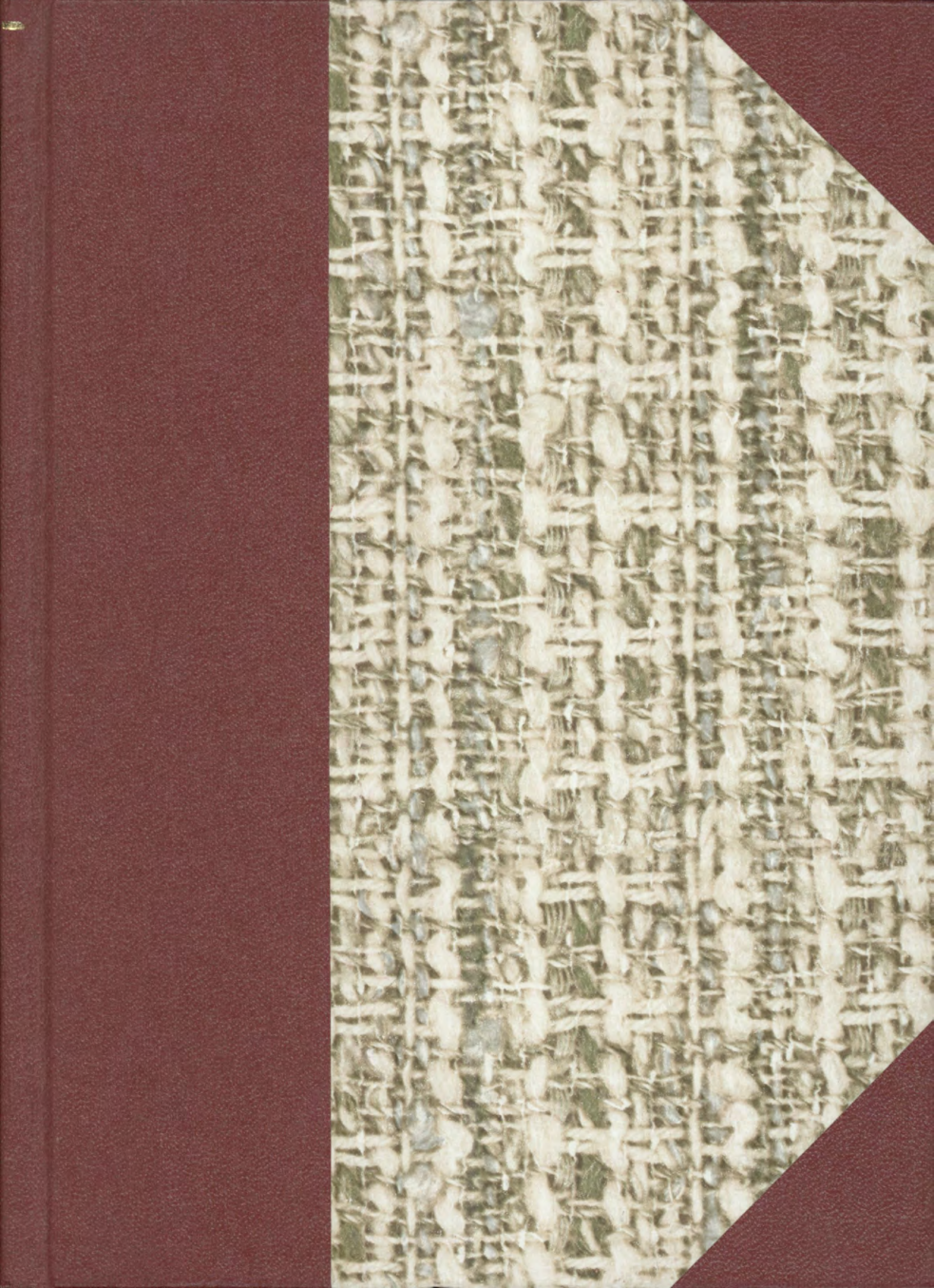
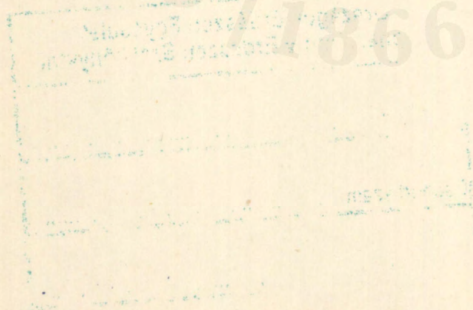
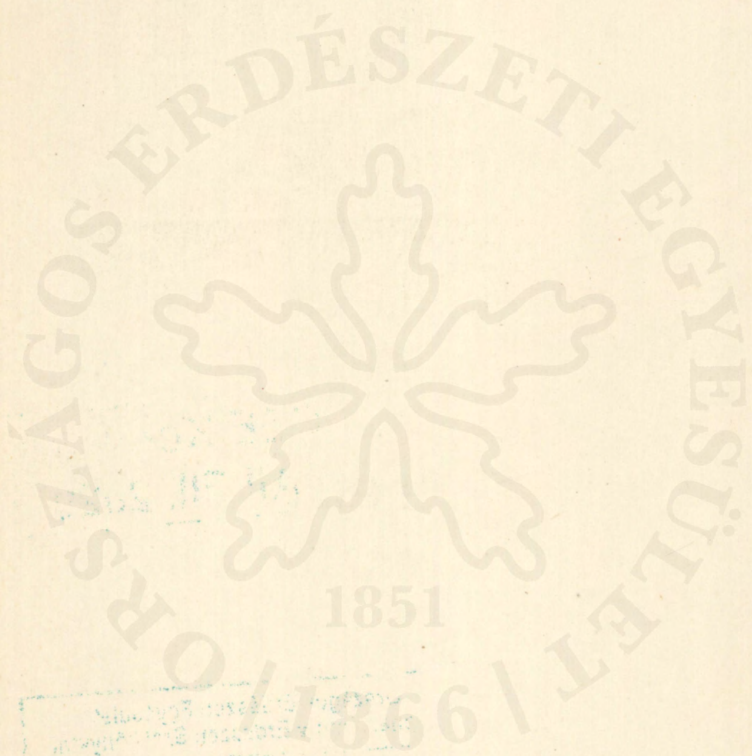


ERDÉSZET

9.

