - R_1 = 0; \quad |P_x| = 0 = H_1 - H = 0; \quad |P_p| = 0$$

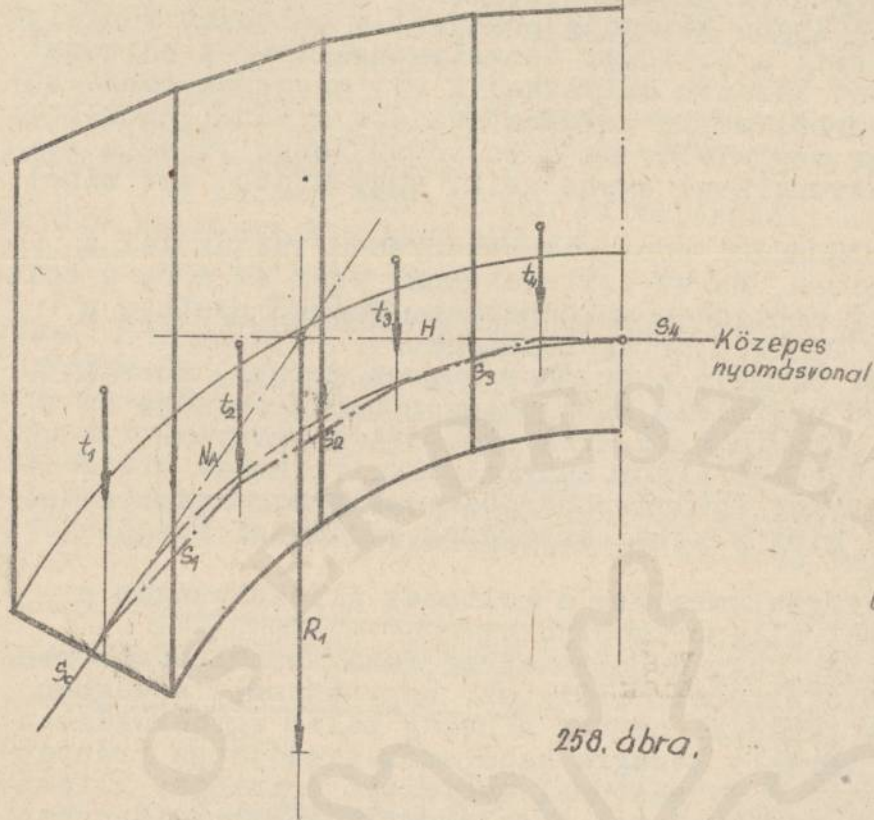
Nyomaték az A pontra $R_1 r_1 - H h = 0$ és ebből $H = \frac{R_1 r_1}{h}$

R_1 ismert. H -t meghatároztuk. N_{A1} ezek alapján számítható.

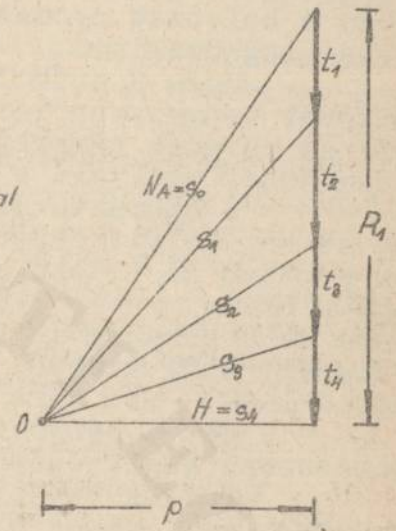
A nyomásvonal meghatározása.

Fejtsük ki az R_1 erőt. A fél boltozatot tehát elemi részekre bontjuk és ezen elemi felületek súlypontjában a felületekkel arányos mérőhosszuságokat, mint erőket működtetjük. N_{A1} , H és R_1 erők által alkotott erőháromszög az R_1 erő részekre való bontása után oly erőpolygonná alakítható át, mely erőpolygonnak első és utolsó vezérsugara N_{A1} és H erő, polustávolsága pedig, mivel H és R_1 iránya egymásra merőleges, egyezik H erő nagyságával. /258.ábra./

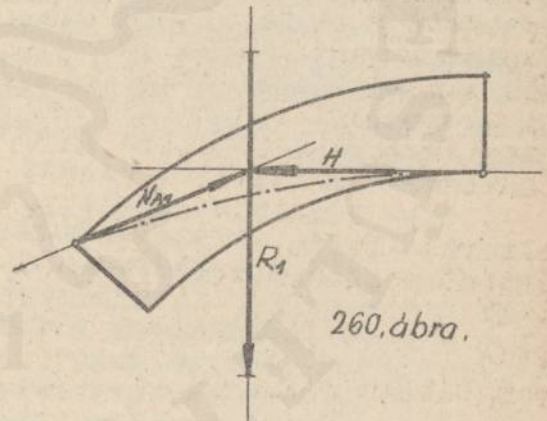
Rajzoljuk meg az erőpolygonhoz tartozó kötélpolygont. A kötélpolygon első és utolsó oldala N_{A1} és H erők támadási pontjából indulnak ki, a kötélpolygon oldalai pedig egy, a boltozat tengelyéhez a felvett részterületek számától függően többé-kevésbé simuló



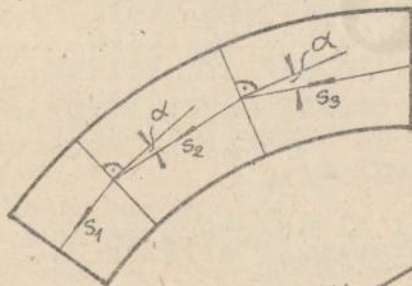
258. ábra.



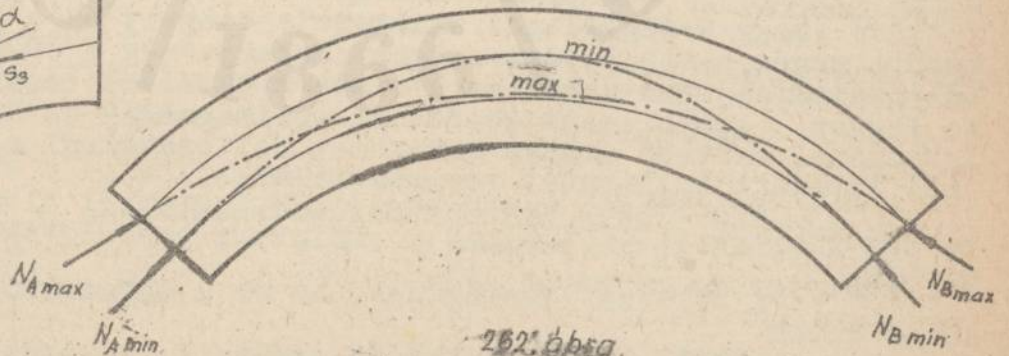
259. ábra.



260. ábra.



261. ábra.



262. ábra.

sokszöget alkotnak. Végtelen sok felületelemre való bontás esetén a kötélpolygon burkoló görbét, az u.n. nyomásgörbét kapjuk. Ez a nyomásgörbe mivel N_A és H erők támadási pontját, tehát a nyomásgörbét helyettesítő kötélpolygon kiinduló pontjait a boltozat tengelyében vettük fel, közel esik a boltozat tengelyvonalához. A boltozat tengelyvonala a boltozat közepén helyezkedik el: nevezzük tehát közepes nyomásvonalnak. Ebből máris levonhatjuk azt a tanulságot, hogy a boltozat alakja akkor megfelelő, ha a boltozat tengelyvonala valóban a boltozat nyomásvonalával egybe esik, vagy utóbbi azt minél jobban megközelíti.

N_A és H erők támadási pontjait önkényesen vettük fel a boltozat tengelypontjaiban. Merev boltozatoknál ezek az erők a boltváll és záradék bármely pontjában működhetnek. Szélső esetben a nyomásvonal alakjait a 259.260.ábrák mutatják.

A nyomásvonal bármely pontjához húzott érintő, közelítőleg az ezt helyettesítő megfelelő kötélpolygon oldal megadja az azon pontban az illető hézagra ható erők eredőjének irányát. Tudjuk, hogy a hézag mentén elcsuszás akkor nem keletkezik, ha az eredő iránya és a hézagra az eredő támadáspontjában emelt merőleges által közbezárt szög kisebb, mint a hézag anyagának surlódási szöge, vagyis $\alpha < \varphi$. /261.ábra/.

Ezt a tényt figyelembevéve a boltozat állékonyságát a nyomásvonal segítségével ellenőrizhetjük.

Tudjuk továbbá, hogy a boltozatban húzó feszültségek nem léphetnek fel, ennek előfeltétele pedig az, hogy bármely hézagban működő erők eredőjének támadási pontja a hézag belső egyharmadában /hézag magja/ legyen. Bármely hézagra ható erők eredőjének irányát és támadási pontját pedig a nyomásvonal megfelelő érintője, illetőleg az azt helyettesítő kötélpolygon oldal segítségével határozhatjuk meg. Következik, hogy húzófeszültség a boltozatban akkor nem lép fel, ha a nyomásvonal minden egyes pontja a boltozat belső egyharmadában helyezkedik el. Aszerint, hogy a nyomásvonal a boltvállat a belső harmadnak az intrados felőli, vagy az extrados felőli szélén találja, nevezzük minimális, illetőleg maximális nyomásvonalnak. /262.ábra/.

k./ A boltozatok tervezése.

Az alábbiakban a félkör és körszelet boltozatok gyakorlati tervezését tárgyaljuk.

1/ Boltozatok tervezésekor megválasztjuk a boltozat formáját, alakját. A hidnyílás ismeretes. A boltozat alakjára nézve irányadó, hogy a függőleges szimmetria tengely és a boltvállakból húzott sugár alatt bezárt szög ne haladja meg a $60-65^\circ$ -ot. Félkör-boltozatoknál ezen sugár és a vízszintes által bezárt szög, tehát ne legyen gyöbb, mint $25-30^\circ$. A nyílmagasság és hidnyílás arányának kedvező aránya körszelet boltozatoknál $m/l = \frac{1}{4}$. -nél laposabb boltíveket nem készítünk.

A boltozat vastagságát táblázatokból olvashatjuk ki és az így kiolvasott értékeket empirikus egyenletekkel ellenőrizhetjük.

A boltozat vastagsága, ha ez a záradéktól a vállakig állandó érték

$$V = 0.30 + l(0.03 + 0.005 \frac{l}{m}) \dots \text{méter}$$

$$\text{erdei vasutakon} \\ V = 0.40 + 0.05 l$$

A boltozat vastagsága fő vasuti hidaknál
a záradékban a vállaknál.

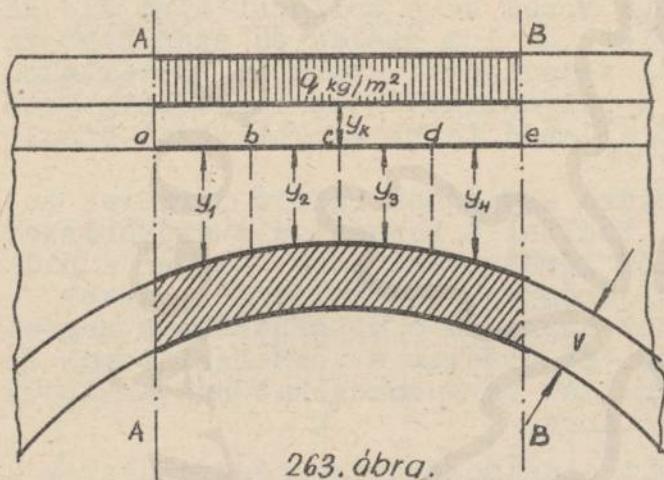
$$V_z = 0.40 + 0.05l$$

$$V_v = 1.25V_z$$

Tégla-boltozatoknál ezen empirikus egyenletekkel ellenőrzött boltozat vastagságot természetesen fél, illetőleg egész téglahosszakra kerekítjük fel.

A felvett méretekben és választott alakban kivitelezésre kerülő boltozat statikai ellenőrzését az eljárás nagy részében grafikusan végezzük el.

2./A terhelések iránya függőleges. A függőlegesen ható erőket a vizsgált 1 m széles boltozatra mint egyenletesen elosztott terheléseket működtetjük. Vizsgálatainknál ezen 1 m széles sávot a híd közepén vesszük fel, mert itt az önsúlyon kívül a mozgó terhelés is teljes értékkel szerepel, míg ha vizsgálatunkat a homlokfalak alatti boltozat sávra nézve végeznénk, akkor a mozgó terhelésből eredő nyomásnak csak egy bizonyos hányada jöhet számításba. Vizsgáljuk A és B metszetek közötti állandó terhelést./263. ábra/.



263. ábra.

a./Állandó terhelések kg/m².

Boltozat önsúlya $v\gamma$

Töltés $y_1\gamma_1, y_2\gamma_2, \text{ stb.}$

Felépítmény $y_n\gamma_n$

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma$ értékek különbözők.

A számítás leegyszerűsítésének érdekében úgy járunk el, hogy a boltozatot a rajta levő töltéssel, felépítménnyel együtt homogénnek, a boltozat anyagából készültnek tekintjük. Nyilvánvaló, hogy nagyobb fajsúlyú anyag kisebb térfogattal képvisel ugyanakkora súlyt, mint u-

gyanolyan súlyú kisebb fajsúlyú anyag. A térfogatot, mivel a vizsgált boltozat szélessége változatlanul 1 m, tehát állandó, az y ordinátákkal, mint közelítő trapézok középvonalával jellemezhető felületek ismeretében meghatározhatjuk. Ebből következik, hogy a töltés, kavicsagy térfogatának, tehát súlyának változása említett felületek változásával összefügg. Ezen felületek nagysága pedig, ha a trapézok magasságát ab, bc távolságokat közben nem változtatjuk, az y ordináták mint középvonalak függvénye. Az említett terheléseknek a boltozat anyagára való átszámítása esetén tehát úgy járunk el, hogy a feltöltés és felépítmény megfelelő ordinátáit a boltozat anyagának és az illető anyag /feltöltés, felépítmény/ fajsúlyának arányában vesszük figyelembe.

Legyen a töltés magassága y_1 , fajsúlyja pedig γ_1 . A boltozat fajsúlyja γ . Keressük azt az y_1' ordinátát, melyhez tartozó γ fajsúllyal szorzott köbtartalom ugyanazon súlyt képviseli, mint az y_1 ordinátához tartozó γ_1 fajsúllyal szorzott köbtartalom. A súlyok egyenlősége alapján

$$y_1'\gamma = y_1\gamma_1$$

és ebből a keresett ordináta értéke

$$y_1' = y_1 \frac{\gamma_1}{\gamma}$$

Ezek alapján meghatározhatjuk a függőleges osztásvonalakkal kijelölt felületrészeknek a fajsúlyok arányában redukált oldalhosszuságait. Az átszámított tényezők lesznek

$$\alpha = \frac{\text{tultöltés}}{\text{boltozat}} = \frac{n \text{ föld}}{r \text{ boltozat}}; \alpha_1 = \frac{\text{felépitmény}}{\text{boltozat}} = \frac{r_{\text{kavics}}}{r \text{ boltozat}}$$

A tultöltés redukált ordinátái lesznek

$$y'_1 = \alpha y_1, \quad y'_2 = \alpha y_2, \quad y'_3 = \alpha y_3, \text{ stb.}$$

Ezeket az értékeket a megfelelő függőlegesre a boltozat felső élétől kezdődően felmérjük. A felépitmény vastagsága a hid teljes hosszúságában állandó. A redukált vastagság értéke tehát állandó érték lesz:

$$y'_k = \alpha_1 y_k$$

A felhordott redukált tultöltés ordináták végpontjait összekötjük. Az így nyert egyenesek felett y'_k távolságban húzott párhuzamos egyenesek alkotta sokszög az u.n. terhelési vonal. Elméletileg a terhelési vonal a kapott terhelési poligon burkoló görbéje. A burkológörbe alakja a felvett felületek számának növelésével mind jobban megközelíthető. A terhelési vonal és a boltozat alsó éle közötti felület most már homogén felület. Az 1 m széles és ezen homogén felülettel határolt és a boltozat fajsúlyával szorzott köbtartalom ugyanolyan súlyt képvisel, mint a pályaszinttől az intradosig lévő eredeti magasságban elhelyezkedő állandó terhelés /boltozat-önsúly, tultöltés, felépitmény/.

b./Mozgó terhelés. A hidra egy időben ráférő járművek súlyát a hid felületére elosztjuk. Ezáltal a koncentrált erőrendszer, mint egyenletesen osztott terhelés kerül számításba. Legyen a hid felülete F , és a hidra helyezett járművek összsúlya P , akkor $q = \frac{P}{F}$ kg/m². Átalakítva a boltozat anyagára a q terhelésnek megfelelő ordináta értéke $p = \frac{q}{r}$. Ezen "p" értéket a terhelési vonal felett felhordva és a terhelési vonallal párhuzamosokat húzva kapjuk az összes terhelések vonalát. /264. ábra./

A "p" ordinátával növelt oldalhosszuságú részfelületek helyettesíthetők a súlypontjukban működő és az egyes részfelületek területével arányos mérőhosszuságokkal. A részfelületek trapézok. Meghúzzuk a középvonalakat. A középvonalak végpontjait kivetítjük egy függőleges egyenesre. A tetszés szerint választott $\frac{a}{2}$ ahol "a" a választott alapterület /pólustávolsággal húzott vezérsugarak segítségével a területmérő hosszúságok a középvonalakból kimetszhetők

Ezek a hosszúságok, mint erők, a felületek súlypontjaiban működnek.

3./A boltozat alakjának ellenőrzése.

A táblázatból kiolvasott és empirikus egyenletekkel ellenőrzött "v" vastagságú boltozat alakja akkor megfelelő, ha a közepek nyomásvonal a boltozat tengelyével egyezik, vagy ahöz jól simul. Ezt a vizsgálatot elegendő szimmetrikus terhelés mellett a fél boltozatra elvégezni. A fél boltozatra egyenletesen osztott terhelések hatnak és pedig a homogén állandó terhelés és az egyenletesen elosztott mozgó terhelés félértékben, vagyis a mozgó terhelés redukált ordináta nagysága lesz $\frac{p}{2}$. Ismert módon meghatározzuk az összterhelések vonalát. /Állandó+félmozgó/. A részterületek súlypontjaiban működő területmérő hosszakkal, mint erőkkel

megszerkesztjük tetszészerinti polustávolsággal az erőpoligont és a hozzátartozó kötélpoligon segítségével pedig R_1 eredő helyét. N_1 és H a váll illetőleg záradék közepén működnek, hatásvonaluknak az eredő hatásvonalával való közös metszéspontja által irányuk határozott. /265. ábra/. N_1 és H meghatározása után H -val mint polustávolsággal rajzolt erőpoligonhoz tartozó kötélpoligon alkotja a közepes nyomásvonalat. Ha a közepes nyomásvonal simul a boltozat tengelyéhez, akkor a boltozat alakja megfelelő. Ha ettől nagyon eltér, akkor a boltozat alakját meg kell változtatni és a következőkben tárgyalt vizsgálatot csak akkor végezhetjük el, ha a nyomásvonal most már valóban egybeesik a boltozat tengelyvonalával, tehát a nyomásvonal közepes nyomásvonal.

4./A boltozat vastagságának ellenőrzése.

A boltozat vastagságát a lehető legkedvezőtlenebb terhelés mellett, aszimmetrikus terhelés esetén vizsgáljuk. Ilyenkor egyidejűleg az egész boltozatot vizsgálunk kell. A boltozat egyik fele hasznos terheletlen, míg a másik felére helyezük a teljes értékű elosztott mozgó terhelést, melynek redukált magassága "p".

Az aszimmetrikus terhelés következtében a nyomásvonal nem a boltozat tengelye közelében fog elhelyezkedni. Állékony a boltozatunk akkor, ha a nyomásvonal a belső egyharmadban marad. Vizsgálatunknak tehát ennek a ténynek a megállapítására kell szorítkoznia. A nyomásvonal eltéréseinek nagyságát a tengelyvonalától, aszimmetrikus terhelés esetén az alábbi egyenletek adják:

$$e_z = \frac{5}{16} \frac{v_z^2}{m}$$

az excentricitás értéke a záradékban Winkler szerint

az egyenletben szereplő értékek m-ben helyettesítendők be. e_z értékét a záradékban a boltozat tengelyétől függőlegesen felfelé mérjük.

Az excentricitás értéke a vállaknál H. Müller-Breslau szerint

a terhelt oldalon

a terheletlen oldalon

$$e_1' = \cos \varphi_0 \left[\frac{5}{8} \frac{v_z^2}{m} + \frac{1}{8} \frac{pm}{v_z + 0.14m} \right]; \quad e_2' = \cos \varphi_0 \left[\frac{5}{8} \frac{v_z^2}{m} - \frac{1}{8} \frac{pm}{v_z + 0.14m} \right]$$

Az egyenletekben

v_z = a boltozat vastagsága a záradékban /m/

m = nyilmagasság /m/

p = az elosztott mozgóterhelés redukált magassága /m/

φ_0 = a közepes nyomásvonalhoz a boltvállnál húzott érintő /felsz. erő iránya/ és a vízszintes által bezárt szög.

Értéke

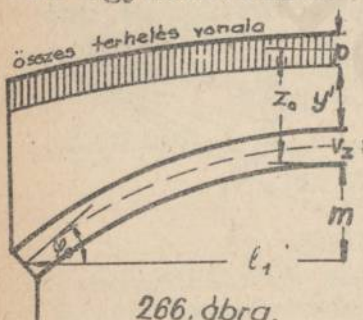
$$\operatorname{tg}^2 \varphi_0 = \frac{4m^2}{\ell^2} \frac{z_0 + 0.5m}{z_0 + 0.14m}$$

egyenletből határozható meg. Ezen egyen-

letben szereplő értékeket a 266. ábra mutatja. φ_0 körülményes meghatározása miatt nem e_1' és e_2' értékeit mérjük fel a vállakra, hanem a vállközépen át húzott függőlegesen mérjük a zárójel mögötti kifejezés értékét. Ugyanis az ábra alapján $e_1' = e_1 \cos \varphi_0$ tehát

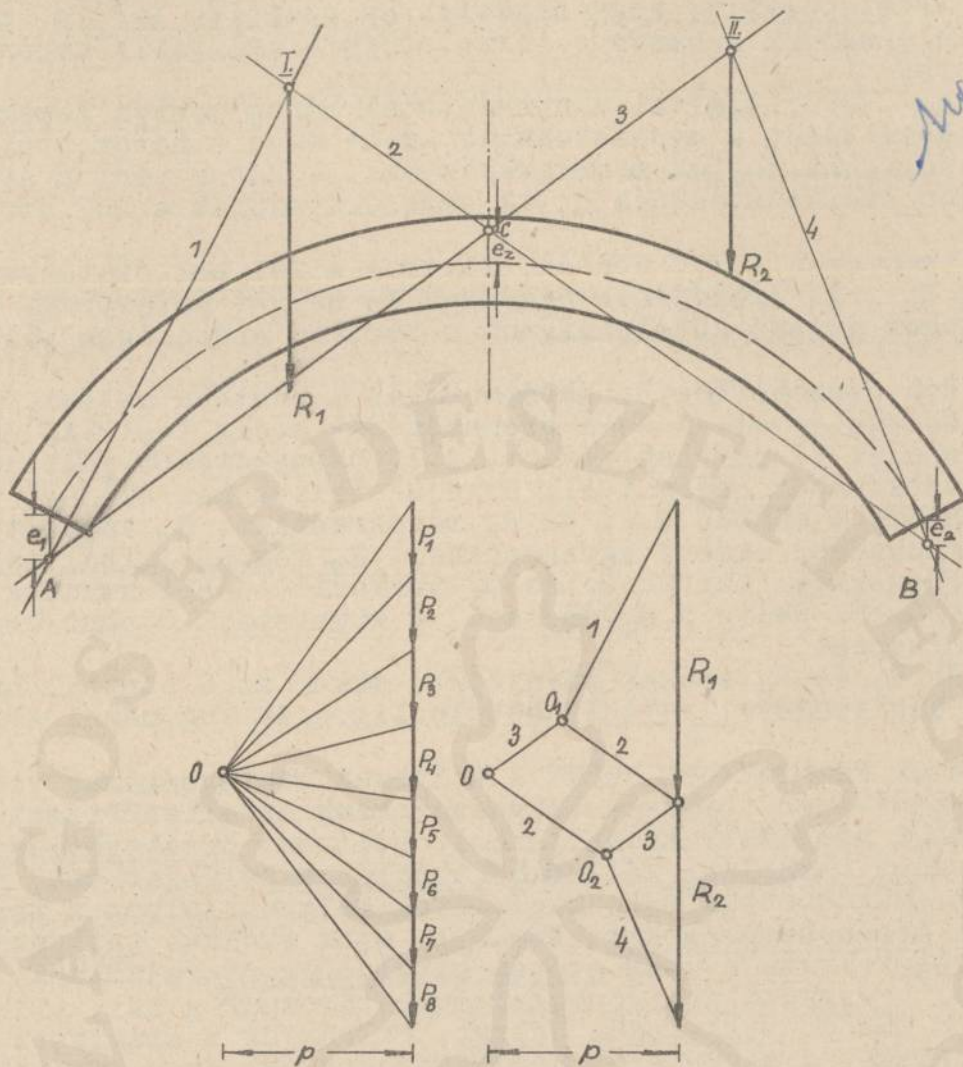
$$e_1 = \frac{5}{8} \frac{v_z^2}{m} + \frac{1}{8} \frac{pm}{v_z + 0.14m}$$

$$e_2 = \frac{5}{8} \frac{v_z^2}{m} - \frac{1}{8} \frac{pm}{v_z + 0.14m}$$

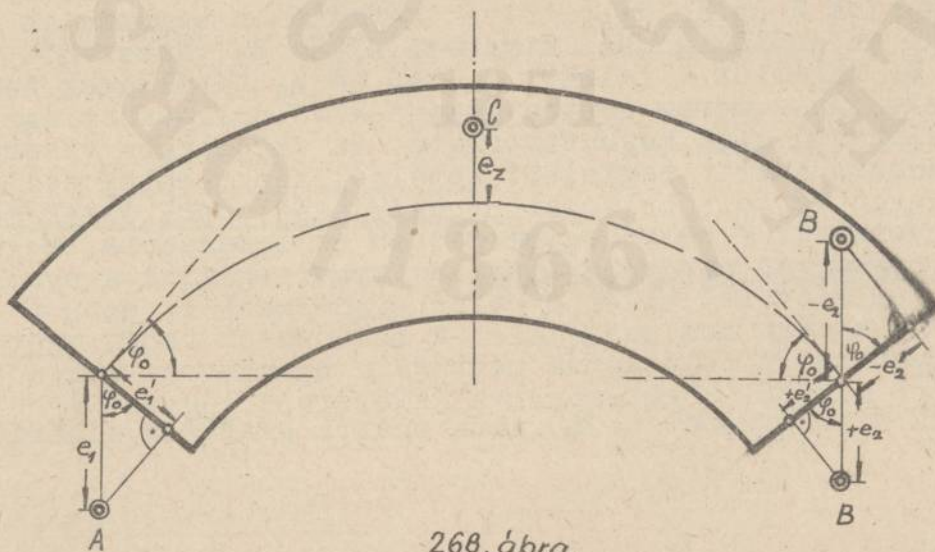


266. ábra.

Marjai István



267. ábra.



268. ábra.

e_1 mindig pozitív, tehát a vállközépen húzott függőlegesen lefelé mérjük. e_2 lehet pozitív, vagy negatív. Ha pozitív, lefelé, ha negatív, felfelé mérjük a hasznos terheletlen oldal vállközépen emelt függőlegesen.

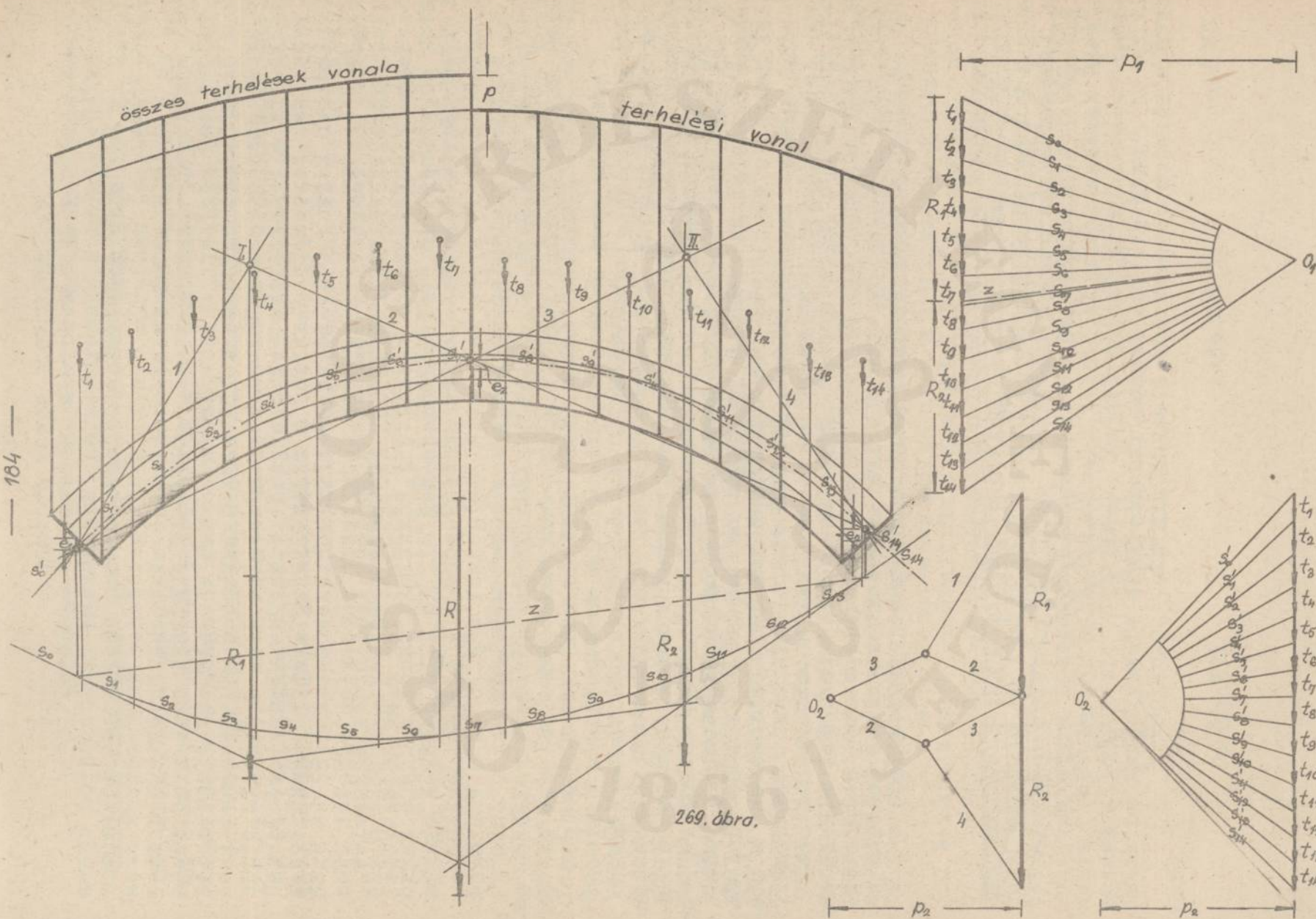
e_2 , e_1 , e_2 által a nyomásvonal három pontja ismeretes. A továbbiakban tehát a nyomásvonalat, mint ezen a három ponton átmenő kötélpoligont fogjuk megszerkeszteni. A három ponton átmenő kötélpoligon szerkesztésének egyik egyszerű módját a 267. ábra szemlélteti.

Ismeretes A, B, C pontok, továbbá a fél boltozatokra ható terhelések R_1 , R_2 eredőjének nagysága és helye. Határozzuk meg az A, B, C pontokon átmenő kötélpoligonhoz tartozó erőpoligon póluspontját.

B, C összekötése R_1 hatásvonalát I. pontban metszi. IB egyenest jelöljük 2-vel, A és I összekötését pedig 1-el. AC egyenes R_2 hatásvonalát II. pontban metszi. A II összekötését jelöljük 3-al, II és B összekötését pedig 4-el. Hordjuk fel egymás alá egy függőleges egyenesre a működő R_1 , és R_2 részeredőket. R_1 végpontjaiból húzunk párhuzamost 1 és 2 egyenesekkel, R_2 végpontjaiból pedig 3 és 4 egyenesekkel. Kaptuk O_1 és O_2 pontokat. O_1 -ből húzunk párhuzamost 3, O_2 -ből pedig 2 egyenessel. A kimetszett O pont lesz a keresett póluspont.

Ha R_1 és R_2 erőket kifejtjük, akkor az O pontból húzott vezérsugarak segítségével rajzolt kötélpoligon át fog menni A, B, C pontokon.

Ezek ismeretében tehát a boltozat vastagságának vizsgálata a következőképpen történik. Meghatározzuk az ellenőrizett alakú, "v" vastagságú asszimmetrikusan terhelt boltozat összterhelési /állandó + mozgó / és terhelési /állandó/ vonalát a boltozat bal, illetve jobboldalán. Működtetjük a részfelületek súlypontjaiban a területekkel arányos mérőhosszuságokat. Ezekkel, mint erőkként tetszésszerűen pólustávolság felvétele után erő és kötélpoligont rajzolunk. A bal és jobboldali részkötélpoligonokkal meghatározzuk a bal, illetőleg jobb oldalon működő részeredők helyét. Felmérjük a számított e_2 és e_1 , e_2 értékeket a megfelelő függőlegesekre. e_1 és e_2 függőlegeseit a kötélpoligon megfelelő oldalaira levetítjük. Ezen metszéspontokat összekötve kapjuk Z záróoldalt. Z-vel párhuzamos egyenes az O ponton keresztül az erőpoligonból kimetszi R_1 és R_2 részeredők nagyságát. R_1 és R_2 valamint a felmért e_2 , e_1 és e_2 távolságok ismeretében a 267. ábra alapján a három ponton átmenő kötélpoligonhoz tartozó erőpoligon pólustávolsága meghatározható, az erőpoligon vezérsugarával párhuzamosan húzott megfelelő kötélpoligon oldalak pedig az asszimmetrikusan terhelt boltozat nyomásvonalát határozzák meg. Ennek a nyomásvonalnak a belső egyharmadban kell maradnia. Megrajzoljuk a belső egyharmad határoló íveit és megvizsgáljuk a nyomásvonalat, ha ez a nyomásvonal kilép a belső egyharmadból, azon a részen a boltozat vastagsága nem megfelelő. A boltozatot tehát vastagítanunk kell ilyenkor. A vastagítás mértéke a nyomásvonalnak a belső harmadtól mért maximális eltérésének kétszerese legyen. A boltozat vastagságának ellenőrzését a 269. ábra alatti grafikus eljárás mutatja.

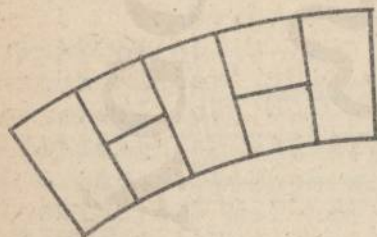


6./ Boltozott hidak építése.

A hídfelek építését a III. fejezetben tárgyaltak alapján hajtjuk végre.

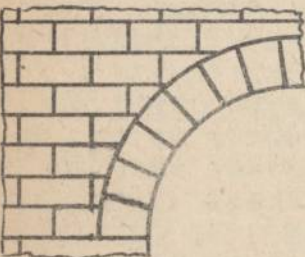
A boltozatok falazása mintadeszkázaton történik. A pal-lókból készített vízszintes u.n. zsínörpadon kirajzoljuk a boltoza-tot teljes nagyságában. A kirajzolás mentén kivágjuk a mintaiveket, ezeket összehevederezzük és felül bedeszkázzuk. A mintaiveket nö-velt nyílmagassággal rajzoljuk, hogy a falazás után a mintaivek á-lá helyezett állványzatokat eltávolítván a kissé megsüllyedt fala-zat vegye fel tervezett alakját. A mintaállvány stabil legyen, hogy építés közben káros süllyedések ne következzenek be.

a./Faragottkő boltozatok építése. Félkör és körszelet boltozat készítésére használhatunk faragott követ. A boltozat nagy szilárdságú faragott kőből készült. A kövek ékalakúak, hogy a fekvő hézagok sugárirányban helyezkedhessenek el. Az álló hézagok gyűrűn-ként változnak a boltozat teljes szélességében. A köveket pontos oldalméretekkel, de érdes felülettel dolgozzuk meg. 0°40 m vastagsá-gig a boltozat kialakításához egy sor követ alkalmazunk. 0°40-0°55 m vastagságig váltakozva egy illetőleg két összeillesztett félkőből ké-szítjük boltívünket /270. ábra/. 0°55 m-nél vastagabb boltozat esetén a rétegek szabályszerű kötésben, mint futó és kötő sorok kerülnek

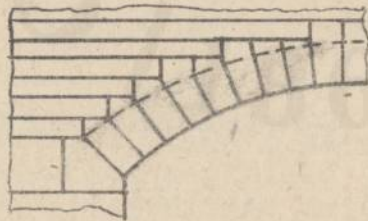


270. ábra.

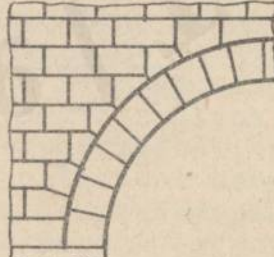
kivitelezésre. 0°80 m vastagságig a boltozat homloklapján a boltívek teljes vastagságban egy darabból, ennél vastagabb boltozat esetén a legszélső boltozat-kövek két darabból álla-nak. Az álló hézagok vastagsága többnyire 2 cm a fekvő hézagoké 1°5 cm. A záradékbán, vala-mint a vállaknál különlegesen erős és jóminő-ségű kő alkalmazásával kell biztosítani a sta-bilitást. Az ékalakúan megfaragott boltozatkö-vek miatt az ellenfalnak a boltozathoz csat-lakozó kövei külön megdolgozást igényelnek. /271. ábra/. Ezt elkerülen-dő, a boltozatköveket vagy a 272. ábra szerinti kiképzéssel dolgoztat-juk meg, vagy pedig külön erre a célra készített kövekkel csatlakoz-tatjuk az ellenfalat az ékalaku boltozatkövekhez. /273. ábra/.



271. ábra.



272. ábra.



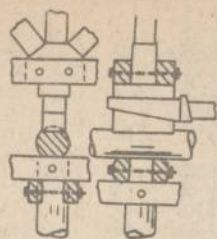
273. ábra.

b./Terméskő boltozatok. Kisebb nyílások áthidalására terméskő boltozatokat használunk. Legelőnyösebb a köralak/félkör, körszelet/ de készülhet parabolikus boltozat alakjában is. Az alkalmazott terméskövek lehetőleg közel egyező méretűek legyenek. A kövek vastagsága általában 7-10 cm. 0°30 m boltozat vastagságig az egymásra helyezett köveknél csak arra ügyelünk, hogy lehetőleg a közel egyenlő nagyságu és durva köveket összeillesztés előtt kalapáccsal gondosan egyengessük. 0°30 m-nél nagyobb boltozat vastagság esetén már súlyt kell helyeznünk a futó és kötősorok kiképzésére. Ugyiszintén vigyázzunk arra, hogy a fekvő hézagok a hid teljes szélességében végignyuljanak. Lehet a boltozatokat úgy is kiképezni, hogy az intrados köveit ékalakuan megfaragtatjuk és az így kiképzett rétegre helyezzük vízszintes hézagokkal egyenlő sorvastagsággal a további terméskő rétegeket. A sortávolság betartását a mintadeszkázaton való jelölésekkel biztosítjuk. A vállaknál nagyobb köveket helyezünk el, ettől felfelé fokozatosan kisebbeket. A zárókő ékalaku és nagyobb méretű. Fakalapáccsal ütjük a boltozat felfalazása után a helyére.

c./Tégla boltozatok. Félkör és körszelet boltozat építésénél kis nyílások áthidalásánál előnyösen alkalmazunk téglaboltozatokat. A boltozat készülhet ékalaku idomtéglaiból, amikor is a fekvő sugárirányú hézagok keresztmetszete derékszögű négyszög, vagy ékalaku hézagok között elhelyezett párhuzamos lapu téglából. Idomtégla alkalmazása csak igen kis boltozatsugár esetén lép előtérbe. A hézagok vastagsága 8-25 mm között változik. Erősen ékalaku hézagok kiképzése legelőnyösebben gyorsan kötő cementhabarcs alkalmazásával biztosítható. A téglák ékalakura való faragását anyaggazdalkodási és munkabérmegtakarítási szempontok miatt kerüljük. Kis sugarú boltozatokat teljes vastagságban egyidejűleg falazunk egymás felett elhelyezett változó magasságu rétegekből. Ha a vállak felé vastagítani kell, akkor azt fél téglavastagsággal készült lépcsőzetes kidolgozással készítjük. Két téglánál vastagabb íveket egymáson fekvő gyűrűbe rakjuk és a második gyűrűt az első elkészülte után boltozzuk. A téglaboltozatok erősítésére szokás a vállaknál, a záradékokban és a záradék és boltváll fél távolságában a boltozat teljes szélességében végigfutó faragottkő réteget elhelyezni.

A boltozat elkészülte után a boltozathoz hozzáépítjük a ráfalazást, elkészítjük a homlokfalakat, a boltozat vízteletető berendezéseit és elhelyezzük a hidpályát és a korlátokat. Ezután eltávolítjuk a mintaállványokat. A mintaállványok eltávolítása óvatosan és fokozatosan történjék. A mintadeszkázatot közepétől a vállak felé, egyidejűleg a boltozat teljes szélességében távolítják el. A fokozatos leeresztést az állványzat alá helyezett csavarorsós emelők működtetésével, illetőleg homok fazekak alkalmazásával érjük el. /274. ábra/. Az állványzat eltávolítása történhet az aláhelyezett ékek elmozdításával is. /275. ábra/.

Boltozott hid állványzati szerkezetét mutatja a 276. ábra.



Állványfelesztő ék

275. ábra

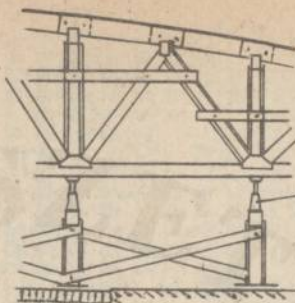


Homok-fazék

274. ábra

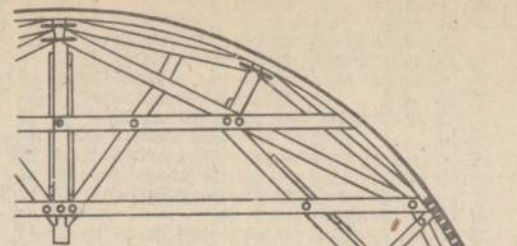


Csavar-emelő



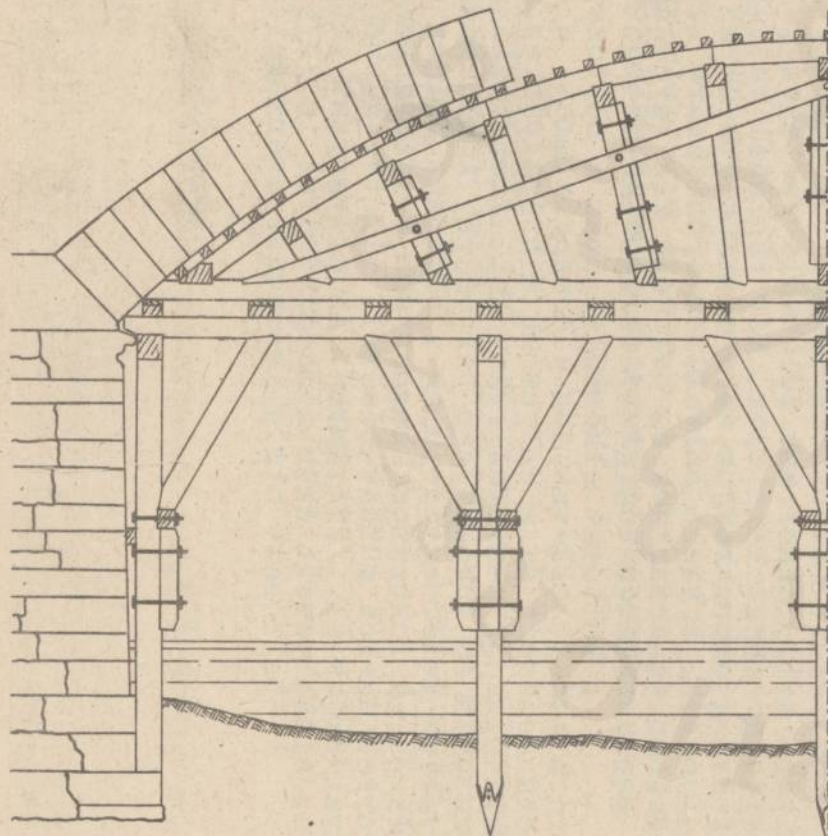
Csavar-emelő

274/a

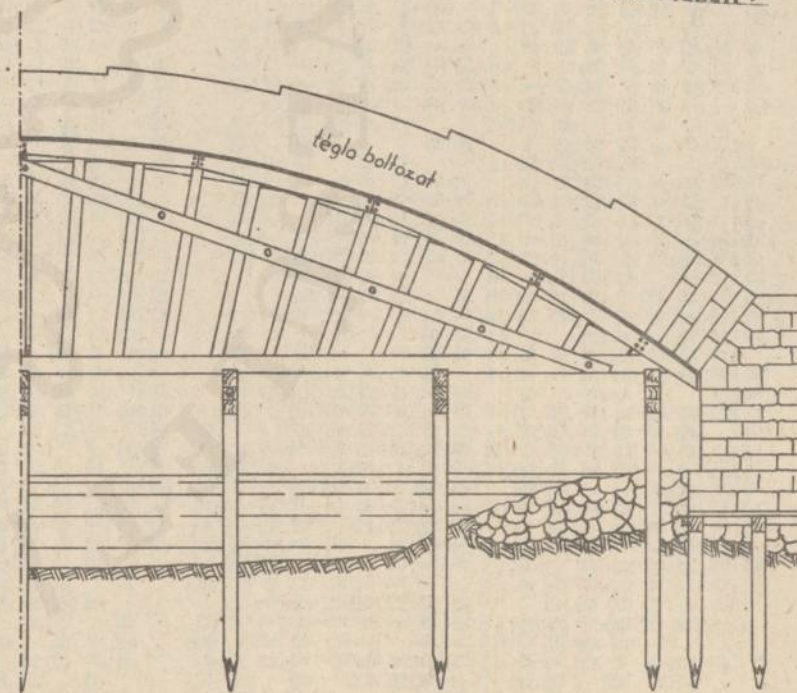


274/b

homok fazék



276. ábra



tégla boltozat

7./Az elkészült hidak megvizsgálása és próbaterhelése.