GÉPESÍTÉS



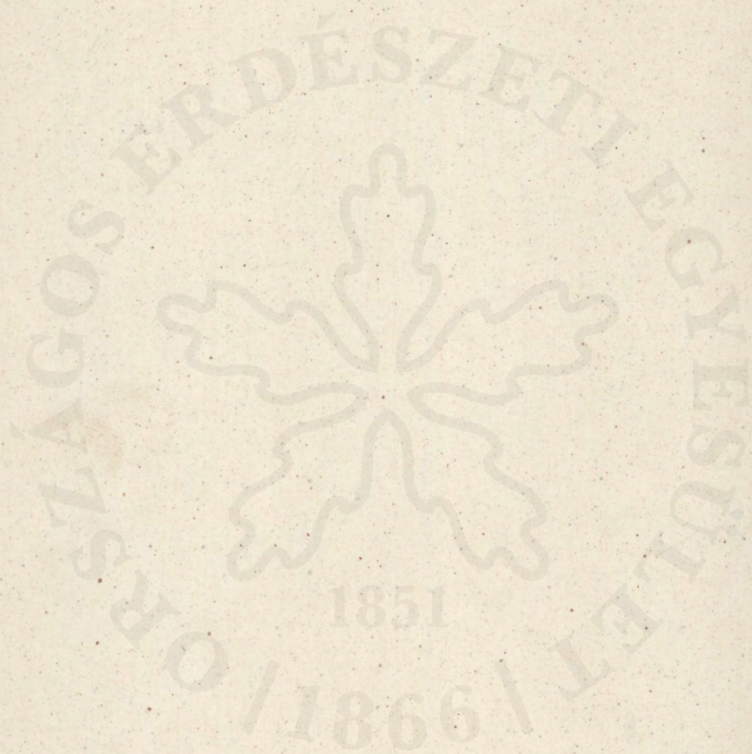




ERDÉSZETI MŰSZAKI RAJZ



MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ



ERDÉSZETI TECHNIKUMOK TANKÖNYVEI

ERDÉSZETI MŰSZAKI RAJZ

HATODIK, VÁLTOZATLAN KIADÁS

1.930/Er/202



MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ

BUDAPEST 1965

Ez a könyv
GÁL ISTVÁN
munkája

© Gál István, 1965

E—042

SZERKESZTI A FÖLDMŰVELESÜGYI MINISZTERIUM
SZAKOKTATÁSI ÉS KÍSÉRLETÜGYI FŐIGAZGATÓSÁGA

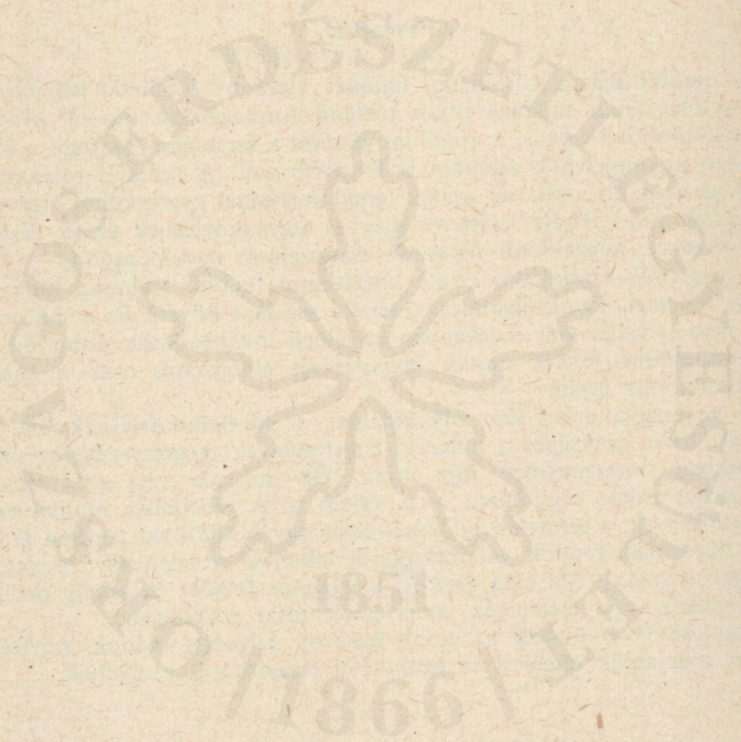
Bevezetés

Az embert már a történelmi fejlődés alacsony fokán is jellemezte a gondolatoknak rajzolás útján történő formaközlési módja. Ha a nyelv különböző volt is, a gondolat átadása a szemléltető rajzzal a különböző anyanyelvűek számára is lehetővé vált. A fejlődés folyamán mind gazdagabbá vált az ember gondolatvilága, gyarapodtak tervei, és ezáltal mind inkább életteret nyert a formaközlésnek ez az esztétikai érzéket, képzelőerőt fejlesztő, elképzelésre nevelő módja.

A mai idők emberét a szinte korlátlanul fejlődő technika kihasználása jellemzi. Egyik elgondolás, terv a másikat követi. És a ma embere nem is tudja már másképpen terveinek továbbadását, érthetőbbé, áttekinthetőbbé tételét, annak kivitelezését elképzelni, csak a rajz, a műszaki rajz útján.

Az erdészgyakorlat sem nélkülözheti a gondolatközlésnek ezt a módját. Itt is szükséges a műszaki létesítmények megtervezése az ún. nézetekben, metszetekben rajz útján. De műszaki rajz eredménye — minden erdész segítőtársa — a térkép is. A szocialista munkaverseny alakulását, a termelés fejlődését és az egyéb adatokat pedig a grafikus ábrázolási módok valamelyikével tehetjük szemléltetővé a nagy tömegek számára. Sőt elég gyakori a vázlatos feladat is, amely pedig a szabadkézi rajz elemeinek ismertetését teszi szükségessé.

E tankönyvben írottak az előbb felsorolt rajzolási módok, rajzfeladatok alapjainak elméleti és gyakorlati elsajátítását szolgálják.



A RAJZESZKÖZÖK

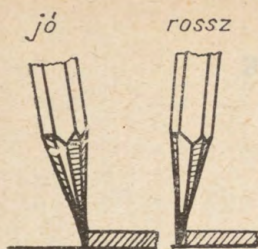
A szabadkézi és műszaki rajzok elkészítéséhez többféle eszközre van szükségünk. Ezeknek az eszközöknek, a rajzolás szerszámainak ismerete a jó rajzmunka elengedhetetlen feltétele. De nemcsak az eszköz, hanem annak használatát, karbantartását, gondozását is célszerű megjegyezni, hiszen azzal munkánk örömeteljessé válik, és a minőség, pontosság követelményeinek is inkább megfelelhethetünk.

Használatos eszközeink a következők: a ceruza, a rajzpapír, a radírgumi, a rajztábla, a vonalzó, a körzőkészlet, a tus, a toll, a rajzszög, a festék és egyéb segédeszközök.

1. A ceruza

Nincs olyan rajzfeladat, ahol ezzel az eszközzel ne kellene dolgoznunk. A terv, az elgondolás a ceruza használatával lesz láthatóvá. Sokféle színben, többféle keménységben gyártják. Anyaga porrá tört grafit, amelyet iszapolás útján sajtolnak rudakká. Ezeket a rudacskákat azután faköpenybe zárják. A faköpenyen a ceruza gyártmánya, esetleg „neve” mellett a keménységet kifejező számot vagy betűt, illetve számot és betűt látjuk feltüntetve. A ceruzák keménysége — számmal — 1—6-ig terjed. A legpuhább az 1-es számú — ez adja a legötétebb színt is —, míg a legkeményebb a 6-os számú. Betűvel kifejezve a B-s jelűek a puha, a H-s jelűek pedig a kemény ceruzákat jelentik. A betűk melletti számok a keménységi fokozatot mutatják. Minél nagyobb a szám a betű mellett, annál puhább, (legpuhább a 9 B) illetve annál keményebb a ceruza (legkeményebb a 9 H-s). A puha és kemény ceruzák között az átmenetet a HB és F jelű ceruzák jelentik.

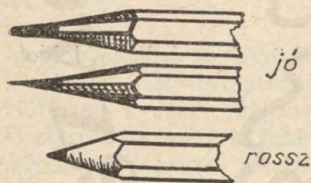
A felsorolt ceruzák közül szabadkézi rajzolásnál, vázlatkészítésnél B, HB vagy F, vagy 2-es ceruzával, szerkesztéseknél 2H, 3H, 4H jelzésűekkel dolgozunk. Ceruzarajzok végleges ceruza kihúzásánál szintén F, HB, esetleg B jelzésű ceruzát használjunk. Ha nincs választék, úgy nyugodtan dolgozhatunk a 2-es jelzésűvel is.



1. ábra. A ceruza jó és rossz tartása

szítésekör, amikor vonalzót használunk, a hegy szorosan a vonalzó éléhez simuljon.

Mindig hegyes ceruzával rajzoljunk. A hegy véső- vagy kúpalakú lehet, de mindig hosszú. Vázoláskor, íráskor, térképszerűszerkesztéskor kúpos ceruzával, egyébként bármelyik hegyűvel dolgozhatunk. A hosszú hegyvel húzott vonal finomabb és a bél sem kopik olyan gyorsan. Az állandó hosszú hegyet házilag készített ceruzafenőn tudjuk leginkább biztosítani. Ez egy kis falemezre erősített durva- és finomszemcsés dörzspapír.



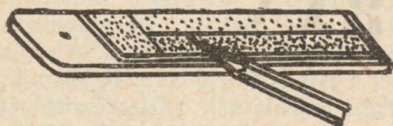
2. ábra. A ceruza jó és rossz hegyezése

Jó a ceruza, ha a grafitöltés szilárd, nem töredezik, nem csúszik ki, jól rádirozható, a kapott vonal egyenletesen sötét színű, nem karcolja a papírost, a fája puha, jól faragható.

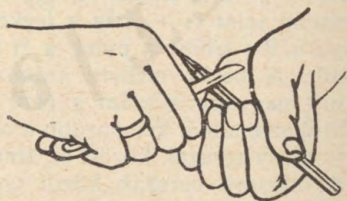
Szabadkézi rajzolás alkalmával a ceruzát a hüvelyk- és mutatóujjal szorítsuk és a középső ujjra fektessük. Kezünk azután a rajzlapon fekvő kisujjal nyer alátámasztást. Tehát a helyesen fogott ceruza az ujjak között és a mutatóujj tövével támaszkodik. A ceruzát szorító ujjaink hegye kb. 3 cm-re legyen a ceruza hegyétől. Műszaki rajz készítésekor, amikor vonalzót használunk, a hegy szorosan a vonalzó

A ceruza faragására csak éles zsebkést használjunk. Faragáskor a ceruzát bal kezünkben — felénk fordított hegygyel — fogjuk, hegyét a jobb kéz hüvelykujjára fektetjük és a jobb marokba szorított zsebkéssel faragjuk. Faragáskor a faragótól elfordított hegy könnyen törik.

Ceruzacsonkokkal sohase rajzoljunk.



3. ábra. Ceruzafenő



4. ábra. A ceruza helyes faragása

2. A rajzpapír

Minden rajz valamilyen papíron, rajzpapíron készül. A rajzolásra használt papírok többféle minőségben készülnek. Vagy ívekben, vagy tekercsekben (folyóméter) árusítják. A rajz természetétől függően kell azután a megfelelő minőségű papirost megválasztani, megvásárolni. A pontosabb rajz jobb papírt igényel, és a csak szabadkézi vázolás megelégszik gyengébb minőségűvel is. Szabadkézi rajzhoz tökéletesen megfelel a közepesen sima és vastag, nem tiszta fehér rajzpapír, amelyen a vonalak még jól meglátszanak, és az esetleges rádiózás sem árt a papír felületének. Tussal viszont csak olyan erős, sima, reher rajzpapíron dolgozzunk, amelyen az esetleges vakarás, rádiózás helyén húzott tusvonalak továbbra is éles szélűek maradnak. Pontos térképek vászonra ragasztott, legjobb minőségű rajzpapíron készülnek. Többféle rajz készítésére (pl. a diagrammok) használatos az ún. milliméterpapír is. Ez zöld-, barnaszínű milliméteres négyzethálózattal ellátott papír.

A rajzok sokszorosítása a másolópapír (pauszpapír) segítségével lehetséges. Ez átlátszó papír. Az alátett rajzot a legrészletesebben át lehet rá másolni. Az így kapott pauszmásolat azután fénymásolás útján korlátlan mennyiségben, olcsón és gyorsan sokszorosítható. A legjobb másolópapíron még a 6H-s ceruzával húzott vonal is átlátszik, tehát nemcsak tus-, hanem ceruzarajzok készítésére is alkalmas. Fénymásolással történő sokszorosításra azonban csak a puha ceruzával készített rajz alkalmas, mivel a puha ceruzával húzott vonalak fedőképesebbek a kemény ceruzával húzottaknál. Használatakor vigyázni kell, mert igen könnyen szakad. Célszerű széleit a rajztáblán 1,5—2 cm-es csíkban behajtani, és így e kettős rétegen át rajzszögelni. Hátránya még az is, hogy folyadék hatására megráncosodik, felhólyagzik. Egyszerre nem is ajánlatos sok tust rávinni a kihúzáskor, mert még az is hólyagossá teheti.

3. A radírgumi

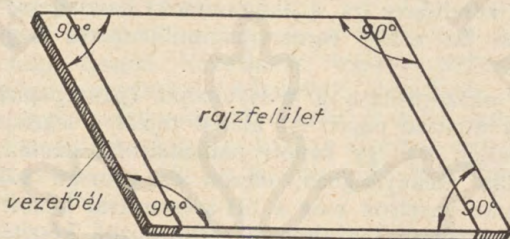
A hibás, a felesleges vonalakat (ceruza, tus) rádirozás útján távolítjuk el. Puha gumi a ceruzavonalak, kemény pedig a tusvonalak eltávolítására alkalmas. Puha gumit használunk a kész rajzok tisztítására is.

Nem jó az a gumi, amely a vonalakat elmázoja, a rajzpapírt bepiszkítja, sérti, karcolja. Sokszor a rajzoló az oka a gumi hibáinak. A sokat kézben tartott gumi ui. átveszi az izzadtságot és a piszkot.

Ne fogdossuk tehát feleslegesen radírunkat, és rajzolás közben is gyakran mossunk kezet. Dörzspapíron minden gumí jól megtisztítható enyhe dörzsölés útján.

4. A rajztábla

Ez az eszköz biztosítja a sima, biztos alátétet a rajzpapírnak azáltal, hogy erre erősítjük fel rajzszegekkel. Egyenletesre gyalult és simított, 8—10 mm vastag hárs-, juhár-, esetleg lucfenyődeszkából készül. Ezek még könnyen befogadják a rajzszeget magukba. A két rövidebb oldalát rendszerint hornyolt keményfalécekkel merevítik. A hornyolt keményfaléceket vezetőéleknek nevezzük. Ezek bizto-



5. ábra. A rajztábla

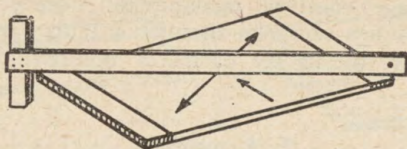
sítják a fejesvonalzó önmagával párhuzamos helyzetbe való eltolását. A szabályos rajzlapmérethez igazodva a szokásos táblaméretek cm-ben a következők: 125 × 100, 90 × 65, 63 × 47 és 47 × 37.

A jó rajztábla teljesen sima, síkfelületű és tiszta. Vezetőéle egyenes. Sarkai derékszöget mutatnak.

A hullámos felületű, nem teljesen simára gyalult rajztábla használhatatlan, mert rajta a vonalzó rajzolás közben állandóan billeg. Nem egyenes vezetőél mellett pedig a fejesvonalzót nem lehet egyenletesen vezetni. Így nem tudunk pontos párhuzamos egyeneseket húzni.

Használat előtt meg kell vizsgálnunk táblánkat. A felület síkságát fejesvonalzó segítségével ellenőrizzük. A fejesvonalzót — rajzoló élére állítva — a két átló irányában ráfektetjük a rajztáblára. Ha a vonalzó éle és a tábla között nem látunk át, akkor a tábla felülete sík. A felület simaságáról tapintás útján győződhetünk meg, ha tenyerünkkel végigsimítunk a táblán. A kissé hibás tábla gyalulással javítható.

A vezetőél egyenességét szintén fejesvonalzóval ellenőrizhetjük. A fejesvonalzót a vezetőélnek szorított fejjel végigcsúsztatjuk a vezető-



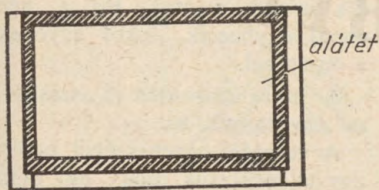
6. ábra. A rajztábla síkságának ellenőrzése

élen. Ha eközben a vonalzó és a vezetőél között nem látunk át, akkor a vezetőél egyenes. Esetleges hiba szintén gyaluval szüntethető meg. Mindkét ellenőrzés végrehajtásakor — ne feledjük — csak már ellenőrzött fejesvonalzót használjunk.

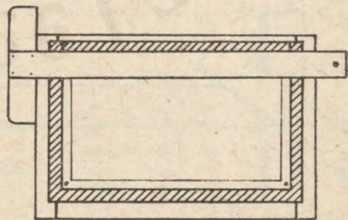
A sarkok éleinek derékszögét szögmérővel vagy már ellenőrzött derékszögű háromszög-vonalzóval ellenőrizhetjük.

Ha sima, síkfelületű rajztáblánk felületét pengével vagy késsel bevágjuk, többé nem lesz sima. De ne csak ettől óvakodjunk, hanem időnként gondoskodjunk tisztításáról is. Langyos vízzel, szappannal, szivaccsal, gyalulással, horzsakővel távolítsuk el az esetleges piszkot táblánkról. A nedves táblát szellős, árnyas helyen, ne a napon szárítsuk, mert az ott megrepedezne, megvetemedne és így használhatatlanná válna.

Rajztáblánkra a rajzlapot a tábla vezetőéléhez szorított fejesvonalzó élle mellett erősítsük fel. Lehetőleg a tábla felső éléhez közel szegezzük fel rajzlapunkat, hogy fejesvonalzónk a legalsó vonalak meghúzásánál is használható legyen. A rajzlapot először a felső bal sarokba szúrt rajzszeeggel rögzítjük egy ponton, hogy a rajzlap széleit a fejesvonalzó élévé véglegesen egy vonalba állíthassuk. A rajzlap felső sarkába szúrt rajzszeög azután a rajzlap forgatásának a tengelye lesz. Jobb kezünkkel ugyanis a rajzlap alsó jobb sarkát megfogjuk, bal kezünkkel a rajztáblára fektetett fejesvonalzót tartjuk, és a forgástengely körül mozgatható rajzlap felső szélét a fejesvonalzó élével megegyezően



7. ábra. A jól felerősített rajzlap



8. ábra. A rajzlap helyes felfüggesztése

pontosan beállítjuk. Ha a beállítás megtörtént, a rajzlap alsó balsarkába szúrt rajzszöggel rögzítjük rajzlapunkat. Fontos, hogy e művelet alatt fejesvonalzónk feje szorosan simuljon a tábla vezetőéléhez. A félbehagyott és levett rajzlap így bármikor pontosan visszahelyezhető.