Boltozott hidak a megvizsgáláson kívül próbaterhelésnek is alávetendők akkor, ha valamelyik nyílásuk 15 m-nél nagyobb, vagy ha az építés tartama alatt, vagy az anyagok vizsgálata alkalmával olyan jelenségek mutatkoztak, amelyek miatt az építmény megbízhatóságához kétség férhet.

A próbaterhelést falazott hidaknál három héttel elkészültük után szabad megtartani.

A hidak megvizsgálására és a próbaterhelésre vonatkozó általános rendelkezések a boltozott hidakra is érvényesek.

A próbaterhelés után a forgalomban átadott hidat 15 m-nél nagyobb nyílás esetén 10 évenként időszakos, részletes vizsgálatnak kell alávetni. Ezt a vizsgálatot mérnököknek kell végeznie. A vizsgálat lefolytatásakor a hid mindkét törzskönyvének, a jóváhagyott részletterveknek, kiviteli terveknek, a próbaterhelésről és az első vizsgálaton felvett jegyzőkönyvnek és az ennek jóváhagyására vonatkozó rendeletnek az időszakos részletes vizsgálatot lefolytató mérnök rendelkezésére kell állniok. Az időszakos részletes vizsgálat eredményei a törzskönyvekbe bejegyzendők.

8./ Boltozott hidak fenntartása és javítása.

A jól épített boltozott hidak kevés fenntartási munkát igényelnek. A fenntartási műveletek egyszerűek és csekély költséggel végrehajthatók. Ez a tény nem jelenti azonban azt, hogy a boltozott hidak karbantartási munkálatai hosszabb időn keresztül teljesen elmaradhatnak.

Ötletszerűen végzett hidfenntartás még ezeknél a fokozottabban stabil hídstruktúráknál is káros következményeket eredményezhet, és ezen következmények későbbi érdeményes felszámolása sokszor csak lényegesen nagyobb anyagi erőfeszítést kívánó, komolyabb természetű munkálatok végrehajtásával érhető el.

A fenntartási munkálatok során elsősorban a boltozott hidak minél tökéletesebb víztelenítésének biztosítására kell törekedni. Gyakorlatilag ezt úgy tudjuk elérni, hogy a csapadékvíznek a hídpályáról és a hidhoz közvetlenül csatlakozó utszakaszokról minél kevesebb idő alatt, a lehető legrövidebb úton és megfelelő irányban történő lefolyását elősegítjük.

Időnként ellenőrizzük tehát /főleg nagyobb esőzések alkalmával/, hogy a vízlevezető csövek /homlokfalon keresztül, vállaknál, záradékban, ellenfalon keresztül/ nincsenek-e eltömődve, a szivárgók működése kielégítő-e stb. Figyeljük meg, hogy a hídpályán és a hídfők felett a pályatesten nem maradtak-e esők után víztócsák. Ellenőrizzük a hídpálya burkolatnak a forgalom következtében beálló kopását. Terjedjen ki figyelmünk arra is, hogy a korlátok, szegélykő, a hid előtt elhelyezett esetlegesen kerékvetők nem sérültek-e meg, vagy váltak hasznavehetetlenné és hogy a hidon csak megengedett terhelésű járóművek közlekedjenek. Ha vízfolyást hidalunk át, nagyobb esőzések /tavaszi hóolvadás, felhőszakadások/ alkalmával nézzük meg, hogy a víz a hídfőket nem mosta-e alá és a vízfolyás mederszélvénnyel nem változott-e meg olymódon, hogy ez a tény a hídstruktúra stabilitását károsan befolyásol-

hatna.

Tavasszal a téli fagyok megszűnte után vizsgáljuk meg, hogy a hideg időjárás nem bontotta-e meg a szerkezet anyagát és nincsenek-e a felületen repedések, vagy nedves, sötét foltok, esetleg szétmállott, vagy meglazult kövek.

A felsorolt vizsgálatok kevés időt és költséget igényelnek általában elegendő őket nagyobb időközökben elvégezni és ezek alapján az esetleg jelentkező hiányosságok pótlása, vagy javítások elvégzése is rendszerint egyszerű módon hajtható végre.

Gondoskodjunk tehát arról, hogy a közvetlenül csatlakozó pályaszakaszok keresztosztervény alakja a szabványos műszervény alakjával megegyezzen, s ha a hidpálya profilja, kereszt és hosszirányú esési viszonyai megváltoztak, újból az eredeti állapotnak megfelelően kialakítjuk azt. A vízvezető csöveket kitisztítjuk a sérült korlátot kijavítjuk, a falazatok hiányosságait kipótoljuk és általában arra törekszünk, hogy az amúgy is csak nagyobb időközökben szükséges munkálatokat a hátrányos jelenség fellépése után nyomban elvégezzük.

Régebbi boltozatokon rongálódások, repedések és egyéb hibák jelentkezhetnek. A hibaforrások lehetnek:

1./Szigetelési és anyaghibák. A falazaton vízcurgások, vízfoltok, átnedvesedett, kifagyott felületek jelentkeznek. A kifagyás oka a rossz, nem fagyálló anyag beépítése. Provizórium védelme alatt lebontjuk a boltozaton lévő feltöltést, a rossz minőségű anyagot kiváltjuk és a szigetelést felújítjuk.

2./Rosszul méretezett boltozat és hidfő. Repedések jelentkeznek a boltozat intradosán. A repedések lehetnek:

a./keresztirányúak /a hidpálya tengelyével párhuzamosak/, önmagukban nem veszélyesek. Az altalaj egyenlőtlen süllyedése miatt keletkeznek, ezt megelőzendő a boltozatot több szakaszban építetjük. Leggyakrabban a homlokfalak alatt jelentkeznek repedések. A repedések továbbterjedését a homlokfalak közti köz kifalazásával gátolhatjuk meg.

b./Hosszirányúak /a hid tengelyére merőlegesek/. Elsősorban a vállaknál és a záradéknál jelentkeznek az intradoson és a feltöltés eltávolítása után láthatjuk, hogy az extradason is egyaránt. Ilyenkor az ellenfalak kifelé igyekeznek dőlni. Veszélyes, mert a deformálódás a külső terhelések hatására egyre növekszik és a boltozat esetleg össze is dőlhet. Ideiglenesen a repedések mellett /sohasem alatt/ elhelyezett dacolással segíthetünk. Végleges segítség az ellenfalak megerősítése, esetleg szükség szerint a hid teljes újraépítése.

9./A boltozott kőhidak erdőgazdasági jelentősége.

A kőboltozatu hidak élettartama ugyyszólván korlátlan. Ha célszerűen tervezett híd szerkezetünket jó minőségű építőköből szakszerűen készítjük el, akkor létesítményünk minimális költségekbe kerülő gondos fenntartás mellett nagyon hosszú ideig jó áthidalást nyújt.

Ott, ahol a közelben jó minőségű kőanyag áll rendelkezésre, építésük mindenképpen megokolt /erdőgazdasági viszonylatban

gyakran áll rendelkezésünkre az építés helyéhez közel jó minőségű építőkö, még akkor is ha építésük költségesebb, mint pl. egy beton-híd létesítése. Elsősorban anyaggazdálkodási szempontok eredményeképpen épültek az elmúlt két évtizedben Németországban a kőből készült RAB/Reichs-autobahn/ hidak és a természetes kő alkalmazásának előtérbe való helyezését fejezi ki az 1907.évi magyar vasuti híd-szabályzat első mondata is, ami szerint vashidat csak abban az esetben szabad építeni, ha kőhidak építése nem lehetséges, vagy kevésbé célszerű.

A következőkben röviden foglaljuk össze a kőhidak előnyeit és hátrányait.

Előnyök: tömör, súlyos szerkezetüknél fogva megbízható, erős áthidalást nyújtanak, jó minőségű kőanyag alkalmazása pedig hosszú élettartamukat biztosítja. A kivitelezés jó szakmunkát igényel és egyszerűnek mondható, mert bár nagy mennyiségű, de kevés fajta anyaggal történik az építkezés és ezért nem szükséges sokrétű szakképzettséggel rendelkező munkások alkalmazása. Az elkészült hídszerkezet fenntartása kevés időt, munkát és költséget kíván. A hídpálya fenntartása egyszerű, és a csatlakozó ut, vagy vasuti pálya felépítményének fenntartásával egyező módon hajtható végre. Külön szakmunkát tehát a hídpálya fenntartása nem igényel, és emellett ezen fenntartási munkálatok általában csak kisebb természetűek és a hidon átmenő forgalmat még rövidebb ideig is csak a legritkább esetben gátolják.

Hátrányok: az építés költségei magasak. Sok anyag kerül felhasználásra és a kőanyag termelési, szállítási, megmunkálási és beépítési költségei az esetek túlnyomó többségében tetemesek. Az elkészült híd szerkezeti magassága nagy. Sok esetben a csatlakozó pályaszakaszok építési költségeinek növekedését is eredményezi boltozott híd építése. /A híd miatt magas töltés létesítése/. A súlyos hídszerkezet a teherközvetítés helyén /hidfő/ jó alapozást kíván. Boltozott híd építése csak nem nagy mélységben lévő jó teherbíró talaj esetén gazdaságos.

A kőboltozatu hidakat az elmondottak alapján csak állandó jellegű erdészeti szállítópályák /erdei vasutak, erdei utak/ műtárgyaiként fogjuk kivitelezni. Különösen indokoltá teszi építésüket az erdészeti műszaki gyakorlatban az a kedvező körülmény, hogy erős áthidalást nyújtanak, hosszúéletűek és fenntartásuk kevés gondot okoz, amellet az építéshez szükséges kőanyag könnyen beszerezhető /sok esetben rendelkezésre áll a helyszínen/ a kivitelezés pedig nagyobb nehézséget nem okoz.

Az erdészeti szállítástechnika mai fejlődése a gépkocsiüzemnek mind szélesebb körű alkalmazását helyezi előtérbe. A gépkocsi üzembiztonsága elsősorban kőpályával ellátott utak építését kívánja meg egyik előfeltételként.

Kőpályás erdei utak tervezésekor állandó jellegű műtárgyakként a kőboltozatu hidak építésének lehetőségét vegyük elsősorban számításba.

Természetesen adott esetben a döntést a létesítendő műtárgyra vonatkozóan sok egyéb körülmény fogja helyes értelemben meghatározni, de kőboltozatu hidak építési lehetőségének kivizsgálására minden esetben fordítsunk fokozott figyelmet és gondot.

V. FEJEZET.

V a s h i d a k .

1./A vashidak anyaga.

A vashidakat alkotó vasalkatrészek anyaga lehet

a./nyersvas, vagy öntöttvas. A nyers, vagy öntöttvas szemcsés szerkezetű, törekeny anyag, melyet csak nyomásra szabad igénybevenni. Olyan szerkezeti részek előállításánál szoktuk használni, ahol a legfontosabb követelmény a könnyű alakíthatóság. /Pl. oszlopok, saruk stb. / Huzott és hajlított alkatrészek nem készülhetnek belőle, mert ezen igénybevételekkel szemben igen kis szilárdságot tanusít. /Megengedhető feszültség vashidakon húzásra 250 kg/cm^2 , nyomásra 500 kg/cm^2 ./

b./Folytvas./Kovácsolható vas/. Vasszerkezetekhez a Bessemer, Thomas, de leginkább Siemens-Martin eljárással gyártott kovácsolható vasnak két fajtáját használhatjuk, ezek

1./A folytvas; olyan vasanyag, melynek szakító szilárdsága 5000 kg/cm^2 -nél kisebb.

2./A folytacél; melynek szakító szilárdsága 5000 kg/cm^2 -nél nagyobb.

A folytvas, mint hengerelt vas, a folytacél, mint öntött, kovácsolt, vagy hengerelt acél kerül forgalomba. /A megengedett feszültség húzásra, nyomásra és hajlításra egyaránt 1200 kg/cm^2 - 1300 kg/cm^2 ./

A folytvasat a hengerművek a különböző céloknak megfelelő keresztmetszeti alakokban állítják elő, melyek közül vashidak szerkezeti elemeinek leginkább a következőket használjuk:

1./Lemez. 5 mm vastagságig finom lemez, 5 mm-en felül durva lemez. A finom lemez 50 kg súlyú kötésekben, a durva lemez táblákban kerül a kereskedelmbe. Az előbbit tetőlemeznek, az utóbbit hajó, vagy kazánlemeznek is hívják.

2./Szalagvas. Négyszög keresztmetszetű anyag, 5 mm vastagságon alul 250 mm szélességig.

3./Rudvas:

a./laposvas. 5 mm vastagságig és 10 mm szélességi méreten felül, jelölése:  /pl. 60×10 /.

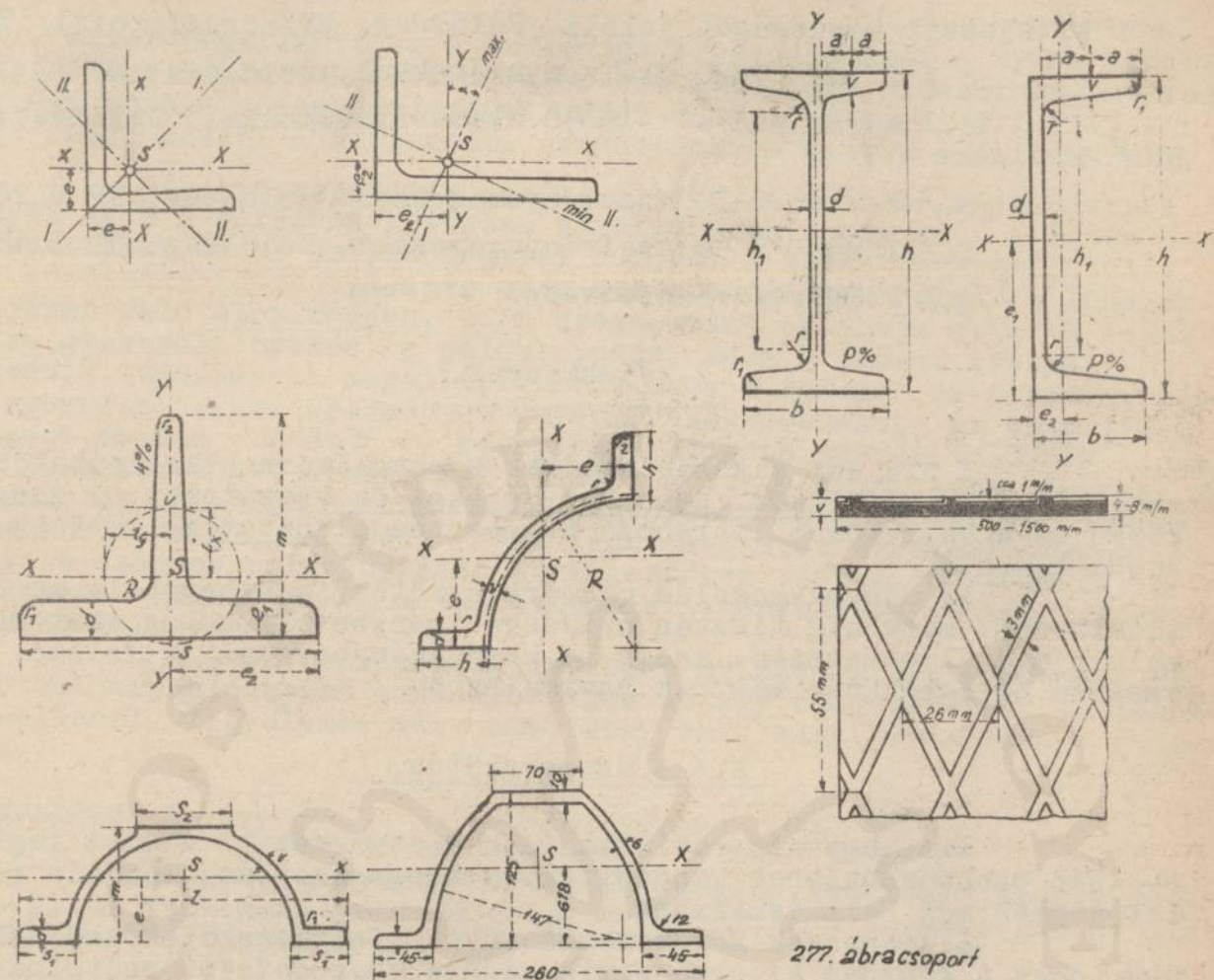
b./Négyszögletes vas. Négyzet keresztmetszettel 5-270 mm vastagságban. Jelölése:  /pl. 40×40 /.

c./Gömbvas. Kör keresztmetszettel 6-400 mm vastagságban. Jelölése: ϕ /pl. 60ϕ /.

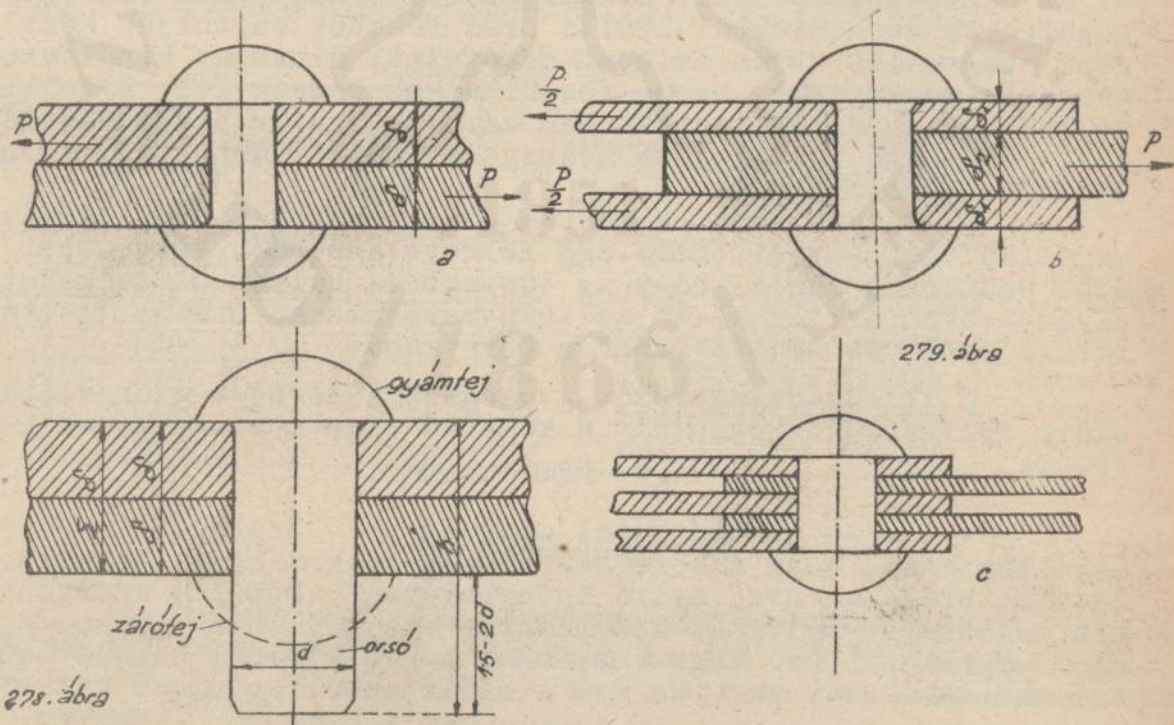
4./Idomvas:

a./Szögvas. Egyenlő, vagy egyenlőtlen szárú. Jelölése: L vagy  . /pl. $80 \times 80 \times 10$ L , $80 \times 120 \times 12$ L /.

b./ T vas: 5-15 szelvényszámokkal. A szelvényszám a cm-



277. ábracsoport



279. ábra

278. ábra

-ben kifejezett magasságot jelöli. Jelölése: NP/normálprofil/ T10.

c./ Z vas: 3-20 szelvénytípusokkal. Jelölése: NP Z 16.

d./ Körnegyedvas: 10-30 szelvénytípusokkal. Jelölése:
NP 10.

e./ U vas: 6-30 szelvénytípusokkal. Jelölése: NP U 20.

f./ I vas: 8-50 szelvénytípusokkal. Jelölése: NP I 45.

g./ Félkörvas:/zórésvas/ 277. ábra.

2./Vaskötések.

A hid vas alkotóelemeinek kapcsolására alkalmazhatjuk a szegecsket, csavarokat, csapokat, ékeket és varratokat. A szegecskötés és a varratokat létrehozó hegesztés oldhatatlan kötések, a többi oldható.

Az összekapcsolás módjára a kötés igénybevétele is hatással van, mert míg tisztán nyírásra igénybevett kötés esetén bármelyik mód alkalmazható, addig ha húzó igénybevétel is fellép, a szegecs és csapkötés már nem használható.

A./ A szegecskötés.

Minthogy az erdei vashidak vasszerkezeti elemei legtöbb esetben szegecskötéssel kapcsoltak, a szegecskötések módjait részletesebben meg kell ismernünk.

A szegecskötés körkeresztmetszetű folytvasból készülnek úgy, hogy a gyárban az orsó egyik végére szegecsfejet sajtolnak. Ez a gyámfej. A szegecsket vörös, izzó állapotba hevítve helyezik el az összeszegecselendő alkatrészekben előzetesen elkészített szegecslyukba és a lyukból kiálló orsó részből sajtolják kézi, vagy gépi szegecselés útján az u.n. zárófejet. Minthogy kihűléskor a szegecsszár megrövidül, benne feszültségek lépnek fel. A fellépő feszültségek abban az esetben nem károsak, ha az összekötendő elemek összvastagsága nem nagyobb a szegecs átmérő vastagságának négyszeresénél. /278. ábra/.

Vasszerkezetek esetén a szegecskötés számítása annak megállapításában áll, hogy egy felvett átmérőjű szegecsből hány db. szükséges ahhoz, hogy az összekötés helyén a szerkezet ugyanolyan erővel álljon ellen az igénybevételnek, mint az osztatlan darab. A számítás menete tehát a következő:

1./Szegecsátmérő. A szegecs átmérőjét gyakorlati alapon előre felvesszük, még pedig a kötéendő elem vastagságának 1,8-2 szeresére.

$$d = 1,8d - 2,0d$$

2./Az igénybevétel minősége. A következő lépés annak megállapítása, hogy a kötésben a szegecsnek hány párhuzamos keresztmetszete szenved nyíró igénybevételt. Ebből a szempontból lehet a kötés egynyírású, kétnyírású, esetleg többnyírású. /279. ábra/. Majd megállapítjuk, hogy a nyírást a hajlításból támadó csuszátóerő okozza-e vagy sem. Ha nem a hajlításból származó csuszátóerő

nyír, akkor megállapítjuk a szükséges szegecs számot. A nyíró erők alapján úgy rendezzük el a szegecs sorokat, hogy először meghatározzuk egy sorban a szegecs számot, majd a sortávolságot állapítjuk meg. /Lásd később a szegecselt gerinclemez tartók számításánál/.

3./A szegecsszám megállapítása. A felvett szegecsből annyit kell a kérdéses kötésben alkalmaznunk, hogy az / a kötés / az osztatlan darab szilárdságával bírjon. A kötés tönkremenetelét két körülmény idézhetné elő: a./a szegecs szárnak /orsó/ a lemezek síkjában való elnyíródása, b./a szegecsszár palástja által a lemez-falra gyakorolt nyomás, a palástnyomás, mely a lemezt kiszakítani igyekszik. Számítással megállapítható, hogy a nyírási és palástnyomási igénybevétel akkor eredményez egyenlő szegecsszámot, ha egynyírási szegecs esetén $d=3.5d'$, kétnyírási szegecs esetén $d=1.75d'$. Ha "d" az előbb adott értékeknél kisebb, a szegecsszár elnyíródással fenyeget, és ebben az esetben ez az igénybevétel még nagyobb szegecsszámot követelni, ha pedig "d" a fent megadott értéknél nagyobb, a lemez a szegecs palástnyomása következtében beszakadhat, és így a szükséges szegecsszámok a palástnyomási igénybevételre kell, hogy elegendőek legyenek.

A szegecsszám megállapítása nyírásnál úgy történik, hogy a kötést terhelő nyíró erőt elosztjuk az egy szegecs által felvehető terheléssel, figyelembe véve azt, hogy egy, vagy kétnyírási-e a szegecs.

Egynyírási $n = \frac{P}{\frac{d^2 \pi}{4} \tau}$

Kétnyírási $n = \frac{P}{2 \frac{d^2 \pi}{4} \tau}$

A gyakorlatban előforduló szegecs átmérőkre az egy szegecs által felvehető terhelést egy és kétnyírási szegecsre az alábbi táblázatból olvashatjuk ki.

Egy db. szegecs által felvett terhelés kg-ban nyírási.
 $\tau_{meg} = 800 \text{ kg/cm}^2$

A szegecs		R		A szegecs		R	
átmérője mm	keresztmetszet területe cm ²	egyszer	kétszer	átmérője mm	keresztmetszet területe cm ²	egyszer	kétszer
		nyírt szegecsnél	nyírt szegecsnél			nyírt szegecsnél	nyírt szegecsnél
		kg				kg	
6	0.283	226	452	15	1.767	1414	2828
8	0.503	402	804	16	2.011	1608	3216
10	0.785	628	1256	18	2.545	2036	4072
11	0.960	760	1520	20	3.140	2512	5024
12	1.131	905	1810	22	3.800	3040	6080
13	1.327	1062	2124	24	4.520	3619	7238
14	1.540	1232	2464	26	5.310	4228	8456

280. ábra.

A szegecsszámot palástnyomás alapján megkapjuk ha a terhelő erőt az egy szegecs által palástnyomásra átvihető terheléssel elosztjuk.

$$n = \frac{P}{d d' \sigma_p}$$

Ez a szabály egy és kétnyírási szegecsre egyaránt érvényes. Egynyírási kötés esetén, ha a kötendő elemek külön-

bőző vastagságúak, az egyenletben δ helyére mindenkor a kisebb értéket helyettesítjük. Kétnyirású kötés esetén, ahol rendszerint egy vastagabb és két vékonyabb elemet kötünk össze, δ helyére vagy a vastagabb, vagy a két vékonyabb elem összegét tesszük, aszerint hogy melyik érték kisebb. A gyakorlatban előforduló szegecs átmérőkre és lemez vastagságokra az egy szegecs által palástnyomásra felvehető terheléseket az alábbi táblázat mutatja.

Egy db szegecs által felvett terhelés kg-ban palástnyomásra.
 $\delta_p = 2000 \text{ kg/cm}^2$

ϕ mm	Lemez vastagság mm - ben									
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
14	1690	2240	2520	2800	3080	3360	3640	3920	—	—
15	2100	2400	2700	3000	3300	3600	3900	4200	4500	4900
16	2240	2560	2880	3200	3520	3840	4160	4480	4800	5120
17	2380	2720	3060	3400	3740	4080	4420	4760	5100	5440
18	2520	2880	3240	3600	3960	4320	4680	5040	5400	5760
19	2660	3040	3420	3800	4180	4560	4940	5320	5700	6080
20	2800	3200	3600	4000	4400	4800	5200	5600	6000	6400
21	2940	3360	3780	4200	4620	5040	5460	5880	6300	6720
22	3080	3520	3960	4400	4840	5280	5720	6160	6600	7040
23	3280	3680	4140	4600	5060	5520	5980	6440	6900	7360
24	3360	3840	4320	4800	5280	5760	6240	6720	7200	7680
25	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000
26	3640	4160	4680	5200	5720	6240	6760	7280	7800	8320
27	3780	4320	4860	5400	5940	6480	7020	7560	8100	8640
28	3920	4480	5040	5600	6160	6720	7280	7790	8400	8960

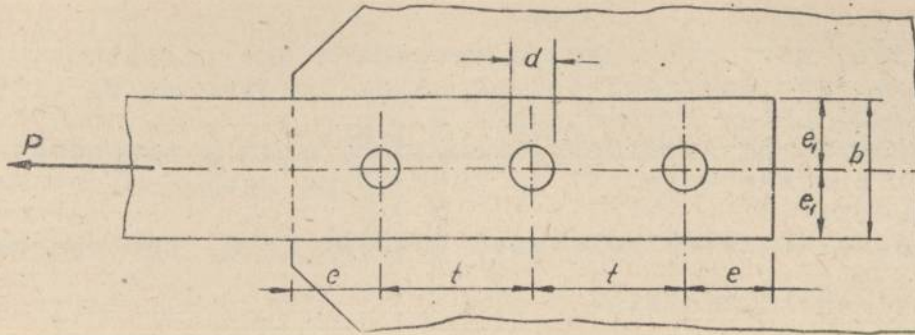
281. ábra.

4./A szegecskötés megtervezése. A szegecselés a kötendő elemek keresztmetszeti alakja szerint történik egy vagy két síkban és mindkettő lehet egy vagy többsoros.

a./Egy síkban való szegecselés. Ha a kötendő elem szélessége nem nagyobb mint a szegecs-átmérő négyszerese, akkor a szegecs egy sorban nyerhetnek elhelyezést. Ilyen esetben a szegecsnek hatóságilag előírt távolságait a 282. ábra mutatja. Ha a kötendő elem szélessége nagyobb, mint a szegecsátmérő négyszerese, akkor a szegecsket több sorban helyezük el, mert ilyenkor az "e" méret igen nagyra adódna és a szegecs meghúzása folytán a kötés a széleken szétnyílna. A szegecs elrendezését a 283. 284. ábrák mutatják.

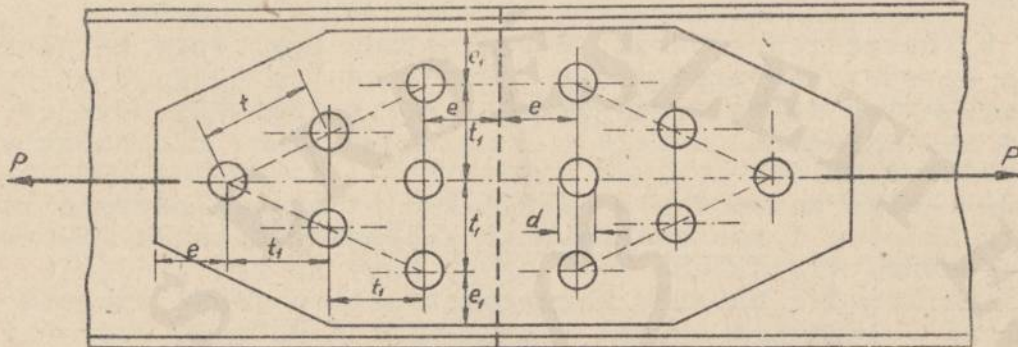
b./Két síkban való szegecselés leginkább szögvasaknál fordul elő. A szegecs közép pontját összekötő vonalat gyökvonalnak hívjuk, melynek távolságát a szögvas szélétől az alábbi egyenlet adja meg: $g = \frac{h+d}{2}$, hol "h" a szögvas szélessége /285. ábra/.

A szegecsket a szögvas két síkjában rendszeren egymáshoz képest szimmetrikusan eltolva helyezük el. A gyökvonal "g" távolsága eleve meghatározza az illető szögvasához használható szegecs

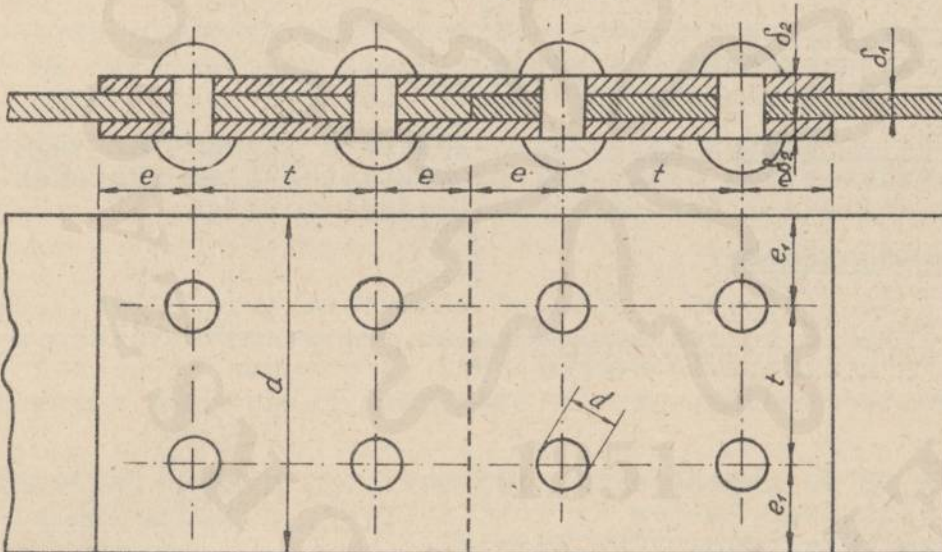


$$\begin{aligned} t &= 3d - 4d \\ e &= 2d \\ e_1 &= 1.5 \sim 2d \\ b_{\max} &= 3d - 4d \\ d_{\max} &= \frac{b}{4} - \frac{b}{3} \end{aligned}$$

282. ábra.

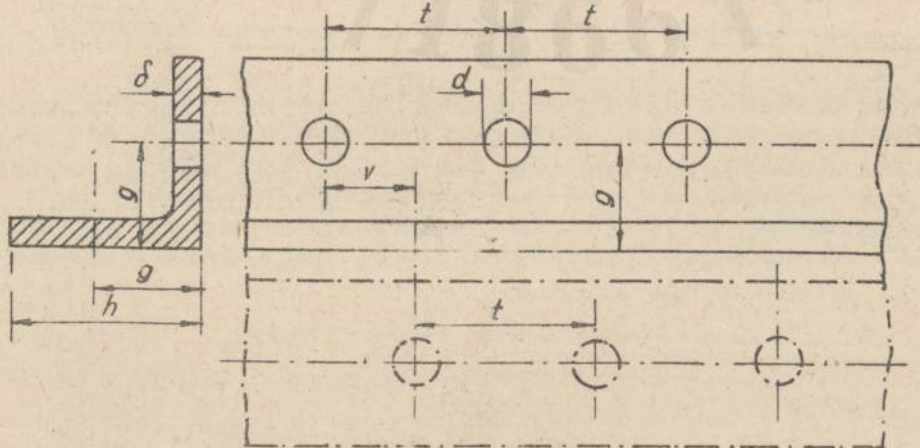


283. ábra.



$$\begin{aligned} e &= 2d \\ e_1 &= 1.5d - 2d \\ t &= 3d \sim 4d \\ t_1 &= 2.5d \end{aligned}$$

284. ábra.



285. ábra.

legnagyobb átmérőjét, mert csak akkora szegecsset használhatunk, amelyre nézve a h-g távolság megfelel az $e=2d$, illetve az $e_1 = 1.5d$ távolságnak aszerint, ahogy az erő működik.

Ha a szögvaszár szélessége nagyobb, mint a szegecsát-mérő négyszerese, természetesen itt is több soros szegecselést kell alkalmaznunk /286.ábra/.

A szegecselés révén keletkező kötések közül fontosabbak:

1./Hosszabbító kötések:

a./átlapolt kötések, pl. két lapos vas hosszabbító kötése rálapolással./287.ábra/.

b./hevederes kötések. Készülhetnek egy, vagy kétoldali hevederrel. A heveder vastagsága egy heveder esetén egyenlő az összekötött elem vastagságával, két heveder esetén egy-egy heveder a kötött elem vastagságának a fele + 2 mm. $\delta_1 = \frac{\delta}{2} + 2mm$, pl. szögvas hosszabbító kötését külső szögvas hevederekkel mutatja a 288.ábra. A gyökvonal helye mindenkor a belülfekvő szögvasra nézve állapítandó meg. U illetve I vas hosszabbító kötések mutat a 289.ábra. Minden toldásnál vigyáznunk kell arra, hogy az erő átadását közvetítő hevederlemezek hasznos keresztmetszete – tehát szegecs gyengítés nélkül – legalább akkora legyen, mint a kötendő szelvény keresztmetszeti területe.

2./Sarokkötések. Szögletek létesítésére szolgáló kötések. Pl. szögvasak sarokkötése csomóponti lemez segítségével és erősítésül meghajlitott laposvas hevederrel látható a 290.ábrán.

3./Vég és kereszt-kötések. A 291.ábra laposvasak végkötését szögvas hevederrel és szögvasak kereszt-kötését az összefektetett szögvasak szárainak összeszegecselésével mutatja.

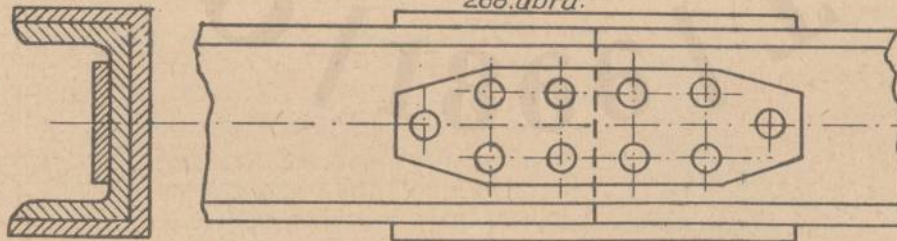
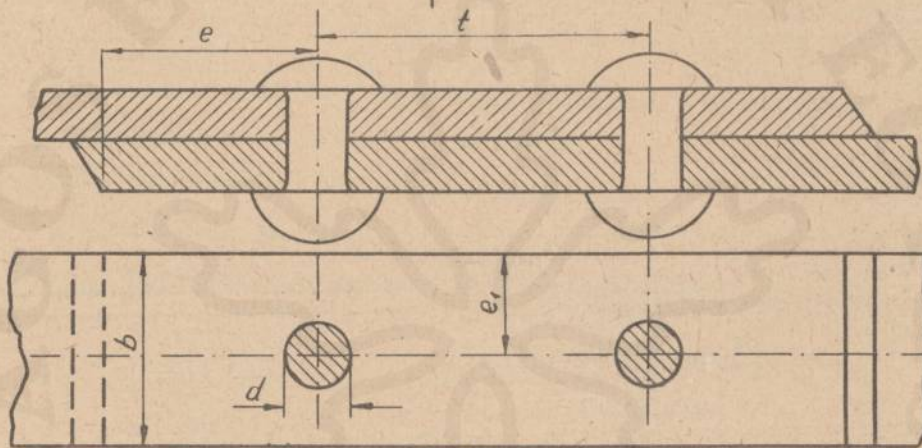
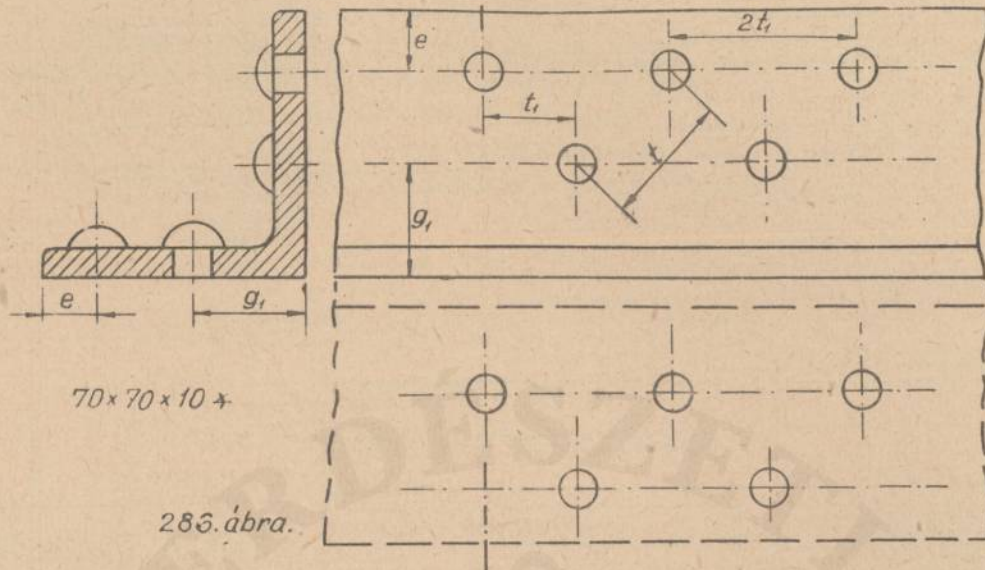
4./Tartóbekötések.

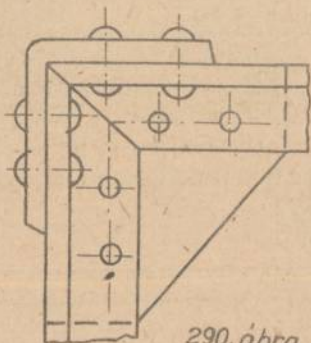
a./A melléktartó a főtartó középvonalában helyezkedik el. A bekötés a főtartó teljes magasságában végigvezetett szögvasakkal történik, a melléktartó tengelyével párhuzamos szegecses csavarokkal helyettesítendő, mert a szegecses huzást nem szenvedhetnek./292.ábra./

b./A fő és melléktartó alsó övei egy síkban fekszenek. A melléktartó talpát megfelelően ki kell faragni, sohasem szabad a főtartó alsó övére tálektetni./293.ábra./

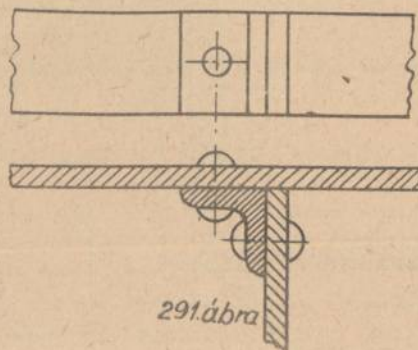
B./Hegesztett kötések.

Vasszerkezetek alkatrészeinek kötésére ujabban kiterjedten használják a hegesztést, melynek eredményeképpen varratok képződnek. Ezeknek ismertetésére nem térhetünk ki. Megjegyezzük azonban azt, hogy a hegesztés igen gazdaságos szerkezeteket ad, mert a szegecslyuk elmaradása folytan kisebb keresztmetszetű anyagot használhatunk, az átlapolások hevederek stb. nagyrészt elmaradnak, és így az önsúly kisebb lesz.

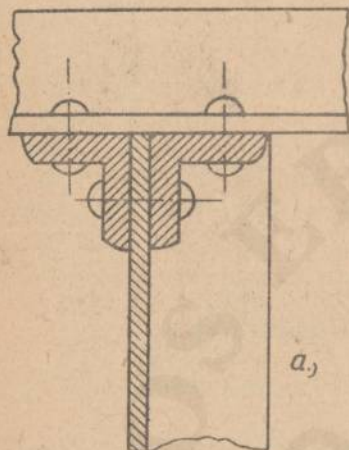




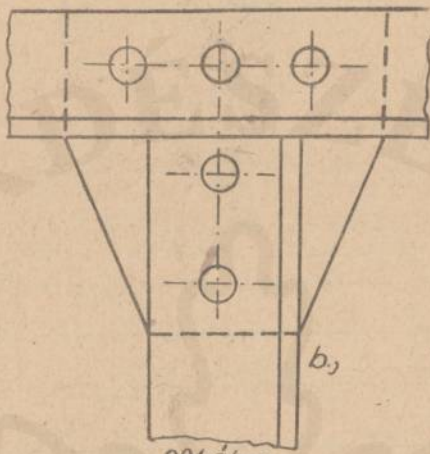
290. ábra.



291. ábra

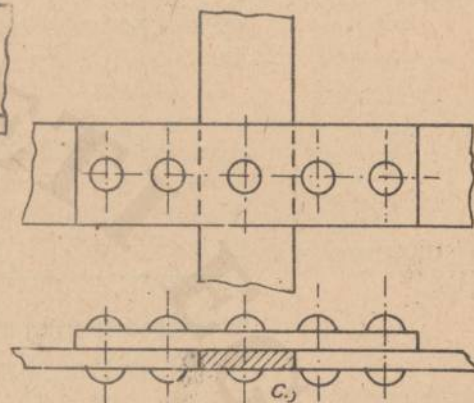


a,

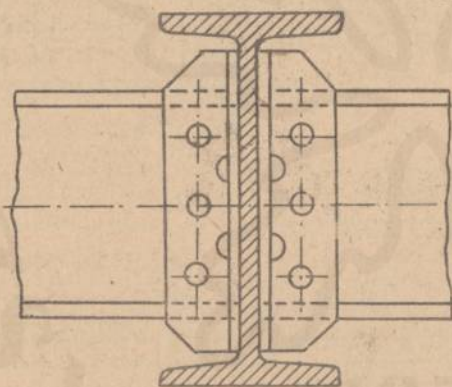


b,

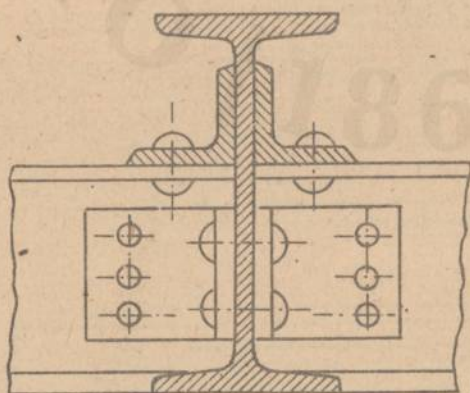
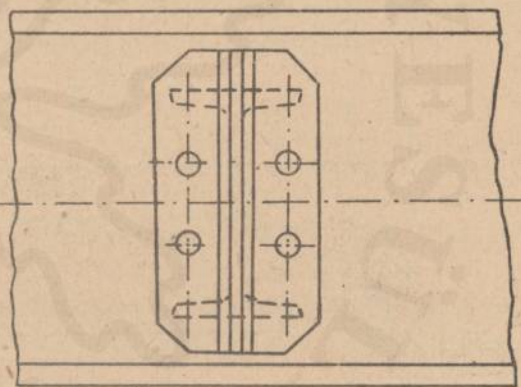
291. ábra.



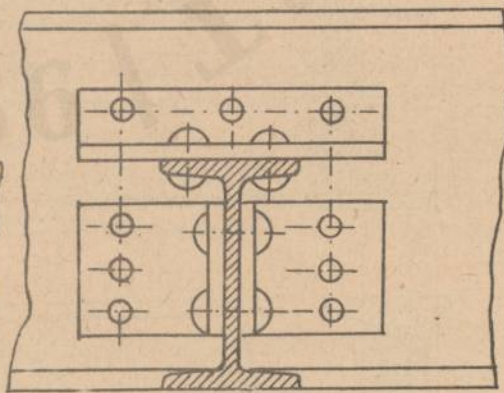
c,



292. ábra.



293. ábra.



C./Csavarkötések.

Kivételes esetekben alkalmazunk csavarkötést is, például ha a helyszűke miatt a szegecs zárófejének kiképzése, vagy a hegesztés nem lehetséges, ha az összekötendő elemek összvastagsága nagyobb, mint a szegecsátmérő négyszerese, ha a kötésnél a szegecs tengelyirányú húzása is felléphet /tartóbekötések/.

3./ A vashidak alakjai.

A vashidaknak három alakját különböztetjük meg:

- 1./Egyszerű vasgerenda hidak.
- 2./Szegecselt gerinclemezes hidak.
- 3./Rácsos vashidak.

Az egyszerű vasgerenda hidakat egyaránt alkalmazzuk közúti és vasúti áthidalásokra, a szegecselt gerinclemezes tartókat és a rácsos tartókat az erdőgazdaságban főleg csak vasúti áthidalásokra alkalmazzuk.

Fenti hidak ismertetése az alábbi sorrendben történik:

- 1./Vashidak hídfői és pillérei.
- 2./A tartók felfekvése a hídfőkön.
- 3./Vashidak pályája.
- 4./A tartószerkezetek: a./egyszerű vasgerenda
b./szegecselt gerinclemezes tartó
c./rácsos tartó.

4./ Vashidak hídfői és pillérei.

Vashidak hídfője és pilléreként faanyagot csak kivételes esetben ideiglenes helyreállításoknál alkalmazhatunk. Alakjuk és szerkezetük egyezik a fahidaknál letárgyalt fa hídfőkkel és pillérekkel. A legáltalánosabban használt hídfő, illetve pilléranyag a kő, illetve a kőnemű anyagok: a téglá és a beton.

A kőhídfők és pillérek mérete és alakja egyezik a fahidak fejezetben ismertetett kőhídfőkkel, illetve pillérekkel. Különbség csak az egyszerű vasgerenda hidakon mutatkozik, amennyiben a tartók a hídfő ellenfalába befalazottak lehetnek. A befalazásból a felső övek rendszerint kiállanak. A befalazást a tartószerkezet méretezése szempontjából nem szabad befogásnak minősítenünk.

A vastartók felfekvése alatt, minthogy a tartókról nagy terhelés adódik át a hídfőkre, illetve a pillérekre, nagy szilárdságú szerkezeti követ kell feltétlenül alkalmaznunk.

J vasak jellemző adatai II.277 táblánál

Aszelvény száma az előállító gyár jelzése		A szelvény méretei mm-ben							A talp-lejtése	Kerest-met-szeti terület cm ²	Súly fm-ként (γ=785) kg	A szelvény száma az előállító gyár jel- zése		Inercia		Kerest- mész- mod.		Inerc.		Kerest- mész- fi mod.		C=K _x / K _y	A belső magidom méretei cm		II t cm
		az X-X főten- gelyre.		az Y-Y főten- gelyre.		nyoma- ték		nyoma- ték																	
		I _x cm ⁴	K _x cm ³	I _x cm	I _y cm ⁴	K _y cm ³	I _y cm	I _x cm ⁴						K _x cm ³	I _x cm	I _y cm ⁴	K _y cm ³	I _y cm	k _x	k _y					
All.	Rim.	h	b	d	v	r	r ₁	h ₁	p%			All.	Rim.	I _x cm ⁴	K _x cm ³	I _x cm	I _y cm ⁴	K _y cm ³	I _y cm			k _x	k _y	cm	
8	8	80	52	40	60	48	24	56	8.6	9.08	713	8	8	97.1	24.3	3.27	12.7	4.90	1.18	4.96	2.67	0.54	6.1		
10	10	100	60	45	70	54	27	72	9.0	12.4	975	10	10	208	41.8	4.09	22.8	7.59	1.35	5.48	3.35	0.61	7.7		
	12	120	58	5.1	7.7	5.1	3.1	92	14.0	14.2	11.2		12	328	54.7	4.81	21.5	7.41	1.23	7.38	3.86	0.52	9.3		
12		120	68	5.0	8.0	6.2	3.1	88	9.4	16.3	12.8	12		393	65.5	4.91	37.8	11.1	1.52	5.89	4.02	0.88	9.3		
	14	140	68	5.7	8.6	5.7	3.4	109	14.0	18.3	14.4		14	573	81.9	5.61	35.2	10.7	1.40	7.85	4.50	0.59	10.8		
13	13	130	72	5.5	8.5	6.6	3.3	96	9.8	18.7	14.7	13	13	524	80.6	5.30	47.6	13.2	1.60	6.10	4.32	0.71	10.1		
	15	150	70	6.0	9.0	6.0	3.6	117	14.0	20.4	16.0		15	735	98.0	6.00	43.9	12.5	1.47	7.84	4.80	0.62	11.6		
14		140	76	6.0	8.5	7.0	3.5	105	9.8	20.6	16.1	14		660	94.2	5.67	55.6	14.8	1.64	6.44	4.58	0.71	10.8		
15		150	80	6.0	9.0	7.2	3.6	114	10.0	22.6	17.7	15		840	112	6.10	68.5	17.1	1.74	6.54	4.96	0.76	11.7		
16	16	160	84	6.5	9.5	7.8	3.9	121	10.2	25.4	20.0	16	16	1068	134	6.48	83.6	19.9	1.81	6.71	5.25	0.78	12.5		
18	18	180	90	7.0	11.0	8.4	4.2	136	10.6	31.2	24.5	18	18	1663	185	7.30	120	26.6	1.96	6.94	5.92	0.85	14.1		
20	20	200	96	8.0	12.0	9.6	4.8	152	11.0	37.6	29.5	20	20	2429	243	8.04	158	33.0	2.05	7.37	6.46	0.88	15.6		
22	22	220	102	9.0	13.0	10.8	5.4	167	11.4	44.6	34.8	22	22	3434	312	8.78	206	40.3	2.15	7.75	7.01	0.90	17.0		
24	24	240	108	9.5	14.5	11.4	5.7	182	11.8	52.0	40.8	24	24	4785	399	9.59	273	50.5	2.29	7.89	7.67	0.97	18.6		
24.8	24.8	240	135	9.5	14.5	11.4	5.7	180	11.8	59.8	47.0	24.8	24.8	5774	481	9.82	517	76.6	2.94	6.28	8.04	1.28	18.8		
26	26	260	114	10.5	15.5	12.6	6.3	197	12.2	60.2	47.2	26	26	6417	494	10.3	343	60.1	2.39	8.21	8.21	1.00	20.1		
28	28	280	120	11.0	17.0	13.2	6.6	212	12.6	68.7	53.9	28	28	8527	609	11.1	439	73.2	2.53	8.32	8.87	1.06	21.7		
30	30	300	126	12.0	18.0	14.4	7.2	227	13.0	78.0	61.3	30	30	11000	734	11.9	537	85.3	2.62	8.60	9.40	1.09	23.2		
28.8	28.8	280	150	11.0	17.0	13.2	6.6	210	12.6	78.9	61.9	28.8	28.8	10280	734	11.4	831	111.0	3.25	6.63	9.31	1.40	21.9		
32	32	320	132	13.0	19.0	15.6	7.8	242	13.4	88.0	69.1	32	32	13980	874	12.6	651	98.6	2.72	8.86	9.93	1.12	24.6		
35	35	350	141	14.0	21.0	16.8	8.4	265	14.0	104	81.4	35	35	19690	1130	13.8	877	124	2.91	9.05	10.86	1.20	27.0		
40	40	400	158	16.0	24.0	19.2	9.6	303	15.0	133	104	40	40	32710	1640	15.7	1350	174	3.19	9.42	12.31	1.31	30.7		
	45	450	171	18.0	27.0	21.6	10.8	340	16.0	166	130		45	57280	2280	17.6	2000	243	3.48	9.74	13.76	1.41	34.5		
	50	500	186	20.0	30.0	24.0	12.0	378	17.0	202	158		50	76710	3070	19.5	2860	307	3.76	9.99	15.20	1.52	38.3		

U-vasak jellemző adatai.

A szelvény száma	A szelvény méretei mm-ben						A súlypont helyzete cm-ben		A talp lejtése	Keresztmetszeti terület	Súly fm-ként (γ=785)	Inercia nyomaték az X-X főtengelyre		Inercia nyomaték az Y-Y főtengelyre		$\frac{K_x}{K_y}$	A belső magidom méretei cm					
	magasság	talp szélesség	gerinc vastagság	talp vastagság	a legöböllyítés sugara	a legöböllyítés sugara	e1	e2				Jx	Kx	Ix	Jy		Ky	Iy	Kx		Ky	Ky
h	b	d	v	r	r1	cm	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm	cm	cm						
8	80	45	6.0	9.0	9.0	3.6	4.00	1.54	7.8	12.1	9.47	116	29.0	3.40	21.9	7.40	1.35	3.92	2.41	0.61	1.18	2.5
10	100	50	6.5	9.5	9.5	3.9	5.00	1.62	8.0	15.0	11.8	227	45.4	3.89	33.3	9.84	1.49	4.61	3.02	0.65	1.37	3.9
12	120	55	7.0	10.5	10.5	4.2	6.00	1.74	8.2	18.8	14.8	410	68.3	4.67	50.1	13.3	1.63	5.13	3.63	0.71	1.53	5.3
13a	130	60	7.0	10.5	10.5	4.2	6.50	1.87	8.3	20.6	16.1	533	82.1	5.09	65.3	15.8	1.78	5.20	3.99	0.77	1.70	5.8
14	140	60	7.5	11.0	11.0	4.5	7.00	1.82	8.4	22.4	17.6	662	94.6	5.44	69.9	16.7	1.77	5.65	4.22	0.75	1.71	6.6
16	160	65	8.0	12.0	12.0	4.8	8.00	1.95	8.6	26.9	21.1	1038	130	6.21	98.2	21.6	1.91	6.02	4.83	0.80	1.87	7.9
20	200	75	7.5	10.0	13.5	5.4	10.00	1.96	8.8	29.0	22.8	1751	175	7.76	130	23.5	2.12	7.45	6.02	0.81	2.30	11.0
18	180	70	8.5	12.5	12.5	5.1	9.00	2.03	8.8	31.1	24.4	1513	168	6.97	130	26.1	2.04	6.43	5.40	0.84	2.05	9.3
22	220	80	9.5	14.0	14.0	5.7	11.00	2.25	9.2	41.2	32.4	2980	271	8.50	221	38.4	2.32	7.05	6.57	0.93	2.38	11.9
24	240	85	10.0	15.0	15.0	6.0	12.00	2.38	9.4	47.2	37.0	4058	338	9.28	285	46.5	2.46	7.28	7.17	0.99	2.54	13.1
26b	260	90	10.5	15.5	15.5	6.3	13.00	2.47	9.6	52.6	41.3	5294	407	10.0	352	53.9	2.59	7.56	7.74	1.02	2.70	14.4
28	280	90	12.0	14.5	15.0	6.0	14.00	2.31	5.0	56.9	44.7	6289	449	10.5	366	54.7	2.34	8.20	7.88	0.82	2.37	15.8

*t az a távolság a két szelvény között, amely mellett az összetett keresztmetszet főtengelyeire az inercianyomatékok egyenlők $J_1 = J_2 = 2 \cdot J_x$.

5./ A tartók felfekvése a tartókon és pilléreken.

Kisméretű és lényeges hőváltozásoknak ki nem tett tartókat egyszerűen a mellfalazatra fektetünk, amikor is a felfekvési helyeken 15-30 mm. vastag vaslemez, vagy ólomlemez alátéteket helyezünk el. A felfekvés hossza rendszerint a tartómagasság másfélszerese. A tartók támaszkodnak egyszerű fa ászokgerendákra is. Az ászok-gerendához vagy csavarokkal vagy sinszgekkel erősítjük, hogy ezáltal oldalirányú elmozdulásukat meggátoljuk.

Nagyobb tartók felfekvésénél a következő feltételeket kell teljesíteni. A terhelést pontosan meghatározott helyen kell a hídfőnek átadni. Gondoskodnunk kell arról, hogy a tartó hőközta hosszváltozása akadálytalanul végbemehessen és biztosítanunk kell a tartónak a felfekvési él körül történő szabad elfordulását. Hogy mind e céloknak a felfekvés megfelelően a tartó és a hídfő közé öntöttvasból, vagy acélból készült különböző alakú sarukat helyezünk.

A legegyszerűbb szerkezetű saru egyik oldalán hengeres kiképzésű vasöntvény, melyen a tartó mindig csak egy alkotó mentén fekszik fel. Ezáltal a tartó szabad elfordulása biztosítva van. A tartónak a saruról történő esetleges lecsuszását a tartóra erősített peremek gátolják. A sarunak a hídfőben való megerősítésére annak alsó lapján egy 50-60 mm magas keresztirányban haladó bordát, az u.n. köldököt alkalmazunk.

Az ily módon szerkesztett talpsarun a tartó hőközta hosszváltozás esetén szabadon elcsuszhat, amiért is a másik alátámasztásnál összekapcsoljuk egymással a sarut és a tartót, de úgy hogy a szabad elfordulás lehetséges legyen. /294. ábra/.

Ha a tartó a behajlás folytán a sarun elfordul, a felszabadító erő iránya is megváltozik, amit nem szabad megengednünk nagyobb terhelésű tartóknál, és ezért ezek alátámasztására a fix alátámasztást, mint billenő-sarut a mozgó alátámasztást pedig mint gördülő-sarut képezzük ki. /295. ábra./

A billenő sarun a felszabadító erő mindig a csapon fog fellépni. A gördülő saru viszont az alátámasztás síkjában acélgörgőn elmozdulhat. Ebben az esetben a felszabadító erő az elmozdulás síkjára merőleges lesz. A billenő és gördülő saru felső részét csavarokkal kötjük a tartó alsó szerkezeti eleméhez.

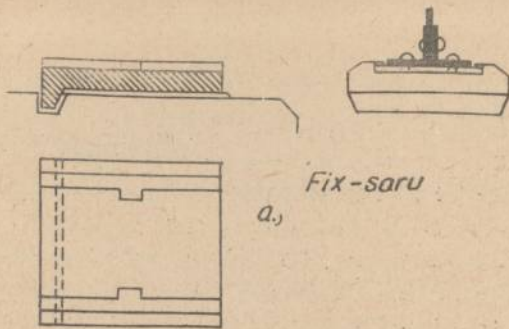
6./ Vashidak pályája.

A közuti vashidak hossztartói egy síkban elhelyezve hordják a hídpályát, amely rendszeren pallóborításként a fahidaknál tárgyalat módon képezhető ki. /296. ábra/.

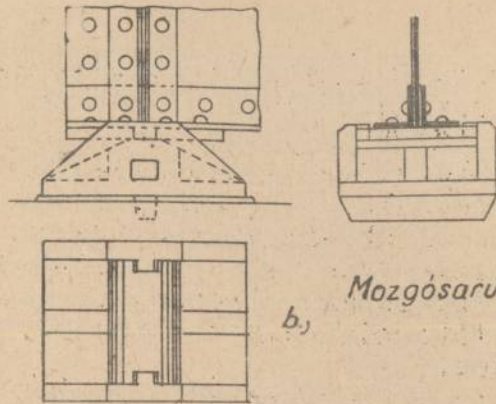
Ha a közuti vashidon a csatlakozó út tükrét pl. kavicspályát át akarjuk vezetni, úgy a főtartókon keresztben elhelyezett zórévasak szolgálnak ennek alátámasztásul. /296. ábra./

Vasuti hidak pályája a legtöbb esetben keresztgerendás felépítményként épül. A tartókon felfekvő hídfák többféle módon kapcsolódhatnak a tartókhoz. Lehet a kapcsolat horgas csavar, szorító-lemez csavarral, vagy csavarral leszorított fatuskó. /296. ábra/.

A hídfákra a pallószerkezetet és a korlátokat a fahidak-

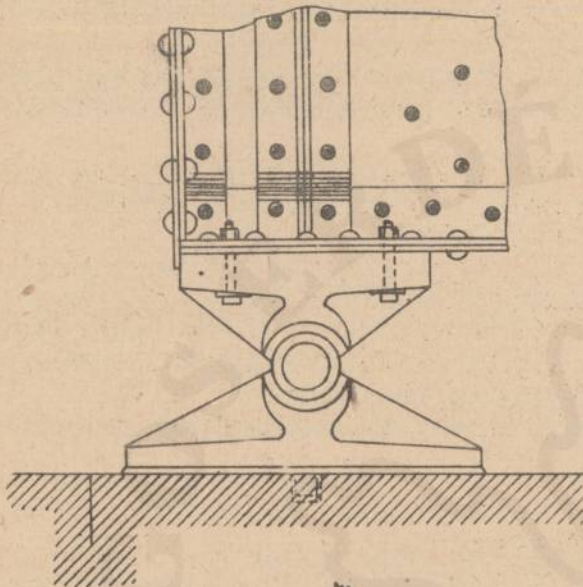


Fix-saru
a.)

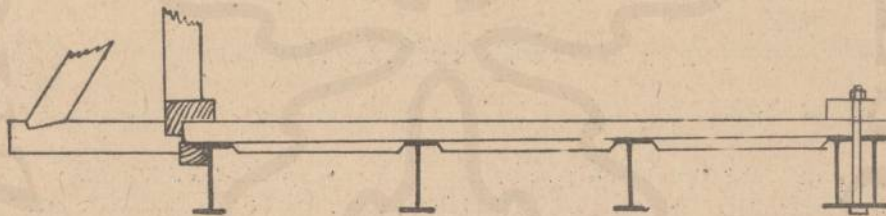
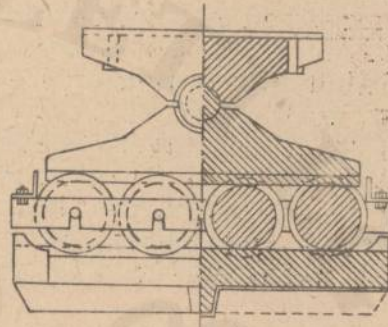


Mozgósaru
b.)

294. ábra.



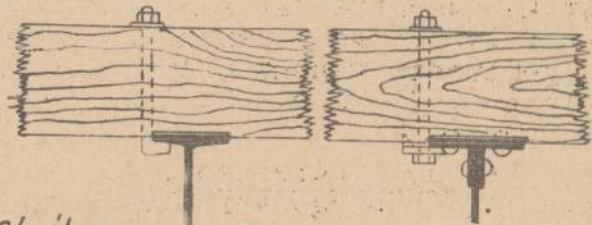
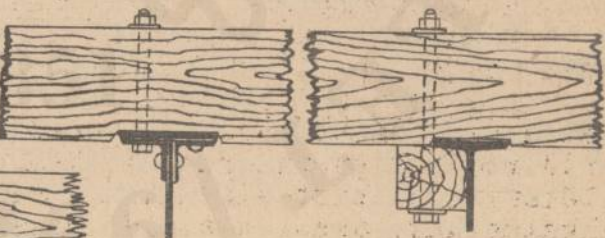
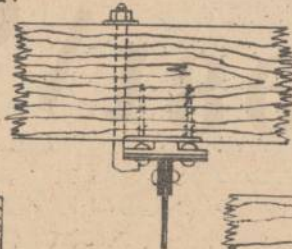
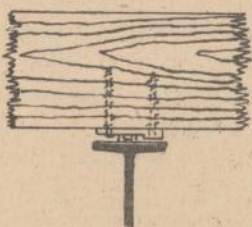
295. ábra.



296/a. ábra.



296/b. ábra.



296/c. ábra.

nál már ismeretett módon erősítjük meg.

Gerinclemezéses hidakon és rácsos tartókon a híd pályája ki-
vezése annak függvénye, hogy a híd felső, alsó, vagy süllyesztett
pályás elrendezésű-e. Felsőpályás szerkezetek amennyiben melléktar-
tók nélkül készülnek, ugyanolyan elrendezésűek híd pályá tekinteté-
ben, mint az előbb tárgyalt egyszerű vashidak. Felsőpályás kereszt-
tartós és süllyesztett, vagy alsópályás vasuti vashidak pályája
gyakran hosszgerenda elrendezésű. Ha a kereszttartókon hosszirányú
másodlagos főtartók helyezkednek el, úgy a híd pályája ismét csak ke-
resztgerenda.

Ha a hidon keresztül kívánjuk vinni a vasuti kavicsságyas
felépítményt, úgy a közuti vashidaknál említett zórósvas alátámaszt-
ást alkalmazzuk.

A korlátok készülhetnek fából és vasból /rendszerint szög
vagy gömbvasból/. Süllyesztett és alsópályás elrendezésű nagyobb
hidakon a korlátot a főtartók is helyettesíthetik.

A vasuti sínek közvetlenül is ráerősíthetjük a hosszú-
sági tartókra, vagy kis nyílásoknál magukra a főtartókra, de ilyen-
kor a rázkódtatások közvetlen átadása miatt a megengedett igénybe-
vételt 10 %-al csökkenteni kell. Ha a talpfák közvetlenül a főtar-
tókra fekszenek, akkor azokat a szegecseknek megfelelően ki kell
vésni. A vasuti hidak pallóit a tűzveszély miatt vaslemezek is pó-
tolhatják.

7./Hídtartószerkezetek.

A./Egyszerű vasgerenda.

10 m támasztóközig alkalmazzuk az egyszerű vasgerenda -
hidakat.

A legegyszerűbb vashidak a vasgerendahidak. A főtartók
együttal hossztartók is és egyszerű hengerelt idomvas gerendákból
készülnek. A szelvényalak rendszeren I, esetleg U vas.

A vasgerendákat közuti hidakon egymástól 0°80-1°20 tá-
volságra helyezük el. Kétjáratú hidaknál a középén kétfős gerendát
alkalmazzunk, hogy a pallókat könnyebben kicserélhessük.

A vasuti hidaknál vagy a sínek alatt közvetlenül he-
lyezzük el a gerendákat, vagy a nyomköz 0°226 részével távolabb,
/sin és főtartó középvonalának távolsága 0°226 x nyomköz/ hogy na-
gyobb állékonyságot biztosítsunk a szerkezetnek. Ha három tartóge-
rendát alkalmazzunk, akkor a szélső gerendák egymástól való távolsága a
nyomköz 1°29 -szerese. Ilyen elrendezés esetén a három gerenda e-
gyenlő terhet visel. Ha a híd terhelése nagyobb, akkor minden sín-
szál alatt két vasgerendát alkalmazzunk./964 ábra/. A vízszintes irá-
nyú nyomás felvételére a gerendákat kereszttekőkkel látjuk el, melyek
a főtartó gerincére vannak csavarozva. A kereszttekők egymástól
való távolsága 1°5 - 2 m. /Csak vasuti hidaknál alkalmazzuk/.

A tartó méretezése éppenugy történik, mint az egyszerű
fagerendatartóé. A mozgó terhelés megállapításakor a hidak terhelé-
se című fejezetből ismert dinamikus tényezőt is tekintetbe kell ven-
nünk. A méretezés menete tehát a következő:

1./Megállapítjuk a támasztóközöt, amely a híd szabad nyi-
lása + a kétoldali felfekvés fele. Egyszerű gerendatartók esetében

átlagosan 2 x 15 cm-t szoktunk a hidnyíláshoz adni, vagyis $\ell = sz + 0.30$.
Nagyobb hidaknál a tartó magasság másfélszeresét adjuk hozzá egyik-
egyik oldalon.

2./Meghatározzuk egy tartóra jutó fm-kénti önsúly-érté-
két "g"-t. Ez az érték a tartó saját súlyából és a tartóra jutó pá-
lyaterhelésből adódik. A tartó önsúlyát táblázatokból /Hütte, Czakó,
Erd. Zsebn., Építészeti Zsebkönyv stb./ vehetjük ki. A hidpályára
nézve közutakon, ha pallóborítást alkalmazunk, a fahidaknál közölt
értékeket, ha zórésvasakon nyugvó átlagosan 18 cm vastag kavicsste-
gítést tervezünk, akkor m²-ként 400 kg-ot veszünk számításba. A vas-
uti pályaszerkezet fm-kénti súlya fővasuti hidakon 480 kg, Hév.hida-
kon 380 kg, keskenyvágányu erdei vasuti hidakon 250 kg.

3./Meghatározzuk a mozgó terhelésből egy gerendára ju-
tó maximális nyomaték értékét / $M_{max\ mozgó}$ /.

4./Kieértékeljük a dinamikus tényező nagyságát. / μ /.

5./Meghatározzuk az osztott terhelésből a mozgó terhe-
lés segítségével meghatározott veszélyes szelvényre eső nyomatékot.
/ $M_z\ osztott$ /.

6./A tartó méretezési alapegyenletéből meghatározzuk az
elméletileg szükséges keresztmetszeti tényező értékét

$$\mu M_{mozgó} + M_z\ osztott = K_x \sigma_{meg} \quad \text{és ebből } K_x = \frac{\mu M_{mozgó} + M_z\ osztott}{\sigma_{meg}}$$

7./Táblázatból meghatározzuk a számított K_x érték alap-
ján a megfelelő keresztmetszeti tényezővel rendelkező szelvényt. Ha
a szükséges értéket táblázatban pontosan nem találjuk, a hozzá leg-
közelebb eső nagyobb értéket vesszük.

8./Megállapítjuk a gerenda áthajlását. Ennek a magyar
hidszabályrendelet szerint vasuti hidakon a gerenda támasztóköze-
nek 1/1000, illetőleg közuti hidak esetén 1/1500-ad részét nem sza-
bad túllépnie. A behajlás maximális értéke a szabadon felfekvő tar-
tón ha a mozgó terhelést is elosztott terheléssé alakítjuk át, az
alábbi egyenlettel határozandó meg:

$$f_{max} = \frac{5}{384} \frac{q \ell^4}{EJ}, \quad \text{hol } q = g + p \quad \text{és} \quad p = \frac{\sum P}{\ell}$$

A leggyakrabban alkalmazott I - tartó méretezéséhez
szükséges adatokat a 290. ábrán közölt táblázat tartalmazza.

Szükséghidakon szelvényvasak helyett lehet használt si-
neket is hossztartóknak alkalmazni. A sinek elhelyezését a 291. áb-
rácsoport mutatja. A méretezéshez szükséges ismernünk a sinek te-
hetetlenségi nyomatékát és keresztmetszeti tényezőjét.

$$J_x = 0.0334 m^4 \dots cm^4; \quad K_x = 0.0655 m^3 \dots cm^3$$

Az egyenletekben "m" jelenti a sin magasságát cm-ben.
A sinek szükséges száma a sin magasságának és a tartóra ható haj-
lító nyomatéknak ismeretében megállapítható. Az egyszerű vastartó-
kat nyírás ellen nem kell ellenőriznünk.

B./Szegecselt gerinclemezés hidak.

40 cm-nél magasabb tartót egyszerű alakvasból nem szoktunk készíteni. Még tartóketőzéssel sem. Ilyenkor előbb a több elemből összeállított szegecselt tartó. A legegyszerűbb összetett tartót két egymásnak háttal fordított U vas összeszegecseléssel álltal nyerjük, amelyet a talpak által alkotott vízszintes síkra fektetett övlemezekkel erősíthetünk. /296/g ábra/

A tulajdonképpeni szegecselt gerinclemezés tartó egy függőleges gerinclemezről, annak alsó és felső végéhez szegecselt két-két szögvasból és az övszögvasak által alkotott vízszintes síkra fektetett, a szögvasakkal ugyancsak összeszegecselt egy, vagy több lemezből, az u.n. övlémezből áll.

A gerinclemez vastagsága				6-14 mm
Szögvasak mérete főtartónál	min.	80	x 80 x 8	L
" " egyebbütt		60	x 60 x 8	L
" " korlátoknál		40	x 40 x 5	L
Övlemezek vastagsága				7-13 mm

Általában az övlemez vastagsága, ne nagyon különbözzék a szögvasazár vastagságától.

Az övlemezek tulnyulnak a szögvasazárakon, de ez a tulnyulás ne legyen nagyobb, mint az övlemez vastagságának háromszorosa. /296/h ábr.

A szegecselt tartók aránylag karcsu szerkezetek és ezért ugyanúgy, mint a szegezett fatartók esetén láttuk, merevítésükről kell gondoskodnunk. A merevítés háromféle: 1./Merevítjük a tartókat önmagukban, 2./egymás között, és 3./merevítjük az egész híd szerkezetet a szél ellen.

1./Nagy tartómagasság esetén az aránylag vékony gerinclemez könnyen kihajolhat és ezért egymástól 1-1,5 m távolságban elhelyezett függőleges szögvas merevítőkkel kell ellátni. Ezt a merevítést különösen a felfekvések felett kell erősen kiképeznünk és a nyíróerők felvételére az alátámasztástól számított első merevítő között még ferdén közel 45° alatt elhelyezett merevítő szögvasat is alkalmazunk. /296/j ábra/

A merevítő szögvas és gerinclemez között keletkező hézagot az u.n. béléslemezzel kell kitölteni. /296/k ábra/ Ennek megtakarítása céljából gyakran úgy járunk el, hogy a szögvasat megfelelően meghajlítjuk. Ez az eljárás azonban helytelen, mert egyrészt a szögvas hajlítása nehézkes, másrészt a szögvasat erősen meggyengíti.

A merevítő szögvasak elrendezésénél szabály az, hogy azokat a gerinclemez mindkét oldalán szimmetrikusan helyezzük el. /296/l ábra/

Alsó és süllyesztett pályás hidaknál a merevítőknél kötjük be rendszeren a keresztartókat is, illetőleg a keresztartókat kapcsoló szerkezeti elemeket használjuk fel merevítőnek. A gerinclemez külső oldalán még külön szögvasakat is kell elhelyezni.

2./Az oldalirányú erők ellensúlyozására, a tartószerkezet deformálódásának megakadályozására kereszttekötéseket alkalmazunk.

A keresztmetsések függőleges síkban egy-egy vízszintes összekötő között elhelyezett szögvasakból készült andráskeresztek. Rendesen a merevítőkkal egy keresztmetszvényben nyernek elhelyezést. /297. ábra./

3./A szélrácsok szintén rácsos szerkezetek. Vannak alsó, felső, vagy kettős szélrácsos tartók. A rácsos tartó alakja egyezik a szegezett hidak szélrács alakjával. A szélrácsos tartó alkotó elemei /diagonálisok, vertikális rudak/ laposvasak, vagy szögvasak.

Ha a híd szerkezet végein belül alátámasztott tartó, gondoskodnunk kell a hosszirányú felbillenésnek megakadályozásáról. Ezt rendszerint a pillérbe bebetonozott lehorgonyzó vasrúddal érhetjük el. /298. ábra./

Ha a tartó támasztóköze nagyobb, mint a gyakorlatilag célszerűen előállítható legnagyobb lemez-hosszuság, akkor a gerinclemez toldandó kell. A toldást tompa bütüllesztéssel kétoldali hevederlemez alkalmazásával végezzük. A szegések elrendezése és a kötés kivitelezése a vaskötések fejezetben tárgyalta szerint történik.

A tartó méretezése a következő lépésekben történik:

1./Legelső teendőnk a tartó magasságának megállapítása. Kéttámaszu tartóknál a tartó legkedvezőbb magassága a támasztóköz $1/10$ -e $m = \frac{l}{10}$, többtámaszu átmenő tartóknál a támasztóköz $1/15$ -e $m = \frac{l}{15}$.

2./ Az eddig ismertetett módon meghatározzuk a tartóban fellépő maximális hajlító nyomatékot, mely a mozgó terhelésből és az önsúlyból támad. Az önsúly értékeit táblázatból vehetjük ki.

Keskeny nyomközű helyiérdekű vasúti hidak (vaszerkezet).							
Szabad nyílás	Támasztóköz	Felső pályás szerkezetének a súlya	Alsó szerkezetének a súlya	Szabad nyílás	Támasztóköz	Felső pályás szerkezetének a súlya	Alsó szerkezetének a súlya
m		q		m		q	
3.00	3.45	7.50	—	12.00	12.55	57.30	89.00
4.00	4.45	10.80	—	15.00	15.60	88.10	129.00
5.00	5.45	18.75	—	18.00	18.70	127.00	170.00
6.00	6.50	23.30	32.00	20.00	20.80	172.00	192.00
7.00	7.50	27.00	40.00	25.00	25.80	248.00	253.00
8.00	8.50	31.00	46.00	30.00	30.80	330.00	340.00
9.00	9.50	37.50	58.00	35.00	35.90	410.00	420.00
10.00	10.50	43.70	68.00	40.00	41.00	500.00	500.00
11.00	11.55	51.00	79.00	50.00	51.00	700.00	700.00

299. ábra.

3./ Ezután megválasztjuk a tartó alakját. A tartó keresztmetszetét úgy kell megválasztanunk, hogy az megfelelően egyrészt a megengedett hajlító, másrészt a megengedett nyíróigénybevételnek és végül, hogy a tartó behajlása ne lépje túl a megengedett értéket.

Kiszámítjuk a nyomaték felvételére elméletileg szükséges keresztmetszeti tényező értékét és az egyes elemekből olyan szelvényt állítunk elő, amely a fenti feltételnek megfelel.

A tartó tervezésekor a következő méreteket kell tehát megállapítanunk: a gerinclemez vastagságát δ /, az üvászögvas

szárhosszát /h/, vastagságát / δ / és végül az övlemez vastagságát /v/ és szélességét /s/.

Hogy a kiinduláshoz alapunk legyen a 3000 cm-nél nagyobb keresztmetszetű tényezővel bíró szelvényekre az alábbi tapasztalati képletekkel kiszámítjuk a gerincvastagság, szögvaszárhossz és vastagság, valamint az övlemez szélességnek előreláthatólag megfelelő értékeit.

Gerinclemez tehetetlenségi nyomatéka az X-X tengelyre.

m cm.	Agerinclemez vastagsága mm-ben.			
	9	10	11	12
30	2025.0	2250.0	2475.0	2700.0
32	2457.6	2730.0	3003.7	3276.8
34	2947.8	3275.3	3602.9	3930.4
35	3215.6	3573.0	3930.2	4287.5
36	3490.2	3888.0	4276.8	4665.6
38	4115.4	4572.7	5029.9	5487.2
40	4800.0	5333.3	5866.7	6400.0
42	5556.6	6174.0	6791.4	7408.8
44	6388.8	7098.7	7808.5	8419.4
45	6834.4	7593.8	8353.1	9112.5
46	7300.2	8111.3	8922.5	9733.6
48	8294.4	9216.0	10137.6	11059.2
50	9375.0	10416.7	11458.3	12500.0
52	10545.6	11717.3	12889.1	14060.8
54	11809.8	13122.0	14434.2	15746.4
55	12478.1	13864.6	15251.0	16637.5
56	13171.2	14634.7	16098.1	17561.6
58	14633.4	16259.3	17885.3	19511.2
60	16200.2	18000.0	19800.0	21600.0
65	20596.9	22885.4	25174.0	27462.5
70	25725.0	28583.3	31441.7	34300.0
75	31640.6	35158.3	38671.9	42187.5
80	38400.0	42666.7	46933.3	51200.0
85	46059.4	51177.1	56294.8	61412.5
90	54675.0	60750.0	66825.0	72900.0
95	64303.1	71447.9	78592.7	85737.5
100	75000.0	83333.3	91666.7	100000.0
105	86821.9	96468.8	106115.6	115762.5
110	99825.0	110976.7	122008.3	133100.0
115	114065.6	126739.6	139413.5	152087.5
120	129600.0	144000.0	158400.0	172800.0
125	146484.4	162760.4	179036.5	195312.5
130	164775.0	183083.3	201391.7	219700.0
135	184528.1	205031.3	225534.4	246037.5
140	205800.0	228666.7	251533.3	274400.0
145	228646.9	254052.1	279457.3	304862.5
150	253125.0	281250.0	309375.0	337500.0
160	307200.0	341333.3	375466.7	409600.0
200	600000.0	666666.7	793333.3	800000.0

300. ábra.

$$\delta = (0.9 + \frac{L_m}{100}) \dots \text{cm}$$

$$h = (7.5 + \frac{L_m}{4}) \dots \text{cm}$$

$$\delta_s = (0.9 + \frac{L_m}{200}) \dots \text{cm}$$

$$s = 2h + \delta + 0.1 \dots \text{cm}$$

A további eljárás most már abban áll, hogy az így megállapított gerinclemez és övszögvasakból készített keresztmetszetre vonatkozóan megállapítjuk, hogy a keresztmetszeti tényezőből mennyit vesz fel a gerinclemez és a négy övszögvas, és mennyit kell még övlemezek segítségével felvennünk, vagyis milyen vastagságú övlemez réteget kell még a tartóra szegecselnünk, hogy a szelvény végeredményben a kiszámított szükséges keresztmetszeti tényezővel rendelkezék. Az eljárás folyamán sohasem szabad megfeledkeznünk a szegecslyukak által előidézett gyengítéstől, melyet a keresztmetszeti tényező értékéből minden esetben le kell vonnunk.

A szegecselt tartók méretezéséhez három táblázatot használunk: a 300. ábrán lévő táblázat a gerinclemeznek vízszintes tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatékait adja meg, 9-12 mm lemezzvastagságra és 30-200 cm tartómagasságokra/ a másik két táblázat 4 db. szögvasnak ugyancsak a vízszintes x-x tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatékait adja meg,

Négy szögvas tehetetlenségi nyomatéka az x-x tengelyre: $\overline{x-x}$

A táblázat magassága cm-ben	80x80					90x90				100x100			120x120		
	8	9	10	11	12	9	10	11	12	10	11	12	12	14	15
30	8147	9051	9932	10789	11623	9966	10943	11893	12822	11905	12947	14956	16113	15617	19501
32	9431	10483	11508	12507	13479	11557	12605	13805	14850	13825	15042	17391	18752	21432	22727
34	10813	12023	13204	14355	15477	13270	14583	15864	17116	15897	17303	20021	21610	24719	26224
35	11540	12834	14097	15328	16529	14173	15578	16950	18290	16990	18496	21409	23121	26457	28073
36	12292	13673	15020	16335	17617	15107	16607	18072	19505	18121	19731	22846	24687	28259	29990
38	13869	15431	16956	18445	19899	17067	18767	20429	22055	20497	22325	25365	27983	32052	34027
40	15542	17297	19012	20687	22324	19150	21063	22934	24766	23025	25085	29079	31498	36098	38533
42	17313	19273	21188	23060	24890	21356	23485	25539	27638	25705	28011	32487	35231	40396	42910
44	19182	21357	23484	25564	27590	23685	26063	28391	30672	28537	31104	36089	39487	44950	47756
45	20152	22430	24677	26866	29006	24896	27398	29842	32249	30010	32713	37963	41242	47322	51281
46	21177	23549	25900	28200	30449	26137	28767	31543	33867	31521	34363	39886	43355	49756	52873
48	23210	25851	28436	30966	33441	28713	31607	34443	37224	34657	37789	43878	47745	54815	58253
50	25370	28261	31092	33863	36576	31412	34583	37692	40741	37945	41381	48064	52354	60127	63916
52	27628	30780	33868	36892	39852	34233	37695	41090	44420	41385	45139	52444	57183	65692	69842
54	29982	33408	36764	40052	43271	37178	40943	44636	48260	44977	49063	57019	62229	71510	76039
55	31196	34762	38257	41681	45034	38697	42618	46465	50241	46830	51088	59379	64835	74514	79238
56	32434	36144	39780	43342	46832	40246	44327	48332	52262	48721	53114	61509	67495	77581	82505
58	34984	38989	42916	46764	50535	43437	47847	52167	56424	52617	57411	66752	72980	83906	89242
60	37630	41943	46172	50317	54380	46751	51503	56168	60749	56655	61834	71910	78683	90483	96248
65	44672	49803	54837	59774	64614	55575	61238	66800	72264	67450	73620	85657	93900	108034	114946
70	52822	58343	64252	70049	75716	65169	71823	78362	84783	79485	85446	100619	110484	127162	135351
75	60580	67562	74417	81145	87746	73562	83258	90853	98320	81870	100341	116797	128437	147883	157403
80	69446	77461	85332	93059	100644	86665	95543	104272	112859	105505	115215	134190	147757	170180	181163
85	78920	88039	96997	105794	114430	98567	108678	118624	128407	120090	131159	152799	168446	194059	206641
90	89002	99297	109412	119347	129104	111239	122673	133904	144963	135625	148143	172623	190502	219521	233746
95	99692	111234	122577	133721	144666	124680	137498	150113	162526	152110	166166	193263	213927	246564	262568
100	110389	123851	136482	148913	161116	138290	153183	167251	181098	169545	185229	215918	238719	275189	293078
105	120895	137147	151157	164926	178455	153871	169748	185320	200678	187930	205331	239389	264480	305396	325276
110	135409	154123	166572	181757	196681	169620	187103	204317	221265	207265	226472	264075	292408	337186	359161
115	148531	165478	182737	199409	215795	186139	205338	224244	242861	227550	248653	289977	321305	370357	394733
120	162261	181113	199652	217879	235797	203428	224423	245101	265465	248785	271874	317894	351569	405510	431933
125	176599	197127	217327	237170	256687	221436	244358	266887	289076	270970	296134	345427	383202	442045	470041
130	191549	213821	235732	257279	278465	240317	265143	289603	313696	294105	321434	374975	416202	480163	50576
135	207099	231194	254807	278208	301131	259911	286778	313248	339324	318190	347773	405739	450571	519862	553898
140	223261	249247	274812	299957	324685	280278	309263	337823	359959	343225	375151	437718	486307	561143	597908
150	257409	287391	316892	345913	374457	323319	356783	389761	422255	396445	433027	506323	561884	644842	690991

301. ábra.

Felső és alsó övlemezek tehetetlenségi nyomatéka.

A tárcsa mé- gassága cm	Vastagság milliméterben						
	10	15	20	25	30	35	40
30	480·7	744·7	1025·3	1322·9	1638·0	1971·1	2322·7
32	544·7	842·2	1157·3	1490·4	1842·0	2212·6	2602·7
34	612·7	945·7	1297·3	1667·9	2058·0	2468·1	2898·7
35	648·2	999·7	1370·3	1760·4	2170·5	2601·1	3052·7
36	684·7	1055·2	1445·3	1855·4	2286·0	2737·6	3210·7
38	760·7	1170·7	1601·3	2052·9	2526·0	3021·1	3538·7
40	840·7	1292·2	1765·3	2260·4	2778·8	3318·6	3882·7
42	924·7	1419·7	1937·3	2477·9	3042·0	3630·1	4242·7
44	1012·7	1553·2	2117·3	2705·4	3318·0	3955·6	4618·7
45	1058·2	1622·2	2210·3	2822·9	3460·5	4123·6	4812·7
46	1104·7	1692·7	2305·3	2942·9	3606·0	4295·1	5010·7
48	1200·7	1838·2	2501·3	3190·4	3906·0	4648·6	5418·7
50	1300·7	1989·7	2703·3	3447·9	4218·0	5016·1	5842·7
52	1404·7	2147·2	2917·3	3715·4	4542·0	5297·6	6282·7
54	1512·7	2310·7	3137·3	3992·9	4878·0	5793·1	6738·7
55	1568·2	2394·7	3250·3	4135·4	5050·5	5996·1	6972·7
58	1740·7	2655·7	3601·3	4577·9	5586·0	6626·1	7698·7
60	1860·7	2837·2	3845·3	4885·4	5958·0	7063·6	8202·7
65	2178·2	3317·2	4490·3	5697·9	6940·5	8218·6	9532·7
70	2520·7	3834·7	5185·3	6572·9	7998·0	9461·1	10962·7
75	2888·2	4389·7	5930·3	7510·4	9130·5	10791·1	12492·7
80	3280·7	4982·2	6725·3	8510·4	10338·0	12208·6	14122·7
85	3698·2	5612·2	7570·3	9572·9	11620·5	13713·6	15853·7
90	4140·7	6279·7	8465·3	10697·9	12978·0	15306·1	17682·7
95	4608·2	6984·7	9410·3	11885·4	14410·5	16986·1	19612·7
100	5100·7	7727·2	10405·3	13135·4	15918·0	18753·6	21642·7
105	5618·2	8507·2	11450·3	14447·9	17500·5	20608·6	23772·7
110	6160·7	9324·7	12545·3	15822·9	19158·0	22551·1	26002·7
115	6728·2	10179·7	13690·3	17260·4	20890·5	24581·1	28332·7
120	7320·7	11072·2	14885·3	18760·4	22698·0	26698·5	30762·7
130	8580·7	12969·7	17425·3	21947·9	26538·0	31196·1	35922·7
140	9940·7	15017·2	20165·3	25385·4	30678·0	36043·6	41492·7
150	11400·7	17214·7	23105·3	29073·9	35118·0	41241·1	47442·7
160	12960·7	19562·2	26245·3	33010·4	39858·0	46788·6	53002·7
170	14620·7	22059·7	29585·3	37197·9	44898·0	52686·1	60562·7
180	16380·7	24707·2	33125·3	41635·4	50238·0	58933·6	67722·7

illetőleg a felső és alsó övlemezeknek ugyanezen tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatékait tartalmazza 1 cm lemezszélességre vonatkoztatva.

Ha a táblázatok segítségével méretezünk, nem a keresztmetszeti tényezőkkel, hanem a tehetetlenségi nyomatékokkal kell dolgoznunk. Ez azonban semmi nehézséget sem okoz, mert a keresztmetszeti tényező és a tehetetlenségi nyomaték között fennálló ismert összefüggés alapján

$$K_x = \frac{J_x}{m} = \frac{2 J_x}{m}$$

I -t közvetlenül ki tudjuk számítani.

Lássuk a tervezés eddigi menetét egy konkrét esetre.

Megtervezendő egy 5 m támasztóközű szegecselt lemeztartó, melyet veszélyes szelvényében 5 900 000 kgcm nyomaték vesz igénybe.