5. A vonalzó

Műszaki rajzolásnál fejesvonalzót, háromszögű vonalzót és görbevonalzókat használhatunk.

a) *A fejesvonalzó.* Leggyakrabban körte-, néha mahagónifából készül, de ma már kapható műanyagból készített fejesvonalzó is. Két részből áll: a tulajdonképpeni vonalzóból és az erre merőleges fejből. A fejet a vonalzóra vagy szegezük, vagy szegezük és csavarozzák, vagy csavarozzák és enyvezik. Van olyan fejesvonalzó is, amelynek kettős feje van.

Az ilyen vonalzóknál a fej egyik része elforgatható, csavarral rögzíthető, és így segítségével tetszőleges irányú párhuzamos egyeneseket húzhatunk. Az egyszerű és kettősfejű vonalzók fejének belső éle a fejesvonalzó vezetőéle.

A jó fejesvonalzótól megköveteljük, hogy a fej és a vonalzó szilárdan rögzítve 90° -os szöget zárjanak be egymással, a rajzoló- és vezetőéle pedig teljesen egyenes legyen.

A fejesvonalzót használatbavétel előtt az előbbi feltételekre nézve ellenőriznünk kell.

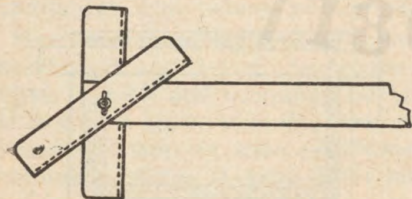
A fej és a vonalzó merőlegességét legcélszerűbben szögmérővel ellenőrizhetjük. A kotyogó fejű vonalzót szegezéssel, a csavarok utánhúzásával javíthatjuk meg. Hibás merőlegességű vonalzót csak megfelelő szerszámok birtokában igazítsunk ki.

A rajzolóél egyenességét úgy ellenőrizzük, hogy a rajztáblánkra szegezett papír tetszőleges helyén a vonalzó hosszánál valamivel rövidebb távolságra két pontot jelölünk meg, és ezeket a rajzolóél mentén összekötjük. Ezután a fejesvonalzót hossz tengelye körül 180° -

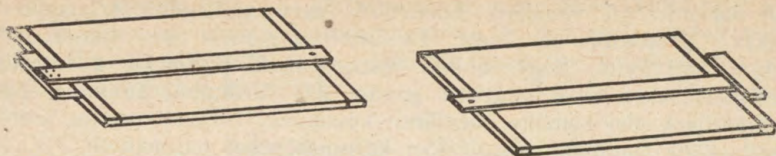
kal átfordítjuk, és ugyanazon rajzolóél mentén ismét összekötjük a két pontot. Ha a két vonal egybeesik, akkor egyenes a rajzolóél.

A hibás rajzolóélt jó asztalossal javíttassuk ki.

A vezetőél egyenességét pedig úgy ellenőrizzük, hogy egy már ellenőrzött és jónak talált vonal-



9. ábra. Kettősfejű vonalzó



10. ábra. A fejesvonalzó rajzolóélének ellenőrzése

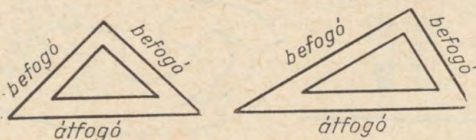
zó rajzolóélét ráfektetjük a vizsgált vonalzó vezetőélére, és ha az egyenes, akkor a két él között fény nem szűrődik át.

A fejesvonalzót úgy használjuk, hogy a fejét bal kezünkkel könnyedén a rajztábla keményfa vezetőéléhez nyomjuk és azon csúsztatjuk. Segítségével tehát a rajztábla vezetőélére merőlegesen párhuzamos vonalakat húzhatunk. Arra mindig ügyeljünk, hogy a fejesvonalzó és a rajztábla vezetőéle pontosan feküdjön egymáson. Balkezünk mindig leszorítva tartsa a fejesvonalzót tehát, hogy közben a fej teljes hosszában a rajztábla vezetőélének támaszkodjék.

A fejesvonalzót a munka után vagy lapjára fektetve, vagy még célszerűbben akasztva kell elhelyezni. A rajzasztalnak vagy falnak támasztott fejesvonalzó meghajlik, rajzoláskor rugózik, vezetése pontatlanná válik.

Nem nélkülözhetjük tisztaságát sem. A rátapadt grafitpor legjobban benzinnel átítatott puha ruhával jön le, míg a friss tusfoltot itatóssal mérsékelhetjük. Bicskával, pengével élei mentén ne vágjunk. Elfaragott élű vonalzóval nem lehet dolgozni.

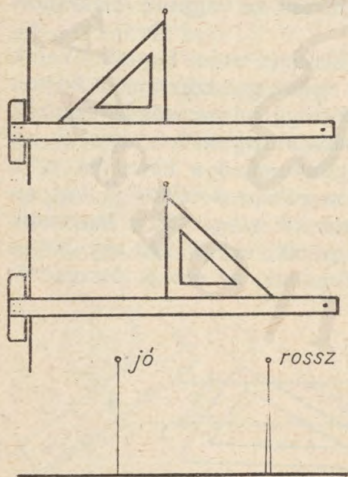
b) *A háromszögű vonalzók.* Nevüket alakjuk után kapták. Velük mindenféle irányban tetszőleges rövidebb egyenest húzhatunk a három él bármelyike mentén. Rajzolásra a derékszögű háromszögű vonalzók használatosak. Ha a derékszöget bezáró oldalak egyenlőek, úgy 45° -os, vagy egyenlőszárú derékszögű háromszögű vonalzó a neve, ha azok különbözőek, úgy 60° -os, vagy egyenlőtlen oldalú derékszögű háromszögű a vonalzónk. A 45° -os háromszögnek két szöge 45° , a harmadik 90° ; a 60° -os háromszögnek pedig van egy 60° , egy 90° és egy 30° -os szöge. Az egymásra merőleges éleket befogónak, az ezeket összekötőt átfogónak nevezzük.



11. ábra. Háromszögű vonalzók

A háromszögű vonalzókat körtefából vagy mahagóniból, nagyon gyakran celluloidból készünek. (Ez utóbbiak előnye, hogy átlátszóak, viszont hátrányuk, hogy abban piszkolódhatnak, piszkítják a rajzot, tisztántartásukra tehát nagyobb gondot kell fordítani.) Jó minőségű háromszögek élei kemény ébenfából készülnek. Nagyon pontos szerkesztésekhez finoman csiszolt fém háromszögeket használunk.

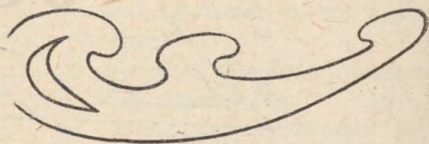
A háromszögű vonalzókkal nemcsak rövidebb egyenes vonalakat, hanem főként merőlegeseket, 30° , 60° és 45° -ot bezáró egyeneseket rajzolunk. Használhatóságuk feltétele tehát az, hogy mindhárom éle egyenes legyen, a befogók egymásra merőlegesek, a befogók és az átfogók által bezárt szögek valóban 45° , 30° , illetve 60° -osak legyenek. Ezekre a feltételekre nézve vonalzóinkat ellenőriznünk kell. Az élek egyenességét a fejesvonalzónál tanultak alapján ellenőrizhetiünk. A befogók merőlegességének ellenőrzését fejesvonalzó mellett végezzük. Rajztáblánkra rajzpapírt szegezünk, majd egy már ellenőrzött fejesvonalzót fektetünk rá. Az egyik befogót a fejesvonalzó rajzolóélére illesztjük, majd a másik befogó mentén egy előre megjelölt ponton át egyenest húzunk. Ezután a fejesvonalzó elmozdítása nélkül a háromszöget vizsgált éle körül 180° -kal átfordítjuk a másik lapjára, és az előbbi ponton át ismét egy egyenest rajzolunk. Ha a két egyenes egybeesik, akkor a háromszög jó, illetőleg befogói egymásra merőlegesek. Ha a két vonal felső vége 2–3 milliméter eltérést mutat, a vonalzó éleit hozzáértő asztalossal derékszögűre kell gyalultatni.



12. ábra
A háromszögű vonalzó ellenőrzése

A befogók és az átfogók által bezárt szögeket szögmérővel felrajzolt szögek alapján ellenőrizzük. A rajzpapírra rajzolt megfelelő szögbe ráhelyezzük vonalzónk azonos szögét. Ha vonalzónk megfelelő éle fedik a szög szarvait, akkor vonalzónk jó. Az esetleges hiba gyalulással tüntethető el.