A szükséges keresztmetszeti tényező

$$K_x = \frac{M_{max}}{\sigma_{meg}} = \frac{5\,900\,000}{1200} = 4917 \text{ cm}^3$$

A tartó magassága kéttámaszu tartóról lévén szó

$$m = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ m} = 250 \text{ cm}$$

A tartó szükséges tehetetlenségi nyomatéka tehát

$$J_x = K_x \frac{m}{2} = 4917 \cdot 25 = 122\,925 \text{ cm}^4$$

A szegecselt tartó szerkezeti elemeinek méretei a tapasztalati egyenletek alapján

$$\delta = 0.9 + \frac{5}{100} \div 1 \text{ cm}; \quad h = 7.5 + \frac{5}{4} \div 9 \text{ cm}; \quad \delta_o = 0.9 + \frac{5}{200} \div 1 \text{ cm}$$

Az 50 cm magasságú, 10 mm vastag gerinclemez tehetetlenségi nyomatéka a táblázat szerint

$$J_g^x = 10416.7 \text{ cm}^4$$

4 db. 90 x 90 x 10 méretű szögvas inercianyomatéka pedig ugyanerre a tengelyre

$$J_{xs} = 34583 \text{ cm}^4$$

Ebből az értékből azonban le kell vonnunk alul, felül 2-2 db. szegecsfuratnak megfelelő tehetetlenségi nyomatékot, aminek nagysága, ha d=20 mm átmérőjű szegecseket használunk

$$J_x \text{ gyengítés} = F \cdot y^2 = 2(2.1)25^2 = 2500 \text{ cm}^4 \quad \text{és így } J_{xs} - J_{gy} = 32083 \text{ cm}^4$$

A gerinclemez és a négy szögvas által képviselt tehetetlenségi nyomaték tehát

$$J_{g} + J_{xs} - J_{gy} = 42499.7 \text{ cm}^4$$

Hogy tehát a szükséges elméletileg számított tehetetlenségi nyomatékunk meglegyen

$$122\,925 - 42499.7 = 80425.3 \text{ cm}^4 \quad \text{nagyságú tehetetlenségi nyomatékot kell még az övlemezekkel előállítanunk.}$$

$$\text{A tartó övének szélessége } s = 2h + \delta + 0.1 \div 19 \text{ cm}$$

Ez a szélesség azonban a szegecslukák okozta gyengítés folytán nem érvényesül teljes egészében, hanem a hasznos övszélességet a két szegecsátmérő levonása után 19-14=15 cm-ben kapjuk meg. Minthogy a fentiek szerint a 15 cm széles övlemezeknek 80425.3 cm⁴ tehetetlenségi nyomatékot kell adnia, 1 cm hosszú darabjának

$$80425.3 : 15 = 5362 \text{ cm}^4 \quad \text{tehetetlenségi nyomatékkal kell bírnia}$$

Táblázatunk szerint az az övlemez vastagság, amelynek 1 cm hosszúságu darabja "m" = 50 cm esetén legalább ekkora tehetetlenségi nyomatókot képvisel 38 mm. A 38 mm vastag övlemez tehetetlenségi nyomatóka a táblázat alapján

38 mm-es övlemez vastagságot természetesen nem 1 drb. lemezből állítjuk elő, hanem több lemezt helyezünk egymásra, úgy hogy azok együttes vastagsága a 38 mm-t kiadja. Jelen esetben 3 drb. 9 mm-es és 1 drb. 11 mm-es lemezt használhatnánk, amivel a keresztmetszet készen is volna.

A kivitelezés egyszerűsítése szempontjából előnyösebb azonban, ha nem különböző vastagságu anyagokat használunk fel. Ez a megfontolás amellett szól, hogy az övelemezt 3 drb. 10 mm-es vastagságu lemezből állítsuk elő. A 30 mm-es övlemez tehetetlenségi nyomatóka azonban a táblázat szerint csak 4218 cm, és így cm-ként

$5962 - 4218 = 1144$ hiányozna a szükséges tehetetlenségi nyomatókából.

Ezt a hiányt az övelemek megfelelő szélesítésével könnyen pótolhatjuk a következő megfontolás alapján. A 30 mm-es vastag övlemez a teljes szelvény szélességen

$$4218 \times 15 = 63\,270 \text{ cm}^4 - t$$

$$\text{tehát } 80\,425.3 - 63\,270 = 17\,155.3 \text{ cm}^4 - \text{el}$$

kevesebbet ad a szükségesnél.

Mint hogy 1 cm övlemez szélesség 4218 cm^4 tehetetlenségi nyomatókot képvisel, a hiányzó $17\,155.3 \text{ cm}^4$ pótlására $17\,155.3 : 4\,218 \div 40 \text{ cm}$ szélesítésre van szükségünk, ami a szelvény két oldalára elosztva $2 \text{ cm} - t$ ad.

Az övelemek méreteit ezáltal meghatároztuk, és egyúttal a tartó keresztmetszet is méretszerűleg határozott.

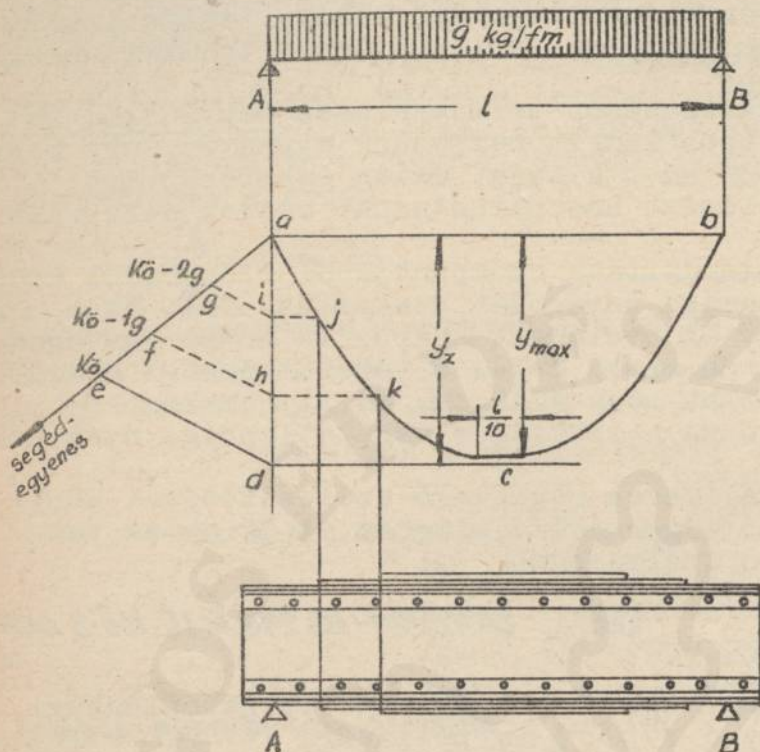
Hátra van még ezen keresztmetszetnek ellenőrzése azon szempontból, hogy megfelel-e a legnagyobb nyíró igénybevételnek és hogy a gerinclemezben a semleges tengelyben fellépő hajlításból keletkező nyírófeszültség értéke nem lépi-e túl a megengedett határt. A vizsgálat az alábbi egyenlettel történik

$$\tau = \frac{(R_{\text{öss}} + \mu R_{\text{mozg}}) S}{J_x \delta} \leq \tau_{\text{meg}}$$

A felvett példában a tartó keresztmetszetét a legnagyobb hajlító nyomatóknak megfelelően állapítottuk meg. Ha a nyomatóki ábrát nézzük egy két végén alátámasztott tartó esetében, láthatjuk, hogy a veszélyes szelvénytől jobbra és balra a hajlító nyomatók folyton csökken, ami azt jelenti, hogy az alátámasztási pontok felé haladva gyengébb, tehát kisebb súlyú szelvény is megfelel.

Ha a legnagyobb nyomatók alapján megállapított keresztmetszeti méreteket a tartó teljes hosszán át megtartjuk, feleslegesen erősítjük a szerkezetet. Meg kell tehát keresnünk a módját, hogy a keresztmetszettel kövessük a hajlító nyomatók csökkenését. Egyszerű hengerelt tartónál erre nincs lehetőség, szegecselt tartónál azonban könnyen alkalmazkodhatunk a nyomatócsökkenéshez azáltal, hogy az övlemez teljes vastagságát, vagyis az övelemek számát az alátámasztási pontok felé fokozatosan csökkentjük. Feladatunk most már abban áll, hogy megállapítsuk a tartónak azon pontjait, ahol egy-egy övlemezt elhagyhatunk.

A feladat megoldása legegyszerűbben szerkesztési eljárással történhetik.



303. ábra.

nagyobb. Ezen ordináta végpontjában párhuzamosan húzunk a nyomatékí ábra záróoldalával/cd/ az egyik alátámasztás hatásvonaláig. A nyomatékí ábra záró-oldalának /ab/ "a" pontjából tetszőleges irányban segédegyenest húzunk. Erre az egyenesre tetszőszerinti léptékben, de úgy, hogy jó metszésekert kapjunk, felhordjuk a teljes kereszt-szelvény keresztmetszeti tényezőjét "e" pontig. Ezen távolság végpontját és az előbb nyert "d" pontot összekötjük. "ae" egyenesre ezután a keresztmetszeti tényező választott léptékének megfelelően felhordjuk a főtartó szerkezeti elemeinek keresztmetszeti tényezőit külön-külön. Az övlemezek keresztmetszeti tényezőit jelentő távolságok végpontjaiból párhuzamosokat húzunk "ed" egyenessel és a nyert metszéspontokból/"hi"/az "ab" záróoldallal párhuzamosan el-metesszük a nyomatékí ábrát határoló görbét /j,k/. Ezek a pontok mu-tatják azt a szelvényt, ameddig a tartón egy-egy övlemezt alkalmaz-nunk kell, illetőleg amely szelvénytől kezdődően az egyes övlemezek már fokozatosan elhagyhatók. Az alátámasztás melletti szakaszban az utolsó övlemezt /legalsó/ mindig végigvezetjük a tartón. Tehervise-lés szempontjából erre ugyan nem volna szükség, de szerkezeti és főleg víztelenítési okokból kifolyólag nem hagyhatjuk el.

4./Hátra van még annak a ténynek megállapítása, hogy az egyes alkotó elemeket összekötő "d" átmérőjű szegecsekből álló sze-geccsorokat milyen távolságra helyezzük el egymástól.

A szegecsek az egyes alkotó elemek érintkezési felülete

Megrajzoljuk a rela-tív max.nyom.ábráját /303. ábra/.

Tudjuk azt, hogy egy tetszőleges szelvény-ben a nyomaték érté-két az ábra ordiná-tájának a polustá-volsággal való szor-zása után nyerjük.

$$M_z = y_z \cdot p$$

Minthogy pedig $M = K_x \delta_m$ a keresztmetszeti té-nyező tehát arányos a nyomatékí ábra or-dinátáival.

A szerkesztés menete a következő: a meg-rajzolt rel.max. nyom. ábra közepén a záró oldaltól le-felé felmérjük az

$$y_z = \frac{K_x \delta_m}{p}$$

értéket. Ez nem e-gyezik az ábra or-dinátájának hosszu-ságával, mert K_x értéke nagyobb, mint az elméletileg szük-séges - hanem annál

mentén, tehát a szögvas és a gerinclemez, továbbá a szögvas és az övlemezek között fellépő csuszátóerőket vesszük fel.

A tervezés tehát két részre oszlik:

a./Az övszegecselés vizsgálata. Ha az elemek között fellépő megbizhatatlan nagyságú surlódást figyelmen kívül hagyjuk, akkor a szögvas és az övlemez között fellépő vízszintes nyiróerő az összekötő szegecsket nyírásra veszi igénybe. A tartó hosszirányában az 1 cm hosszra eső csuszátóerő értéke

$$\tau_{1cm} = \frac{R S_x}{J_x}$$

R a szelvényre ható legnagyobb nyiróerő, J_x a teljes szelvény tehetlenségi nyomatéka az "x-x" tengelyre vonatkozóan, S_x pedig az övlemezek statikai nyomatéka a semleges tengelyre vonatkozóan.

Ha a sortávolságot "t"-vel jelöljük, úgy az egy szegecs-sorra eső csuszátóerő, ha az egy sorban alkalmazott szegecsok száma "n"

$$\tau_{meg} n \frac{d^2 J}{4} = \tau_{1cm} \cdot t$$

és így a sortávolság

$$t = \frac{n d^2 J \tau_{meg}}{4 R S_x}$$

"n" értéke általában 2.

A szegecsávolságot a tartó egész hosszúságában az előbb számított "t" értékében állapítjuk meg.

b./A gerinclemez és a szögvasak összeszegecselésekor a köztük fellépő csuszátóerőt kell meghatároznunk.

$$\tau_{1cm} = \frac{R S_x}{J_x}$$

ahol S_x az övlemezek és a szögvasak együttes statikai nyomatékát jelenti a semleges tengelyre vonatkozóan. A sortávolság meghatározása a továbbiakban teljesen egyezik az a./pont alatt tárgyaltakkal, csak figyelembe kell vennünk, hogy az itt alkalmazott szegecsok kétszer nyírt szegecsok. Ha "n" = 2, a sortávolság értéke lesz

$$t = \frac{d^2 J \tau_{meg}}{R S_x}$$

A gyakorlatban a sortávolság megállapításakor csak az egyik tervezést végezzük el - rendszerint a b./pont alatti, mert ez szokott kisebb "t" értéket eredményezni - és ezzel a "t" értékkel végezzük mind a két szegecssor kiosztását. A szegecssorokat egymáshoz képest fél sortávolsággal eltolva helyzetben szegecseljük.

A szegecssorok megállapított távolságainak értékei természetesen nem léphetik túl a szegecskötések tárgyalásakor ismertetett értékeket.

Ha a szegecsátmérő egyszer nyírt szegecs esetében nagyobb mint 175 μ , kétszer nyírt szegecsoknál pedig ha "d" > 35 μ , akkor a sortávolságot a palástnyomás figyelembevételével határozzuk meg.

$$t = \frac{d \sigma_p J_x}{R S_x}$$

5./A gerinclemez illesztése két oldali hevederlemezzel történik. Az illesztés akkor jó, ha a két heveder együttes keresztmetszeti tényezője ugyanakkora, mint a gerinclemezé. Ezt közelítőleg elérjük azáltal, hogy a hevederek összvastagságát a gerinclemez vastagságával egyező nagyságnak vesszük fel. Ebben az esetben

$$K_{gerinc} = K_{heveder} \quad \text{illetve} \quad J_{gerinc} = J_{heveder}$$

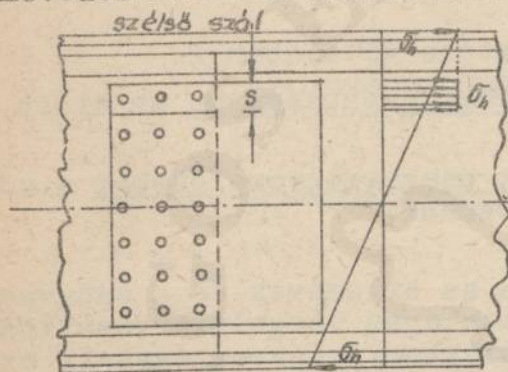
A hevedereknek a gerinclemezhez történő szegecselését úgy tervezzük meg, hogy a szegecsesek maradéktalanul felvegyék az illesztés helyén támadó nyomatéki és nyiróerőt. / R_z, R_z /.

Hajlító igénybevétel esetén a tartó akkor van egyensúlyban, ha bármely szelvényben az egyoldali külső erők nyomatéka egyenlő az egyensúlyt tartó belső erők nyomatékával. A belső erők iránya vízszintes és értékük / R_z / a tartó magasságában vett tetszőszerinti magasságra vonatkozóan egyenlő a sávhoz tartozó feszültségi prizma köbtartalmával. R_z iránya a tengelyre merőleges /függőleges/.

A szegecseseket ténylegesen igénybevevő erő R_z és R_z erők vektoros összege

$$P = \sqrt{R_z^2 + R_z^2}$$

R_z meghatározásakor megközelítőleg az alábbi módon járhatunk el. Feltételezzük, hogy az ugyanazon vízszintes sorhoz tartozó szegecsesek az ezen sorhoz tartozó "s" magasságú hevederlemezben u-ralkodó erőket vesznek fel. /304.ábra/. R_z -t úgy számítom, mintha a hevederlemeznek sraffozott részében mindenütt állandó feszültség u-ralkodnék és pedig a megengedett feszültség.



304. ábra.

A valóságban σ_h csak a tartó szélső szálában keletkezik és ez az igénybevétel következtében támadó feszültség a sulyvonal felé fokozatosan csökken.

Ha a két hevederlemez együttes vastagsága δ , akkor az "s" szélességű sáv által felvehető nyomatéki erő

$$R_z = (s - \delta) \delta \sigma_h \quad \text{ahol} \quad \sigma_h = \frac{M_z}{J_g} m$$

melyben J_g a gerinc inercia nyomatéka.

R_z max.értékét az alátámasztások fölött éri el ugyanakkor P_z ezen a helyen minimumra csökken. A támasztóköz közepén P_z értéke a legnagyobb, R_z pedig minimális. Így tehát az alátámasztásoknál a szegecseseket illesztés esetén csak R_z , a támasztóköz közepén pedig egyedül P_z veszi igénybe. Az alátámasztástól a támasztóköz közepéig pedig R_z és P_z eredője működik. / P /.

Az eredő P erő ismeretében ha egy sorban "n" szegecseset alkalmazunk az egy szegecsre jutó erő nagysága $\frac{P}{n}$.

A hevederlemez szegecselosztását a vaskötések fejezetben tárgyaltak szerint végezzük. A szegecses elhelyezése után ellenőriznünk kell, hogy egy szegecsre nézve a fellépő feszültség értéke nem nagyobb-e a megengedettnél.

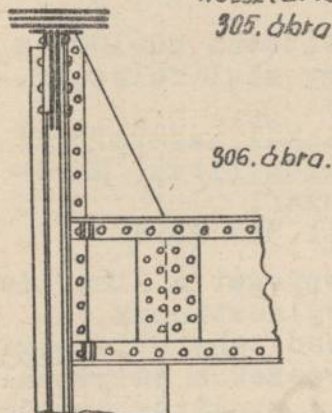
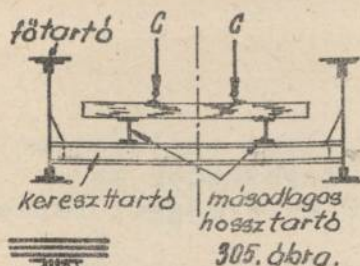
Ellenőrzés nyírásra

$$\tau = \frac{P}{2 \frac{d^2 J}{4}} \leq \tau_{meg} \quad , \text{ mert a szegecses kétszer nyírtak.}$$

Ellenőrzés palástnyomásra

$$\sigma_p = \frac{P}{d \delta} \leq \sigma_{p \text{ meg}}$$

6. /Kereszttartók és másodlagos hossztartók méretezése a fellépő legnagyobb igénybevétel alapján történik. A kereszttartókat mint két végén alátámasztott hajlított tartókat méretezzük. A terhelést G koncentrált erők okozzák. /305.ábra./



A keresztartók bekötése szárnylemezekkel történik. A szegecses szükséges számát a szegecselosztási sémákból vesszük és ellenőrizzük a szegecses igénybevételét. Keresztartó bekötését mutatja a 306. ábra.

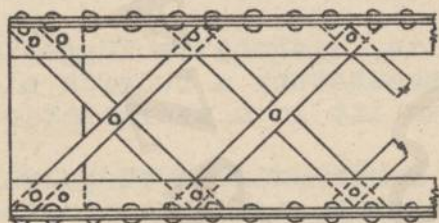
A másodlagos hosszartók a keresztartókon felfekvő több helyen alátámasztott hajlított tartók. Gyakorlatilag mint két alátámasztás között felfekvő tartót méretezzük. A másodlagos hosszartó gyakorlati méretezésénél a ténylegesen, két alátámasztás között felépő M_{max} helyett annak csak 80 %-ával számolunk.

A tartók áthajlása $f_{max} = \frac{5}{384} \frac{q l^4}{EJ}$ egyenletből határozható meg. Az áthajlás maximális értéke közuti hídon a támasztók között $1/1500$, vasúti hídon a támasztók között $1/1000$ része lehet.

C./Rácsos szerkezetek.

Nagy terhelésekre és nagyobb nyílások áthidalására a tömör gerinclemezzel bíró tartók gazdasági szempontból kevésbé előnyösek, mert egyrészt nagy önsúlyuk miatt igen drágák, másrészt elkészítésük és a helyszínen való szerelésük is nehézkes. Ilyen esetekben tehát inkább a rácsos tartókat alkalmazzuk. Ezeknek önsúlya lényegesen kisebb, a gyárban való szerelésük és a helyszínen történő felállításuk is kevésbé körülményes.

Eredetileg a gerinclemezt helyettesítették sűrű rácsoszással anyagmegtakarítás céljából. /307. ábra./

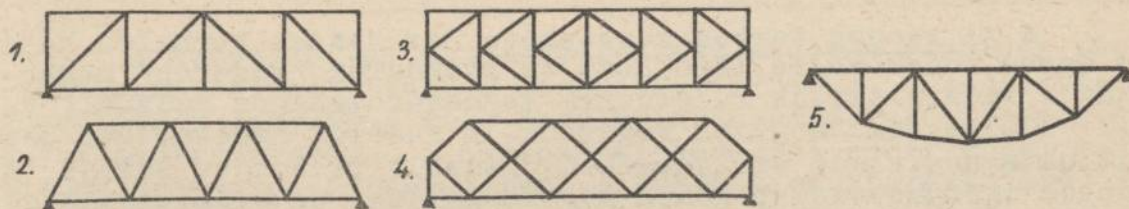


307. ábra.

A rácsosást később fokozatosan ritkították. Ezeknek a sűrű rácsoszatú szerkezeteknek nehézkes számítása vezetett a statikai szempontból fölös rudakat már nem tartalmazó egyszerű rácsoszatú tartók szerkesztéséhez. Ma már nagyobb hidak főtartóiként ugyyszólván kizárólag rácsos tartókat alkalmazunk.

A szokásos szerkezeti megoldások vonalas ábrázolását a 308. ábracsoport tünteti fel.

- 1./Párhuzamos övű r. tartó oszlopos rácsoszással.
- 2./" " trapéz alakú szimmetrikus rácsoszással.
- 3./K rácsoszás.
- 4./Rombusz rácsoszás.
- 5./Segmens tartók szimmetrikus rácsoszással.



308. ábracsoport.

1./A rudak alakja és kivitele.

a./A húzott rudak kivitelezésekor olyan szelvényeket használunk, amelyek a csomópontokban egyszerűen beköthetők és a szerkezet síkjára merőleges irányban is elegendő merevséggel rendelkeznek.

T alakú szelvény két szögvasból. Merevítésül 50-100 cm távolságban elhelyezett belső béléslemezeket, vagy alul felszegecselt laposvashevedereket alkalmazunk./309.ábra./

Kereszt alakú szelvény két drb. sarkaikkal szembefordított egyenlő, vagy egyenlőtlen száru szögvasból előállítva. Merevítésül laposvas, esetleg szögvas szolgál./310.ábra./

I alakú, és szekrényyszerű szelvény /311.312.ábra/.

b./Mint hogy nyomott rudaknál mindig fenyeget a kihajlás veszélye, lehetőleg olyan keresztmetszetet kell választanunk, amelynél egyrészt a két főtehetetlenségi irányba eső tehetetlenségi nyomaték közel egyenlő, másrészt pedig a területrészek a súlyvonalától eléggé távol fekszenek és így a tehetetlenségi nyomaték számértéke elég nagy. A nyomott rudak keresztmetszeti alakját 309-312.ábrán láthatjuk.

2./A rudak elhelyezése. A rudakat mindenkor a szerkezet hálózati rajza alapján helyezzük el úgy, hogy a szelvényvasak súlyvonalai a hálózat elméleti vonalaira essenek.

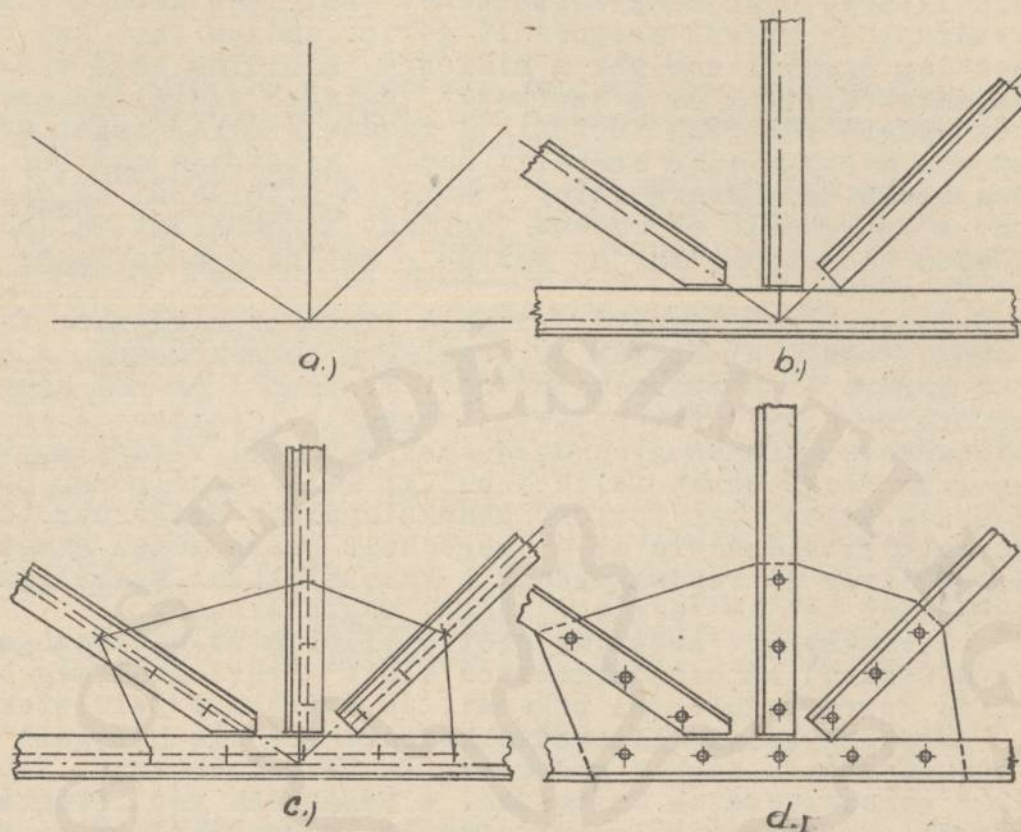
Az övrudakat megszakítás nélkül több mezőn vezetjük keresztül, rendszerint annyin, amennyit az anyaghossz megenged. Az övrud szelvényét természetesen a legnagyobb ruderőre kell méretezni, és ezáltal egyes rudak túl lesznek méretezve. Az így előálló költségtöbblet azonban megtérül a munkában. Ezenfelül még a szerkezet csínossága is megköveteli, hogy az övrudak lehetőleg azonos szélességben fussanak végig.

A rácsrudak szelvénye /vertikális, diagonális/ független egymástól és így ezeknél pontosan alkalmazkodhatunk a ruderők alapján számított méretekhez, szem előtt tartva itt is a szerkezet csínos külalakját.

A rácsrudakat a csomópontoknál rendszerint a tengelyükre merőlegesen vágjuk le, kivéve az olyan eseteket, amikor a rácsrud igen kis szög alatt hajlik az övrudhoz. A kapcsolatot a csomópontoknál nyomott rácsozat esetén azáltal erősítjük, hogy a rácsrudakat lehetőleg egészen a csomópont közelében vágjuk le.

3./A csomópontok kiképzése. A rácsrudakat vagy a végigmenő övrudhoz szegécseljük, illetve hegesztjük, de leginkább egy külön alkatrészt a csomóponti lemezt használjuk a rudak összefogására. Hidtartóknál minden rudhoz legalább három drb. szegecset kell használnunk, még akkor is ha a számítás kevesebbet adna ki. Egy ilyen csomóponti lemezt részegecselt rácsrudakkal ábrázol a 313.ábra.

4./A rácsos tartók méretezése. Az összes terhelés hatására az egyes rudakban fellépő húzó és nyomóerők /ruderők/ meghatározását a rácsos tartók ruderőinek meghatározásához használt valamelyik eljárás segítségével végezzük. A ruderők ismeretében összeállítjuk a megfelelő szelvényekből készült rácsozatu tartót. A csomópontok igénybevételét külön megvizsgáljuk, és számítással ellenőrizzük az összekötő elemekben /szegecs, csomóponti lemez/ fellé-



313. ábra.

pó feszültségek nagyságát.

5./ Rácsos szerkezetek merevítése. A keresztirányu merevítő elemek a tartókat egymáshoz kapcsolják és megakadályozzák, hogy a tartók egymás között elmozduljanak. Az oldalirányu elmozdulás, magas szerkezeteknél a főtartó eldőlésének megakadályozására alkalmazott szélrácsozat lehet egyszerű, vagy kettős. Kisebb szerkezeteknél gömb, vagy laposvas rudakból, nagyobbaknál szögvasakból készül. A szélrácsozat rudjait, vagy szegecselt, vagy csavaros kötéssel kapcsoljuk az övek csomópontjaihoz.

8./ Vashidak tervezése, építése és engedélyezése.

A tervezés, és az engedélyezési eljárás vashidak esetében a fahidaknál elmondottakhoz hasonlóan történik. A részlettervekkel kapcsolatban jegyezzük meg, hogy különös gond fordítandó a kötések pontos megrajzolására, a csomóponti lemezről pedig műhelytervet készítünk természetes nagyságban. A kötések méretaránya 1:5, 1:10.

Az építéskor először a hidfőket /pilléreket/építjük meg.

A saruk elhelyezése után a tartószerkezet szerelése következik. Egy- szerű gerendákat és kisebb szegecselte gerinclemezes tartókat csigákkal, esetleg daruval emelünk a hídfőkre. A hídfők közé előzetesen állványzatot építünk és a szerkezet végleges szerelése ezen állványzatokon nyugvó főtartón történik. A rácsos szerkezeteket szerelő állványzatokon a helyszínen szerelik össze. Kivételes esetben az előre összeszerelt tartószerkezetet fokozatos áttolással helyezik el a hídfőkön. A szegecselte és rácsos tartókat rendszerint vállalati megrendeléssel készítjük, így az építés - sőt néha a tervezés is - a vállalat feladata.

A szegecsek részére szolgáló lyukakat mindenkor furással kell előállítani, kivételek az esetleges béléselemek. A szegecsfuratok átmérőjét a szegecsátmérőnél maximum 1 mm-nél készíthetjük nagyobbra, hogy a felhevített szegecs beleférjen. A szegecselés befejeztével minden egyes szegecset meg kell vizsgálnunk, s az esetleg laza szegecseket feltétlenül ki kell cserélnünk. Laza szegecsek hideg állapotban történő utánkalapálása szigorúan tilos. A szegecselés kivitelezésére és a szegecselte szerkezetek átvételére vonatkozó szabályok és rendelkezések a közszállítási szabályzat idevágó pontjaiban teljes részletességgel megtalálhatók.

A vasanyagot beépítés előtt, illetve az összeszögecselendő alkotórészeket az összeillesztés előtt a rozsdától meg kell tisztítani és forró lenolajjal bekenni. Az érintkező felületeket miniummal mázoljuk be. Az illesztések esetleges kis hézagait gittel kell betapasztani, hogy a nedvesség be ne hatolhasson. Ezután következik a vasszerkezetek befestése. A bemázolás két rétegben történik. Az első az alapréteg, melyet megelőző a szerkezetek gondos átvizsgálása. Csak rozsdafolttól mentes vasfelületet szabad bemázolnunk. Az alapréteg rendszeren ólom, vagy vasminium firnisszel elkeverve. Az összes szabad felületeket bemázoljuk. Az alapmáz legyen hig és gyorsan száradó. Az alaprétegre mázolt fedőréteg anyaga olajban oldott ásványfesték. Színe leggyakrabban szürke, vagy fekete, ritkábban zöld, vagy vörös.

9./ A vashidak próbaterhelése.

A vasszerkezetek/12 m-en felüli támasztóköz esetén/és minden statikailag határozatlan szerkezet alkalmazásakor a KM vasuti műszaki osztálya próbaterhelést tart, ha a szerkezet vasuti pálya műtárgya.

Vasuti gyalogfelüljárókon a KM vasuti műszaki osztálya, közuti felüljárókon pedig a KM hidosztálya tart építés után felülvizsgálatot. A kedvező próbaterhelés alapján említett hatóságok adják át a vasszerkezeteket a forgalom részére.

A próbaterhelés során méri a maradó és rugalmas lehajlást, esetleg a teher hatására fellépő oldalíngást. A lehajlást álló, lassan és gyorsan mozgó terhelés esetén vizsgálják.

Gyakran használt lehajlásmérő a Farkas-féle klinométer. A műszer körforgású mutatója erős rugóval van összeköttetésben. A lehajlás mérésekor a műszert a főtartóra akasztjuk és alul lehorogonyozzuk. A mutató a skálán egy kis kart visz magával. A legnagyobb lehajlást a műszer mutatójának legnagyobb kilengése jelzi, a skála bizonyos beosztására tolt említett kis kar segítségével. A leolvasási határérték 0,1 mm.

10. Vashidak fenntartása.

A vashidakat évenként meg kell vizsgálnunk arra nézve, hogy a szerkezet épsége, méretei nem szenvedtek-e változást. Meg kell vizsgálnunk, hogy a kötések szegecsek nem lazultak-e meg; továbbá a rozsdas és az időjárás káros mértékben nem befolyásolták-e a szerkezet teherbírását. A vizsgálat a pillérekre, szárnyfalakra és a hidpályára is kiterjed. A pillérek és szárnyfalak anyaga kő, fenntartásuk tehát a kőfalazatok fenntartási munkálataival biztosítható. Különösen a felfekvések helyén fokozott figyelemmel vizsgáljuk a szerkezetet.

A vasszerkezeteknél a kötések és szegecsek szilárdságáról kalapácsütések által győződünk meg. Megfigyeljük a mutatkozó alakváltozásokat, repedéseket, a rozsdafoltokat, a bemázolás folytonossági hiányait és igyekszünk a hátrányos jelenségek okát megállapítani. A meglazult szegecseket a fedőréteg színétől erősen elütő színnel /fehér, sárga/ jelöljük meg, a hiányzó szegecseket pedig ideiglenesen csavarokkal pótoljuk. A rozsdafoltokat eltüntetjük, a lekopott fedőmázatot felujtjuk. A javítási munkálatokról munkanaplót és az egyes károkat részletesen feltüntető jegyzéket vezetünk.

A hidpálya fenntartása a hidpálya anyagától és nemétől függően az előbbi fejezetekben tárgyaltak szerint történik.

11./A vashidak szerepe az erdőgazdaságban.

Minthogy a vas időtálló anyag, általában erdőgazdasági viszonylatban akkor alkalmazzuk, ha állandó jellegű szállítópályánk vonalvezetése műtárgy létesítését kívánja. Alkalmazhatunk azonban vashidat ideiglenes hidszerkezet létesítésekor is, különösen akkor, ha rendelkezésünkre áll, vagy olcsón beszerezhető, szétbontott hidszerkezetek vasanyaga, vagy egyéb vasanyag.

A vashidak közül a vasgerenda tartók előnyösen alkalmazhatók ott, ahol az áthidalástól aránylag kis szerkezeti magasságot kívánunk meg. Építünk közúti vashidakat az előbbiekből alapján nagy tengelynyomású járművek esetén, általában azonban vashidakat az erdei vasutak műtárgyaiként alkalmazzuk. A vasgerenda tartók a támasztók közöttől függően, mint egyszerű vasgerendák, vagy szegecselt gerinclemez tartók kerülnek alkalmazásra. Ha a vasgerenda hidakkal a nyílás már nem hidalható át elsősorban erdei vasúti hidaknál alkalmazhatunk rácsostartót vas szerkezeti elemekből.

VI. FEJEZET.

Vasbetonhidak.

1./A vasbeton, mint hidépítési anyag.

a./Kötőanyag.

Vasbeton szerkezetek építéséhez lassan kötő, de gyorsan szilárduló, nagy-szilárdságú portland cementet használunk. A lassan kötő cement egy órán túl kezd kötni. A kötés vége minimum 3 óra legyen. Fontos, hogy az építésvezető helyszíni kötéspróbákkal győződjen meg a cement lassan kötő voltáról. Közúti és közforgalmu vasúti vasbeton hidak betonjához csak nagy szilárdságú cementet szabad használni. A nagy szilárdságú cementek csomagolásán feltűnő módon kell a nagy szilárdságú minőséget megjelölni. A nagy szilárdságú P.C. előírt szilárdsági értékeit az alábbi táblázat tartalmazza. /Vasbetonszabályzat alapján. Vasbetonszabályzat a továbbiakban V.B.Sz./

XXXVIII. táblázat. Nagy szilárdságú P.C. szilárdsági értékei.

A cement megnevezése	A p r ó b a t e s t		
	kora /nap/	nyomó szilárdsága kg/cm ²	húzó szilárdsága kg/cm ²
Nagyszilárdságú P.C.	2	250	20
	7	400	27
	28	500	30

b./Víz.

A beton készítéséhez szükséges víz tiszta és a betonra káros alkotórészekből /szabad sav, szulfátok, szerves anyagok/ mentes legyen. Nem használhatunk sem túl meleg, sem erősen iszapos vizet. Általában az ivóvíz mondható alkalmasnak.

c./Az adalékanyag.

Az adalékanyag finom /homok/ és durva /kavics, szott kő/adalék. Az adalék anyaga fagyálló legyen. A nyomó szilárdság értéke a V.B.Sz. szerint min. 400 kg/cm².

A homok tiszta és inkább vegyes szemű legyen, mint egyformán durva, vagy egyenletesen finom. A homok akkor megfelelő, ha 1 mm-es lyukbőségű szitán átszítva az áthullott rész az egész mennyiségnek legfeljebb 6 % -a /súlyarány/ és ha az iszaptartalma a homok térfogatának 6 %-ánál nem nagyobb. A homok nem tartalmazhat

szulfátot, szerves anyagot pedig csak a V.B.Sz. által előírt mennyiségben.

A kavics /folyam, bánya, zuzott kő/ tiszta, agyagtól mentes és egyves szem nagysága legyen. A legnagyobb szem nagyság felénél nagyobb átmérőjű szemek az egész mennyiségnek 40-70 %-át tehetik ki /súlyszázalék/. A legnagyobb kavics szem valamely szerkezeti elemben nem lehet nagyobb, mint az illető szerkezeti elem /lemez, borda stb./ legkisebb vastagsági méretének a fele, de legfeljebb 40 mm, illetőleg mint a legsűrűbben elhelyezett vasbetétek távolsága.

Kiszáritott állapotban a kavics térfogata a homok térfogatának legalább 2/3-a, de legfeljebb 1:5-szöröse lehet.

A homokos kavics szemszerkezetét vasbetonhidak építése előtt mindig meg kell vizsgálni. Vasuti vasbetonhidak építésekor a természetes homokos kavicsot 5 mm-es lyukbőségű szitán homokra és kavicsra kell szétrostálnunk. A szétválasztott adalékokat az előzetes vizsgálat alapján megállapított legkedvezőbb térfogatarány szerint kell a beton készítésekor a homok és kavics külön adagolásával összekeverni.

d./ A levegő.

A kötfanyagból, adalékanyagból, és vízből készített beton szilárdsága szoros összefüggésben van a beton hézagtartalmával. Legnagyobb szilárdságú a legkisebb hézagtartalmú, legtömörőbb beton. Nagyobb szilárdság elérésekor tehát hézagminimumra törekessünk.

e./ A beton.

A beton kötfanyag /cement/ viz és adalékanyag /homok, kavics/ keveréke.

A hidaszerkezetekben minden beépített beton-köbméter cementtartalma 300 kg. A beton készítéséhez a keverőaránynak megfelelő homokot és kavicsot térfogat szerint, a cementet ellenben súly szerint kell adagolni. A beton általában képlékeny /plasztikus/, vagy önthető legyen, hogy a vasszerkezeteket jól körülvegye. A beton folyósságának ellenőrzésére való a roskadási próba.

A beton akkor megfelelő, ha a 20 cm él nagyságú próbakockák 28 napos korukban nagy szilárdságú P.C. alkalmazása mellett legalább 140 kg/cm², vasuti vasbetonhidak betonjában pedig legalább 160 kg/cm² szilárdságot adnak. A beton szilárdsága gyanánt 3 próbakocka törőszilárdságának középértékét tekintjük.

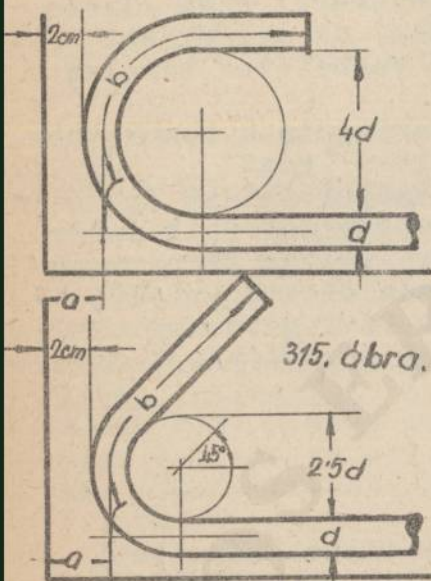
Szilárdsági próbákat végzünk építés előtt /előzetes kockapróba/, építés alatt /ellenőrző kockapróba/ és a szerkezet megterhelésének időpontjában /terheléskor próba/

f./ A betonvas.

A vasbetétek anyaga folyasztott vas, vagy acél. Hazánkban a páratlan mm-es átmérőjű gőmbvasakból csak 5, 7, 15 és 25 mm átmérőjűeket készítenek. Egy szerkezeti elemben kerüljük a különböző hosszúságú és átmérőjű betonvasak alkalmazását. Ha 20 mm-en fe-

lúli átmérőjű betonvasakat alkalmazunk, ajánlatos az átmérőket 4 mm-es különbséggel meghatározni, hogy a vasakat össze ne keverjük.

A gömbvasak normál gyártási hossza hazánkban 14 m. Hosszabb vasat csak felárral kapunk, tehát alkalmazásukat kerüljük. A húzott vasbetétek végeit kámpószerűen meghajlítjuk. A betonvas kamposinak alakját mutatja a 315. ábra.



d mm	a cm	b cm
5	3	5
6	3	5
7	3	6
8	3	7
10	3	8
12	3	10
14	3	11
16	3	13
18	3	15
20	3	16
22	3	18
25	4	20
28	4	23
32	4	26
36	4	29
40	4	32

Hídszerkezeteknél a vasbetéteket végeiken még akkor is kámpószerűen meg kell hajlítani, hogy eloszásuk a betonban megnehezítettessék, ha a számítás szerinti adhéziós igénybevétel a megengedett határon alul marad. A kámpószerű felhajlítás lehorgonyzó hatása a felületi tapadáson kívül még külön biztosítja a vasbetéteknek a kihúzás elleni stabilitását.

Húzott vasbetétek toldását, ha azt nem tud-

juk elkerülni, hegesztéssel, átfogással ellenmenetes csavarhüvellyel végezzük. A toldás hosszúsága a vas átmérőjének 40-szerese legyen. A toldás lehetőleg a tartó nyomott övébe /felhajlítás/ essék.

Húzott vasbetéteket beugró sarkokkal, vagy kívülről nézve homorú görbülettel nem szabad készíteni. Ilyen helyeken a vasbetéteket ollószerűen kell keresztezni. Enyhén homorú vonalazású vasakat kellően méretezett kengyelekkel kell bekötni.

Acél csak lemezek és négyszög keresztmetszetű gerendák vasbetéteként és csavaralakú kengyelek céljaira használható. A vasbetétek lehetnek fóvasbetétek és gömbvasakból készítjük a tartók keresztvasalását /elosztóvasak, kengyelek/.

A vas, illetőleg acél akkor megfelelő, ha a próbapálcák

	szakító szilárdsága	folyási határa
folyasztott vas esetén	3600 kg/cm ²	2200 kg/cm ²
acél esetében	4800 kg/cm ²	2800 kg/cm ²

Hídszerkezetek vasbetétjeit a szerkezet külső oldalán 1 illetőleg 1.5 cm betonréteg fedje.

g./A vasbeton

A beton tartós, hosszúnélvű építőanyag, de csak oly műszaki létesítmények építésére alkalmas, amelyek elsősorban nyomó igénybevételre szorvosnak és bennük húzások csak csekély mértékben lehetnek. Ha a betonszerkezet erősebb húzásnak van kitéve, a legnagyobb betonhúzások helyén vasbetéteket alkalmazunk. A vasbetéteket szerves összeköttetésbe kell hoznunk a betonnal, hogy a külső erőhatásokkal szemben együttesen lépjenek fel. Ezt a szerkezetet nevezük vasbetonnak. A vasbetonszerkezet tehát már hajlított tartóként is

alkalmazható, amikor is a hajlításból keletkező nyomásokat a beton, a húzásokat pedig a vas veszi fel.

A beton és a vas közös alkalmazását az teszi lehetővé, hogy viszonylagos alakváltozásuk nyomás esetén egyenlő, mert fajlagos megnyúlásuk közel egyenlő. $\epsilon_v = n \cdot \epsilon_b$

A vasbetonszerkezet a beton és a vas szerencsés közös alkalmazása, amikor is a beton és a vas jó tulajdonságai összegeződnek, egymás hibáit pedig az összeköttetés révén minimumra csökkentik.

A betonba ágyazott vas nem rozsdásodik és megfelelő vastagságu betonnal körülvéve a tűz romboló hatásával szemben is érzéketlen.

Ha a vasbetonszerkezetet homogénnek képzeljük, akkor az átalakított vaskeresztmetszet felület: $3 \cdot n \cdot F_v$

A vasbeton sulya 2400 kg/m^3 .

XXXIX. táblázat. A beton megengedett feszültségi értékei.

	A megengedett		
	nyomó	nyíró	húzó
	feszültségek értéke kg/cm^2		
Közuti hídszerk. hajl. tartóiban	55		
" " támasztó ponti km.	60	6	
Erdei vasuti hidak hajl. tartóiban	55		
" " támasztó ponti km.	60	5	
Kengyelek és vasak alkalmazása esetén a betonban fellépő összes ny. feszülts.		15	
Húzott betonkeresztmetszetekben, ha a húzást vasbetétek veszik fel			15

XL. A betonvas /a./ és acél /b./ megengedett feszültségi értékei.

	Húzófeszültség kg/cm^2
Közuti hidak vasbeton szerkezeteiben	1200
Erdei vasuti hidak szerkezeteiben	1100
b./Acélban húzásra megengedhető lemezekben és négyazögkeresztmetszetű gerendákban	1500

A beton és vas közötti felületi kötésre megengedhető 6 kg/cm^2 .

A táblázatokban szereplő értékek a M.M.É.E. 1931. évi V.B.Sz. alapján lettek összeállítva.

A feszültségek számításakor $n = \frac{\epsilon_v}{\epsilon_b} = 15$.

2./ A vasbetonhidak szerkezeti elemei.

A hidépités körében alkalmazott vasbeton szerkezeti elemek: a lemez, gerenda, bordáslemez, oszlop. A vasbetonszerkezetek ma már széleskörű alkalmazást találnak és egyaránt készülnek gerenda, feszítőtartós stb. hidak.

a./ Vasbeton lemez.

A lemez vastagsága rendszerint ne legyen kisebb 8 cm-nél. Hidpályák gyalogjáró lemezének vastagsága különösen gondos munka esetén 6 cm-re is csökkenthető.

Kéttámaszu lemezek vastagsága $v > \frac{l}{27}$, többtámaszuaké pedig $v > \frac{l}{34}$, ahol l = a támasztóköz. A lemez felfekvése legalább 7 cm hosszú legyen.

Ha a lemez mind a négy oldalán támaszkodik és $l_{hossz} < 2l_{rövid}$ két irányban teherbírónak kell tekintenünk. A lemez vastagsága ilyen esetben $v > \frac{l_r}{30}$.

A fővasbetétek átmérője minimum 6 mm és legfeljebb 14 mm lehet. Osztástávolságuk 8-15 cm. Az elosztóvasak keresztmetszet területe a fővasbetétekének legalább 20 %-a. Osztástávolságuk maximálisan 35 cm. Az elosztóvasakat a fővasbetétekre felül helyezzük és hozzájuk kötöződróttal erősítjük. /318.ábra/.

b./Bordás lemez /lemezes gerenda./

A lemezes gerenda nyomott övének szélessége, vagyis a számításban a bordával együttműködőnek feltételezett lemezszélesség nem vehető nagyobbra

A./ T alaku keresztmetszet esetén

1./ A gerendák középvonalának egymástól való távolságánál,
$$s \leq B$$

2./ A gerendák támasztóközének $1/3$ részénél $s \leq \frac{L}{3}$

3./ A 12-szeres lemezvastagságnak, a gerendaszélességnek, és az esetleges könyökök hosszának összegezéséből kapott méretnél.
$$s \leq 12v + 2k + sz$$

A gerendaszélesség és az esetleges könyök hosszának számításba vehető összege azonban nem lehet a gerendák középvonalai közti távolság $1/5$ részénél nagyobb.

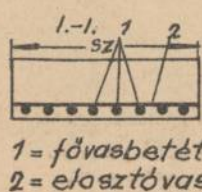
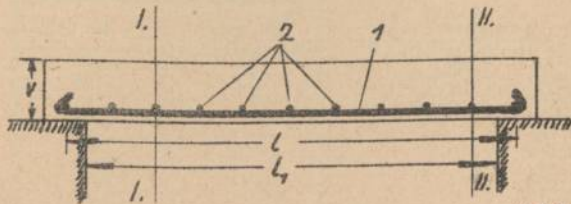
B./ Féloldalas lemezes gerenda esetén

1./ A gerendák középvonalai közti távolság fele, hozzáadva a fél gerenda szélességet, $S_1 \leq \frac{B}{2} + \frac{sz_1}{2}$

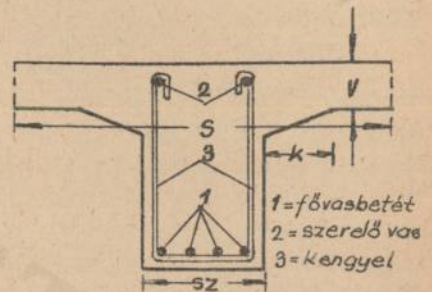
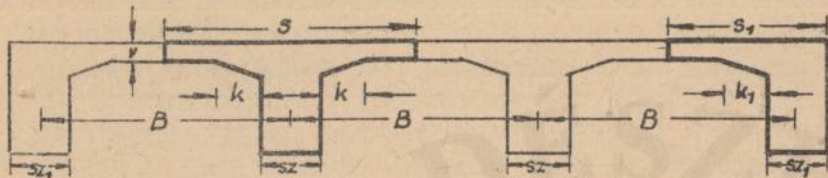
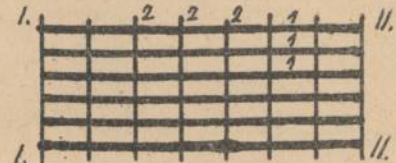
2./ A támasztóköz $1/6$ része $S_1 \leq \frac{L}{6}$

3./ A 4^o5-szörös lemezvastagságnak, a gerenda szélességének és az esetleges könyök hosszának összegezéséből kapott méret.
$$S_1 \leq 4,5v + sz_1 + k_1$$

Az A és B pont alatti értékek közül a legkisebbel kell számolni. /319.ábra/.



318. ábra.



320. ábra.

A lemezes gerenda lemezvastagsága minimum $v \geq \frac{B}{30}$, a gerenda magassága pedig minimum $m \geq \frac{L}{10}$, ahol B = a bordák /gerendák- tengelytávolsága, L pedig a gerendák támasztóköze.

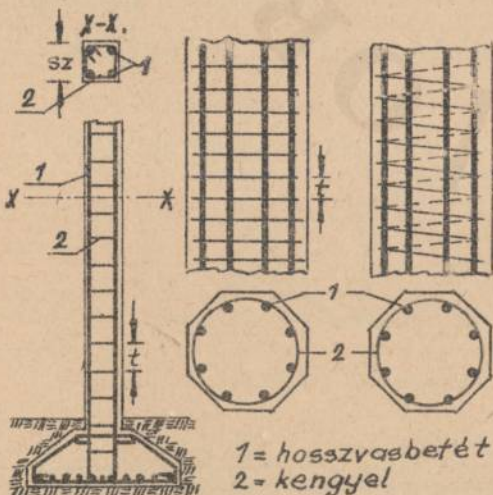
A gerendában vasbetőteket két sorban lehetőleg ne alkalmazunk. Két sor betonvas esetén a vastagabb betonvasakat helyezzük el az alsó sorban. A sorok közt legalább 2 cm közt, az egy sorban lévő vasbetőtek között a vastagabb vasbetőtek átmérőjénél nagyobb, de legalább 2 cm köz legyen.

Lemezes gerendában legalább 5 mm átmérőjű kengyeleket mindig alkalmazunk. A kengyeltávolság a gerendaszélesség két-háromszorosa, a gerenda magasságánál, illetőleg 35 cm-nél nem lehet nagyobb.

A szerelővas vastagsága minimum 3 mm. (320. ábra.)

3. / Oszlop.

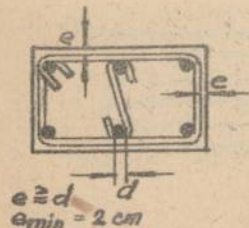
A vasbetonoszlop nyomó igénybevételt szenved. A nyomóigénybevétel következtében az oszlop magassága kisebbedik, keresztmetszete pedig megnövekedik. Ezen alakváltozásokat igyekeznünk csökkenteni a megfelelően elhelyezett vasbetőtekkel.



1 = hosszvasbetét
2 = kengyel

321. ábra.

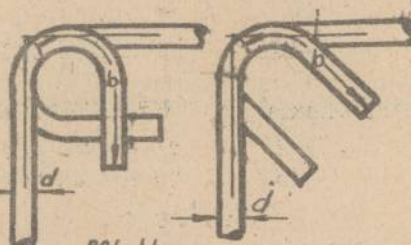
Alkalmazunk hosszirányú vasalást és erre merőlegesen elhelyezett kengyeleket. A hosszirányú vasak segítenek a betonnak a teherviselésben, a kengyelek az oszlop kihajlását és a keresztmetszet nagybodását igyekeznek meggátolni. Az oszlop keresztmetszete általában derékszögű négyszög, a sarkokban elhelyezett vasbetőtekkel. Ezeket fogják körül az egyenlő távolságban elhelyezett kengyelek. A kengyeltávolság ne legyen nagyobb a fővasbetőtek átmérőjének 12-szeres értékénél. A kengyel a fővasbetőtekhez vékony kötőszálalattal van erősítve. Ha az oszlop oldal-



322. ábra.



323. ábra.



324. ábra.

d mm	b cm
6	6
7	7
8	8
10	10
12	12

hosszúsága az 50 cm-t meghaladja, középen is helyezünk el fővasbetéteket. /322. ábra/. Az oszlop teherbírást lényegesen növelhetjük, ha a fővasbetéteket spirálisan futó vasbetéttel vesszük körül a "t" távolságu kengyelek helyett. Az ilyen oszlop kör, hatszög, nyolcszög keresztmetszetű. Az oszlop alapja rendszerint nagy alapfelülettel aránylag kis magassággal készül. Az oszlop talpat úgy tekintjük, mint egy az oszlop által középen alátámasztott tartót, amelyet a talajreakció hajlításra vesz igénybe. A húzott öv tehát a talp alsó szélén keletkezik: ide helyezzük el a vasbetéteket. Az oszloptalp készülhet vasalatlan betonból is, ilyenkor az ábrán látható α szög nagysága $\alpha \leq 60^\circ$ /323. ábra/.

Kengyelvégződéseket mutat a 324. ábra.

3./ Szerkezeti elemek méretszámítása.

A./ Lemez.

1./ Hídszerkezetek számításakor a vasbetonlemez támasztóközének az alátámasztások középvonalainak távolságát kell tekintenünk.

2./ A kéttámaszu lemez.

a./ A szabadon felfekvő kéttámaszu lemez esetén a támaszpont felett fellépő esetleges negatív nyomatékok értéke:-

Egyenletesen osztott terhelés esetén $-\frac{9l^2}{40}$

Koncentrált terhelés esetén $-0.2M_0$, ahol M_0

a szabadon felfekvő kéttámaszu lemez maximális pozitív nyomatéka.

b./ Két végén befogott lemez

pozitív mező negatív támaszponti
nyomatékai

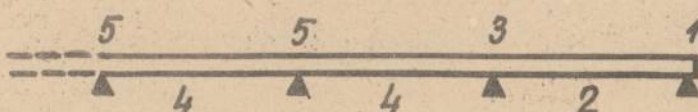
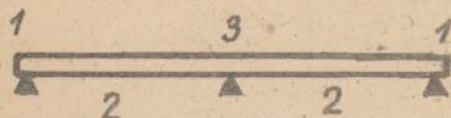
osztott terhelés esetén $\frac{9l^2}{10}$ $-\frac{9l^2}{16}$

koncentrált terhelés esetén $0.8M_0$ $-0.5M_0$

3./ Gerendákkal összeépített többtámaszu lemez.

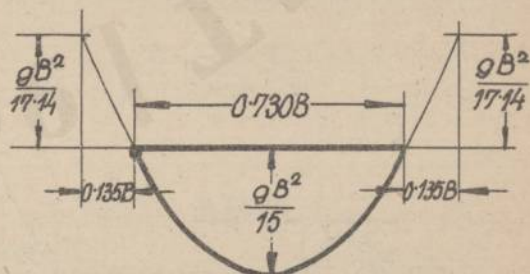
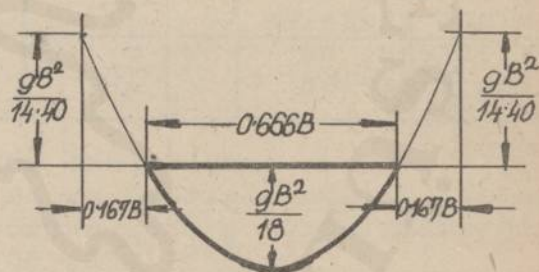
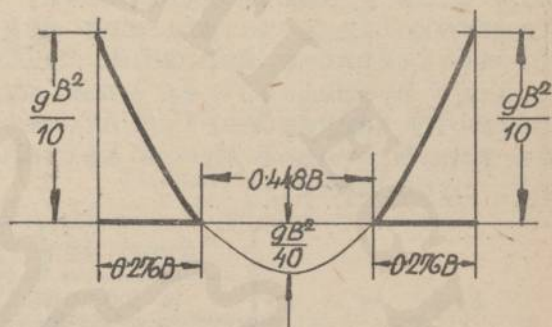
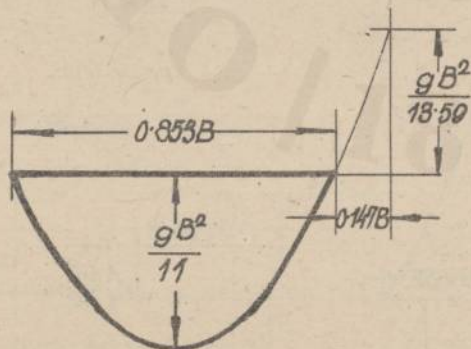
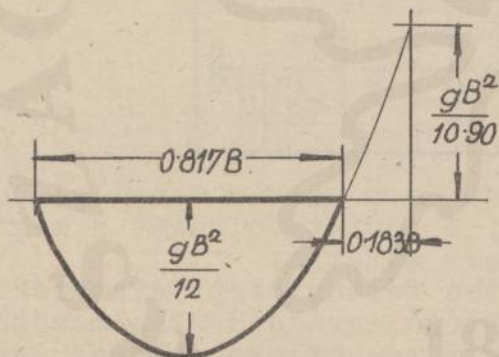
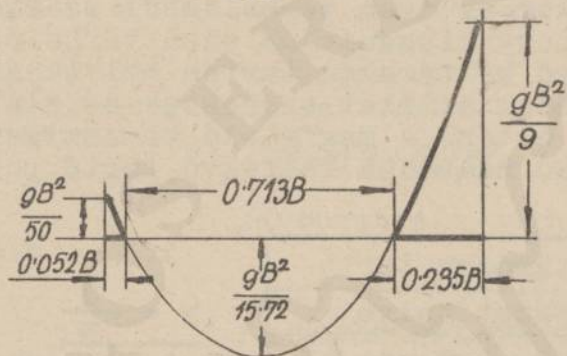
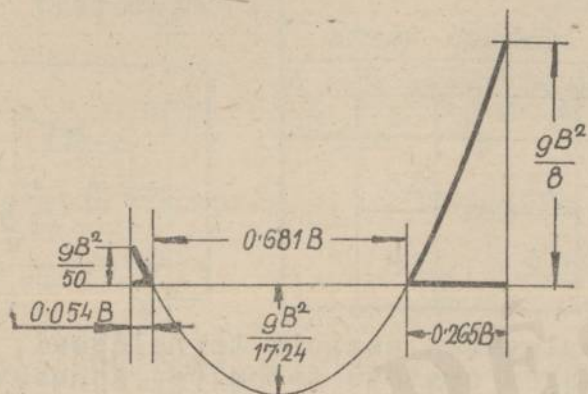
háromtámaszu lemez

"n" támaszu lemez



Szélső mezők

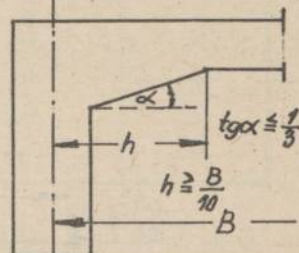
Közbenső mezők



325. ábracsoport.

$M = \frac{9B^2}{x}$	Három és			n támaszu tartó				
	a keresztmetszet helye							
	1	2	3	1	2	3	4	5
x értéke, ha nincs kiékelés	-50	11	-8	-16	11	-9	15	-10
x értéke, ha van kiékelés		12			12		18	

Feltétel:



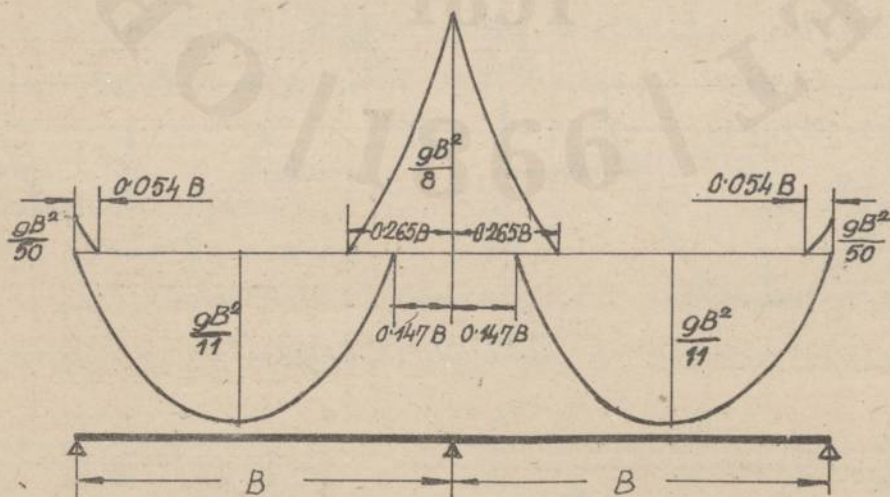
Ha a lemez nem egyenletesen osztott terheléssel, hanem valamely más módon / részleges osztott terhelés, koncentrált erők / van megterhelve, akkor az ezen terhelésből származó nyomatékot úgy határozzuk meg, hogy kiszámítjuk ezen terhelések következtében a szabadon felfekvő kéttámaszu tartón keletkező max. pozitív nyomatékot és ezen nyomaték értékét szorozzuk az alábbi módosító tényezőkkel. A nyomaték értéke a megfelelő keresztmetszetben $M = y \cdot M_0$, ahol M_0 = a kéttámaszu szabadon felfekvő tartó pozitív max. nyomatéka.

$M=y.M_0$	Három és			n támaszu tartó				
	a keresztmetszet helye							
	1	2	3	1	2	3	4	5
y értéke, ha nincs kiékelés	-8	$\frac{8}{11}$	-8	-8	$\frac{8}{11}$	-8	$\frac{8}{15}$	-8
y értéke, ha van kiékelés	50	$\frac{8}{12}$	8	16	$\frac{8}{12}$	9	8	10

$$y = \frac{8}{x}$$

A nyomatéki ábrákat és a vastag vonallal húzott nyomatéki ábrához tartozó nyomatéki $\emptyset$ pont távolságát a megfelelő alátámasztástól a 325. ábracsoport mutatja.

A 325. ábracsoporton feltüntetett nyomatéki ábrának a tervezési számítások során történő egyidejű alkalmazását a 326. ábra mutatja bordával egybeépített háromtámaszu lemez esetén, ha a lemez nincs kiékelve.



326. ábra.

4./ Két irányban teherbíró lemez. A két irányban teherbíró lemezt külön méretezzük a hosszabb / l_h / és külön a rövidebb / l_r / oldalirányban.

Pozitív nyomaték

$$M_h = \frac{\alpha_h g l_h^2}{x}$$

$$M_r = \frac{\alpha_r g l_r^2}{x}$$

Negatív nyomaték

$$M_h = - \frac{0.6 g l_r^2}{x}$$

$$M_r = - \frac{\beta g l_r^2}{x}$$

x értékeit lásd a 2./ és 3./pont alatt.

$$\beta = 0.3 + 0.7 \alpha_r$$

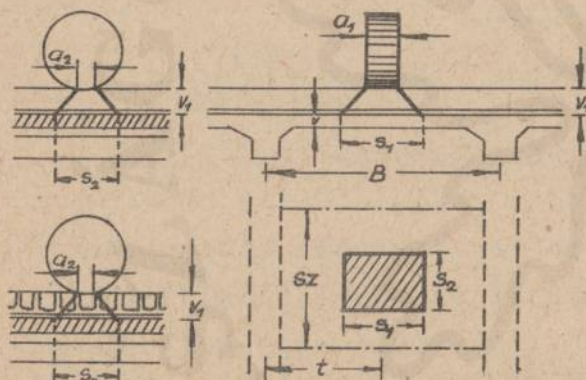
$\frac{l_h}{l_r}$	α_r	α_h
1.0	0.40	0.40
1.1	0.52	0.31
1.2	0.62	0.24
1.3	0.70	0.19
1.4	0.77	0.15
1.5	0.83	0.12
1.6	0.88	0.09
1.7	0.92	0.07
1.8	0.95	0.06
1.9	0.98	0.06
2.0	1.00	0.05

lessége

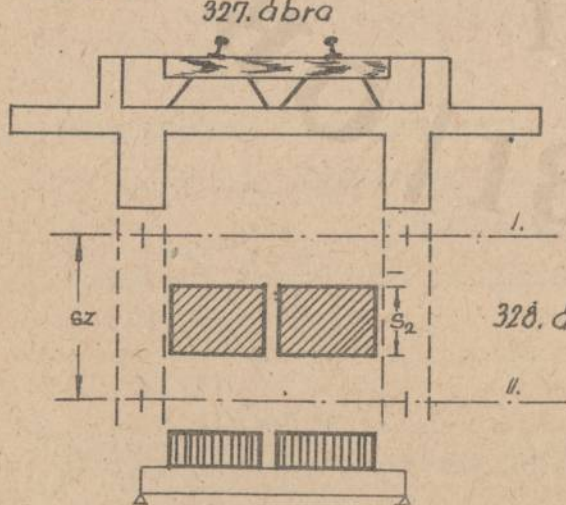
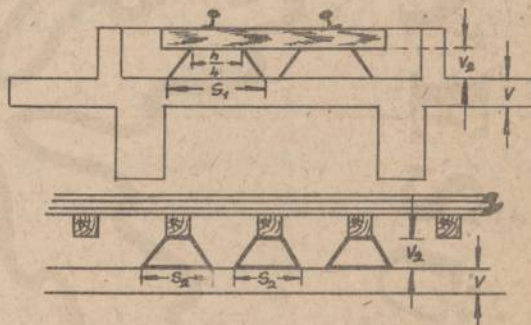
5./Koncentrált terhelés esetén a lemez dolgozó szé-

$$s_z = s_2 + \frac{2}{3} t + 2v$$

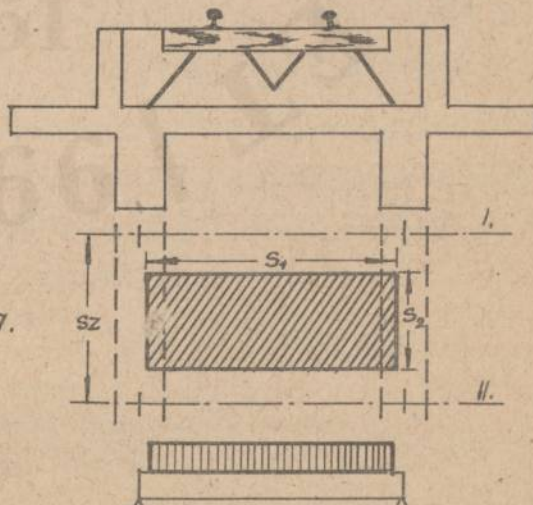
6./A terhelési négyszög meghatározásának módját és a terhelési négyszög oldalhosszuságait közúti hidak esetében a 327.ábra, vasúti hidak esetén pedig a 328.ábra mutatja.



327. ábra



328. ábra.

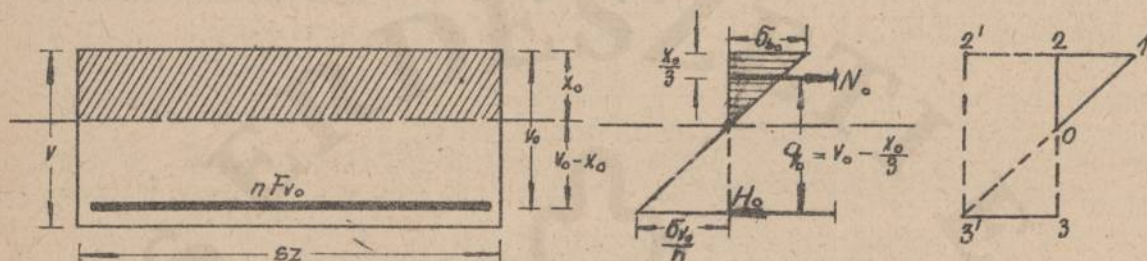


327. 328. ábra

7./A lemez méretszámítása tervezési, vagy ellenőrzési számításokkal történik.

I. Tervezési számítások.

Ismeretes a terhelések következtében a lemezre ható maximális nyomaték "M", a lemez dolgozó szélessége "sz", a megengedett beton és vasfeszültség értéke σ_b és σ_v . Meghatározandó a vasbetétek súlyponttengelyének távolsága a nyomott öv szélétől, az elméletileg szükséges vaskeresztmetszet, és a lemez vastagsága. /Az elméleti méreteket, adatokat számításainknál o indexel jelöljük./



329. ábra.

1./A semleges tengely távolsága a nyomott öv szélétől.

$120^\circ \sim 123^\circ$ hasonlósága alapján

$$\frac{x_o}{v_o} = \frac{\sigma_b}{\sigma_b + \frac{\sigma_v}{n}} = \frac{n\sigma_b}{\sigma_v + n\sigma_b} \quad \text{legyen} \quad \alpha = \frac{n\sigma_b}{\sigma_v + n\sigma_b}$$

és így a semleges tengely távolsága $x_o = \alpha v_o$

2./A hajlító igénybevétel következtében fellépő belső erők:

a./Nyomóerő $N_o = sz x_o \frac{\sigma_b}{2}$ = a feszültségi prizma köbtartalma

b./Húzóerő $H_o = F_v \sigma_v$ = vasfelület szorozva feszültséggel.

$N_o = H_o$ mert erőpárt alkotnak. A statikai egyensúly miatt kell, hogy a belső erők N_o, H_o forgató nyomatéka egyenlő legyen a tartóra ható külső erők hajlító nyomatékával. / $M_{\text{külső}}$ /

3./A belső erők nyomatéka

$$M = N_o Q_o = H_o Q_o$$

$$M_{\text{belső erők}} = M_{\text{külső erők}}$$

4./A belső erők karja $Q_o = v_o - \frac{x_o}{3}$ de $x_o = \alpha v_o$ tehát

$$Q_o = v_o - \frac{\alpha v_o}{3} = v_o \left(1 - \frac{\alpha}{3}\right)$$

N_o értékét a nyomatéki egyenletbe helyettesítve lesz

$$M = sz x_o \frac{\sigma_b}{2} v_o \left(1 - \frac{\alpha}{3}\right)$$

$$\text{de} \quad x_o = \alpha v_o$$

$$M = sz v_o^2 \frac{\sigma_b}{2} \alpha \left(1 - \frac{\alpha}{3}\right)$$

$$\text{és ebből} \quad v_o^2 = \frac{M}{sz \frac{\alpha}{2} \left(1 - \frac{\alpha}{3}\right) \sigma_b}$$

$$\text{legyen } \beta = \sqrt{\frac{1}{\frac{\alpha}{2}(1-\frac{\alpha}{3})\sigma_{bo}}};$$

5./A vasbetétek súlyponttengelyének távolsága a nyomott öv szélétől

$$V_0 = \beta \sqrt{\frac{M}{SZ}}$$

6./A fővasbetétek számításánál kiindulunk abból az elvből, hogy a húzó és nyomóerő /belső erők/ egymással egyenlő.

$H_0 = N_0$ H_0 és N_0 értékeit behelyettesítve

$$F_{V_0} \sigma_{V_0} = SZ x_0 \frac{\sigma_{bo}}{2} = \alpha V_0 SZ \frac{\sigma_{bo}}{2}$$

$$F_{V_0} = \frac{\alpha}{2} \frac{\sigma_{bo}}{\sigma_{V_0}} SZ V_0$$

legyen $\frac{\alpha}{2} \frac{\sigma_{bo}}{\sigma_{V_0}} = \gamma$ tehát a fővas-

betétek elméletileg szükséges keresztmetszet felülete

$$F_{V_0} = \gamma SZ V_0$$

7./A lemez teljes vastagsága pedig

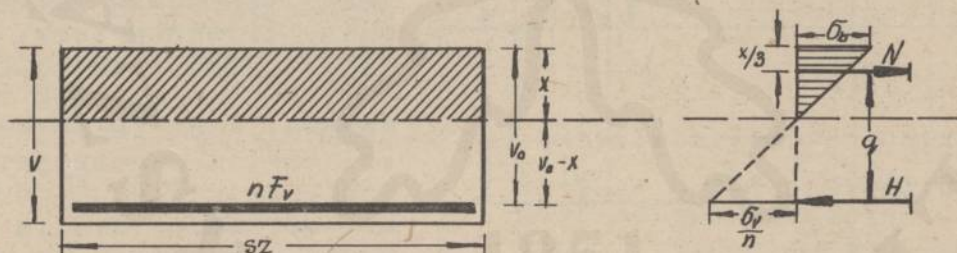
$$v = V_0 + \frac{d}{2} + \delta$$

ahol "d" = a fővasbetét átmérője

δ = előírt betontakarás /1-1,5 cm/.

II. Ellenőrző számítások.

Ismeretes a lemezre ható maximális hajlítónyomaték M_{max} , a lemez "v" vastagsága, a lemez "sz" dolgozó szélessége, az "sz" dolgozó szélességben alkalmazott fővasbetétek keresztmetszet területe és a fővasbetétek súlyponttengelyének távolsága a nyomott öv felső szélétől V_0 . Keressük a fellépő vas / σ_V / és beton / σ_b / feszültségek értékeit.



330. ábra.

1./Meghatározzuk a semleges tengely x távolságát a nyomott öv felső szélétől azon elv alapján, hogy a nyomó és húzó igénybevételt szenvedő felületek statikai nyomatéka a semleges tengelyre vonatkoztatva = 0.

$$SZ x \frac{x}{2} = nF_v (V_0 - x)$$

,ahol SZx = a nyomott betonfelület, nF_v = az átalakított homogén betonkeresztmetszet.

$$\frac{SZ x^2}{2} = nF_v (V_0 - x)$$

$$x^2 = \frac{2nF_v}{SZ} (V_0 - x)$$

$$x^2 - \frac{2nF_v}{SZ} (V_0 - x) = 0$$

legyen $\frac{nF_v}{SZ} = f$

$$x^2 + 2fx - 2fV_0 = 0$$

$$x = -f \pm \sqrt{f^2 + 2fV_0}$$

f és v_0 pozitív, tehát a második gyök negatív lesz, aminek azonban szilárdságtanilag nincs értelme és ezért

$$x = -f + \sqrt{f^2 + 2fv_0} = f \left[\sqrt{1 + \frac{2v_0}{f}} - 1 \right]$$

2./A belső erők karja $q = v_0 - \frac{x}{3}$

3./A vas keresztmetszeten egyenletesen eloszló húzófeszültség értéke

$$\sigma_v = \frac{H}{F_v}; \quad H = \frac{M}{q}; \quad \sigma_v = \frac{M}{q F_v}$$

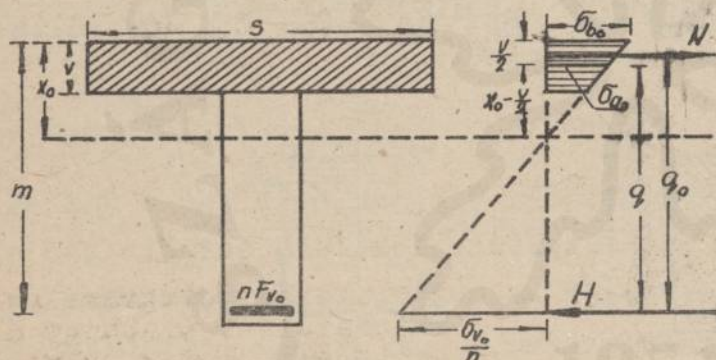
4./A nyomófeszültség értéke, mivel egyenlőtlenül oszlik el a felületen átlag $\frac{\sigma_b}{2}$, tehát

$$\frac{\sigma_b}{2} = \frac{N}{sz \cdot x}; \quad \sigma_b = \frac{2N}{sz \cdot x}; \quad N = \frac{M}{q}; \quad \sigma_b = \frac{2M}{q \cdot sz \cdot x}$$

B./ Bordás lemez.

a./ "T" alakú keresztmetszet méretezése és ellenőrzése, vasbetét a húzott övben, a bordában a nyomások elhanyagolásával.

I. Tervezési számítások.



11. ábra.

Ismeretes a keresztmetszetre ható maximális nyomaték M_{max} , az együtt dolgozó lemez szélesség "s" a "T" alakú keresztmetszet méretei, a húzott vasbetétek súlyponttengelyének távolsága a lemez felső szélétől "m", a megengedett feszültségek σ_v és σ_b értékei. Ellenőriztünk kell a szerkezet magasságát és meg kell határoznunk az elméletileg szükséges vasfelület

nagyságát. /gyakorlati méretezés/.

1./Ellenőriztük a szerkezet magasságát az igénybevétel alapján. A gyakorlatban használt egyenlőtlenség alapján

$$m > \frac{M_{max}}{sv \sigma_{b_0}} + \frac{v}{2}$$

a jobb oldal értékénél valamivel

nagyobb értéket veszünk.

2./A belső erők karja közelítően

$$q = m - \frac{v}{2}$$

3./A nyomóerő felvételéhez rendelkezésre álló betonkeresztmetszeten fellépő tényleges feszültség értéke:

ha

$$\sigma_a = \frac{N_0}{sv} \quad \text{és} \quad x_0 = \alpha m$$

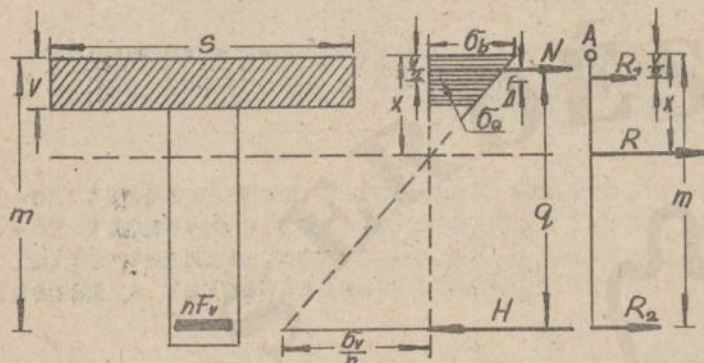
továbbá a feszültségi diagram hasonló háromszögei alapján

$$\sigma_{a0} = \sigma_{b0} \frac{x_0 - \frac{v}{2}}{x_0}$$

4./ A szükséges vasfelület pedig

$$F_{v0} = \frac{M}{q \sigma_{v0}}$$

II. Ellenőrző számítások.



332. ábra.

Nyomaték "A" pontra.

$$R x = R_1 \frac{v}{2} + R_2 m$$

$$(sv + nF_v) x = \frac{sv^2}{2} + nF_v m$$

és ebből

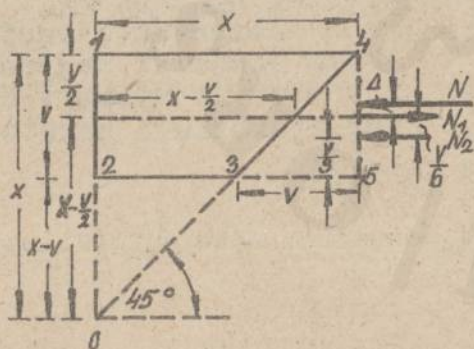
$$x = \frac{\frac{sv^2}{2} + nF_v m}{sv + nF_v}$$

Ismeretes a maximális hajlító nyomaték M_{max} , T alakú betonkeresztmetszet, a húzott vasbetét és annak elhelyezése. Ellenőriznünk kell a tényleges vas és betonfeszültség értékét.

1./ Meghatározzuk a semleges tengely helyét azon elv alapján, hogy a működő felületeket helyettesítő erők eredője a semleges tengelyben fekszik.

$$R = s \cdot v + n \cdot F_v = R_1 + R_2$$

2./ A működő belső erők karjának meghatározása. /333. ábra/.



333. ábra.

Az ábra a feszültségi diagram nyomott részét ábrázolja. Minthogy állandó "v" vastagságú lemez súlypontmagasságát O_4 egyenes iránya nem befolyásolja, egyszerűség kedvéért ezen egyenes irányát 45° alatt hajlónak vesszük fel.

N nyomóerő = 1234 trapéz területe. Ez felfogható továbbá, mint 1245 négyszög és 345 háromszög területeinek különbsége. $N = N_1 - N_2$.

A belső erők karja $q = m - \frac{v}{2} + \Delta$

Δ meghatározásához írjuk fel a nyomatékot az N_1 erő hatásvonalára.

$$N \Delta = N_2 \frac{v}{6}$$

$$\text{Ebből } \Delta = \frac{N_2 \frac{v}{6}}{N}$$

$$\text{de } N = (x - \frac{v}{2}) v$$

$$\text{és } N_2 = \frac{v^2}{2}$$

tehát

$$\Delta = \frac{\frac{v^2}{2} \frac{v}{6}}{(x - \frac{v}{2}) v} = \frac{v^2}{12(x - \frac{v}{2})} = \frac{v^2}{6(2x - v)}$$

A értékét az egyenletbe behelyettesítve a belső erők karja lesz

$$q = m - \frac{v}{2} + \frac{v^2}{6(2x-v)}$$

3./A vasfeszültség értéke

$$\sigma_v = \frac{M}{q F_v}$$

4./A betonfeszültség értéke, mivel

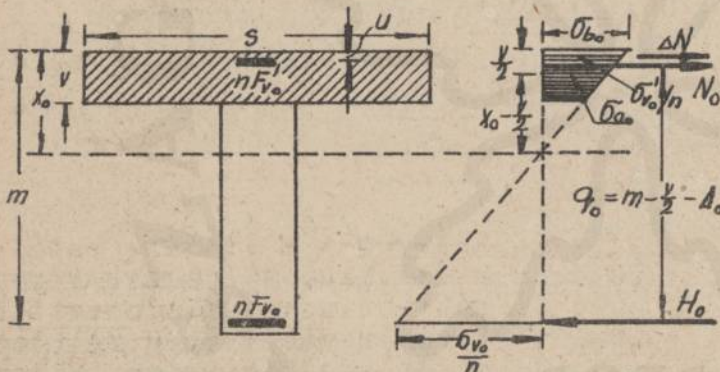
$$\sigma_b; \frac{\sigma_v}{n} = x : m - x$$

$$\sigma_b = \frac{\sigma_v}{n} \frac{x}{m - x}$$

b./"T" alakú keresztmetszet tervezése és ellenőrzése, vasbetét a húzott és nyomott övben, a bordában a nyomások elhanyagolása mellett.

Ha a betonfeszültségek értéke túllépi a megengedett feszültség nagyságát, és sem a szerkezeti magasság, sem a nyomott felület tovább nem növelhető, alkalmazunk a betonkeresztmetszet által fel nem vett nyomóerők semlegesítésére nyomott vasbetéteket a keresztmetszet felső részében.

I. Méretezési számítások.



334. ábra.

Ismeretes a max. hajlító nyom. M_{max} , a bordáslemez méretei, a nyomott vasbetétek tengelytávolsága a lemez szélétől, a húzott vasbetétek tengelytávolsága a nyomott öv szélétől u illetve m és a megengedett feszültségek értékei $\sigma_{b0}, \sigma_{v0}, \sigma_{v0}$.

Keressük a vasfelületek elméleti nagyságát a húzott és nyomott övben. Gyakorlati méretezés./

1./A betonkeresztmetszet által felvehető nyomaték

$$M_0 = N_0 q_0 \quad \text{ahol } N_0 = s v \sigma_{a0} \quad \sigma_{a0} = \text{a lemez közepén fellépő}$$

átlagos elméleti betonfeszültség. Értéke

$$\sigma_{a0} = \sigma_{b0} \frac{x_0 - \frac{v}{2}}{x_0}$$

$$\text{ahol } x_0 = \alpha m$$

2./A működő belső erők karja

$$q_0 = m - \frac{v}{2} + \Delta_0$$

$$\text{ahol } \Delta_0 = \frac{v^2}{6(2x_0 - v)}$$

gyakorlati tervezéseknél kö: elítéssel használhatjuk $q = m - \frac{v}{2}$ értéket is.

3./A betonkeresztmetszetre ható nyomaték és a keresztmetszet által felvehető M_0 nyomaték különbségének értéke $\Delta M = M - M_0$

4./A nyomóerő-különbség pedig $\Delta N = \frac{\Delta M}{m-u}$

5./A szükségelt nyomott vasfelület a nyomóerő-különbség alapján

$$F'_{V_0} = \frac{\Delta N}{\delta'_{V_0}} = \frac{\Delta M}{(m-u)\delta'_{V_0}}, \text{ ahol } \delta'_{V_0} \text{ a vasra megengedett ny.fesz.érték}$$

6./A huzott vasbetét szükséges felületét a bordáslemez által felvehető M_0 /illetőleg fel nem vehető ΔM /nyomatékok alapján külön-külön határozzuk meg és összegezzük.

a./A T alakú keresztmetszet által felvehető nyomaték alapján szükséges huzott vasbetét keresztmetszet felülete

$$F_{V_1}^0 = \frac{M_0}{q_0 \delta_{V_0}}$$

b./A nyomatéki különbség ΔM /alapján szükségelt huzott fővasbetét keresztmetszet területe

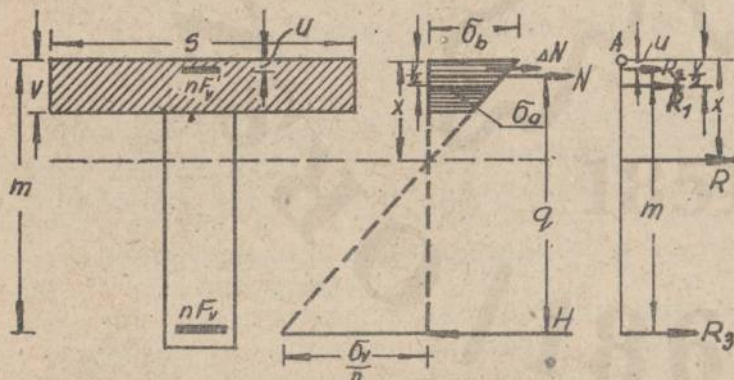
$$F_{V_0} = F'_{V_0} \frac{\delta'_{V_0}}{\delta_{V_0}}$$

ahol δ_{V_0} = a vasra megengedett huzó fesz.
 δ'_{V_0} = a " " nyomó fesz.
 F'_{V_0} = a nyomott vasfelület

c./Az elméletileg szükséges összes huzott vasfelület

$$F_0 = F_{V_1}^0 + F_{V_0}$$

II. Ellenőrző számítások.



335. ábra.

Ismeretes a lemezre ható max. nyom. M_{max} , a T alakú keresztmetszet méretei a huzott és nyomott vasbetét felülete és azok elhelyezése. Ellenőrizzük a tényleges beton és vasfeszültségek értékeit.

1./A semleges tengely meghatározása azon elv alapján történik, hogy a működő felületekkel arányos erők statikai nyomatéka a lemez felső szélére vonatkoztatva egyenlő a semleges tengelyben elhe-

lyeskedő eredőnek ugyanezen pontra vonatkoztatott statikai nyomatékával.

a./A működő felületekkel arányos erők

$$R_1 = s \cdot v = \text{A nyomott lemezfelület}$$

$$R_2 = n \cdot F_v' = \text{Átalakított homogén nyomott vaskeresztmetszet.}$$

$$R_3 = n \cdot F_v = \text{ " " huzott " }$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = \text{a működő homogén felületek összege}$$

b./Statikai nyomaték az A pontra vonatkozóan

$$R_x = R_1 \frac{v}{2} + R_2 u + R_3 m$$

R , R_1 , R_2 és R_3 értékeit behelyettesítve

c./A semleges tengely távolsága a lemez felső szélétől

$$x = \frac{s \frac{v^2}{2} + n F_v' u + n F_v m}{S v + n F_v' + n F_v}$$

Ha a tartót átalakított homogén betonkeresztmetszettel vizsgáljuk, akkor a hajlító igénybevétel alatt fellepő

2./maximális betonfeszültség értéke a homogén tartókra vonatkozó egyszerű egyenletből határozható meg

$$\sigma_b = \frac{M}{K_b} \quad \text{ahol} \quad K_b = \frac{J_x}{x}$$

A homogén keresztmetszet inercianyomatéka J_x /a semleges tengelyre vonatkozóan

$$J_x = \frac{1}{3} s [x^3 - (x-v)^3] + n F_v (x-u)^2$$

J_x értékét behelyettesítve a ténylegesen fellepő max. betonfeszültség értéke

$$\sigma_b = \frac{M}{J_x} x$$

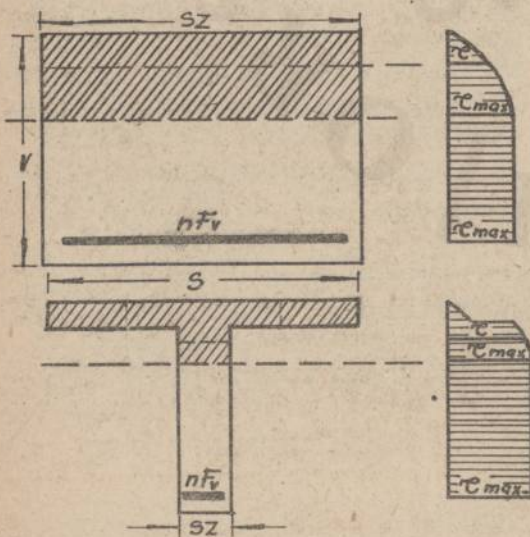
3./A húzott vasbetétben fellepő tényleges feszültség

$$\sigma_v = \sigma_b \frac{m-x}{x} n$$

4./A nyomott vasbetétben fellepő tényleges feszültség

$$\sigma_v' = \sigma_b \frac{x-u}{x} n$$

c./ Nyirófeszültségek meghatározása.



A nyirófeszültségek meghatározásakor a betonhúzásokat figyelmen kívül hagyjuk. Ennek alapján a húzott övben, mivel itt csak az " $n \cdot F_v$ " felület szerepel, a hosszegységre eső húzóerő, valamint a nyirófeszültség értéke a semleges tengelytől a borda alsó széléig állandó értékű és egyenlő a semleges tengelyben elért feszültség, illetőleg hosszegységre eső húzóerő nagyságával. A semleges tengelyben a feszültség értéke maximális.

Egymástól Δl távolságban lévő szelvények között működő vízszintes nyiróerő

$$N_e = \Delta H = \frac{\Delta M}{q} = \frac{R \Delta l}{q}$$

N_e jelenti a semleges tengelyben fellepő max. vízszintes nyiróerőt Δl hossz-

330. ábra.

szuságban. A hosszegységre eső nyiróerő

$$n_e = \frac{N_e}{\Delta l} = \frac{R}{q}$$

A tartó "sz" szélességében a semleges tengelyben fellépő max. csuszátófeszültség értéke pedig, ha $R=a$ szelvényben fellépő nyiróerő és $q=a$ az igénybevétel következtében működő belső erők karja

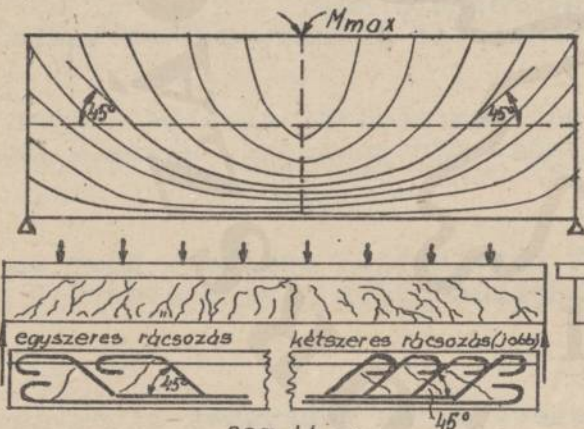
$$\tau_{max} = \frac{R}{q \cdot sz}$$

A τ feszültség diagramját a 336. ábra mutatja derékszögű négyzetű és T alaku keresztmetszet esetében.