Háromszögű vonalzóink karbantartására ugyanazokat jegyezzük meg, mint amiket a fejesvonalzónál halottunk.



13. ábra
A görbevonalzó

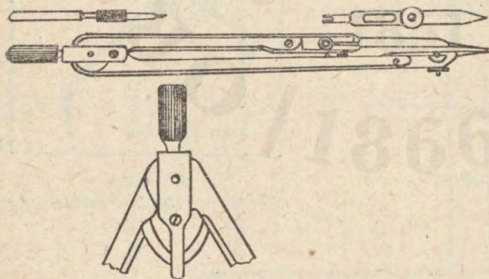
c) *A görbevonalzó.* A görbevonalzó rajzolóéle különböző görbületű. Ezekkel tehát különböző homorú és domború görbevonalak húzhatók. Legtöbbször fából, gyakran azonban celluloidból vagy egyéb műanyagból készülnek.

6. A körzőkészlet

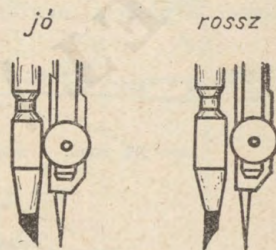
Műszaki rajzok készítéséhez elengedhetetlenül szükségünk van megfelelő körzőkészletre. A gyakorlati követelményeknek legjobban a VII. P-s jelzésű készlet felel meg. Ez betétes körzőt ceruzabetéttel, tűbetétet (pikirtű), kihúzóbetétet, csuklós körzősárhosszabbítót, mérőkörzőt, osztókörzőt, nullkörzőt, ceruzabetétet a nullkörzőhöz, két darab tuskihúzó (vékony és vastagabb vonalak kihúzásához), csavarhúzó, egy nyelet a tűbetéthez és egy fém tokocskát tartalmaz tartalék tű- és ceruzahegyek részére.

a) *A betétes körzőt* körök, körívek rajzolására, illetőleg tuskihúzóbetéttel azok kihúzására használjuk csuklósan ízülő, recés hengeres fejtoldatban végződő két szár egyikén a rögzíthetően behelyezhető betéttel (ceruza, tus), a másik végén a körök középpontját szolgáló tűheggyel. Mindkét vég csuklósan hajlítható. A száraznak sem szorulniok, sem kotyogniok nem szabad.

A ceruzabetét hegye legyen egyoldalúan vagy kétoldalúan ékalakúra, vagy kúposra faragott. Betétként 4H, 6H keménységű grafitot használunk. Természetesen vastagabb ceruzavonalak kihúzása esetén puhább betéttel dolgozzunk. Egyoldalúan faragott ékalakú betétünk éle a tűvég felé nézzen. A betét éle a tűcsúcs magasságáig érjen. A kétoldali (kúpos) ékalakú ceruzahegy kis körök rajzolására alkalmasabb. A körök középpontját adó tűhegy kétvégű, egyik vége központos, a másik kú-



14. ábra. A betétes körző



15. ábra. A ceruzabetét alakja és elhelyezése

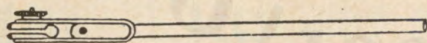
pos. Célszerűbb a központosat használni, mert ez kisebb nyomot hagy maga után, mint a kúpos. Rajzolás közben nem szabad körzőnket a körhúzás irányába dönteni, hanem a rajzlapra merőlegesen tartott recézett fejtoldatánál fogva kell körbeforgatni. A tűhegyet is gondosan — mutatóujjunkkal vezetve — illesszük a rajzolando kör középpontjába. Gondosan ügyeljünk arra, hogy a tűhegy el ne görbüljön, vagy le ne törjön, mert így a beszúrás helyén lyuk keletkezik, és pontatlan köröket kapunk. (A lekopott vagy letört tűhegyet finom fenékövön állíthatjuk helyre.)

b) *A körzőszárhosszabbítót* nagysugarú körök rajzolásához és kihúzásához használjuk. Mivel a körző szárai és a hosszabbító is csuklók körül hajlíthatók, így mind az acéltűt, mind pedig a betétet merőlegesre állítjuk. Ezt a merőlegesre állítást sohasem szabad elmulasztanunk, mert a túl nagy nyílású egyenesszerű körzővel rajzolt körök nem lesznek egyenletesek, és a tűhegy helyén a papír könnyen kiszakad.

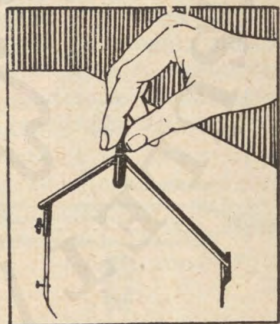
c) *A mérőkörző* nagyobb távolságok felosztására és felhordására szolgál. Mindkét szárán kúposan hegyezett acéltű van. Az acéltűknek egyenlő hosszúaknak és egyenletes kúposágúaknak kell lenniök. A tűk hosszúságát közvetve a szorítócsavarokkal szabályozhatjuk. Használatkor a körzőt függőlegesen tartjuk. Valamely méret nagyság körzőbe vételekor a mérőkörző egyik tűhegyét a méret egyik pontjába szúrjuk, a körző másik szárát kissé felemeljük, és addig toljuk, míg a tű hegye a keresett méret másik pontját eléri.

d) *Az osztókörzőt* ellentétes, laposmenetű csavarjával kisebb távolságra is pontosan beállíthatjuk, éppen ezért megadott kisebb hosszúságok pontos mérésére, átmásolására, illetőleg egyenlő részekre való felosztására használjuk.

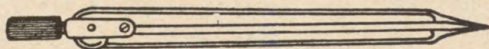
e) *A nullkörző* igen kis körök rajzolására és kihúzására szolgál. Rajzolásakor a papírra merőlegesen kell tar-



16. ábra. *A hosszabbító*



17. ábra
A körzőhosszabbító használata



18. ábra. *A mérőkörző*

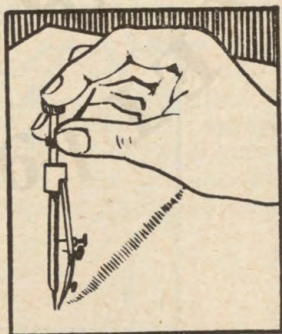
tani. Használatakor jobb kezünk hüvely- és középsőujjával megfogjuk a forgóhüvely recézett felső végződését, mutatóujjunkat az állószár felső végén levő gombra helyezzük. Bal kezünk mutatóujjával az állószár hegyét — felhúzott mozgószárral — a kívánt pontra tesszük, az állószárat a papír síkjára merőleges helyzetbe emeljük, és a hüvelyt a papírba szúrt állószár körül jobb középső- vagy hüvelykujjunkkal megforgatjuk. Ügyelni kell arra, hogy az állószár és a hüvely között ne legyen kotyogás, mert ebben az esetben a nullkörök külpontosak lesznek. Használatakor gyakran megtörténik, hogy a szükségesnél jobban kinyúló állószár a kihúzó belső nyelvének végéhez ér, így tus kerül az állószár csúcsa és a kihúzó közé, ami „körpacát” eredményez. Ha az állószárra a gomb és a hüvely recés feje közötti részen gumi vagy cérnagyűrűt csavarunk, ez a hiba kiküszöbölődik. Ügyeljünk arra, hogy az állószár csúcsa a gyűrűzés után még 2—1,5 mm hosszan nyúljon túl a kihúzócsúcson.

f) *A tuskihúzó.* Ceruzavonalaink tussal való kihúzására szolgál. Sokféle változatban készül. Alak, nagyság terén különböznek egymástól. Részei: a két nyelv vagy toll, a vonalvastagság beállítására szolgáló csavar és a vezetést szolgáló szár vagy nyél. A csavar használatakor a két nyelv közeledik illetve távolodik egymástól, és a közöttük levő távolság adja a húzható vonal vastagságát.

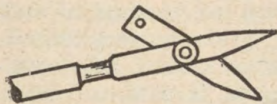
A nyelv rugózó acélból készül. Hegye köszörülve van. A jó kihúzó nyelvei egyenlő hosszúak, a nyelvvégek legalább 3—4 mm hosszban egyező alakúak, és így azok egymást fedik. Az élesebb élűekkel vékonyabb, a tompább élűekkel vastagabb vonalakat tudunk kihúzni.