1./ A húzó főfeszültségek.

Kéttámaszu tartón fellépő hajlító nyomatékok pozitívek, tehát a nyomott öv a keresztmetszet felső, a húzott öv pedig a keresztmetszet alsó részén helyezkedik el. A hajlító nyomaték következtében nyomó és húzófeszültségek keletkeznek, tehát a tartó egyes szelvényeiben belső nyomó és belső húzóerők lépnek fel. Ugyancsak mint húzóerő jelentkezik a hajlítás következtében fellépő nyiróerő is.

Ha a belső húzóerők következtében fellépő feszültségek főirányait vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy a húzó főfeszültségek iránya a tartó valamely keresztmetszetében a tartó alsó szélén vízszintes, a felső szélén függőleges, a semleges tengelyt pedig 45° alatt metszi. Több szelvényben a főfeszültségek irányait közbenső pontokon is meghatározva és ezeket összekötve nyerjük a húzó főfeszültségek trajektóriáit /337. ábra/. A húzó főfeszültségek trajektóriái a terhelés következtében a tartóban keletkező legnagyobb húzások továbbhadózási irányait mutatják.



337. ábra.

zepe felé 45° alatt emelkedő repedések, illetve később törési felületek fognak keletkezni. A ferde irányú húzások célszerű felvételére tehát a ferde húzások irányában, és a legnagyobb húzások helyén elhelyezett 45° alatt felhajlított vasbetéteket alkalmazunk. A 45° alatt felhajlított vasbetéteken kívül a húzások felvételére alkalmazhatunk kengyeleket is, vagy mind a két vasbetétet /a tartó keresztvasalása/ alkalmazhatjuk egyidejűleg is.

2./A felgörbitett vasbetét és kengyelek száma.

Legyen a tartónak "h" hosszúságú szakaszán működő vízszintes nyiróerő nagysága N_e , akkor a ferde /45°/ irányban műkö-

ad huzóerő

$$T = N_e \cdot \cos 45^\circ = N_e \frac{1}{\sqrt{2}}$$

a./Egy vasbetét által a keresztmetszeten felvehető huzóerő nagysága

$$T_e = F_v \cdot \sigma_v$$

Az összes ferde huzóerő és az egy vasbetét által felvehető ferde huzóerő ismeretében a 45° alatt felhajlitott szükséges vasbetétek száma meghatározható.

$$n = \frac{T}{T_e}$$

b./A kengyelek függőleges nyiróerőt vesznek fel. A függőleges nyiróerő, mint huzóerő nagyságra nézve egyenlő a vízszintes nyiróerővel.

$$V = R = N_e$$

Egy kengyel által a két kengyelszár felületén felvehető huzóerő nagysága

$$V_e = 2 F_v \sigma_v$$

A szükséges kengyelek száma az összes függőleges nyiróerő /huzóerő/ és az egy kengyel által semlegesített huzóerők ismeretében meghatározható

$$n = \frac{R}{V_e}$$

c./A felhajlitott vasak és kengyelek a működő huzóerőnek keresztmetszetfelületükkel állnak ellen. A betonba ágyazott betonvasnak a huzóerők következtében történő elmozdulását a betonvas palástfelületén és a beton közti tapadása gátolja meg. Az elmozdulást megakadályozó erő a palástfelület és a beton és a vas közötti előírt tapadófeszültség szorzatából határozható meg.

Legyen h a felhajlitott vasbetét hossza, $d \cdot \pi$ a vasbetét kerülete, akkor

$h \cdot d \cdot \pi$ = a tapadó vasfelület, továbbá legyen $\mathcal{C}_1$ a beton és a vas közti felületi tapadás /feszültség/, akkor a húzásnak ellenálló /elmozdulást gátoló/ erő

$$T_e' = h \cdot d \cdot \pi \cdot \mathcal{C}_1$$

A palástfelület nagyságát növelhetjük azáltal, hogy ugyanolyan összkétszettel rendelkező több kisebb átmérőjű vasbetétet alkalmazunk.

3./ A felhajlitott vasbetétek és kengyelek kiosztása.

A felhajlitott vasbetétek és kengyelek alkalmazása háromféleképpen történhetik:

a./A ferde huzóerőket felhajlitott vasbetétek veszik fel.

b./A ferde huzóerőket kengyelek veszik fel.

c./A ferde huzóerőket felhajlitott vasbetétek és kengyelek veszik fel.

Alábbi vizsgálatunk az „a” és „c” esetre vonatkozik

Megállapítjuk a T keresztmetszetben működő ferde huzóerők nagyságát, meghatározzuk a felhajlitható vasbetétek számát és az

ezek által felvett ferde húzóerő nagyságát. A tartón működő összes és a felhajlitott vasak által semlegesített húzóerők különbségét kengyelekkel fogjuk felvenni. A kengyelek számának megállapítása után meghatározzuk a felhajlitások helyét és a kengyelek távolságát.

Vizsgálatunkat elegendő féltartóra vonatkozóan elvégezni. Szükségünk van a nyírófeszültség ábrájára és a nyomatéki ábrára. A nyírófeszültségi ábra felvilágosít bennünket arra nézve, hogy hol kell a tartó mely szelvényétől kezdődően felhajlitott vasbetétet alkalmaznunk /kengyelt/ - tudniillik ahol a húzófeszültség értéke meghaladja a betonra megengedett feszültség értékét -. A nyomatéki ábra pedig megmutatja, hogy ott ahol vasat kell felgörcsíteni, melyik vasbetétet választhatjuk - t.i. amelyikre a nyomaték felvétele szempontjából azon a helyen már nincs szükség.-

1./Meghatározzuk a féltartón fellépő összes nyíróerő nagyságát /önsúly, mozgóterhelés/. Ez az erő "sz" állandó szélességű és "h" hosszúságú tartón /339. ábra/:

$$N_e = sz \int_0^h \tau dh,$$

Tekintettel arra, hogy $N_e = \frac{RS_x}{\sigma_x}$ és $\tau = \frac{RS_x}{\sigma_x sz}$ a nyíróerők ábrája egyuttal feszültségi ábra is, csak más / $\frac{1}{sz}$ / léptékben.

2./Megkeressük azon nyírófeszültség értékének a helyét, amely nyírófeszültség a V.B.Sz. szerint a betonra még megengedett τ_0 .

3./Az a hosszúság, ahol már a ferde húzóerők felvételére vasalásról kell gondoskodnunk

$$\tau_{max} : (\tau_{max} - \tau_0) = A : h \quad \text{arány alapján} \quad h = \frac{\tau_{max} - \tau_0}{\tau_{max}} A$$

4./A "h" hosszúságú tartórészen működő vízszintes irányú húzóerő nagysága egyenlő a "sz" széles és "h" magasságú feszültségi prizma köbtartalmával.

$$N_e = \frac{\tau_{max} + \tau_0}{2} h \cdot sz$$

5./Az összes ferde húzóerő pedig

$$T = \frac{N_e}{\sqrt{2}}$$

Jelöljük az "n" számú felhajlitott vasak által felvett húzóerő nagyságát $n\tau_e$ -vel.

6./Ha ez az érték egyenlő, vagy nagyobb mint a feszültségi prizma alapján meghatározott T értéke, akkor a ferde húzóerő felvételére kengyelezésre nincs szükségünk. /kengyeleket ilyenkor csak szerelés-technikai okokból kifolyólag alkalmazunk./

Ebben az esetben tehát ismert módon elvégezzük az egyenlő nyíróerőket képviselő "n" számú felületek meghatározását a feszültségi ábrán. /n=a felgörcsített vasbetétek száma./ Az egyes részfelületek /trapézok/ súlypontjait rávetítjük a bordáslemez semleges tengelyére. Ezekben a pontokban metszik a felhajlitott vasbetétek a semleges tengelyt 45° alatt /341. ábra/.

A felgörcsítéseket megrajzoljuk és megvizsgáljuk, hogy a hajlitó feszültségek szempontjából /5 / a felhajlitások megfelelő-

ek-e. Megrajzoljuk tehát a nyomatéki ábra burkoló idomát. A burkoló idom /ez is nyomatéki ábra,/ordinátái egyenlők azzal a maximális hajlító nyomatékkal, amely nyomatéki igénybevétel hatására a keresztmetszetben lévő huzott vasbetétek feszültsége egyenlő a vasbetétekre megengedett húzófeszültség értékével.

A burkoló idom megrajzolása során az elméletileg szükséges F_v értékét tetszés szerinti léptékben a tartó közepén egy, a függőlegeshez tetszés szerint hajló egyenesre felmérjük. Az így kapott távolság végpontját összekötjük a maximális nyomaték ordinátájának végpontjával. A ferde segédírányra felhordjuk az általunk választott vasbetétek összkeresztmetszet területét. Ez mindig nagyobb az elméletileg szükséges vasfelület értékénél. A választott vasbetétek tehát a tartón ténylegesen fellépő nyomaték értékénél nagyobb nyomaték felvételére is megfelelnek. Ennek a nagyobb nyomatékknak az ordinátáját párhuzamos visszavetítéssel kapjuk a maximális nyomaték függőlegesén. Ha a vasbetétek egyenlő keresztmetszetfelülettel szerepelnek, akkor az előbb kapott metszéspont és a záróoldal közötti ordináta-hosszuságot felosztjuk annyi részre, ahány huzott fővasbetétet alkalmaztunk a bordában. Ha a vasbetétek nem egyenlő keresztmetszetfelületűek, akkor F_v egyenesre felmérjük az egyes vasbetétek felületeivel arányos hosszúságokat és ezen hosszak végpontjait párhuzamosan visszavetítjük a maximális nyomaték függőlegesére. Mindkét esetben az így kapott osztáspontokat a záróoldallal párhuzamos vetítő egyenesekkel a nyomatéki parabolára vetítjük.

Az alkalmazott összes vasbetétek által ténylegesen felvehető nyomaték ordinátájának végpontjából a záróoldallal párhuzamosan huzunk. Erre az egyenesre vetítjük azt a pontot, ahol az első fővasbetétet fel akarjuk hajlítani. Az ezen pontban emelt függőleges O_1 pontjából indítom el az l_1 egyenes folytatását addig, amíg a második felhajlitott vas megfelelő pontjából huzott függőleges ezt nem metszi. Kapom O_2 pontot. A szerkesztést folyamatosan tovább végezve lépcsőszerű idomot kapunk. Ez a lépcsőszerű idom a nyomatéki ábra burkoló idoma./Burkoló nyomatéki ábra/.

Amennyiben a burkoló idom seholsem metszi az eredeti nyomatéki ábrát, a felhajlitások helyén a huzott övben lévő vaskeresztmetszet valóban elegendő a hajlítónyomaték felvételére, tehát ebben az esetben a vasbetétek felhajlitása megfelelő.

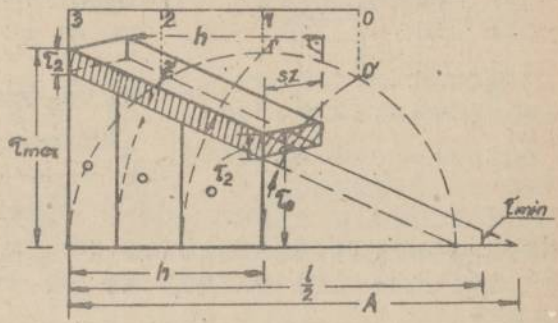
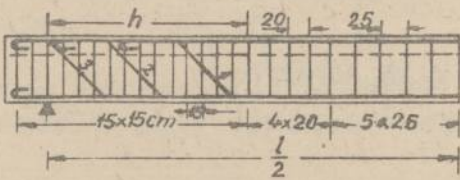
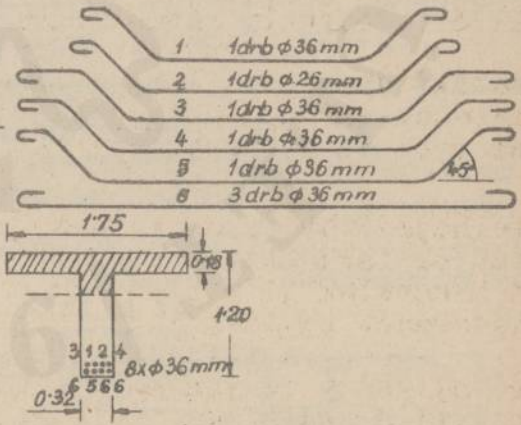
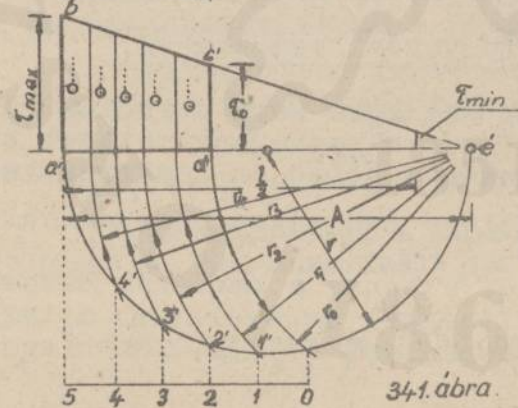
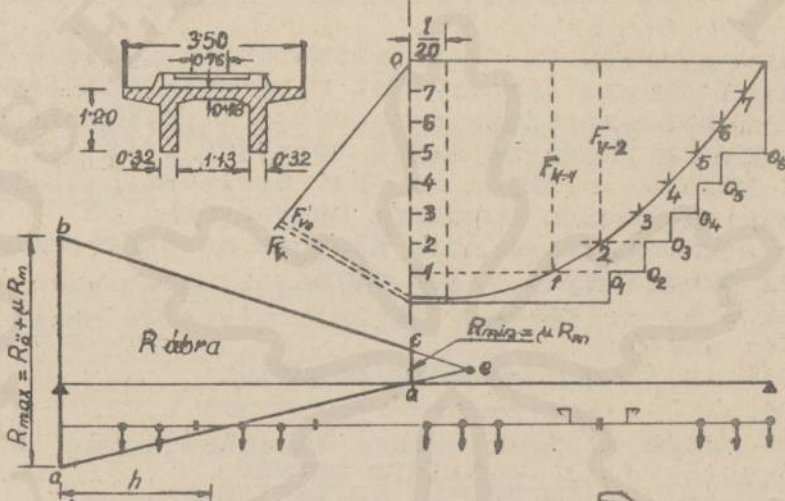
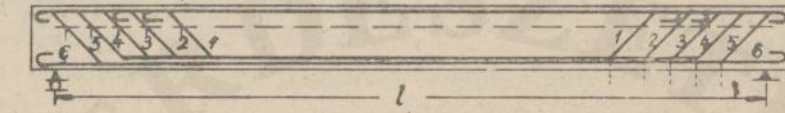
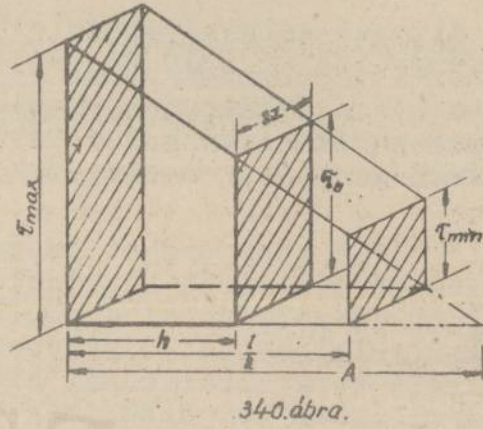
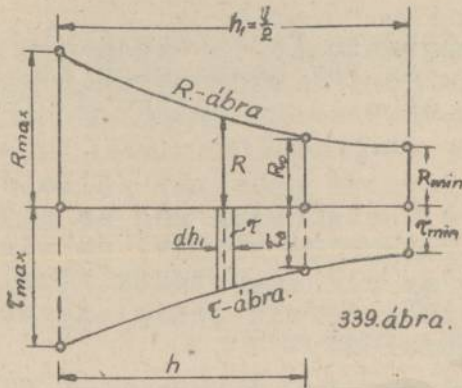
7./Abban az esetben, ha nT_e kisebb, mint T , vagyis a felhajlitott vasak a tartóban működő összes ferde húzóerőket nem tudják felvenni, a húzóerő különbséget kengyelekkel vetetjük fel. A kengyelek kiosztását és a felhajlitott vasbetétek helyének meghatározását egyidejűleg a következő módon végezzük.

A felhajlitott vasak által felvett összes ferde húzóerő nagysága legyen nT_e . A féltartóban működő összes ferde húzóerő nagysága pedig $= T$. A felhajlitott vasak által fel nem vett húzóerő $\Delta T = T - nT_e$. Ezen ferde húzóerőkülönbségnek megfelelő vízszintes erő nagysága $V = R = \Delta T / \tan \alpha$, mint tudjuk egyenlő a függőleges nyíróerő R nagyságával.

Jelöljük az egy kengyel által felvehető húzóerő nagyságát V_e -vel, a működő összes húzóerő nagyságát pedig V -vel.

Előbbiekből alapján a szükséges kengyelszám $n = \frac{V}{V_e}$

A kengyelek és vasbetétek együttes kiosztását kétféle módon végezhetjük, és pedig a "h" hosszúságú szakaszon belül változó kengyel osztástávolsággal, illetőleg a "h" hosszúságú szakaszon



belül állandó kengyelosztástávolsággal. Mindkét esetben a választott kengyelek egyenlő méretűek.

a./Változó kengyelosztástávolság. Tájékoztatásul meghatározzuk az átlagos kengyeltávolságot. Ha "h" hosszúságú szakaszon "n" darab kengyelt alkalmazunk, akkor az átlagos osztástávolság értéke

$$t = \frac{h}{n}$$

"h" hosszúságot osszuk fel tetszés szerinti /általában 3-4/ egyenlő nyirőerőt képviselő részre. Határozzuk meg az egy felhajlitott fővasbetéttel együttműködő kengyelek számát, és végezzük el a kengyelkiosztást olyképpen, hogy az alátámasztások közelében az átlagos kengyelosztásnál kisebb, ettől befelé pedig nagyobb kengyeltávolságban tervezzük meg a vasszerelést.

b./Állandó kengyelosztástávolság. A kengyelek által felvehető húzóerő nagysága V. Ez kifejezhető a feszültségi prizma alapján "h" hosszúságú "sz" szélességű és τ_2 magasságú hasáb köbtartalmával.

$$V = h \tau_2 sz$$

Az egyenletben csak τ_2 ismeretlen, értéke tehát meghatározható. Mérjük fel ezt az értéket a nyirófeszültségek ábráján a maximális ordinátától visszafelé és húzzunk párhuzamost a nyirófeszültségek ábrájának felső határoló vonalával. Az így kapott parallelogramma felülete arányos az "sz" szélességű tartóban fellépő és a kengyelekre hárítandó húzóerők nagyságával. A τ_2 értékével csökkentett nyirófeszültségi ábra alapján mostmár meghatározhatjuk a felhajlitott vasak helyét. /342. ábra/.

c./Vasbeton oszlop.

Centrikus nyomás.

I. Tervezési számítások.

1./Ismeretes az oszlopra ható terhelés P, a megengedett betonnyomó-feszültség σ_b , és a vaskeresztmetszet százalékaránya $c = \frac{F_v}{F_b}$. Keressük a szükséges beton és vaskeresztmetszetet F_{b0}, F_{v0} .

A P erő felvételére szükséges homogén betonfelület nagysága

$$F_l = F_{b0} + n F_{v0}$$

Ez a felület a benne a terhelés hatására ébredő nyomófeszültséggel megszorozva a terhelő erővel egyenlő ellenállást fejt ki. Ezen egyenlőség alapján

$$P = \sigma_b F_l$$

$$\text{ve } P = \sigma_b F_{b0} + \sigma_b n F_{v0}$$

F_l kifejtve és behelyettesítve de $F_{v0} = c F_{b0}$ tehát

$$P = \sigma_b F_{b0} + \sigma_b n c F_{b0} = F_{b0} \sigma_b (1 + nc)$$

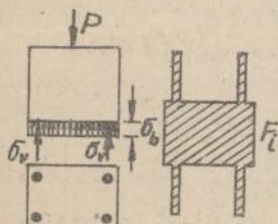
ebből a szükséges

betonkeresztmetszet

$$F_{b0} = \frac{P}{\sigma_b (1 + nc)}$$

Az elméleti vasfelület pedig

$$F_{v0} = c F_{b0}$$



343. ábra.

2./Ismeretes az oszlopra ható terhelés P , a betonkeresztmetszet F_b , a megengedett nyomófeszültség σ_{bo} . Keressük a szükséges vasfelület nagyságát F_v -t, illetve a vaskeresztmetszet százalékarányát c_o -t. Az oszlop ellenállása a terhelő erővel egyenlő lévén felírhatjuk, hogy

$$P = \sigma_{bo} F_b + \sigma_{bo} n F_v c_o$$

A vaskeresztmetszet százalékaránya

$$c_o = \frac{1}{n} \left[\frac{P}{\sigma_{bo} F_b} - 1 \right]$$

A szükséges elméleti vasfelület

$$F_v = c_o F_b$$

II. Ellenőrző számítások.

Ismeretes a terhelő erő P , a betonfelület és a vasfelület. Az ellenőrzést vagy a tényleges feszültségek, vagy az oszlop ellenállóerejének megvizsgálásával végezzük.

Mindenek előtt meghatározzuk a homogén betonkeresztmetszet nagyságát

$$F_i = F_b + n F_v$$

Az egyenletben F_b és F_v viszonyát a magyar előírás szerinti egyenlőtlenség alapján vizsgáljuk meg. Az egyenlőtlenség szerint

$$0.006 F_b < F_v < 0.03 F_b$$

Az ellenőrzést emután kétféle módon végezhetjük el:

1./Kiszámítjuk az oszlop által felvehető legnagyobb terhelést és összehasonlítjuk a tényleges terhelő erővel.

Az oszlop által felvehető nyomóerő kifejezve a homogén betonfelület és feszültség szorzatával

$$P_o = \sigma_{b\text{meg}} F_i$$

$$\sigma_{b\text{meg}} = \sigma_{bo}$$

Az oszlop helyesen méretezett, ha $P_o \geq P$.

2./Meghatározzuk a terhelés következtében fellépő betonfeszültséget és összehasonlítjuk a megengedett feszültség értékével.

A ténylegesen fellépő nyomófeszültség nagysága

$$\sigma_b = \frac{P}{F_i}$$

Az oszlop helyesen méretezett, ha $\sigma_b \leq \sigma_{b\text{meg}}$

A magyar előírás szerint kihajlás veszélye forog fenn, ha az $l:a$ viszony nagyobb, mint 15. A betonra megengedett feszültségek értékei vasbeton oszlopoknál

ha $l:a$	15	20	25	A közbenső karcsúsági viszonyoknál a feszültség értéket interpolálással nyerjük. Ha $l:a > 25$, az oszlop építése nem előnyös. A táblázatban σ_b a hajl.-nál fellépő nyom.feszültség.
Nyomófeszültség kg/cm^2	σ_b	$0.8\sigma_b$	$0.6\sigma_b$	

4./ Kéttámaszu vasbetonhidak felosztása.

Az erdőmérnöki gyakorlatban alkalmazott kéttámaszu vasbeton áthidalások:

a vasbetonlemezes áteresztő és

a vasbeton bordáslemezes hidak.

5./A vasbetonlemezes áteresztő.

Kisebb /maximum 6 m/ nyílás áthidalására vasbetonlemezes áteresztőket használunk. Rendszerint teltöltés alkalmazásával vezetjük tovább megssakitás nélkül szállitópályánkat /ut, vasut/ de kivitelezésre kerülhet teltöltés alkalmazása nélkül is. A teltöltés ugyan önsulyával terheli a lemezt, de a dinamikus lökéseket tompítva közvetíti és koncentrált mozgó erőrendszerünket teltöltés esetén helyettesithetjük a terhelési négyszög alapján meghatározható, egyenletesen elosztott terheléssel.

a./Hidfők.

A hidfők anyaga jóminőségű építési kő, illetőleg beton. A hidfők méretezésére vonatkozóan a III.fejezetben elmondottak az irányadók. A csatlakozó földtöltés lezárására alkalmazott szárnyfalak lehetnek merőlegesek, ferdek, párhuzamosak. A ferde és merőleges szárnyfalak anyaga kő, beton. A csatlakozó földtöltést párhuzamos szárnyfalak esetén kőkuppal, vagy földkuppal zárjuk le.

b./A lemez felfekvése a hidfőn.

A vasbeton lemez, vagy szabadon fekszik fel a hidfőn, vagy közös szaluzással egybeépítjük a hidfővel. Utóbbi esetben a hidfő mindig betonból készült.

Ha a lemez szabadon fekszik fel az alátámasztásokon, a felfekvés hosszúsága min.7.cm.

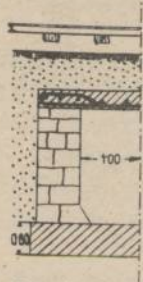
1./A lemez az ellenfal koronájára, ennek teljes hosszúságában fekszik fel. A hajlításból keletkező ferde huzásokat felförbitett vasbetétek veszik fel. /344.ábra/.

2./A lemez felfekvési hosszúsága kisebb az ellenfal koronavastagságánál. A lemez jobb víztelenítése miatt hosszirányu 2-3 %-os esést alkalmazunk. A vasuti hidaknál szokásos felfalazás itt is kivehető. /345.ábra/.

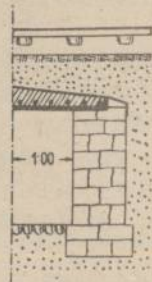
A 346.ábra vasuti áteresztő hosszmetsetét mutatja.

A 347.ábrán közuti áteresztő látható /M.áll.szabv.terv/

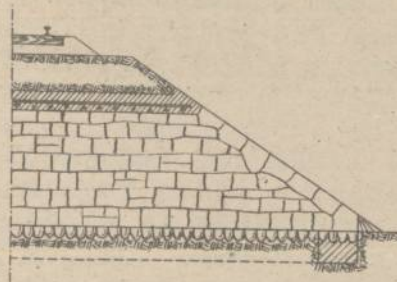
A 348.ábra vasuti áteresztő elrendeződését mutatja. A lemez felfekvése alá grafitbevonat kerül, hogy a lemez elastikus



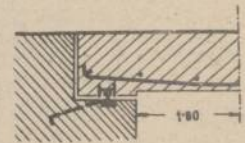
344. ábra



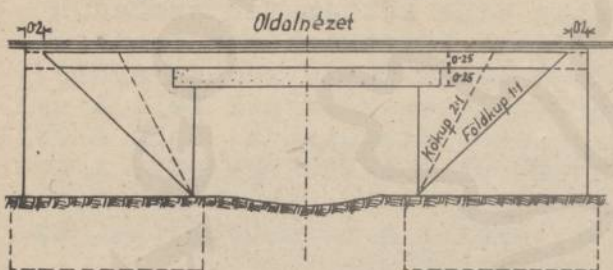
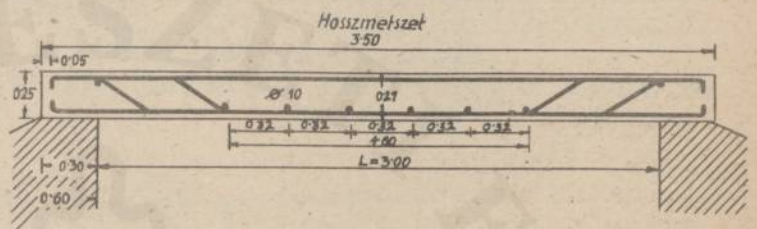
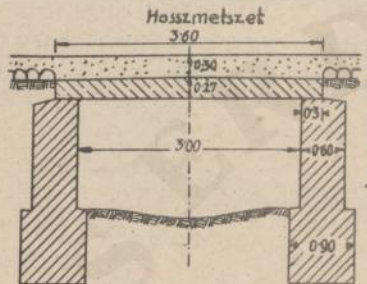
345. ábra



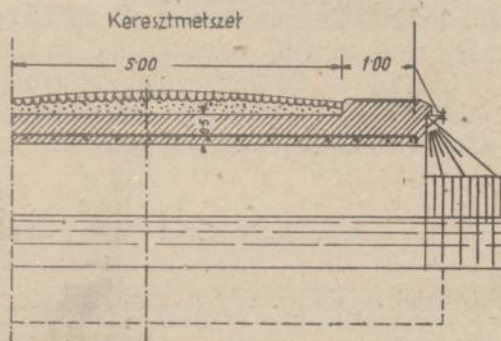
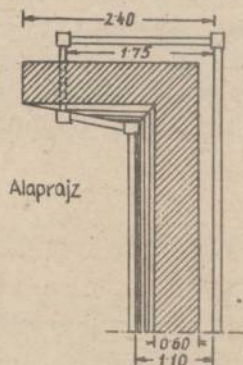
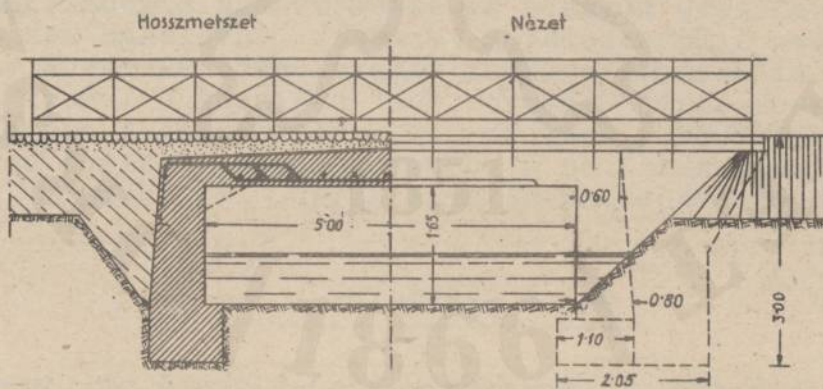
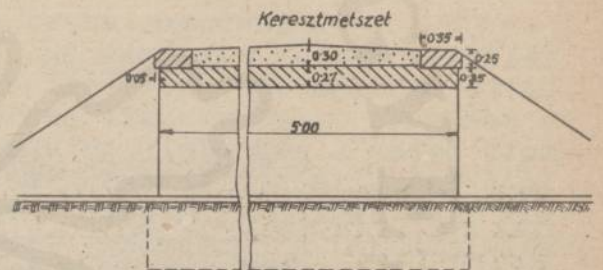
346. ábra



349. ábra



347. ábra



350. ábra

hatásszenvedéseit jobban elősegítsük. A lemezre 4 cm összvastagságban aszfalt, illetőleg betonsimitás kerül.

A 349. ábra a bajor vasutakon alkalmazott elrendeződést mutatja. A hídfő felfekvési síkjába elhasznált sinszálat ágyaznak, amely a támasztópontra ható nyomást oldalirányban egyenletesen elosztja. A sinfejre a lemez egy beágyazott I vas segítségével támaszkodik. Ez a kiképzés a lemez rugalmas alakváltozása közben annak a hídfőn való elmozdulását is elősegíti. A lemez és a hídfő közötti részt aszfalt maxtix-szal töltjük ki.

Nagyobb /3-5 m/ nyílások áthidalásánál a lemez nem mint szabadon felfekvő tartó kerül kivitelezésre, hanem a hídfő ellenfalával zárt egységet képez. /350. ábra/.

Amennyiben szállítási útvonalunk vízfolyást keresztez és ennek mederfenekét burkolni szükséges, az alábbi megoldást választhatjuk. /351. ábra/.

A főtartó.

A vasbetonlemez általában mint kéttámaszú szabadon felfekvő tartót alkalmazzuk. A terhelések következtében tehát a tartó hajlító igénybevételt szenved. A lemez felső részén nyomó, a semleges tengely alatt pedig húzófeszültségek lépnek fel. A nyomott övben a megfelelő betonkeresztmetszet biztosítja, hogy a fellépő feszültségek értéke kisebb legyen, mint a megengedett. A lemez alsó szélén elhelyezett vasbetétek megfelelő keresztmetszet felületükkel a húzóerőket veszik fel. Ezeket a fővasbetéteket az áteresztő tengelyével párhuzamosan helyezük el.

Az elosztó vasaknak alkalmazása teszi lehetővé a fővasbetétek szerelését, továbbá az elosztóvasak biztosítják, hogy betonozás közben a fővasbetétek tervezett távolsága nem változik.

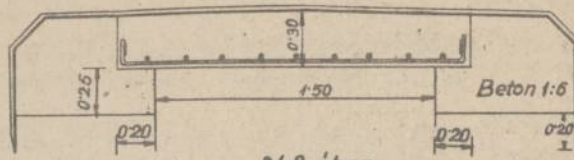
Az elosztóvasaknak teherelosztó szerepük van. Koncentrált terhelések alatt bizonyos "sz" szélességű lemezt együtt dolgozásra kényszerítenek. Nagyobb hosszúságú lemezek esetében a hőmérsékleti ingadozásokból és a zsugorodásokból fellépő betonhúzásoknak említett elosztóvasak állnak ellen. /352. ábra/.

d./ A hídpálya.

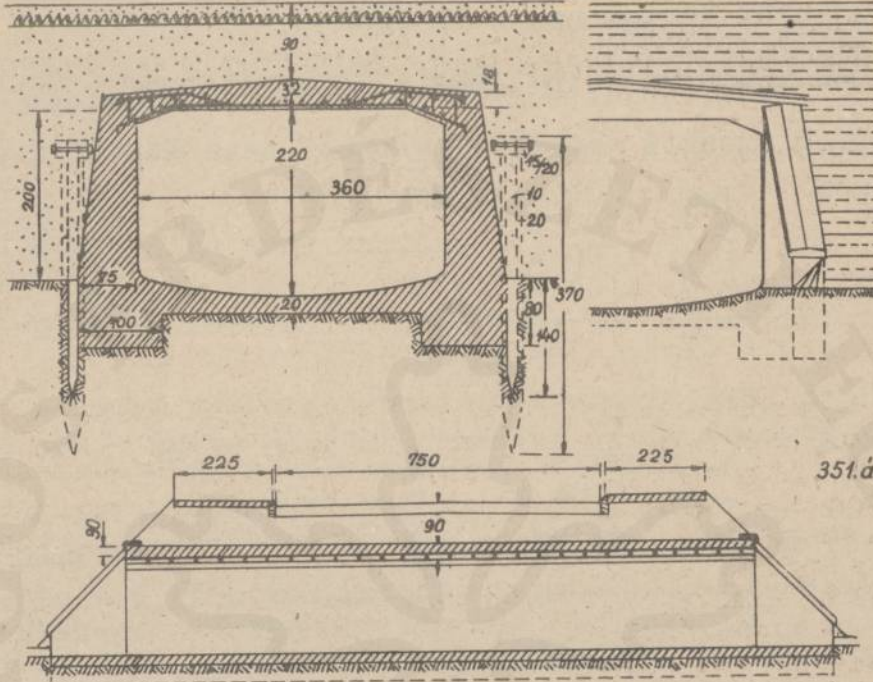
A hídpálya megegyezik a csatlakozó ut, vagy vasút felépítményével. Korlátokat csak a fedőlemezes áteresztőknél elmondottak szükségességének esetén alkalmazunk. A feltöltésen keresztülvirágó viznek a főtartóba /vasbetonlemez/ való behatolását általában 4 cm vastag védőbetonréteggel borított bitumennel lera-gasztott aszfaltlemezekkel gátoljuk meg.

e./ A főtartó méretezése.

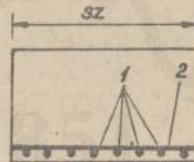
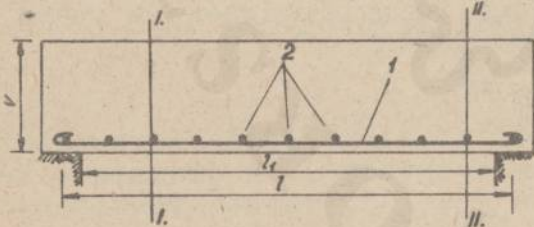
A főtartót /vasbetonlemez/ hajlításra méretezzük. A legnagyobb igénybevétel akkor keletkezik, ha a pályán közlekedő jármű



348. ábra.

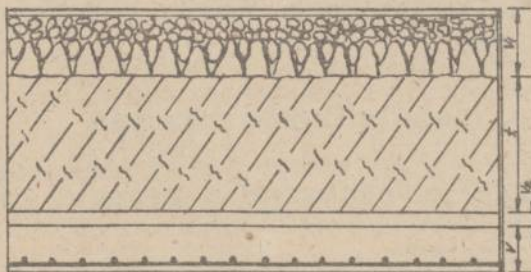
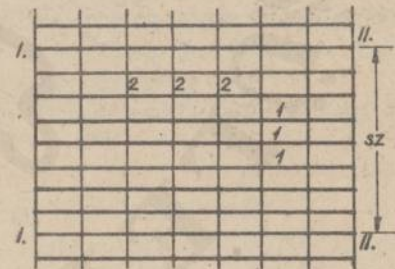


351. ábra.

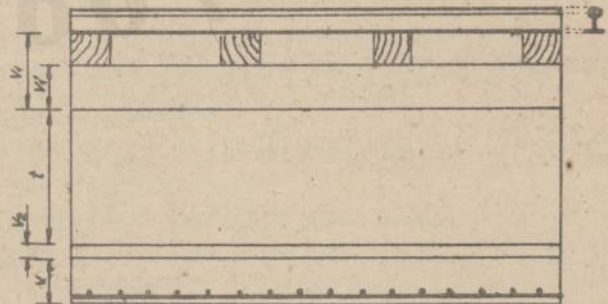


1 = fővasbetét
2 = elosztóvas

352. ábra



353. ábra.



354. ábra.

legnehezebb tengelye /kereke/ az áteresztő felett annak közepén helyezkedik el. A méretezés során tehát ezt a legkedvezőtlenebb teherállást vesszük alapul.

1./A lemez dolgozó szélessége a V.B.Sz. szerint

$$sz = s_2 + \frac{2}{3}t + 2v$$

A gyakorlatban alkalmazott túltöltés miatt azonban a terhelés az esetek túlnyomó többségében a lemez teljes szélességében egyenlő értékű és ezért egyszerűség kedvéért a lemez közepén 1 m széles sávot veszünk vizsgálat alá, vagyis "sz" = 100 cm.

2./Terhelések.

a./Állandó terhelések. /353.354.ábra/.

Közuti áteresztő				Vasuti áteresztő			
vasbetonlemez	$v_1 \gamma_1$	$1^{\circ}00 = \text{kg/fm}$		$v_1 \gamma_1$	$1^{\circ}00 = \text{kg/fm}$		
védőbeton	$v_2 \gamma_2$	$1^{\circ}00 = "$		$v_2 \gamma_2$	$1^{\circ}00 = "$		
túltöltés	$t \gamma_3$	$1^{\circ}00 = "$		$t \gamma_3$	$1^{\circ}00 = "$		
felépítmény	$v_4 \gamma_4$	$1^{\circ}00 = "$		$v_4' \gamma_4$	$1^{\circ}00 = "$		
$q_{\text{állandó}}$	Σ	$= \text{kg/fm}$		Σ	$= \text{kg/fm}$		

$\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$	$v \geq \frac{l}{27}$	$\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$	$v \geq \frac{l}{27}$
$\gamma_2 = 2200 "$	$v_2 = 0^{\circ}04 \text{ m}$	$\gamma_2 = 2200 "$	$v_2 = 0^{\circ}04 \text{ m}$
$\gamma_3 = 1400 "$	$t_{\min} = 20-30 \text{ cm}$	$\gamma_3 = 1400 "$	$t_{\min} = 20-30 \text{ cm}$
$\gamma_4 = 1600 "$	$v_4 = 30 \text{ cm}$	$\gamma_4 = 1600 "$	$v_4' = 20 \text{ cm}$

b./Mozgó terhelés.

A koncentrált mozgó terhelést a terhelési négyszög alapján átalakítjuk egyenletesen osztott terheléssé. A terhelési négyszög megállapítását közuti áteresztők esetében a 327.ábra, vasuti hidak esetében pedig a 328.ábra mutatja.

Az egyenletesen elosztott mozgó terhelés értéke a lemez 1 m hosszúságában és 1 m dolgozó szélességében

$$p = \frac{P}{s_1 s_2} \dots \text{kg/m}^2$$

Tekintettel arra, hogy "p" nem statikus terhelésre vonatkozik, értékét megszorozzuk a dinamikus tényezővel. A dinamikus tényező közuti vasbetonszerkezetek esetén $\mu = 1^{\circ}3$, vasuti vasbetonszerkezetek esetén pedig $\mu = 1^{\circ}4$.

c./Összes terhelés.

Az összes elosztott terhelés nagysága a lemez 1 m hosszúságában és 1 m dolgozó szélességében

$$g = q_{\text{állandó}} + \mu p_{\text{mozgó}}$$

3./A max.hajlító nyomaték a vasbetonlemez közepén

$$M_{\max} = \frac{g l^2}{8} \dots \text{kgcm}$$

4./A vasbetétek súlyponttengely távolsága a nyomott öv felső szélétől, mivel "sz" = 100 cm

$$v_0 = \beta \sqrt{\frac{M_{\max}}{100}} \dots \text{cm}$$

5./A fővasbetétek elméletileg szükséges keresztmetszet-felülete, mivel "sz" = 100 cm

$$F_{v_0} = 100 \cdot \gamma \cdot v_0 \dots \text{cm}^2$$

F_{v_0} ismeretében meghatározzuk a fővasbetétek átmérőjét /átmérőt/. Táblázatokból a vasbetéteket úgy választjuk meg, hogy a választott vasbetétek összkétszámát $F_{v_1} \approx F_{v_0}$

6./A lemez kivitelezési vastagsága

$$v_k = v_0 + \frac{d}{2} + (1-1.5) \text{cm} \dots \text{cm}$$

, ahol d = a legnagyobb fővasbetét átmérője cm.

Ha v_k a v értékével közel egyezik, akkor a v_k vastagságú F_{v_1} vasfelületű lemezt csak nyírásra ellenőrizzük

7./A semleges tengely távolsága a lemez felső szélétől

$$x = f \left(\sqrt{1 + \frac{2v_0}{f}} - 1 \right) \dots \text{cm}$$

8./A belső erők karja

$$q = v_0 - \frac{x}{2} \dots \text{cm}$$

9./A nyírófeszültség értéke, ha "sz" = 100 cm

$$\tau = \frac{R}{100 \cdot q} = \frac{gl}{200 \cdot q} \dots \text{kg/cm}^2$$

A lemez nyíróigénybevétel szempontjából megfelelő, ha $\tau \leq \tau_{\text{meg}}$. Ha τ ennél nagyobb, akkor a ferde húzások felvételét felhajlitott vasbetétek alkalmazásával biztosítjuk.

Az elosztóvasak szükséges keresztmetszet felülete $F_{ve} \approx 0.2 F_v$ feltétel alapján állapítható meg, ahol F_{ve} az elosztóvasak felülete.

Ha a 6./alatt számított v_k értéke a tervezésnél alapul vett v értékénél lényegesen nagyobb, akkor a méretezési számítások helyett ellenőrző számítással fogjuk meghatározni a megfelelő lemez-vastagságot.

10./A 6./alatt meghatározott v_k értékénél valamivel nagyobb lemezvastagságot választunk /v/. Az 5./alatt meghatározott F_{v_0} ismeretére támaszkodva legyen a vaskétszám nagysága F_v .

11./A vasbetétek súlyponttengelytávolsága

$$v_0 = v - \frac{d}{2} - (1-1.5) \text{cm} \dots \text{cm}$$

12./A belső erők karja, ha $x = f \left(\sqrt{1 + \frac{2v_0}{f}} - 1 \right)$

$$q = v_0 - \frac{x}{2} \dots \text{cm}$$

13./A tényleges betonfeszültség értéke, mivel "sz" = 100 cm

$$\sigma_b = \frac{2 M_{\max}}{100 \cdot q \cdot x} = \frac{2 gl^2}{8 \cdot 100 \cdot q \cdot x} = \frac{gl^2}{400 \cdot q \cdot x} \leq \sigma_b \text{ meg} \dots \text{kg/cm}^2$$

14./A tényleges vasfeszültség értéke, ha sz=100 cm

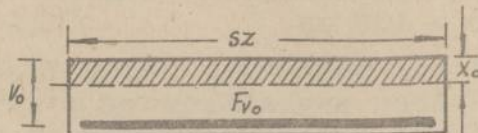
$$\sigma_v = \frac{M_{\max}}{q \cdot F_v} = \frac{gl^2}{8 q \cdot F_v} \leq \sigma_v \text{ meg} \dots \text{kg/cm}^2$$

A 13./és 14./alatti egyenletekben M értékében $M_{\text{állandó}}$ a módosított "v" lemezvastagság alapján számítandó.

15./Ellenőrzés nyírásra

$$\tau \leq \frac{gl}{200 q} \dots \text{kg/cm}^2$$

Ha az ellenőrző számítás eredményeképpen a lemez megfelelő, ismert elvek szerint kiosztjuk az elosztóvasakat.



$$\bar{\sigma}_{v_0} = 1100 \text{ kg/cm}^2$$

$\bar{\sigma}_{b_0}$	α	β	γ	β^2	$1 - \frac{\alpha}{\beta}$
50	0.405	0.338	0.00920	0.114	0.865
51	0.410	0.333	0.00950	0.111	0.868
52	0.415	0.328	0.00981	0.108	0.862
53	0.420	0.323	0.01012	0.104	0.860
54	0.424	0.314	0.01041	0.102	0.859
55	0.429	0.314	0.01073	0.099	0.857
56	0.433	0.310	0.01102	0.096	0.856
57	0.437	0.306	0.01132	0.094	0.854
58	0.442	0.302	0.01165	0.091	0.853
59	0.446	0.299	0.01196	0.089	0.851
60	0.450	0.295	0.01227	0.087	0.850

356. ábra.

$$\bar{\sigma}_{v_0} = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

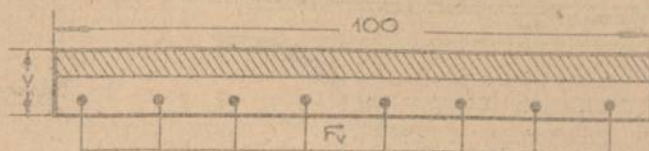
$\bar{\sigma}_{b_0}$	α	β	γ	β^2	$1 - \frac{\alpha}{\beta}$
50	0.384	0.3450	0.00801	0.1190	0.872
51	0.390	0.3403	0.00827	0.1158	0.870
52	0.393	0.3351	0.00854	0.1123	0.869
53	0.399	0.3303	0.00880	0.1091	0.867
54	0.402	0.3257	0.00907	0.1061	0.866
55	0.408	0.3212	0.00934	0.1032	0.864
56	0.411	0.3170	0.00961	0.1005	0.863
57	0.417	0.3129	0.00988	0.0979	0.861
58	0.420	0.3089	0.01016	0.0954	0.860
59	0.423	0.3050	0.01043	0.0930	0.859
60	0.429	0.3012	0.01072	0.0907	0.857

357. ábra.