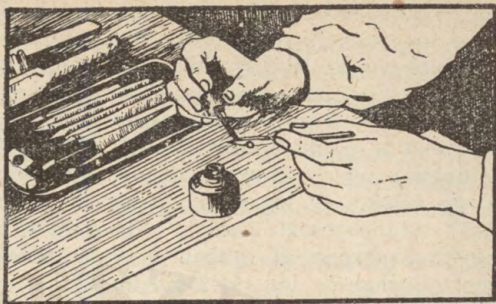
19. ábra. Az osztókörző



20. ábra. A nullkörző használata



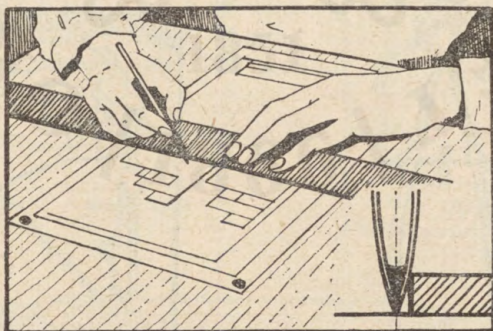
21. ábra. A tuskihúzó



22. ábra. A tuskihúzó helyes töltése

Alak szerint a görbült nyelvűek alkalmasabbak a vastag vonalak kihúzására, míg az alig görbült nyelvűek a vékonyabb vonalak kihúzására. Szerkezete szerint van olyan kihúzó, hogy az egyik nyelv elforgatható, a másiknál csukló körül nyitható szét, és vannak olyanok, ahol a nyelvek egy darabból készülnek. Természetesen a szétnyithatók igen jól tisztíthatók.

A kihúzót sohasem a rajz felett, hanem mindig mellette tartva kell megtölteni rajztollal vagy a dugóba szúrt lúdtollal, vagy a patron csővégével. Töltéskor ferdén lefelé tartsuk. Ne döntsük vízszintesen, mert a tus kifolyik, vagy ha ez nem is következik be, a tus nem tud a kihúzó hegyéig jutni, és így nem működik. A kihúzóban lehetőleg állandó mennyiségű tust tartsunk, mert vonalaink csak így lesznek egyenletesen vastagok vagy vékonyak. Kihúzáskor a kihúzót függőlegesen tartsuk, a hegye majdnem közvetlenül a vo-



23. ábra. A tuskihúzó helyes tartása

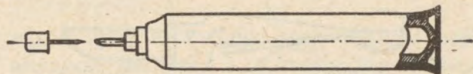
nalzó éle mellett fusson. Biztosan húzhatjuk a vonalat, ha kihúzás közben kisujjunk a vonalzó felső lapján csúszik, és az alkar a vonalzó-élre közel merőleges. Erősen döntött kihúzóval hullámos vonalakat rajzolunk, viszont a túlságosan a vonalzóhoz szorított kihúzóval könnyen összetusozhatjuk a vonalzót, sőt elkenhetjük rajzunkat is. Előfordul, hogy kihúzás közben a tuskifolyás elakad. Ilyenkor a leghe-lyesebb az, ha a nyelveket nem bántjuk, hanem vagy az ujjunk hátán húzzuk végig a kihúzót, amíg ott az nyomot nem hagy, vagy a kihúzó hegyét nedves rongyhoz érintjük, vagy vékony borotvapengét húzva a nyelvek között indítjuk meg a tuskifolyást. A beszáradt tust mindig nedves törlőronggyal távolítsuk el. Késsel, pengével sohase kaparjuk a nyelveket, mert azután az okozott karcolások miatt nem adja egyen-letesen a tust. Az eltompult kihúzó hegyét finom, nedves fenőkövön csiszolhatjuk ismét élesre. A fenésnél előbb a nyelveket kell egyenlő alakúra és egyenlő hosszúra fenni, azután fenünk élt a nyelvvégekhez. Fenésnél ügyeljünk arra, hogy mindig az a rész kopjon, ahol a hibát ki akarjuk küszöbölni.

7. A tus

A műszaki rajzokat tartóssá, maradandóvá és fénymásolásra al- kalmassá tussal dolgozzuk ki. A tus színe ma már igen sokféle. Leg- inkább a fekete tust alkalmazzuk. A tusok folyékony, oldott vagy szilárd állapotban kerülnek forgalomba. Az oldott tust üvegben vagy patronban árusítják, míg szilárd alakja rudacskákban kapható.

Az üveges tus dugójába néha ferdén vágott tollat erősítenek, amely a kihúzó töltését megkönnyíti. Ha ez hiányzik, úgy üvegbe mártott rajztollal töltjük meg rajzeszközünket. Töltés után az üvegbe a dugót dugjuk vissza, nehogy beszáradjon. Még bedugott állapotban se tartsuk a rajztáblán, nehogy véletlenül felborulva a dugó kiesése után a tus kiömljön.

Az oldott tust tárolják patronban is. A műanyagpatron henger alakú, felül kinyúló csövecskével, alul gumikupakkal van elzárva. A tus a patronból nem ömlik ki, alig sűrűsödik be, és a gumikupak kiszedése után újra tölthető. A levegővel érintkező csövecske kupakos tűvel zárható el. Használatkor a tűs kupakot levesszük, majd kissé



24. ábra. A patron

ferdén döntve ujjunkkal megnyomjuk a gumikupakot, és a tus a csövecskén át a kihúzóba cseppen.

A legfinomabb tust úgy kapjuk, hogy a kínai dörzstus rudacskákat desztillált vízben ledörzsöljük. Finom, hajszálvékony vonalakat igénylő térképrajzokhoz csak ezt használjunk. A sűrű ledörzsölést a tuscsészében végezzük. Használatra tehát kihúzás előtt a szükségletnek megfelelően még fel kell hígítani. A hígított dörzstussal vagy üvegtussal való rajzolásnál kis mennyiségű tust jól tárolhatunk a Gisál-csészében. Ez lapos, szélestalpú üvegcsészé. Lapos, széles talpa miatt nem dől fel, és használatával a közönséges üveg állandó nyitogatását, zárását is mellőzhetjük. A kihúzót ebből író tollal töltjük meg.

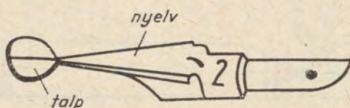
A jó tus használat közben a kihúzóból egyenletesen, higan folyik, fedőképes, tökéletesen egyszínű fekete, a vele kihúzott vonalak a fényt nem engedik át, hamar szárad, száradás után a víz nem oldja. A sűrű tust desztillált vízzel hígítjuk 1 : 2 arányban. Ha káliumbikromátot keverünk hozzá, fokozhatjuk fedőképességét. Gyenge papíron a tus szétfolyását 3—6%-os ökörepe (Feltauri) oldat hozzákeverésével mér-sékelhetjük.

8. A tollak

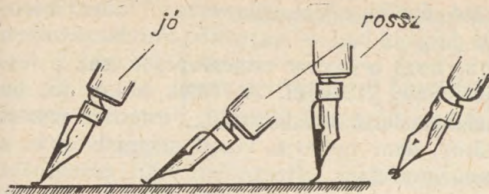
A tollakat műszaki rajzok felírásához használjuk. 2,5 mm és ennél kisebb betűk írásánál rajztollal, nagyobb betűknél rédisz- vagy csőtollal dolgozunk. Mindegyiktől elvárjuk, hogy a tust egyenletesen eressze, vagyis a velük húzott vonalak egyenletesek legyenek, a rajz-lapon simán fussanak, ne karcoljanak.

a) *A rajztoll.* A közönséges író tollhoz hasonló alakú, kicsi toll. Tartozéka egy kis vékony tollszár. A tusba belemártva töltjük meg.

b) *A rédisztoll* gömb, illetve lapos korongban végződő normál nagyságú toll. A lapos korongot talpnak nevezzük. A tust a toll külső felülete és a rajta levő nyelv közé cseppentjük. A nyelven vagy a tollon szám látható, amely a talp átmérőjét jelenti milliméterben. A talp átmérőjének megfelelő vastag vonal húzható a tollal. Célszerű a tollat ellenőrizni arra vonatkozólag, hogy megfelel-e a talp átmérője a nyelven vagy a tollon feltüntetett átmérőnek. Tartozéka közönséges tollszár. A jó rédisztoll talpa mindenkor kör, a talp síkja 45°-os szöget zár be



25. ábra. A rédisztoll



26. ábra. A rédisztoll jó és rossz tartása



27. ábra. A csőtoll

a szárral. Használatkor a talp állandóan a teljes felületével érintse a papírt. A húzott vonalunk így egyenletesen vastag lesz. A nyugodt, lassú tollvezetéssel szintén ezt érzük el. Használat után a nyelvet húzzuk le, és a tollat is, a nyelvet is nedves ruhával töröljük meg.

c) A csőtollat írósablonnal együtt használjuk. Az írósablon celluloid lap, amelyen a kis és a nagy abc betűi, illetve 1—9-ig a számok vannak bevágva. Maga a csőtoll keskeny, hengeres csőben végződő kúpfelületű csészécske szárral és a csőbe futó fémszállal felszerelve. A toll szárán levő szám adja meg a csőtollal húzható vonal vastagságát. Ez természetesen nem más, mint a csővecske belső átmérője. A teljes — átmérőnek megfelelő — vastagságú vonalat csak akkor érzük el, ha a csővecske vége teljes alapkörével fekszik fel a rajzpapíron. E cél érdekében a toll szárát 45° -os szögben kell tartani.