A vasbetétek keresztmetszetterülete cm^2 -ben.

$\varnothing$ mm	Súly kg/fm	Kerület cm	A vasbetétek száma											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	0.15	1.57	0.20	0.39	0.59	0.79	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76	1.96	2.16	2.35
6	0.22	1.88	0.28	0.57	0.85	1.13	1.41	1.70	1.98	2.26	2.54	2.83	3.11	3.39
7	0.30	2.20	0.38	0.77	1.15	1.54	1.92	2.31	2.70	3.08	3.46	3.85	4.23	4.62
8	0.39	2.51	0.50	1.01	1.51	2.01	2.51	3.01	3.52	4.02	4.52	5.03	5.53	6.03
10	0.62	3.14	0.79	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.06	7.85	8.64	9.42
12	0.89	3.77	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.79	7.92	9.05	10.18	11.31	12.44	13.57
14	1.21	4.40	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.86	15.39	16.93	18.47
16	1.58	5.03	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.09	20.11	22.12	24.13
18	2.00	5.66	2.54	5.09	7.63	10.18	12.72	15.27	17.81	20.36	22.90	25.45	27.99	30.54
20	2.47	6.28	3.14	6.28	9.42	12.57	15.71	18.85	21.99	25.13	28.27	31.42	34.56	37.70
22	2.98	6.91	3.80	7.60	11.40	15.21	19.01	22.85	26.61	30.41	34.21	38.01	41.81	45.61
25	3.85	7.85	4.91	9.82	14.73	19.63	24.54	29.45	34.36	39.27	44.18	49.09	54.00	58.90
28	4.83	8.80	6.16	12.31	18.47	24.63	30.79	36.94	43.10	49.26	55.42	61.58	67.73	73.89
32	6.31	10.05	8.04	16.08	24.13	32.17	40.21	48.26	56.30	64.34	72.38	80.42	88.47	96.51
36	7.99	11.31	10.18	20.36	30.54	40.72	50.89	61.07	71.25	81.43	91.61	101.80	112.00	122.20
40	8.96	12.57	12.57	25.13	37.70	50.26	62.83	75.40	87.97	100.50	113.10	125.70	138.20	150.80

355. ábra.



$F_v = 1$ m széles lemezsávra eső vasbetétek keresztmetszete (cm²)

Átmérő mm-ben	A vasbetétek egymástól való távolsága cm-ben											
	5	6	7	8	9	10	11	12	12,5	13	14	15
5									1,58	1,51	1,40	1,31
6	5,65	4,71	4,04	3,53	3,14	2,83	2,57	2,36	2,26	2,17	2,02	1,89
6-6-8	7,12	5,93	5,09	4,44	3,96	3,56	3,24	2,97	2,85	2,74	2,54	2,37
6-8	7,85	6,55	5,61	4,91	4,36	3,93	3,57	3,27	3,14	3,02	2,80	2,62
6-8-8	8,59	7,16	6,13	5,37	4,77	4,29	3,90	3,58	3,43	3,30	3,07	2,86
8	10,05	8,38	7,18	6,28	5,59	5,03	4,57	4,19	4,02	3,87	3,59	3,35
8-10	12,88	10,73	9,20	8,05	7,16	6,44	5,85	5,37	5,15	4,95	4,60	4,29
10	15,71	13,09	11,22	9,82	8,73	7,85	7,14	6,54	6,28	6,04	5,61	5,24
10-12	19,16	15,97	13,69	11,98	10,65	9,58	8,71	7,98	7,66	7,37	6,84	6,39
12	22,62	18,85	16,16	14,14	12,57	11,31	10,28	9,42	9,05	8,70	8,08	7,54

Átmérő mm-ben	A vasbetétek egymástól való távolsága cm-ben											
	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	34	35
5	1,23	1,09	0,98	0,89	0,82	0,79	0,76	0,70	0,65			
6	1,77	1,57	1,41	1,29	1,18	1,13	1,09	1,01	0,94	0,88	0,83	0,81
8	3,14	2,79	2,51	2,28	2,09	2,01	1,93	1,80	1,68	1,57	1,48	1,44
10	4,91	4,36	3,93	3,57	3,27	3,14	3,02	2,80	2,62	2,45	2,31	2,24
12	7,07	6,28	5,66	5,14	4,77	4,52	4,35	4,04	3,77	3,53	3,33	3,23

Fővasbetétek egymástól való távolsága $\geq 2d$, ≥ 15 cm

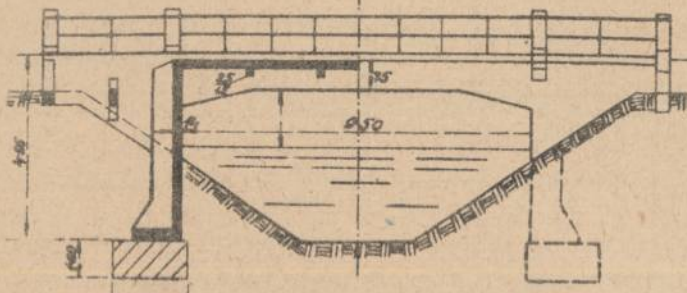
Előszóvasak

≥ 35 cm

$F_{\text{előszó}} \geq 0,2 F_v$

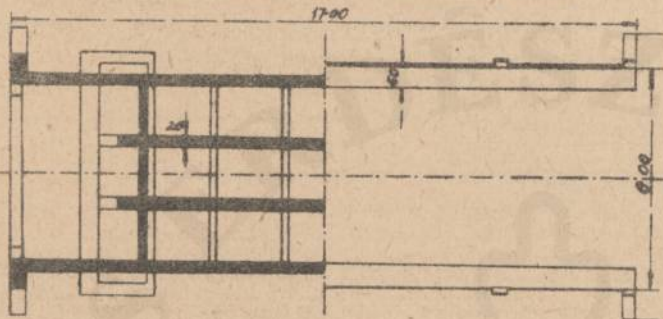
Hosszmetszet.

Oldalnézet.



Vízszintes metszet.

Vízszintes vetület.



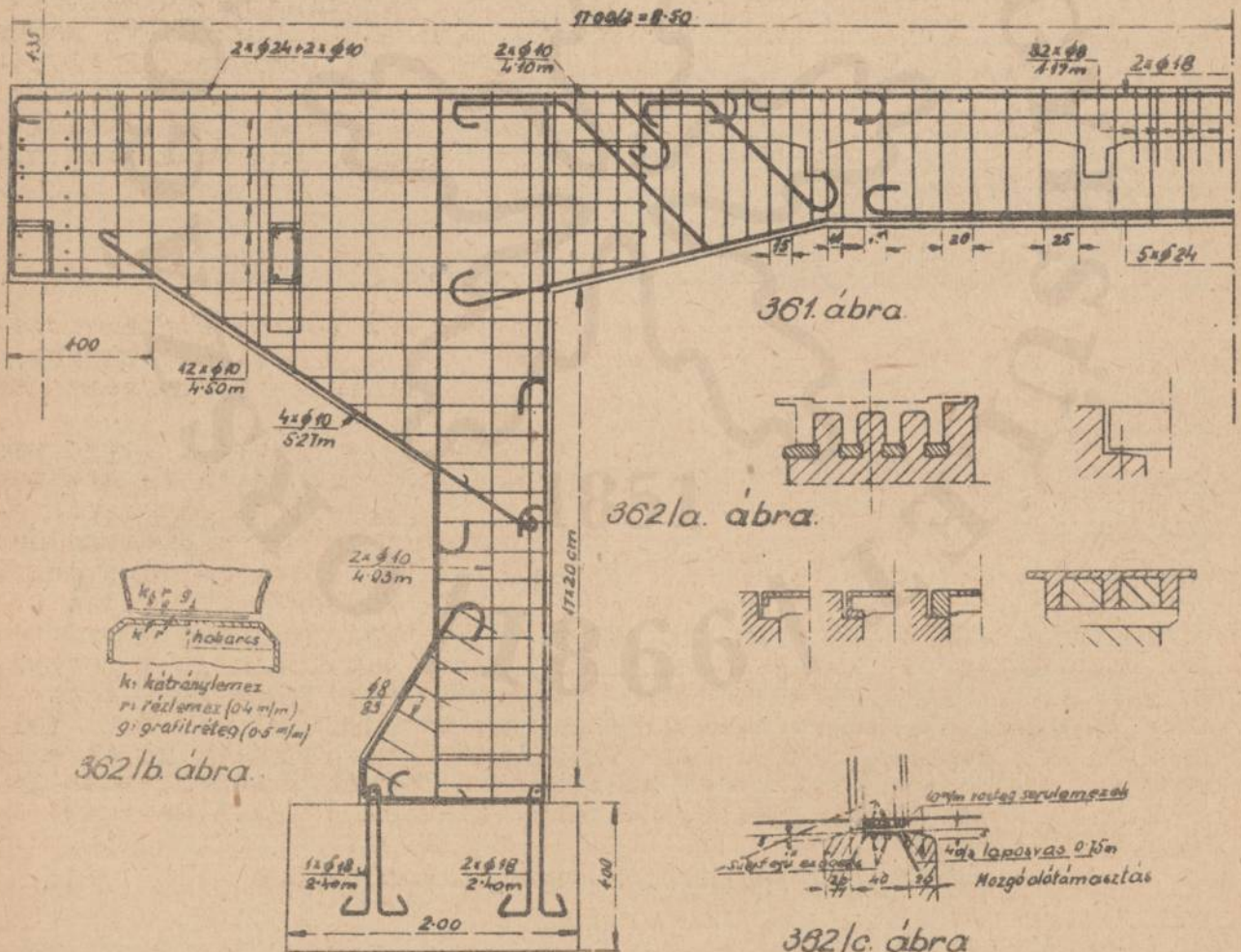
Keresztmetszet.



Keresztmetszet.

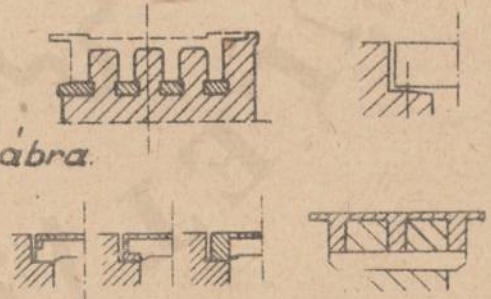


360. ábra.



361. ábra.

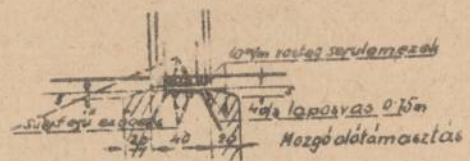
362/a. ábra.



362/b. ábra.



362/c. ábra



6/. Vasbeton bordáslemez-es hidak.

Nagyobb nyílások /20 m-ig/ áthidalására ált. bordáslemez-es hidakat építünk. Az egy támasztóközzel áthírt bordás lemez-es hid szokásos nyílása 5-20 m. A szerkezet kialakítását azon szilárdsági megokolás tette szükségsszerűvé, hogy nagy terhelés, vagy nyílás esetén a kis húzó szilárdságú beton a húzott övben nagy holt-súlyt képvisel. A megengedett feszültségek jobb kihasználása miatt tehát nagy szerkezeti magasságu és a nyomott övben nagy, a húzott övben pedig kisebb betonkeresztmetszettel rendelkező szerkezeti elemek lépnek előtérbe. A bordás lemez tehát nem más, mint vasbetongerendákon nyugvó lemez, amely lemeznek "s" együttdolgozó szélességű és "v" vastagságú része a bordával szervesen összefügg és az igénybevételek alatti hatásszenvedések megállapításakor ezen a bordás lemezből kiragadott T alakú keresztmetszet képezi a vizsgálat tárgyát.

a./Hidfők.

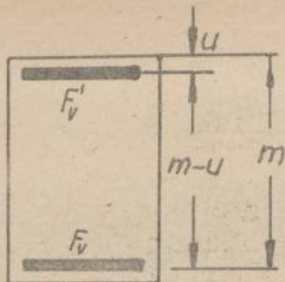
A hidfők és szárnyfalak általában betonból készülnek. A szabadon felfekvő bordás-lemez hidfőjére vonatkozó tudnivalókat lásd III.fejezet kőhidfők alatt. A keretes szerkezet alkalmazásánál a pozitív hajlító nyomaték csökken, ezáltal a szerkezeti magasság /főtartó/ kisebb lesz. Ilyenkor a hidfőt is vasbetonból készítik. A tartógerendák /bordák/ alatt vasbeton-oszlopokat helyezünk el, melyeket vasbeton fallemez köt össze a földnyomás felvételére. /360.ábra/. Keretes tartószerkezet szélső bordájának vasalását mutatja a 361.ábra.

b./ A bordás-lemez felfekvése a hidfőn.

A bordás-lemez vagy szabadon fekszik fel az alátámasztásokon, vagy a tartót a hidfő ellenfalával szilárd összeköttetésbe hozzuk. Ebben az esetben a bordás-lemezt keretes tartószerkezetnek nevezzük.

A szabad felfekvés olyan legyen, hogy lehetővé tegye az áthajlások okozta elfordulást, valamint a hőingadozások okozta megnyulásokból előálló hosszúságváltozást. A bordákat az alátámasztások felett általában keresztbordákkal merevítjük. Az alátámasztások középpontja a hidfők falélétől legalább $0^{\circ}20+0^{\circ}002l_m$ távolságban legyen, ahol l_m a hidnyílás szélessége m-ben. A felfekvés hosszúságát olyan nagyra kell választanunk, hogy a felfekvés helyén a nyomófeszültség értéke 25 kg/cm²-et ne haladja meg. Általában 10 m feszítvolságig a bordás-lemez-es tartót egyszerűen a hidfőre fektetjük. A víztelenítést a szerkezeti kőre helyezett aszfaltlemez és a felfekvési sík gyenge ferde esése biztosítja. A szerkezeti kövek elhelyezését és néhány felfekvési kiképzést a 362.ábracsoport mutatja. A szerkezeti kő lehet gránit, homokkő, illetőleg 1:2:3 keverési arányu betontömb.

Nagyobb nyílásoknál acélsarukat használunk.


$$\sigma_{V_0}^1 \cdot \text{kg/cm}^2\text{-ben}$$
$$\sigma_{r_0} = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

b_0	$\frac{m-u}{m} = 0.87$	0.89	0.91	0.93	0.95	0.97
50	496	536	574	613	652	691
51	510	549	588	627	667	706
52	523	562	602	641	681	721
53	536	576	615	655	695	735
54	549	589	629	669	709	750
55	562	602	643	683	724	764
56	575	616	656	697	738	779
57	588	629	670	711	752	793
58	601	642	684	725	766	808
59	614	656	697	739	781	822
60	627	669	711	753	795	837

[illegible]

c./A főtartó.

A főtartó áll a bordából és a bordával együtt dolgozó "s" szélességű lemezből. A főtartó a terhelések következtében hajlító igénybevételre szorult. Hajlító igénybevétel esetén a lemeznek a bordával való együttműködése abban nyilvánul meg, hogy a T alakú keresztmetszetben a legnagyobb nyomófeszültségek a lemezben lépnek fel, míg a húzóerőt a borda alsó széléhez közel a borda hosszúsági tengelyével párhuzamosan elhelyezett fővasbetétek megfelelő keresztmetszet felületükkel semlegesítik.

A bordák egymástól való távolsága közúti hidaknál 1-2 m, vasúti hidaknál pedig a nyomközzel van összefüggésben.

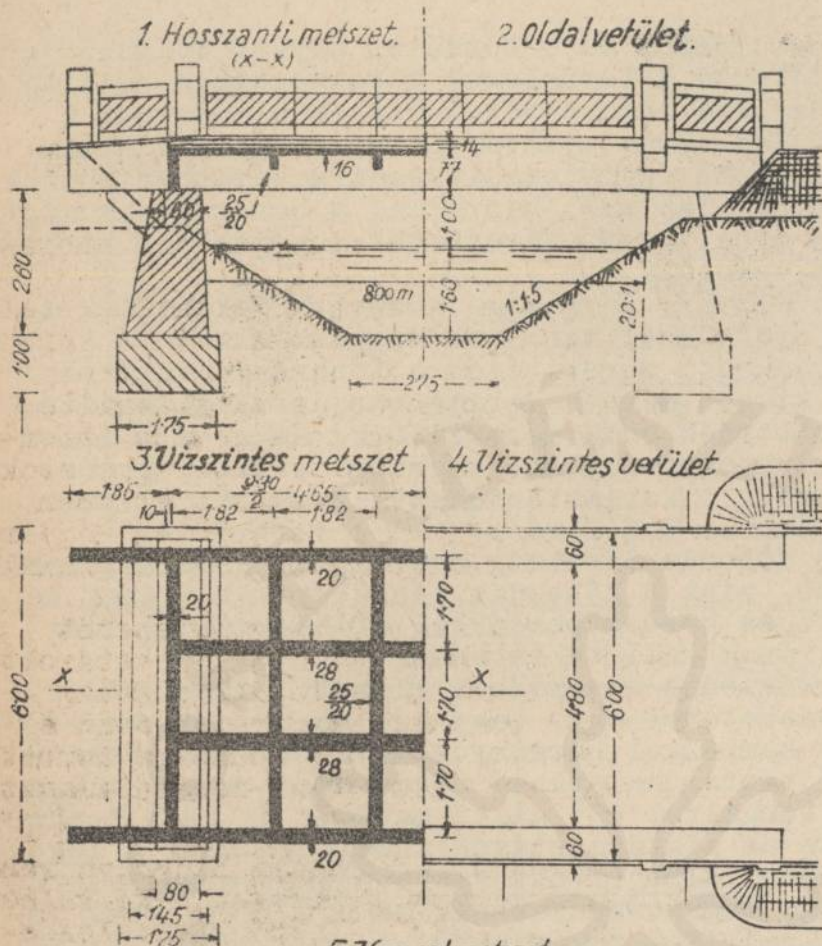
A főbordák egymásközi merevítését a főbordák tengelyére merőlegesen elhelyezett kisebb méretű keresztbordák alkalmazásával biztosítjuk. Ha a keresztbordák csak merevítenek, akkor a T alakú keresztmetszet lemezét, mint egyirányban teherbíró lemezt tekintjük. Közúti hidakon a merevítő keresztbordákat egymástól 2-4 m távolságban szoktuk elhelyezni. /363. ábra/.

2 m-nél nagyobb főborda távolság esetén, ha a keresztbordák távolsága nem nagyobb, mint a főbordák tengelytávolságának kétszerese, a bordáslemez fő és keresztbordákkal alátámasztott lemezét két irányban teherbírónak kell tekintenünk.

A 364. ábrán bordáslemez szerkezeti részeit láthatjuk. A huzott övben szükséges vasbetétek egy, vagy két sorban helyezkednek el. A fővasbetéteket kampókkal horgonyozzuk a betonba. Tekintettel arra, hogy a hajlításból keletkező ferde húzások a T alakú keresztmetszet semleges tengelyét 45° alatt metszik és ezen ferde húzóerők maximális értéke az alátámasztások közelében van, a legnagyobb betonhúzások helyén felhajlított vasbetéteket alkalmazunk. Kísérletek igazolják, hogy leghatékonyabbnak az u.n. kétszeres rácsoszással elrendezett felhajlítás tekinthető. A stuttgarti kísérletek alapján a fővasbetétek 60-70 %-ának felgörbítése látszik legcélravezetőbbnek, megjegyezve azt, hogy Saliger bécsi kísérleteinek eredményeképpen szimmetrikusan elrendezett vékony /13 mm-nél vékonyabb/ felgörbített vasbetétek alkalmazásakor 50 %-os felhajlítás bizonyult legeredményesebbnek. A fővasbetétek felhajlítása helyett alkalmazhatunk felhajlított pótvásbetéteket is. A bordában elosztóvasak helyett kengyeleket használunk. A felül nyitott kengyeleket a nyomott övben elhelyezett szerelővasakra hajlítjuk. A kengyeleket kötöző dróttal erősítjük a fővasbetétekhez. A kengyelek szükségesek, azért hogy a fővasbetétek szerelését el tudjuk végezni, de mint a 237. oldalon már láttuk /b/ kengyelek segítségével nyíróerőket is vehetünk fel. Ezen a helyen megjegyezzük, hogy a nyíróerők felvételének szempontjából a felgörbítés gazdaságosabb, mint a kengyel, mert kevesebb vasat igényel.

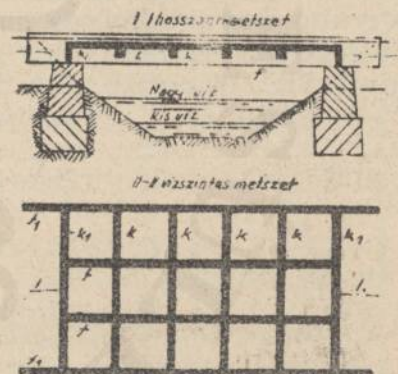
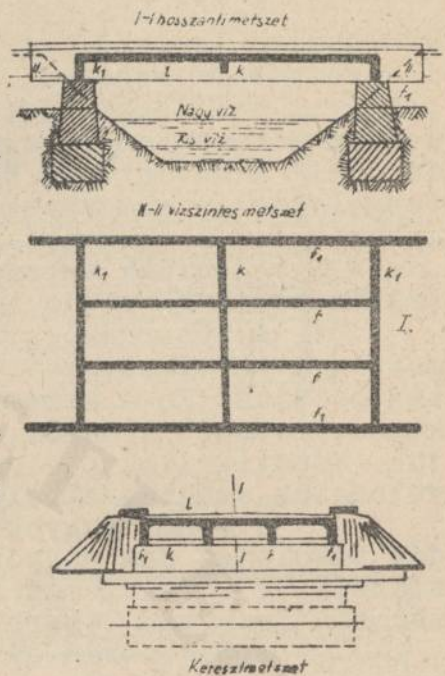
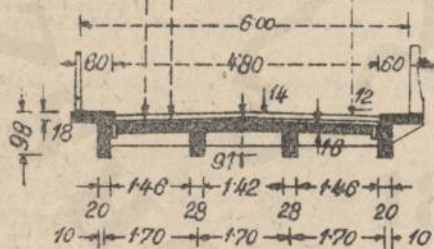
Tervező számításainknál a kengyelkiosztást annak figyelembevételével mellett végezzük, hogy 10, 7 és 5 mm átmérőjű kengyelek esetén a leghatékonyabb kengyeltávolság 20, 15, 12 cm, a maximális kengyeltávolság pedig kisebb legyen, mint a borda kétszeres szélessége.

Ha a bordáslemez nem szabadon fekszik fel az alátámasztásokon és a bordát könyökkel ékeltük alá, akkor az alsó egyenes vasbetétek átmérőjük 40-szeres értékű hosszúságával nyuljanak a könyökbe.

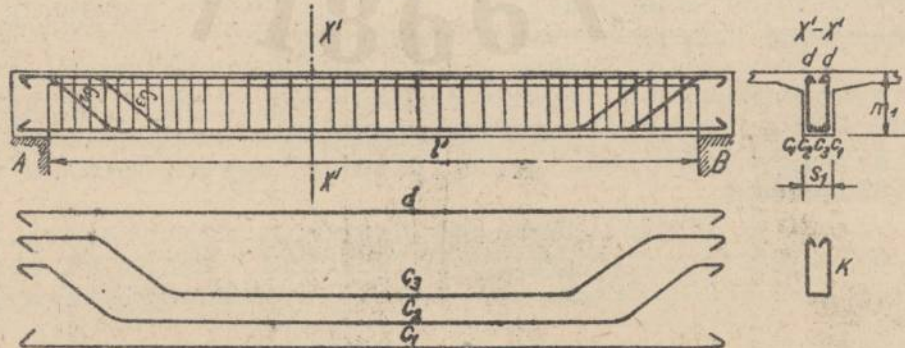


5. Keresztmetszet

Kettős aszfalt lemez Sov. beton 4cm. Külső burk (8cm).



363. ábra



364. ábra

d./ A hidpálya.

A bordáslemezkes hidakkal a csatlakozó út, vasuti pálya megszakítás és a felépítmény jellegének megváltoztatása nélkül vezethető tovább.

1./ A hidpálya vasuti hidaknál. A keresztgerendák a szokásos ágyazásba helyezve támasztják alá a síneket. A kavicságy legkisebb vastagsága a keresztgerendák alsó éle és a védő betonréteg felső síkja között 20 cm. Minél vastagabb ágyazást használunk, a koncentrált terhelés annál nagyobb felületen oszlik el és a lökések, dinamikus ütések csökkenése is annál nagyobb mérvű lesz. A legalsó kavicsréteg ne legyen élesélű, nehogy megsértsük vele a védő betonréteget. Éppen ezért vasuti hidak esetében a védő betonrétegre szoktunk vékony ólomlemezeket $0^{\circ}5-0^{\circ}3$ mm/aszfalttal összekötöttségben elhelyezni. Ezáltal meggátoljuk aláverés közben a betonréteg megsértesét. A hidpályalemez víztelenítését aszfaltlapokkal, ólomlapokkal biztosítjuk.

A 365. és 366. ábrák erdei vasuti hid keresztmetszetét mutatják. A gyalogforgalom kétoldalt a szögvas korlátokkal határolt konzolos gyalogjáró lemezeken bonyolódik le. A gyalogjárón átlag 3 cm, a kavicságy alatt pedig átlag 4-5 cm védő betonréteg óvja a teherviselő lemezt. Nagyobb gyalogforgalom esetén a konzolos lemezt a konzolok végein alkalmazott kisebb méretű bordákkal is alátámasztjuk. /367. ábra/.

2./ Hidpálya közuti hidak esetében. A közuti hidpálya rendszerint a csatlakozó út felépítményével egyező természetű. Készülhet azonban a hidpálya a csatlakozó út burkolatától eltérő kivitelezésben. Hidpálya burkolatok:

Aszfalt burkolat: 15 cm vastag 1:4, 1:3 keverési arányú betonlapra 2 cm vastag 1:2 keverési arányú cementsimítás után 5 cm vastag aszfalt terítést készítünk.

Betonburkolat: aszfalt-terítés helyett betonlapok szolgáltatják a járópályát. Ez a burkolat nagyon rideg.

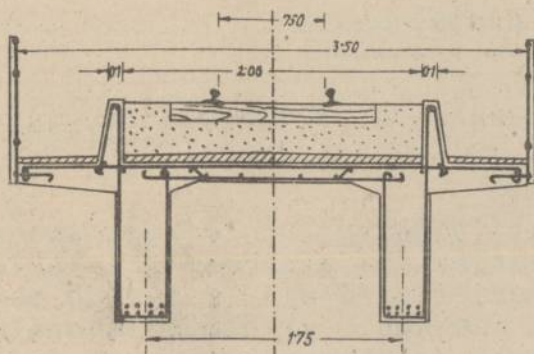
Kockakő-burkolat: 5-15 cm betonlapra 5 cm vastag homokterítés kerül és ebbe ágyazzuk az általában 15 cm magas bazalt, gránit kockaköveket. A hézagokat aszfalttal kiöntjük s ezáltal vízátnemeresztő burkolatot nyerünk. A szegélykő minden esetben az alapbetonrétegre helyezendő. A szegélykő széleit a forgalom okozta kopások ellen szögvasakkal védjük, vagy ferdén lesarkítjuk. /368. ábra/.

Fakockaburkolat: 1:7, 1:8 keverési arányú 8-15 cm vastag alap betonrétegre aszfaltágyazásban helyezük el a tölgyből, vörösfenyéből készült fakockákat. Ugyancsak aszfalttal öntjük ki a hézagokat is. A fakockaburkolathak a kőburkolatokkal szemben jelentősen kisebb önsulya, a dinamikus rezgéseket rugalmasan közvetítő hatása, előnyös, a mechanikai közvetlen igénybevételekkel, /ütés, kopás/ szemben azonban ellenálló képessége korlátozott.

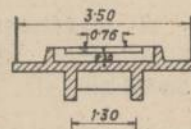
Kavicsfelépítmény: 5-10 cm vastag alapbetonrétegre kerül a homokba ágyazott alapkö rétegre hengerelt zuzott kavicsterítés.

A 369-372. ábrák közuti hidpályákat ábrázolnak.

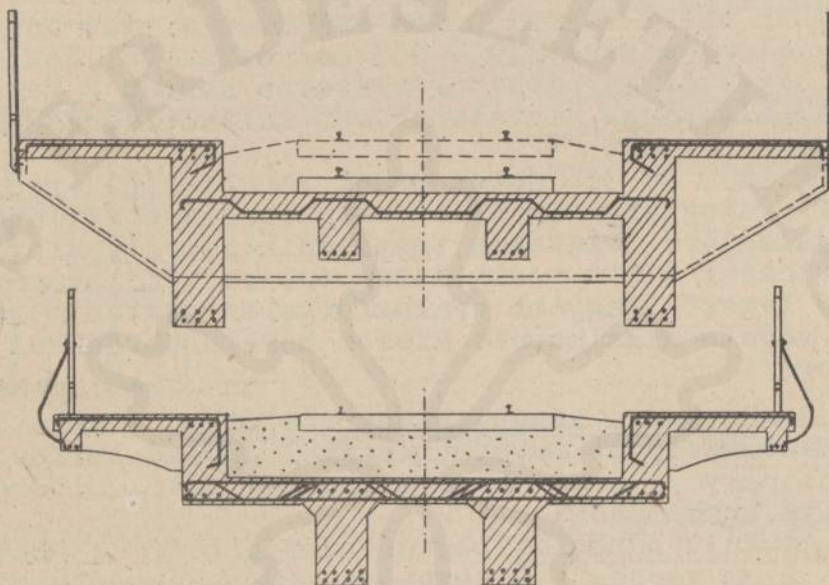
3./ Gyalogjárók. A lemez vastagság legalább 6 cm. A gyalogjáró készülhet 10 cm vastag cementlapokból a hézagoknak aszfalttal történő kikenése mellett, vagy összefüggő saluzással kidolgozott



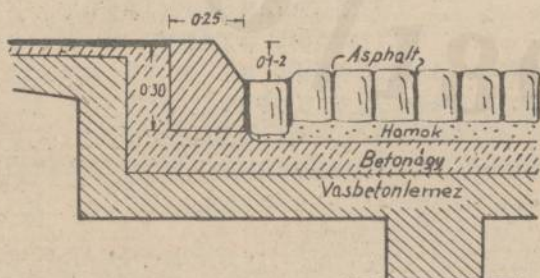
365. ábra



366. ábra

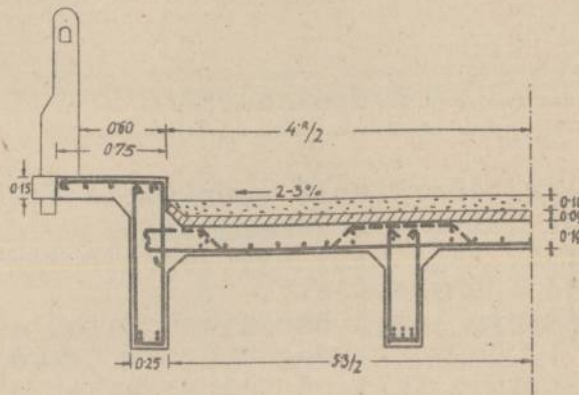


367. ábra

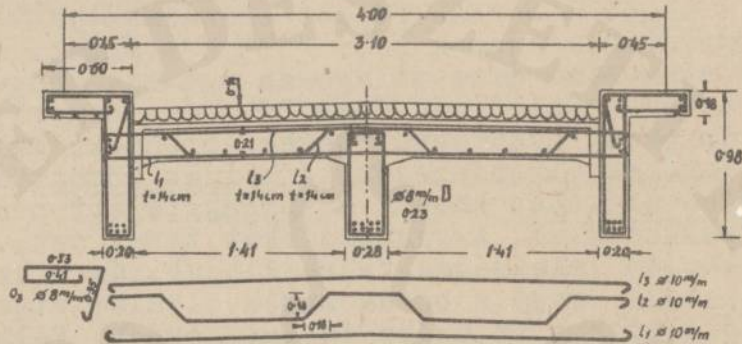


368. ábra

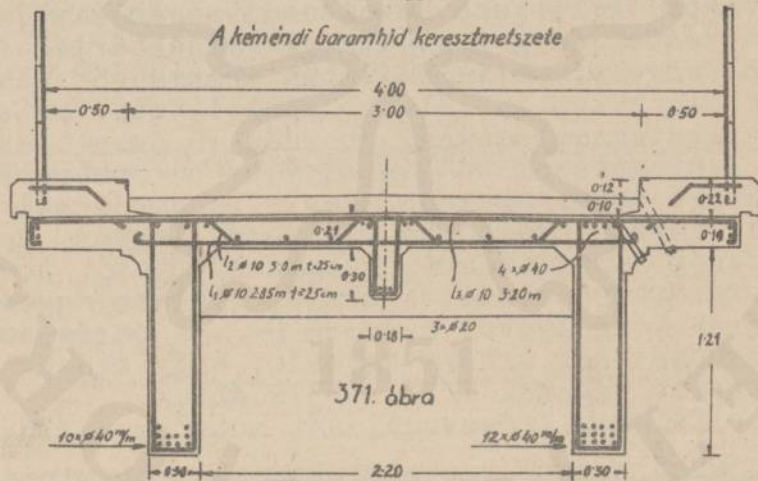




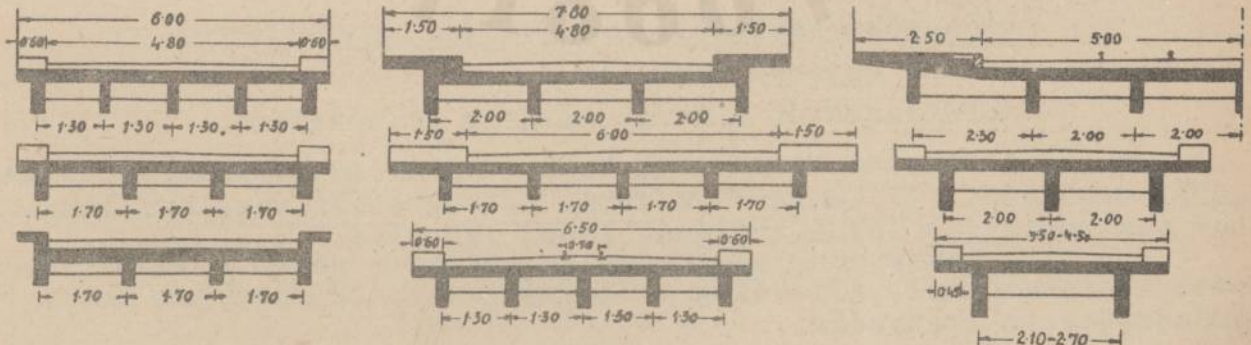
369. ábra



370. ábra



371. ábra



372. ábra

konzolos lemezként. A gyalogjárók szélessége $0^{\circ}60-1^{\circ}50$ m általában a közúti járóművek pályaszélességének $1/3-1/4$ értéke között változik.

1./A hidpályalemez.

A hidpálya teherviselő szerkezeti eleme a T alaku keresztmetszet vasbeton lemeze. A lemez mint a bordákon felfekvő, két vagy többtámaszu tartó, vagy mint egy végén befogott tartó /gyalogjáró lemez/szenved igénybevételt.

A többtámaszu lemez bordáinak felső síkja, mint alátámasztási felület kell, hogy egy magasságban feküdjék és így a folytonos többtámaszu tartóban fellépő igénybevétel elméleti pontossággal Mohr egyenleteivel határozható meg. A lemez a reá ható terhelések következtében hajlításra van igénybevéve. Az alátámasztások között pozitív mező, a bordák felett/alátámasztások/ pedig negatív támaszponti nyomatékok lépnek fel. /373.374.ábra/.

A nyomatéki ábra világosan mutatja, hogy a pozitív nyomaték helyén a lemez felső részében nyomó, a negatív támaszponti nyomaték helyén pedig húzófeszültségek ébrednek. Ez a tény meghatározza a vasbetétek elrendezését. A bordák között a húzott vasbetét a lemez alsó széléhez közel, a bordák felett pedig a lemez felső szélén helyezkedik el. A vasbetéteket tehát ott, ahol már a nyomatéki ábra alapján lehetséges felhajlitjuk, és a lemez felső szélén tovább vezetjük, majd a borda másik oldalán visszavezetjük a következő mező alsó húzott övébe és így tovább. Felhajlitható minden harmadik vasbetét. Ha ez a mennyiség nem elegendő, külön vasbetéteket alkalmazunk a felső övben. Tekintettel arra, hogy a lemezben a hajlításból keletkező húzófeszültségen kívül csuszátó feszültségek is ébrednek és a feszültségi trajektóriák 45° alatt metszik a semleges tengelyt, a felhajlítás iránya 45° alatt hajló, és szükség szerint még külön 45° alatt felhajlitott vasbetéteket is alkalmazunk. Az alátámasztásoknál /bordák/ a húzott és nyomott öv felcserélődik. A nyomófeszültségek nagyobb betonkeresztmetszetet igényelnek, a lemezt tehát szükség szerint a bordáknál könyökkel támasztjuk alá. A kiékelés nagysága oly mérvű legyen, hogy a növelt betonkeresztmetszet a hajlításból keletkező nyomó, továbbá nyírófeszültségeket fel tudja venni. A könyök hajlása egyenlő $1:3$ és hosszúsága a borda tengelyétől mérve $\geq \frac{b}{10}$. A borda szélesség és kétszeres könyökhosszuság értéke egyenlő, vagy kisebb legyen, mint a bordák tengelytávolságának $1/3$ -a. /375.ábra/.

Bordáslemez lemezvasalását mutatja a 376.ábra.

1=Felső húzott vasbetét. Rendszerint minden második 3 jelű fölött.

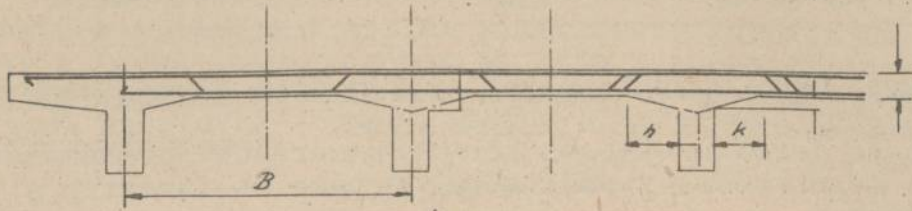
2=Kigyózó vasbetét.

3=Alsó egyenes vasbetét.

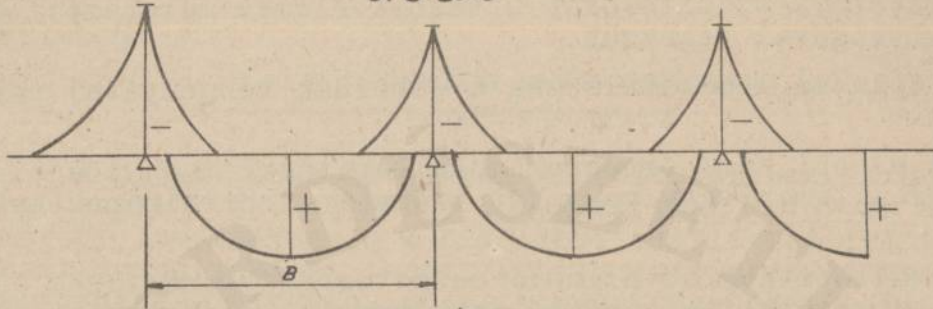
4=Pótvásbetét a ferde húzások felvételére.

A kigyózó vasbetétek kiküszöbölésére használhatjuk az alábbi megoldást./377.ábra./ Az ábrán feltüntetett vasalási rendszer sok rövid vas felhasználását teszi lehetővé.

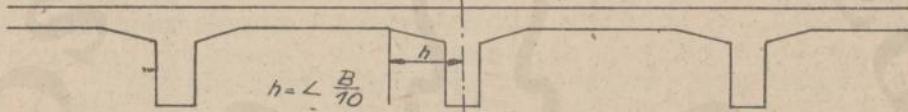
A lemezvasak méreteire kiosztására nézve a vasbetonlemez áteresztőknél, illetőleg a VI.fejezet 1./,2./pontjai alatt elmondottak az irányadók.



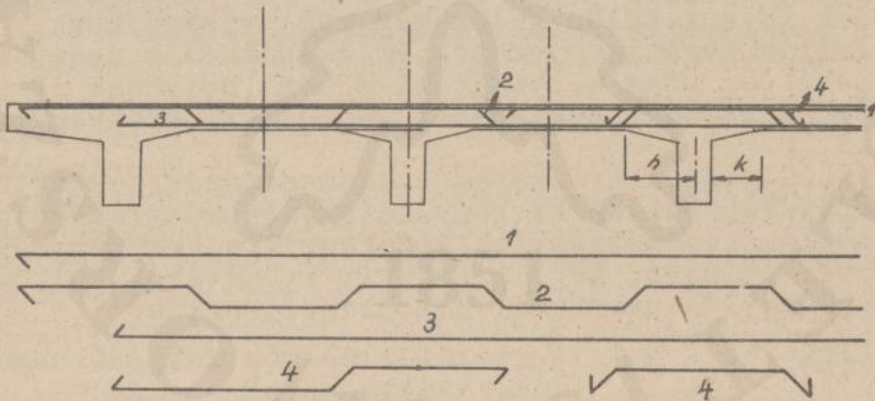
373. ábra



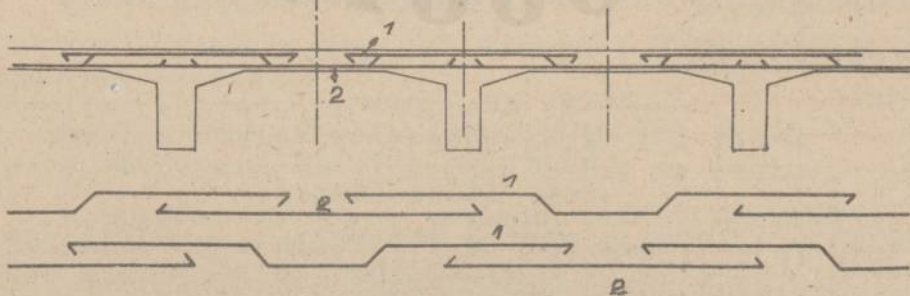
374. ábra



375. ábra



376. ábra



377. ábra

2./A hidpálya vasbetonlemezének méretszámítása.

A közúti vagy vasúti pályát alátámasztó bordáslemez lemezének méretezésekor ismeretes a bordák tengely-távolsága /megtervezjük/ a borda és lemez esetleges könyökök méretei /próbaméretet veszünk fel/ a megengedett feszültségek értéke és ismertek a lemezre ható terhelések.

A méretezési számításokat a vasbetonlemez méretezési egyenleteinek segítségével végezzük.

a./A dolgozó lemezszélesség a főbordák tengelyével párhuzamos irányban

$$sz = s_2 + \frac{2}{3}t + 2v$$

b./Az előbbi /sz/ értéknek megállapításakor egyidejűleg eldöntjük, hogy a lemezt egy vagy két irányban teherbírónak kell méretezni.

c/ Megállapítjuk az állandó és a terhelési négyszög alapján a dinamikus tényezővel számításba vont mozgó elosztott terhelések összegét.

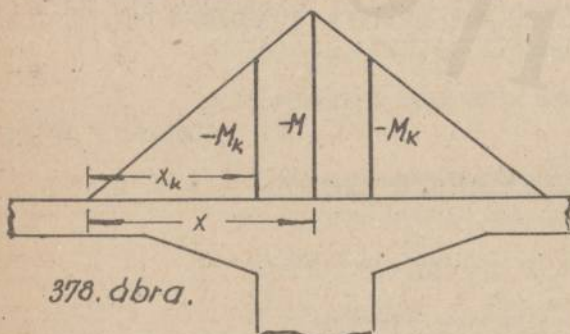
d./Kiszámítjuk az összes terhelések következtében fellépő max.hajl.nyomatékot, illetőleg nyomatékokat annak megfelelően, hogy a lemez két vagy több helyen alátámasztott /esetleg befogott/ illetve, hogy a lemez egy, vagy két irányban teherbíró.

e./A nyomaték /nyomatékok/ ismeretében meghatározzuk az "sz" dolgozó lemezszélességhez tartozó pontos "v" lemezvastagságot és a szükséges vasmennyiséget /fővasbetét, elosztó-vas, szerelő-vas/ és megtervezük a vasszerelést.

A lemez méretét és a szükséges vasmennyiséget a bordák között és a bordák felett külön-külön meg kell vizsgálnunk.

A maximális negatív nyomaték értékének és a negatív nyomatéki ábra elkészítése után a nyomatéki $\emptyset$ pont helyének ismeretében a vasbetonlemez a bordák közelében lévő bármely szelvényben ellenőrizni tudjuk.

Ha a feszültségek értéke az alátámasztások/borda/felett a megengedett értékeket túllépi, könyököt, /kiékelést/ alkalmazunk és ellenőrizzük a kiékelés helyén fellépő feszültségek nagyságát azon közelítő feltevés alapján, hogy a negatív nyomatékok változása az alátámasztási ponttól a nyomatéki $\emptyset$ pontig lineáris.



378. ábra.

A kiékelés helyén fellépő negatív nyomaték nagysága az $-M: -M_k = x: x_k$

aránylat alapján lesz

$$-M_k = -M \frac{x_k}{x}$$

$-M_k$ nyomaték ismeretében ellenőrizhetjük a kiékelés helyén a lemez vastagságát és a felső húzott övben elhelyezett fővasbetétet.

A gyalogjáró lemezt, mint a főbordába egy végén befogott tartót méretezzük. A húzott öv a gyalogjáró felső része, ennek megfelelően a fővasbetétek is itt helyezkednek el.

Elosztott terhelés a lemez önsúly és az embercsődület, koncentrált a gyalogjáró szélén elhelyezett korlát. Az osztott terheléseket a lemez szélességében és 1 fm hosszúságában vesszük fel. A maximális nyomaték helyén a befogásnál a betonkeresztmetszetet a lemez trapéz alakú kiképzésével szoktuk növelni. Gyalogjáró lemez metszetét mutatja a 379. ábra.