Használatkor a csőtoll szárát közönséges tollszárba nyomjuk, majd íróttal — vagy a tusból közvetlenül — a csészécskébe tust cseppentünk. A tust a csészécske $1/3$ -áig töltjük. Ezután a fémszálat kissé felhúzza — tollunkat 45° -os tartással végigvezetjük a betűsablon megfelelő betűvonalán. A fémszál szerepe egyrészt az, hogy a tus használat előtt ne hagyja el a csészécskét, másrészt pedig az, hogy az eldugult csővecske annak fel-lehuzogatásával kitisztítsuk. Ha ez nem sikerül, akkor ki kell húzni a fémszálat, és az egész csészécskét ki kell mosni.

A csőtoll tisztántartására nagy gondot kell fordítani. Használat után mindig mossuk ki, mert a tus — különösen a vékonyabb csövekben — annyira beszáradhat, hogy nem lehet többé kiáztatni, kimosni, és így használhatatlanná válik.

9. A festék

A műszaki rajzok áttekinthetősége igen sokszor csak festéssel biztosítható. Az anyagok jelölése, a művelési ágak megkülönböztetése különböző színű festékek használatával érhető el. Színezésre leggyakrabban vízfestéket használunk, ritkábban desztillált vízben oldott

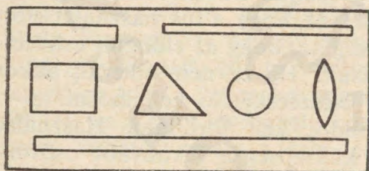
színes tust. A vízben oldható festék pépes állapotban, félnedvesen, vagy szárazon — gombalakú darabokban — kapható. Festékcésészében oldjuk fel mindig olyan hígga, hogy a kívánt színerősséget csak a festendő felület 4—5-szöri átfestésével érjük el. A festék akkor jó, ha színálló, vízben igen finom eloszlású, lassan ülepedő. Festéshez ecsetet használunk. A jó ecset szőreit nem hullatja, vízzel megnedvesítve a szőrök összeállnak, csúcsban végződnek. Használat után ecsetünket és festékcésészénket teljesen tisztára mossuk ki. Festékeinket legjobb festékdobozban tartani.

10. Egyéb segédeszközök

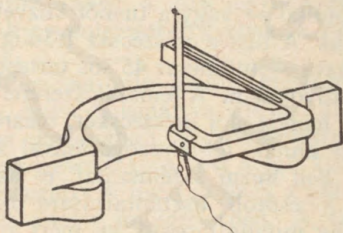
a) *A rajzszeg.* A közönséges rajzszeg „szára” a „fej”-ből préselődik ki, míg a mérnöki rajzszeg szára a fejbe van becsavarva. Ez utóbbi a jobb, mert a szegfej vékony peremű, és így a vonalzó könnyen elcsúsztatható felette. A szegezést merőlegesen végezzük, és munka után lehetőleg a rajzszeg kiemelő villát használjuk a szegek kivételére.

b) *A rádiószablon.* Celluloid lap, amelyen különböző alakú és nagyságú nyílások vannak. A legjobban megfelelő alakú és nagyságú nyílást helyezzük rá a kirádrozandó vonalra, illetve részre. A rajz többi része takart marad, és így valóban csak a hibás részt rádirozhatjuk ki.

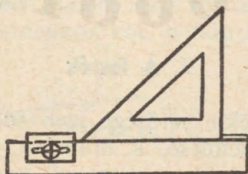
c) *A rétegvonal-kihúzó* térképrajzokon a rétegvonalak kihúzására szolgál.



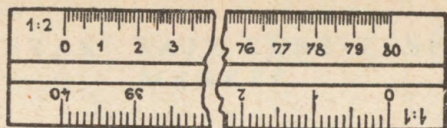
28. ábra. A rádiószablon



29. ábra. A rétegvonal-kihúzó



30. ábra. A vonalkázó



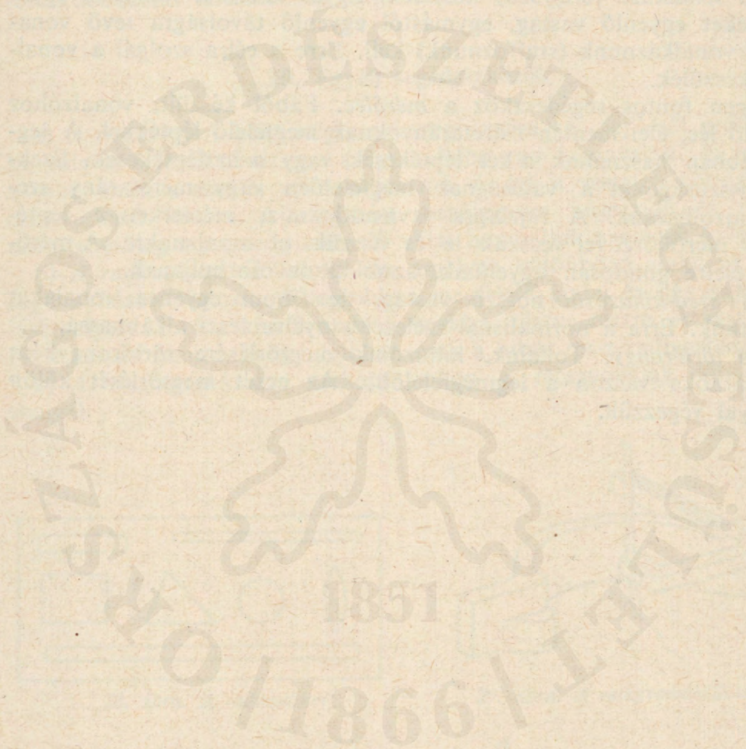
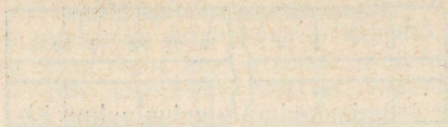
31. ábra. A famérce

d) *A vonalkázó (sraffozó) készülék.* Egyes műszaki rajzokon egyes felületeket egyenlő vastag, egymástól egyenlő távolságra levő vonalakkal vonalkáznunk (sraffoznunk) kell. Erre a célra szolgál a vonalkázó készülék.

e) Igen fontos segédeszköz a *mérőléc*. Fából készült, vonalzóhoz hasonló lécszerű, élén mentén méretarányoknak megfelelő léptékekkel. A leggyakrabban használtak a két léptékesek vagy a hatléptékesek. Ezekkel hosszúságokat a valóságnak megfelelően vagy méretarány szerint rajzolhatunk. A rajzlapra átviendő rajzi méreteket e léptékekről mérőkörről vesszük le és visszük rá a rajzunkra. A mérőléc élére gondosan ügyeljünk, azok ki ne csorbuljanak.

f) *A svéd-kihúzóval* hosszú vastag, de finom egyenes vonalakat húzhatunk. Erre a normálisnál szélesebb nyelve teszi alkalmassá.

g) *A törőrongy.* Tollaink, kihúzóink megtörlésére törőrongyként egy darabka vászon a legmegfelelőbb. Az ecset megtörlését külön ronggyal végezzük.



A MŰSZAKI RAJZ KÉSZÍTÉSÉNEK MENETE

Azt a rajzot — ellentétben a szabadkézi rajzzal —, amelynek készítésekor a pontos szerkesztés szükségessége miatt mindenféle rajzeszközt használunk, rajzunkon a valóságot bizonyos szempontok, esetleg előírások szerint megválasztott pontos arány alapján kisebbítve vagy éppen nagyítva adjuk vissza, műszaki rajznak nevezzük.