379. ábra.

e./ A hidpálya víztelenítése.

A hidpályának általában keresztirányban és hosszirányban kétirányú enyhe esést adunk. A hosszirányban futó víz az alátámasztások mögött leszivárog és a hidfőkhöz csatlakozó földtöltést feláztatással veszélyezteti, ennek következményeképpen az ellenfal stabilitása csökken. Szokásos módon elvezetjük tehát a vizet az ellenfalon keresztül. A keresztirányú esés értékei:

Aszfaltborítás esetén	1-2 ‰
Kőburkolat esetén	2-4 ‰
Kavicsburkolat esetén	3-5 ‰

A keresztirányú kétoldali eséssel domborúan kiképzett hidpályáról a víz vagy a pálya szélén lévő vízlevezető csövecskék segítségével /380. ábra./, vagy a hid hossz tengelyében kiképzett nyílásokban elhelyezett szűrőfejjel felszerelt vascsöveken keresztül távozik. Ennek a megoldásnak általános és részletrajzát mutatja a 381. ábracsoport.

f./ A hidpályalemez víztelenítése.

A vasbetonlemez víztelenítését különféle izoláló eljárásokkal végezzük. Minél soványabb a beton, annál kevésbbé áll ellen a víz beszivárgásának.

A közúti híd szabályzat 70. és 71. pontja szerint a betonszerkezeteknek a kocsit alatti részét bitumennel leragasztott aszfaltlemezekkel kell lefedni és ezen lemezekre legalább 4 cm vastag védő betonréteget alkalmazunk. Erre kell aztán a pályaburkolatot elhelyezni. Az aszfaltlemezborítást a járdának a kocsitból kiemelkedő oldal felületein is legalább a kocsit színéig és a hidfőknél is a hátsó felületre lenyúlóan oly mélységig kell tervezni, ahonnan a víz elvezetése a szerkezetbe való beszivárgás nélkül történhetik.

A beton víztelenítését az alábbi eljárások is biztosítják:

1./ 1-2 cm vastag 1:3 keverési aránnyal készült cementsimítás. Könnyen töredezik.

2./ Egy- vagy kétszeres homokmentes aszfaltborítás.

3./ Hajlékony felületeken 2-5-4 cm aszfaltszurokterítés.

4./ Aszfaltkötéssel izoláló felületté kiképzett ólomlemez. Legdrágább és egyben legjobb megoldás.

5./ Aszfalttal leragasztott jutaterítés.

Gondosan vigyáznunk kell természetesen, hogy a hidpálya építése közben a víztelenítő réteget meg ne sértsék munkásaink szerszámaikkal, vagy pl. a felépítmény éles élű köveinek dobálásával.

g./Korlátok.

Készülnek vasból, betonból és egyidejűleg mindkét anyag felhasználásával. Kiképzésüknél célszerűségi és esztétikai szempontok szabnak irányt.

1./Vasból készült korlátok. A korlátoszlopokat betonba ágyazott csavarok segítségével rögzítjük./381.ábra/. A korlátoszlopot a betonba ágyazott gázcsőre csavarjuk rá./382.ábra/. A korlátoszlopot az emelt járdaszegélyre erősítjük és szögvasgyámolítóval támasztjuk./383.ábra/. A korlátoszlopok magassága általában 1^o00-1^o20 m, egymástól való maximális távolságuk 2 m.

2./Betonból készült korlátok. A 384.ábracsoporton a hidpályának falszerű lehatárolását szolgáló korlátkiképzéseket láthatunk.

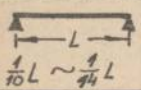
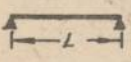
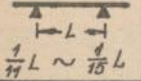
3./Betonból és vasból készült korlátokat ábrázol a 385.ábracsoport.

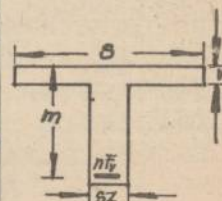
A 386.ábracsoport vasbetonhidak hidpályaszerkezetét, víztelenítő berendezését, korlátokat ábrázol.

h./ A főtartó méretezése.

1./A támasztóköz ismeretében megtervezünk a bordáslemez magasságát, szélességét, a lemezvastagságát és megállapítjuk a dolgozó lemezszélességet /sz/.

A bordáslemez tervezésénél ajánlott összefüggéseket az alábbi táblázatos kimutatás tartalmazza.

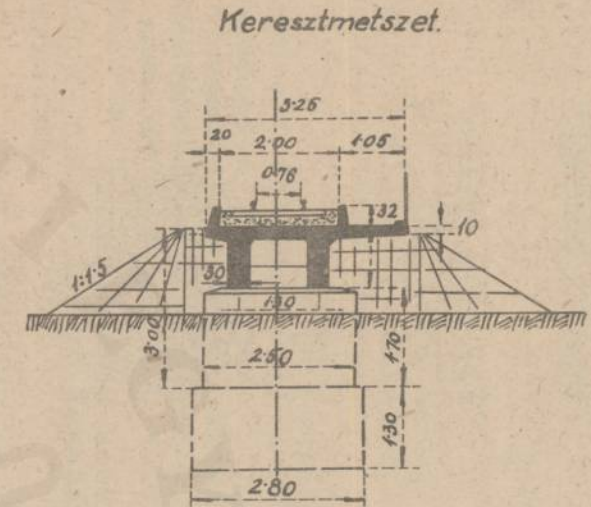
m		ha a borda	v		sz	
közúti	vasúti		közúti	vasúti	közúti	vasúti
		zömök	$\frac{1}{4} m \sim \frac{1}{5} m$	0,2+0,15 m	0,25+0,2 m	
	$\frac{1}{13} L$	karcsú	$\frac{1}{5} m \sim \frac{1}{8} m$	$\frac{1}{5} m \sim \frac{1}{2} m$	$\frac{1}{2} m \sim \frac{1}{5} m$	



2./A bordák elhelyezése után megállapítjuk az összes terheléseket, amelyek a lemez igénybevételét okozzák. A terhelésekből származó hajlítónyomaték /nyomatékok/ alapján megállapítjuk a hidpályalemez szükséges vastagságát és megtervezük a lemez vasalását.

Oldalnézet.

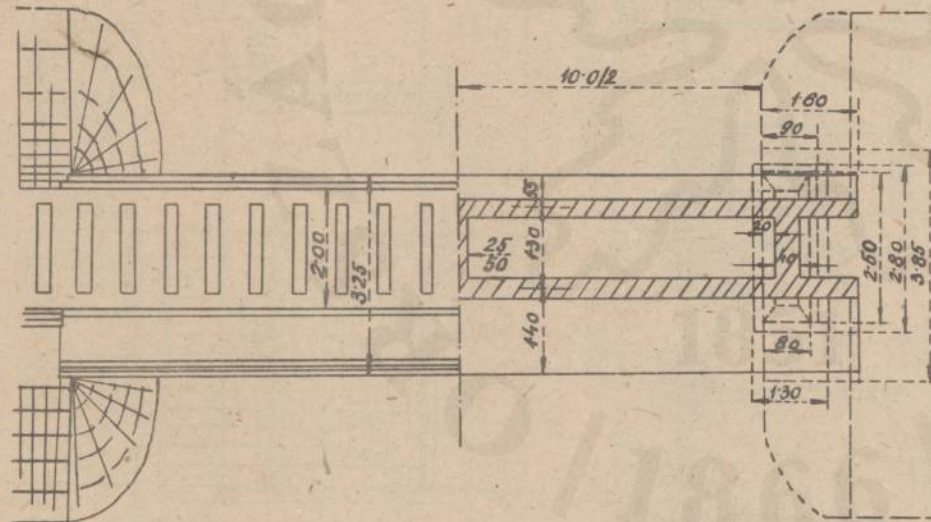
Hosszmetszet.



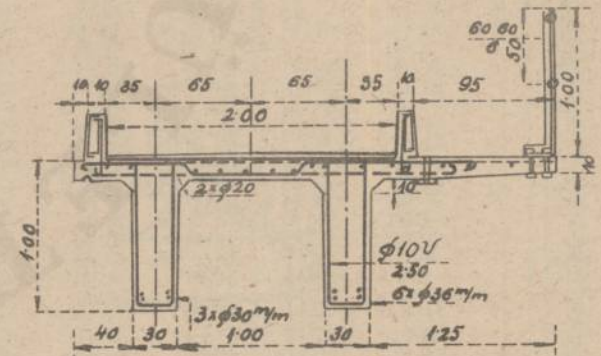
Keresztmetszet.

Felülnézet.

Alaprajz.



Keresztmetszet.



386. ábra.

3./A 2./alatt számított lemezvastagság ismeretében ellenőrizzuk a bordáslemez méreteit és szükség esetén azt módosítjuk, továbbá megnézzük, hogy valóban T alaku keresztmetszettel van-e dolgunk. Tudjuk, hogy a lemezben húzófeszültség nem léphet fel, tehát a semleges tengelynek a bordába kell esnie. A semleges tengely akkor metszi a bordát, ha a lemezvastagság kisebb, mint a bordáslemez szerkezeti magasságának $1/3-a./ \nu \leq \frac{m}{3}$ /. Ha ez a feltétel nem áll fenn, akkor a lemezben fellépő húzásokat is figyelembe kell venni. Rendszerint azonban a bordáslemez magasságának megváltoztatásával elégitjuk ki azt a feltételt, hogy a semleges tengely a lemezen kívül a bordában helyezkedjék el.

4./ A bordával együtt dolgozó lemezszélesség /s/ megállapítása után

5./meghatározzuk a főtartó veszélyes szelvényét /a mozgó terhelés alapján/ és erre a szelvényre vonatkozóan megállapítjuk az összes nyomaték /önsúly+ μ mozgó/értékét.

6./A maximális hajlító igénybevétel alapján ellenőrizzuk a szerkezet magasságát.

$$m > \frac{M_{max}}{s \nu \sigma_{b \text{ meg}}} + \frac{\nu}{2} \dots \text{cm}$$

Ha "m" $\leq$ a jobboldali értékénél, akkor a tartó magasságát meg kell változtatnunk.

7./A szükséges vasfelület nagysága

$$F_{v_0} = \frac{M_{max}}{q \sigma_{v \text{ meg}}} \dots \text{cm}^2 \quad \text{ahol a belső erők karja közelítően}$$

$$q = m - \frac{\nu}{2} \dots \text{cm}$$

8./Meghatározzuk a fővasbetétek számát, átmérőjét/átmérőit/ és elhelyezzük őket a keresztmetszet húzott szélén. A választott fővasbetétek felülete / F_v / nagyobb legyen, mint F_{v_0} .

Ezután megállapítjuk a T alaku keresztmetszetben fellépő tényleges feszültségek értékeit.

9./A semleges tengely távolsága a lemez felső szélétől

$$x = \frac{s \frac{\nu^2}{2} + n F_v m}{s \nu + n F_v} \dots \text{cm}$$

10./A működő belső erők karja

$$q = m - \frac{\nu}{2} + \frac{\nu^2}{6(2x - \nu)} \dots \text{cm}$$

11./A vasfeszültség értéke

$$\sigma_v = \frac{M_{max}}{q \cdot F_v} \dots \text{kg/cm}^2$$

12./A betonfeszültség értéke

$$\sigma_b = \frac{\sigma_v}{n} \frac{x}{m - x}$$

Ha a számított feszültségek értéke kisebb a megengedetttnél, akkor a bordáslemez méretei és vasalása megfelelő. Ha $\sigma_v > \sigma_{v \text{ meg}}$ és $\sigma_b > \sigma_{b \text{ meg}}$, akkor kétféleképpen járhatunk el:

a./Az előbbi számítások eredményeire támaszkodva megváltoztatjuk a tartó méreteit és a fővasbetétek keresztmetszet felületének értékét és az így nyert T alaku keresztmetszetben fellépő feszültségek nagyságát a 11.,12.alatti egyenletek segítségével ellenőrizzuk.

b./ Ha a szerkezet méreteit nem változtathatjuk meg /kötött szerkezeti magasság, tulságosan karcsú borda stb./, akkor alkalmazunk a T alaku keresztmetszet lemezében nyomott vasbetéteket. /A méretezési egyenleteket lásd bordáslemez méretszámítása b./pont alatt/.

13./Meghatározzuk a tartón fellépő nyíróerők nagyságát és megszerkesztjük a nyíróerők $/R_{\text{állandó}} + \mu R_{\text{mozgó}}/$ és a nyírófeszültségek $/\tau/$ ábráját.

14./ Az ellenőrzés nyírásra

$$\tau = \frac{[R_{\text{állandó}} + \mu R_{\text{mozgó}}]_{\text{max}}}{q \cdot sz} \leq \tau_{\text{meg}} \text{ egyenlettel történik.}$$

15./A nyírófeszültségek ábráján meghatározzuk azt a "h" hosszúságú szakaszt, ahol a ferde húzóerőket felgörbitett vasakkal, illetve kengyelekkel kell felvenni.

16./Meghatározzuk a "h" hosszúságú szakaszon fellépő összes ferde húzóerők nagyságát.

17./megtervezzük és kiosztjuk a tartó keresztvasalását.

7./Tervezés és engedélyezési eljárás.

A tervműveletek végrehajtása és az engedélyezési eljárás a III.fejezetben elmondottak alapján történik. A tervrajzok elkészítése során a vasszerelések rajza kis méretarányban, szükség szerint eredeti nagyságban készítendő el.

A tervező felelős a szerkezet terveinek és az erőtani számításoknak helyességéért, valamint azoknak a megbízásainak teljesítéséért /művezetés, felülvizsgálat stb./ amelyeket a tervezéssel kapcsolatban nyert. Az ellenőrzés ténye nem csökkenti a tervező felelősségét. /V.B.5z./

8./ Vasbetonhidak építése.

A vasbetonhidak építésénél az építési sorrend a következő:

- 1./Hídfelek, szárnyfalak
- 2./Főtartó, híd pályalemez
- 3./Szigetelőréteg, víztelenítő berendezések
- 4./Híd pálya
- 5./Korlátok építése.

Az építés végrehajtása az alábbi munka-mozzanatokra tagozódik:

a./Mintaállvány készítése.

A mintaállvány azon szerkezeti elemek összessége, melyek betonozáskor a vasbeton szerkezetek formálását lehetővé teszi és a beton szilárdulásáig a vasbeton szerkezeteket /betonszerkezeteket/alátámasztják.

A mintaállvány főanyaga a fa, de készülhet vasból is.

A fa mintaállványt betanított szakmunkások készítsék azon főszempont szemmel tartása mellett, hogy az ideiglenes mintaállvány állékony és a faanyag kiméltése mellett könnyen elbontható legyen.

A mintaállvány általában 3 részből áll: állványozás, alátámasztás és a mintadeszkázat.

1./Állványozás csak olyan vasbetonszerkezeteknél szükséges, amelyek nagy magasságban készülnek. Az állványozás elkészítése a szerkezet fokozatos magasbbitásával történik. Erdei vasbetonhidak építésénél nem ajánlható az a megoldás, amikor is az állványokat a földön olcsóbban elkészítik és a kész állványt az első fokozatos magasbbitással készült állvány mellé emelik, mert rendszerint nem áll rendelkezésre elegendő hely.

Az állványozás karcsu oszlopait kettős merevítőkkal kell ellátni. Gondosan vizsgáljuk meg az illeszkedés jószágát az állványozás alapjánál /alapgerenda/ és az állványozáson elhelyezett alátámasztó oszlopoknál. Az állványozáson készítsünk járdát, hogy a munkások a mintadeszkázás kezdő munkálatait elvégezhesék / a deszkázás folytatása a kész deszkázatról történik/ és hogy betonozás alatt az építésvezető, illetőleg az erre a feladatra kijelölt munkás a mintaállvány szerkezeti elemeit alulról figyelhesse.

2./A mintadeszkázat alátámasztása faoszlopokkal történik. Az alátámasztás függőleges síkban mindig igazítható legyen, ezért ma már csaknem kizárólag az oszlopok alá /nagyon ritkán a mintadeszkázat és az oszlopok közé/ ékeket helyezünk és ezeket drótszeggel rögzítjük, hogy ki ne csusszanak a helyükről. Az ékek alkalmazása a kialszást is megkönnyíti. A mintaállvány oszlopait egymás között pallókból készült andrás-keresztekkel merevítjük és talpgerendára állítjuk.

3./A mintadeszkázat a beton öntőformája. Az egyes mintadeszkák között a deszka szélesség 1,5 %-ának megfelelő széles hézagokat hagyunk. A hézagok szükségesek azért, mert a betonozás előtt a deszkákat vízzel locsoljuk és így ezek megduzzadnak. A mintadeszkázatok elkészítésére fokozott gondot fordítunk, mert elkészítésük sok anyagot, /deszka, drótszeg/ kíván és a felhasznált anyag nagy százaléka rohamosan tönkremegy.

Anyagtakarékossági szempontból ne használjunk feleslegesen sok szegyet, mert ez pazarlás, és erősebb szegyet, mert az erősebb szeg jobban rongálja a deszkát. A kelléténél jobban összeszegezett deszkázat szétbontása nehezebb és az emiatt történő erőszakos szétszedésnél sok deszka megy tönkre.

A deszkázat készítésére nézve néhány szempontot alább említenek

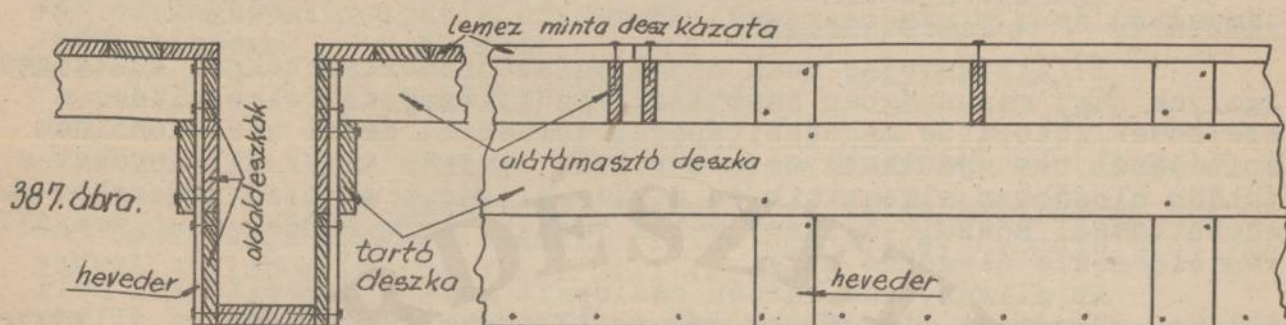
a./Merevség. Vízszintes saluzatok a beton súlya alatt ne hajoljanak át, vagy ha áthajolnak, alátámasztással eredeti helyzetükbe visszaemelhetők legyenek. A függőleges saluzásnál a saluzat készülhet teljes építési magasságban és részleges továbbfejlesztéssel. A teljes szerkezeti magasságban készült saluzatot a kipúposodás ellen gondosan merevre kell építenünk. Ha betonozás közben emeljük a salufalat, azt 30-35 cm-ként tegyük és vigyázzunk arra, nehogy a saluzat síkja eltolódjék.

b./Egyöntetűség. Nagy összefüggő felületeket saluzzunk egyszerre és a saluzás befejezése előtt ne kezdjük el a betonozást,

mert a beton fahulladékkal fűrészpórral szennyeződhet.

c./Mintadeszkázat simasága. Általában gyalutlan deszkát használunk. Ha a betonszerkezetet a betonozás megszilárdulása után nem simítjuk el és kényesek vagyunk a látható felületek esztétikai szépségére, használunk gyalult saludeszkázatot.

A 387. ábra bordáslemez mintadeszkázatát ábrázolja.



A lemez 1"-os deszkái párhuzamosan futnak a bordával. Ezeket a deszkákat 80-100 cm-ként élére állított deszkák támasztják alá. A mintadeszkák egyenlő hosszúak legyenek, hogy a deszkák ütköztetése egy helyen az aláhelyezett kettős alátámasztókon történhessen. Az alátámasztó deszkákat a fekvő deszkázathoz szeggel erősítjük, hogy el ne dőljenek. A fekvő deszkákat legalább a végükön leszegezzük. A borda oldaldeszkáit függőleges hevederrel deszkánként két szeggel kapcsoljuk össze. A hevederre a tartódeszkát szegjük. Az oldaldeszkák között a bordafenek szeggel van beerősítve.

b./Vasvágás, hajlítás és vasszerelés.

Felhasználás előtt a vasakat piszoktól, olajtól, rozsdától gondosan meg kell tisztítani, hogy a beton a vashoz jól hozzátapadhasson.

A vasak vágása történik kézi vagy gépi erővel. Rendkívül erős vasakat /28 mm-nél nagyobb átmérő/ meleg állapotban, minden más vasat hideg állapotban szerszámokkal hajlítunk. A hajlítás történhet kézi erővel és kézi vagy motorikus üzemi hajlító gépekkel. A vastagabb vasakat külön erre a célra épült félszer alatt hajlítjuk, a vékonyabb /lemezvas/ vasakat magán a saluzaton, ahol a vasalás szükséges. Vékony vasak hajlítását egyszerű vastüskék, vagy kampósvégű gömbvasrudak, hajlítóvasak, hajlítókulcsok segítségével végezzük. Ha sok vagy erősebb vasakat kell hajlítanunk, célszerű a hajlítóasztalok használata. A hajlítandó vasat egy asztalra fektetjük, amelyből vastüskék állnak fel. A tüskék között a vasbetét egy bizonyos merev helyzetet foglal el. Vízszintes mozgású emelők segítségével elérhetjük a kívánt alakváltozást. Ismerünk villanyerőre berendezett hajlítógépeket is. Nagy tömegű vasalás hajlítását szokás már a gyárban elkészíttetni.

A vasak toldása történik átkötéssel, ritkán ellermennetes csavarhüvellyel, továbbá hegesztéssel. A hegesztés történik átkötéssel /egyszerűbb/, vagy hevederekkel /jobb/. Tömeges gyártásnál átkötés és hevederek mellőzése mellett alkalmaznak duzzasztó és ujabban leolvasztó ellenállás hegesztést.

A vasak szerelése az építés helyszínén történik. A kengyelekkel, előszó vasakkal merevített vasvázat terv szerint pontosan a mintadeszkázatba helyezzük. A vasak és a betonszélek közti terv szerinti távolság elérését lemezeknél a vasalás alá helyezett lécekkel, a bordában a vasalás felfüggesztésével biztosítjuk. Rend szerint ezt a felelősségteljes munkát a kivitelező mérnök és jó, ha a tervező mérnök is ellenőrzi. Ne felejtsük el, hogy nemcsak a beépített vas mennyisége, hanem a vasbetétek terv szerinti elhelyezése is döntő módon befolyásolja a vasbetonszerkezetek teherbíróságát.

c./ Betonozás.

A beton összeállítását illetőleg lásd VI. fejezet 1./pont alatt.

Az alkotó elemek súly, illetőleg térfogat arányának meghatározása után történik azok összekeverése. A keverés lehet kézi, vagy gépi keverés. Fő szempont, hogy a keverés egyenletes legyen.

A kézi keverés úgy történik, hogy bádoggal fedett deszkalapon állandó átlapátolás közben száraz állapotban összekeverjük a cementet, kavicsot és homokot. További kétszeri átlapátolás közben a keverékhez hozzáadjuk a szükséges vízmennyiséget. A lapátolás mindig alulról történjék.

Gépi keveréssel rövidebb idő alatt nagy mennyiségű és jó minőségű betont készíthetünk.

A keverőgépek lehetnek szakaszosan és folytonosan működők. Az említett és időben eltérő beosztással dolgozó keverőgépek közös működési tulajdonsága, hogy vagy a betont tartalmazó edény végez kényszermozgást, vagy az álló edényben tengely körül forgó kerék, lapátok keverik a betont.

A szakaszosan működő keverőgépekkel - mint a kézi keverésnél is - egy bizonyos meghatározott mennyiségű betont készíthetünk. Ezeknél a gépeknél a keverési arány könnyebben ellenőrizhető.

A folyamatosan működő keverőgépek kiszolgálása és a keverés megszakitás nélkül történik. Ezek a gépek valamivel kevesebb mechanikai energiát igényelnek ugyanolyan mennyiségű beton keveréséhez.

A keveréssel előállított beton minőségéről szilárdsági próbákkal győződünk meg.

Régi magyar és német kísérletek és tapasztalati adatok azt igazolják, hogy egyenletes beton előállításához kézi keveréssel 3-4-szeri száraz átlapátolásra, gépi keveréssel három perc időre van szükség.

Modern keverőgépek nedvesen kevernek és a keverési időtartam 1-2 perc.

A beton minőségi vizsgálata után a salu deszkákat vízzel lelocsoljuk és kitöltjük betonnal. A saludeszkákra előzőleg a cementzsákok papírjait terítjük.

A betonozás történik a betonnak a saluzatba való öntésével, vagy csömöszöléssel.

A beton a mintadeszkázatban tömörítendő. A tömörítés történhet kézi erővel /döngölők/ vagy vibrátorokkal.

A vibrátor rezgésgerjesztéssel működik. A rezgésszám általában percenként 3000. A vibrátorok lehetnek:

1./Csővibrátorok - nagyobb tömegű beton esetén a betonba merítve működnek.

2./Lapvibrátorok - betonlemezekenél használjuk - .

3./Köpenyvibrátor - a saluzatra kívülről rászerezve gerjeszt rezgéseket.

4./Vibráló asztal - előgyártott vasbetonszerkezetek esetén.

A betonozás alatti és utáni teendőkre a V.B.Sz.megfelelő rendelkezései az irányadók.

d./ A mintadeszkázat eltávolítása.

Ha a beton megszilárdult, történik a mintadeszkázat eltávolítása /kisaluzás/ és a mintaállványozás, alátámasztás, elbontása. Vigyázzunk a kisaluzás időpontjára, mert korai és helytelen kisaluzás sok balesetnek volt már kiinduló oka. /Lásd V.B.Sz./

Szokás a mintadeszkázat egy részét még a beton teljes megszilárdulása előtt is leszedni.

Bordáslemez hidaknál először a lemez és a borda oldalán távolítjuk el a mintadeszkázatot. A bordafének kisaluzása az alátámasztó oszlopok egyidejű eltávolítása mellett történik.

e./ Az építés felügyelete.

A végrehajtással megbízott felelős szakértő tartozik az építés minden fontosabb mozzanatáról számozott oldalú és lepecsételt zsinórral átfűzött, vagy keménykötésű "Építési Naplót" vezetni, vagy megbízottjával vezettetni. /V.B.Sz./

9./Vasbetonhidak próbaterhelése.

A próbaterhelést a betonozás befejezése után a közuti hídszabályzat szerint legalább hat hét elmúltával szabad csak megtartani. A próbaterheléskor mérjük a szerkezet behajlását. Vasbetonhidak behajlását különleges lehajlasmérő óraszerkezettel állapítjuk meg. Ezt az óraszerkezetet külön állványra kell fészereálnünk.

A legnagyobb behajlás értékét előzetesen számítással is meg kell határozni. Ezen számításakor a beton rugalmassági modulusa $E_b = 120\ 000\ \text{kg/cm}^2$ értékkel, a tehetetlenségi nyomaték pedig a beton teljes keresztmetszetére és a vasbetének keresztmetszetének 15-szörösére számítva helyettesítettessék a képletekben.

Szerkezetünk akkor jó, ha a maximális áthajlás kisebb, mint a megengedett áthajlás értéke, és a maradandó áthajlás kisebb, mint a legnagyobb behajlás $1/3$ -a.

10./Vasbetonhidak fenntartása.

A kellő gondossággal megépített, helyesen méretezett vasbetonhidak időtálló, tartós szerkezetek. A fenntartási munkálatok során a közvetlen mechanikai sérüléseket szenvedett/erősen kopott, letöredezett/szerkezeti elemeket felujítjuk, a víztelenítő berendezéseket gondosan kitisztítjuk stb. Megvizsgáljuk a hajlított tartószerkezeteket, hogy nem jelentkeznek-e rajtuk hajszál repedések/különösen vasuti hidaknál/ és nincsenek-e szigetelési vagy anyaghibák miatt jelentkező felületi nedves, sötét foltok. Általában a rendszerint csak kisebb természetű hiányosságok csak ritkán lépnek fel és kiküszöbölésük kevés költségbe kerül.

11./Vasbetonhidak erdészeti jelentősége.

A vasbetonhidak csak állandó jellegű erdészeti szállítópályák műtárgyai lehetnek. Vasbetonlemezes áteresztőket és bordás lemezes hidakat közúti és vasuti pályákon egyaránt építhetünk. A hid anyagának megválasztásakor állandó áthidalások tervezése során kő, vas, vasbeton szerkezetek lépnek előtérbe.

A helyszíni adottságok/áthidalt akadály, csatlakozó ut pályaszintje/ anyagbeszerzési lehetőségek stb. gondos mérlegelése esetenként fogja eldönteni, hogy mikor lesz vasbetonszerkezet építése gazdaságos.

VII. F E J E Z E T .

É p í t é s v e z e t é s .

Tágabb értelemben az építésvezetés alatt az egész építés megszervezését, adminisztrálását, szűkebb értelemben pedig a munka kivitelezésének közvetlen irányítását, tehát az építés helyszíni ellenőrzését, vezetését értjük.

Az alábbiakban elsősorban a közvetlen építésvezetés főbb mozzanatait kívánjuk röviden ismertetni.

a./Az építésvezető az építés alapjául szolgáló tervekről nyilvántartást vezet/1/.

b./A tervek alapján munkaprogramm készül. Ez tartalmazza az építkezés összes munkálatait, az azokra előírányzott időt és a kivitelezéshez szükséges anyag mennyiségét. A könnyebb áttekintést elősegíti grafikus munkaprogramm készítése/2/.

c./A terveknek a munkaprogrammban lefektetett idő ~~elatt~~ történő kivitelezéséhez megfelelő létszámú munkáscsapat szükséges. A kiközvetített és munkakönyvvel történő jelentkezés után kollektív szerződés alapján szerződötett munkavállalókat szükség szerint az építés színhelyére kell szállítanunk és amennyiben szükséges gondoskodnunk kell elszállásolásukról, étkeztetésükről orvosi ellátásukról és a helyszíni elsősegélynyújtásról stb.

d./A munkások általában kisebb-nagyobb csoportokban dolgoznak. Az építés megkezdése előtt ismertetessük az egyes csoportokkal munkafeladatukat. Beszéljük át velük a tervek rájuk vonatkozó részeit és részletesen dolgoztassuk ki velük az egyes feladatokat/ tervfelbontás/.

e./Az anyagszükséglet rendelése megrendelőlevéllel történik. A rendelés elfogadásáról a kereskedő / termelő / értesítést küld.

f./Az anyagok szállítása két részből áll :

1./lehívásnak nevezzük azt az intézkedést, amely az anyagot meghatározott időpontban a munkahelyre rendeli,

2./a lehetőleg kevés átrakással történő fuvarozás pedig az anyagokat az építés színhelyére juttatja.

g./Az anyagok raktározása mindig az anyag természetének megfelelő raktárban történjek/pl.cement csak minden oldalról szellős, fedett raktárban tárolható/.

Az anyagkezelés segédletei a 3,4,5 nyilvántartások.

h./Az építésvezető gondoskodik arról, hogy a munkaeszközök, gépek, szerszámok a munka megkezdésekor megfelelően tárolva rendelkezésre álljanak.

i./A kivitelezés során gondoskodjunk a zavartalan anyagellátásról, a szerszámok karbantartásáról, a sérült szerszámok, gépek javításáról. Ellenőrizzük, hogy az egyes munkavállalók megfelelően vannak-e foglalkoztatva és hogy a kivitelezés a terveknek megfelelő méretekben és az előírásoknak/vállalati feltételek/megfelelő minőségben történik-e.

Az építés során, vagy már az építést megelőzőleg szükségesnek mutakozó változásokat a tervmódosítási jegyzékben foglaljuk össze. A munkáscsoportok vezetője feljegyzést/napi jelentést/készít, az építésvezető pedig építési naplót vezet. Az építésvezető minden tekintetben gondoskodik a kollektív szerződés mindkét részről történő betartásáról./6,7,8,9/.

j./A teljesített munka mennyiségét a munkások bérelszámloló lapján jegyezzük fel a munkafelvétel adatai alapján.

k./A bérelszámloló lapok, a teljesítményi szaknorma füzetek és a bértáblázatok alapján történik a munkateljesítmény kiértékelése és a munkások keresetének megállapítása.

l./Az építés befejezése után az ideiglenes építményeket elbontjuk, a fel nem használt, értékcsökkenő anyagokat, törmeléket, munkaeszközöket az építés színhelyéről elszállítjuk, a munkásoknak a munkaadó által láttamozott munkakönyvüket visszaadjuk és a kollektív szerződést velük felbontjuk.

m./A leszámolás az építésvezetés felülvizsgálata.

VIII. F E J E Z E T .

A z é p í t é s á r e l e m z é s e .

I. Anyagár.

Az anyagár a termelőnél, vagy kereskedőnél vásárolt anyag beszerzési árának, a helyszínre való szállításnak forgalmi adóval, kezelési költséggel növelt összege.

A szállítási művelettel kapcsolatos leterhelési és beraktározási költségeket a munkabéreknél számoljuk el.

Az anyagárakat a vonatkozó Ip.M.rendeletei álla-

1. Tervnyilvántartás

Sorszám	A terv				Kitöltő érkezett	Megjegyzés
	Érkezés ideje	jele	darabszáma	mértékegysége		

2. Munkaprogramm

The Gantt chart illustrates the scheduling of three tasks (a, b, c) over a 3-hour period. The vertical axis represents time in hours (1, 2, 3). The horizontal axis represents the duration of each task. Task (a) is the longest, followed by (b) and then (c). The chart is divided into three columns representing different resources or machines.

Task	Start Time (h)	End Time (h)	Resource / Machine
a.	0	3	Machine 1
b.	0	2	Machine 2
c.	0	1	Machine 3
a.	1	2	Machine 2
b.	1	2	Machine 3
c.	2	3	Machine 1

3. Anyagnaplo

Erkezett anyag		Felhasználásra kiadva		Elszállított anyag.	
Tételszám		Tételszám		Tételszám	
Szállítás napja		Dátum		Szállítás ideje	
Szállítólevél adatai		Raktár		Raktárkönyv kiadási száma	
Anyag megnevezése		Raktárkönyv kiadási száma		Raktár	
Mennyiség		Anyag megnevezése		Anyag megnevezése	
Raktár megnevezése		Mennyiség		Mennyiség	
Raktárkönyv bevételi száma		Felhasználási hely		Szállítólevél	

4. Állványanyagnyilvántartás

Sorszám	Anyag megnevezése
	Dátum
	Mennyiség
	Összesen
	Dátum
	Mennyiség
	Összesen
	Dátum
	Mennyiség
	Összesen
	Dátum
	Mennyiség
	Összesen

5. Raktárkönyv

Az anyag bevétele				Az anyag kiadása			
Tételszám	Anyagnapló tételszáma	Dátum	Anyag megnevezése	Tételszám	Anyagnapló tételszáma	Dátum	Anyag megnevezése
			Mennyiség				Mennyiség
							Felhasználási hely,

6. Szerszámnyilvántartási jegyzék.

[illegible]

7. Tervmódosítási jegyzék

Tervszám	Módosított tervszám	Tervmódosítás

8. Napijelentés

(2 példányban)

Építkezés

csoportszám

számu napijelentés.

19... év

hó nap

Időjárás:

hőmérséklet:

Munkaidő:

órától

óraig

Munkás neve	Bér- osztály	Teljesített munkára	Megjegyzés	Érkezett anyag	Menny- nyiség	Megjegyzés	Elszállított anyag	Menny- nyiség	Megjegyzés
Az elvégzett munka									
Anyagigénylés									

9. Építési napló.

aláírás

Építkezés

19... év

hó nap

Teljes munkáslétszám:

Tárol van:

Időjárás:

Hőmérséklet

Jelen van:

Összes munkára:

Munkaidő:

-tól

-ig. Munkaszünet

-tól -ig.

A munka megnevezése	Terv szám	A kivételre vonatko- zó megjegyzések.	Terv szám	Módosi- tás száma	Munkakezelés	Terv- szám	Munka befeje- zés	Terv szám
Az érkezett anyag, vagy leltári tárgy			Munkálatokhoz kiadott anyag vagy leltári tárgy.			Elszállított anyag, vagy leltári tárgy		
Anyag megnevezése	Mennyisége	Fuvarlevél szám	Megnevezés	Mennyiség	Munkahely	Megnevezés	Mennyiség	Fuvarlevél szám
Anyagigénylés munkahely részére								
Anyagigénylés raktár részére								
Egyéb megjegyzések								

aláírás

pitják meg, a teherfuvarozást a 64/1946.G.F.rendelet szabályozza

II. Munkabér.

A munkabéreket a kollektív szerződés állapítja meg. A kollektív szerződés hét munkabérosztályt állított fel. Az egyes munkabérosztályokba tartozó munkanemeket a teljesítményi szaknorma füzetek tartalmazzák.

Minden munkát, ha annak természete lehetővé teszi progressív teljesítményi bérrendszerben kell elszámolni. Az ide nem sorolható munkák elszámolása a régi órabérrendszernek megfelelő nem teljesítményi bérrendszer alapján történik.

A teljesítményi szaknorma füzetek adatai kimutatták, hogy az egységnyi munkák előállításához hány munkaóra szükséges. Ha a munkás/munkásos csoport/munkaideje a normafüzetben lefektetett megfelelő munkaidővel egyezik, akkor a teljesítmény 100 %. Ha a munkás/munkásos csoport/munkaideje ettől eltérő, akkor kiszámítjuk a teljesítményi %-ot. A teljesítményi % megállapításakor

a./a bérelszámoló lapról leolvassuk a munkás bérosztályát, a teljesített munkaórák számát és a munkamennyiséget. A munkaórákat az átszámító táblázat segítségével átszámítjuk a VII. bérosztálynak megfelelő órákra / T /.

b./a normafüzetből kiírjuk az elszámolandó munkák elvégzéséhez szükséges normaórák számát / N /.

$$\text{A teljesítményi \% lesz : \%} = \frac{100 \cdot N}{T}$$

A teljesítményi %-nak megfelelő teljesítményi szerző tényező alapján kiértékelt teljesítményi órabért ezután meghatározhatjuk, illetőleg táblázatokból kiolvashatjuk.

A bérelszámolás egyszerűsítése érdekében arra kell törekednünk, hogy egy-egy munkahelyen vagy csak többteljesítményű, vagy csak nem teljesítményben végzett munkatételek legyenek. A vegyes munkáltatást tehát lehetőség szerint küszöböljük ki.

III. Regie költségek.

a./Szociális terhek.

Az Ip.M.170 500/1946.sz.rendelete értelmében a munkás összkeresete után szociális teher címén az alábbi költségek számíthatók fel:

1./	OTI / betegségi, öregségi, balesetbizt./	12°00	%
2./	OTI balesetjárulék	4°34	%
3./	Kereseti és jövedelmi adó	10°00	%
4./	Családi pótlék	6°00	%
5./	Fizetett szabadság	5°30	%
6./	Háromnapos táppénz	3°30	%
7./	Három óra igazolt mulasztás	0°50	%
8./	Három perc fizetett ebéddő	6°10	%
9./	Fizetett esős idő	3°97	%
10./	Öt fizetett ünnep	1°90	%
11./	Tanonsok iskolai felszerelése	0°39	%
12./	Bizelmi férfi munkavesztése	2°20	%
		56°00	%

b./Üzemi regie.

1./Szerszámok,felszerelési tárgyak,állványanyag karbantartása,javítása,valamint a használat következtében előálló értécsökkenések.

2./Üzemi épületek,irodák építési költsége,takarítási fűtési,világítási,biztosítási költségek,egészségügyi berendezések költségei.

3./Posta,telefon,távíratköltségek stb.

A 170 000/1946.Ip.M.rendelet értelmében az anyagár és a szociális teherrel növelt munkabérek összege után 2°5 % számítható fel üzemi regie címén.

Értécsökkenés címén napi 8 órai munkaidő mellett havonként az alábbi %-os értécsökkenések számíthatók fel:

1./Kapa,ásó,villa,csákány,vödör stb.	6°0	%
2./Kerékpár,ponyva,kötél,tálicska	3°5	%
3./Irodabutor	0°6	%
4./Írógép számológép	1°2	%
5./Mérő műszer,felvonó,transporteur	1°5	%
6./Keverőgép	1°9	%
7./Teherautó motorkerékpár	2°2	%
8./Nehéz szekér	1°8	%
9./Kordély,könnyű szekér	2°8	%
10./Nyersolaj,benzinlokomobil,kompresszor	1°4	%
11./Elektromotor	1°3	%
12./Szivattyúk,vibrátorok,döngölők/elektromos/	1°8	%
13./Állványanyag mélyépítésnél	3°5	%

c./Központi regie.

A 170 001/1946.Ip.M.rendelet értelmében központi /üzletviteli/költség címén az anyagérték,szállítási költség és a járulékos költségekkel növelt munkabérek együttes összegének 13 %-át külön részletezés nélkül,15 %-át részletes kimutatással alátámasztva,ennél magasabb %-ot pedig az Anyag és Árhivatal engedélyével szabad felszámítani.

IV.A kereset.

A kereset kulcsszámát a 170 001.Ip.M.rendelet határozza meg.A kereset nagyságát a munkabérek,illetőleg a központi regievel növelt munkabérek alapján megfelelő kereseti % segítségével számíthatjuk ki./ 15%- 8% /.

V./Jótállás,kockázat.

Jótállás címén a kereset nagyságával növelt kereseti alapérték 1 %-a számítható fel.A kockázat a 170 001/1946 Ip. M.rendelet értelmében a keresetben benne foglaltatik.

----- 0000 -----

Utókalkuláció.

Utókalkuláció alatt értjük azt a műveletet,amikor az építés befejezése után a ténylegesen kifizetett költségek alapján az építkezés egységárait kielemezzük.A lelkiismeretesen elvégzett utókalkuláció az építést megelőző árelemzésekhez jó adatokat szolgáltat és egyben a helyes árelemzés alapja.Az utókalkuláció

fokozott jelentőségét fejezi ki az 170 001/1946.Ip.M.rendelet 9.§-a : "Minden vállalkozó köteles - a vállalati összegre való tekintet nélkül - az általa elvállalt minden munkáról nyilván- tartást vezetni, amelyben a megrendelő nevét és lakcímét, a meg- rendelő munkahelyét, megnevezését, számításba vett értékét, vala- mint megkezdésének időpontját kell feltüntetni. A munka befejez- tével a kimutatásba a befejezés időpontja és a végszámla/szám- la/ összege is bejegyzendő. A folymatban vezetett nyilvántar- tást naptári évenként le kell zárni és három éven keresztül meg kell őrizni.

Irodalom.

- | | |
|----------------------|---|
| Bátosy | : Vasszerkezetek |
| Czakó | : Táblázatok vasszerkezetek méretezéséhez |
| Csengeri | : Építésvezetés |
| Erdészeti Zsebnaptár | |
| Hauska | : Das forstliche Bauingenieurwesen |
| Hauska | : Berechnung forstlicher Bauwerke |
| Hess | : Baumechanik |
| Hütte | : Des Ingenieurs Taschenbuch |
| Kersten | : Brücken in Eisenbeton |
| Kober | : Güterwegbau |
| Korányi | : Vashidak elemei |
| Lampel-Sajó | : A beton |
| Laskus | : Hölzerne Brücken |
| Melan | : Der Brückenbau |
| Michailich | : Vasbetonszerkezetek elmélete és számítása |
| Michailich | : Ábra és tervgyűjtemény |
| M.M.E.E. | : Vasbetonszabályzat 1931. |
| Modrovich | : Viz és Hidépítéstan |
| M.O.Sz. | : Szabványtervek |
| Möller | : Építési Zsebkönyv |
| Neményi | : Vasbetonszerkezetek |
| Palotás | : A fa, mint építőanyag |
| Palotás | : A vasbeton |
| Póka | : Alapozások |
| Rikly | : Egyszerű fahidak számítása |
| Sobó | : Ut-Vasut és Hidépítéstan |
| Stoy | : Ingenieurholzbau |
| Storck | : Holz-Nagelbau |
| Schau | : Der Brückenbau |
| Schoklitsch | : Der Grundbau |
| Schreyer | : Praktische Baustatik |
| Tschertou | : Der Brückenbau |

Tartalomjegyzék.

Előszó	3.
Bevezető	4.
I. Általános szilárdságtani összefoglalás	8.
II. Hidak tervezéséhez szükséges előzetes tudnivalók	51.
III. Fahidak. A fa, mint építőanyag	66.
Fahidak felosztása	71.
Fahidak részei: Hidfők	72.
Pillérek	80.
A fahidak pályája	94.
Korlátok	101.
Fahidak főtartói: Egyszerű fagerendatartó	102.
Összetett gerendatartók	107.
Erősbitett gerendatartók	126.
Fahidak tervművelete és az engedélyezési eljárás	140.
Fahidak építése	145.
Fahidak karbantartása	151.
Fahidak szerepe az erdőgazdaságban	152.
IV. Kőhidak. A kő, mint építőanyag	155.
Kőhidak felosztása, Fedőlemezes áteresztők	155.
Boltozott hidak	161.
Boltozott hidak építése	185.
Boltozott hidak fenntartása és javítása	188.
Boltozott kőhidak erdőgazdasági jelentősége	189.
V. Vashidak. Vashidak anyaga	191.
Vaskötések	193.
Vashidak felosztása. Hidfők és pillérek	198.
Vashidak pályája	199.
Egyszerű vasgerenda hid	201.
Szegecselt gerinclemezes hidak	203.
Rácsos szerkezetek	214.
Vashidak tervezése, építése, engedélyezése	216.
Vashidak fenntartása és szerepe az eg.-ban	218.
VI. Vasbetonhidak. A vasbeton, mint építőanyag	219.
Vasbetonhidak szerkezeti elemei: Vasbeton lemez,	
Bordás lemez	223.
Vasbeton oszlop	241.
Kéttámaszu vasbetonhidak felosztása, Vasbetonleme-	
zes áteresztő	243.
Vasbeton bordáslemezes hidak	252.
Tervezés és engedélyezés. Vasbetonhidak építése	267.
Vasbetonhidak próbaterhelése	271.
Vb. hidak erdőgazdasági jelentősége.	272.
VII. Építésvezetés	272.
VIII. Az építés árelemzése.	273.
Irodalom	278.

-----00000-----

Készült a Műszaki Egyetem Szakszorosító Műhelyében Sopron.

F:V: Stasney Albert

F:K: Adamovich László és Partos Antal.