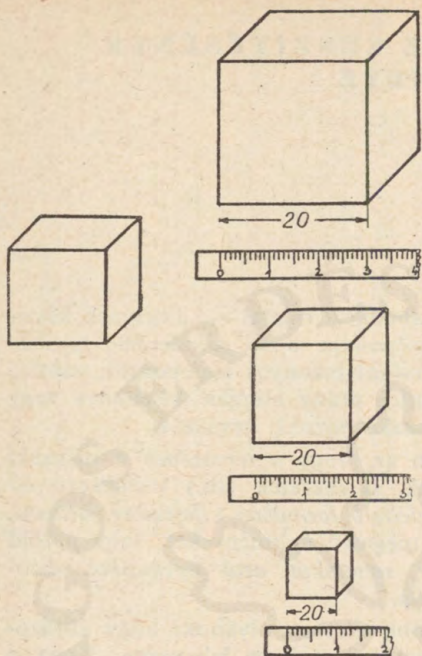
A műszaki rajz célja elsősorban az, hogy *a tervezőnek* a műszaki létesítményekre (építmények, gépek, szerkezetek stb.) vonatkozó *elképzelései világos, érthető és szemléltető formában kifejezésre iuttassa*. Célja ezenkívül az is, hogy már meglevő építményeket, vagy a föld felületén, a terepen levő *pontokat, vonalakat, azok egymáshoz viszonyított helyzetét mérethűen ábrázolja*.

A létesítmények méretei a legtöbb esetben olyanok, hogy ábrázolásuk a valóságnak megfelelő nagyságban nem lehetséges. Ezért a rajzolás megkezdése előtt minden esetben el kell határoznunk, hogy a létesítmény vagy tárgy méreteit milyen arányban szükséges nagyobbítani vagy kisebbíteni. Első teendő tehát a műszaki rajz *méretarányának* meghatározása. Ha ez megvan, a méretaránynak és az ábrázolandó tárgy nagyságának megfelelően megválasztjuk a rajzlap nagyságát. Csak ezután kezdődhet a szerkesztés, a rajz kidolgozása.

1. A méretarány

Egyik legfontosabb követelményünk a műszaki rajzzal szemben az, hogy *hű legyen*. Az ábrázolt tárgyak, létesítmények méretei, az egyes részek arányai a valóságnak megfelelőjenek. A géprajzban az egyes gépalkatrészeket rendszerint természetes nagyságban rajzoljuk meg. Az ábrázolt tárgy bármelyik rajzi mérete tehát egyenlő a tárgy valódi méretével.

Az építészeti, az ipari műszaki rajzokon azonban több méter, a térképrajzokon esetleg több km hosszúságú vonalakat, terjedelmes tár-



32. ábra. A méretarány

gyakat kell ábrázolnunk. Ezekben az esetekben az ábrázolás természetes nagyságban teljesen lehetetlen, azonkívül nem is szükséges, mert az ilyen hatalmas rajz áttekinthetetlen és így hasznavehetetlen lenne. Éppen ezért a műszaki rajzban általában — a géprajz egyes eseteitől eltekintve — a tárgyak valódi méreteit kicsinyítjük. (Pl. a tárgy vagy létesítmény 1 m hosszú vonalát a rajzon 1 cm-rel ábrázoljuk.) Ezzel a valódi méretet a rajzban századrészére ($100 \text{ cm} = 1 \text{ cm}$) kicsinyítettük.

Azt a számot, amely megmutatja, hogy a valóságos méreteknek milyen rajzi méretek felelnek meg, a rajz méretarányának nevezzük. Ezt rendszerint törtalakban fejezzük ki, mégpedig a kisebbsítést valódi tört, a nagyobbítást áltört alakban.

Az előbbi példában: mivel kicsinyítünk, a méretarány valódi tört, mégpedig mivel századrészre kicsinyítettünk, olyan valódi tört, melynek számlálója 1, a nevezője pedig 100, tehát $1/100$, vagy — ami ugyanaz, $1 : 100$. Ez utóbbi a szokásos jelölés.

Ha pedig valamely tárgyat pl. ötszörösére nagyítva akarunk ábrázolni, akkor a méretarányt áltört alakban kell kifejeznünk: a számláló 5, a nevező 1, tehát $5/1$, vagy $5 : 1$.

A méretarány szemléltetésére egy 2 cm élhosszúságú kocka képét láthatjuk $1,5 : 1$, $1 : 1$ és $1 : 2$ méretarányban. Az ábra baloldali levő rajz a természetes nagyságú mintakockát jelképezi, a jobboldali legfelső rajz a mintakockának 1,5-szeresre nagyobbított képe. Itt a kocka 2 cm hosszúságú éleit 3 cm hosszúságú vonalak ábrázolják. (A méretszám a valóságos méretet tünteti fel, a mellé helyezett mérce pedig a rajzi méretet szemlélteti.)

A jobboldali második rajz a mintakockát természetes nagyságban

(1 : 1) ábrázolja. Itt tehát a 2 cm valódi méretnek 2 cm rajzi méret felel meg. A harmadik rajz a mintakockának felére kicsinyített képe. Ezen a 2 cm valódi méretet 1 cm hosszúságú vonal ábrázolja.

Ebből a példából tehát következik, hogy: ha a rajzban kicsinyíteni akarunk, akkor a valódi méretnek megfelelő hányadát, ha pedig nagyítani akarunk, akkor a többszörösét kell rajzolnunk. Tehát a kicsébbítő méretarányban (első szám = 1) ábrázolandó létesítmények rajzi méreteit megkapjuk, ha a valódi méretet osztjuk a méretarány második számával. Viszont a rajzról a valódi méretet megkapjuk, ha a rajzi méretet szorozzuk a második számmal.

Hasonlóképpen kapjuk meg a nagyító méretarányban (második szám = 1) ábrázolandó testek rajzi méretét, ha a valódi méretet szorozzuk a méretarány első számával, vagy a rajzról a valódi méretet megkapjuk, ha a rajzi méretet osztjuk a méretarány első számával.

Pl.: 1 : 100 léptékben akarunk ábrázolni egy épületet, amelynek a valóságban két párhuzamos külső oldala 10,2 m (1020 cm) és 14,5 m (1450 cm) hosszúságú. A valódi méretek rajzi hosszúságát megkapjuk, ha osztjuk a méretarány második számával, tehát $1020 : 100 = 10,2$ cm és 14,5 cm. Az épületet tehát a rajzban egy $10,2 \times 14,5$ cm méretű négyszög ábrázolja.

Pl.: 1 : 10 méretarányban ábrázolt típuszekerény valódi méreteit akarjuk meghatározni. A rajzi méretek: magasság = 20 cm, szélesség = 13 cm, mélység = 5 cm. A szekrény valódi méretei: magasság = $20 \times 10 = 200$ cm = 2 m, szélesség = $13 \times 10 = 130$ cm = 1,3 m, mélység = $5 \times 10 = 50$ cm = 0,5 m.

A méretarányt úgy kell megválasztani, hogy kerek egész szám legyen. A szabványos méretarányok a következők:

Természetes nagyság ábrázoláshoz: 1 : 1;

Kicsinyítéshez: 1 : 2, 1 : 2,5, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50,
1 : 100, 1 : 200, 1 : 250, 1 : 500,
1 : 1000, 1 : 2000;

Nagyításhoz: 2 : 1, 5 : 1, 10 : 1.

A géprajzban általában az 1 : 1 méretarányt alkalmazzuk. Az építészeti rajzban kisebbítő méretarányal dolgozunk: vázlatterven 1 : 200, 1 : 100, pallérterven: 1 : 50, szerkezeti részletrajzokon: 1 : 2,5, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20 méretarányal. Az asztalosipar rajzain leggyakrabban az 1 : 10, esetleg 1 : 20, szerkezeti részletrajzokon az 1 : 2,5, esetleg az 1 : 1 méretarányt alkalmazzuk. Térképrajzban, továbbá az építészeti rajzok helyszínrajzain az 1 : 1000, 1 : 2000, esetleg 1 : 500 méretarányal dolgozunk.

Nagyítást egészen kis tárgyak rajzolásakor vagy akkor alkalmazzunk, ha a darab valamilyen részletét a valódi nagyságban elkészített

rajzból nem lehetne világosan kivenni. Éppen ezért nagyítást leggyakrabban a géprajzban alkalmazunk.

A méretarányokról tudni kell, hogy az *arány két tagjának mértékegysége tőlünk szabadon választható, de mindkét tag esetében mindig ugyanaz*. Ha tehát cm-ben vettünk le valami távolságot a lerajzolandó idomról, úgy a méretarány használatával a rajzi hosszúságot szintén cm-ben kapjuk meg. Az ilyen méretarányokat, ahol a valóság és a rajz megfelelő méretei között csak az arányt láthatjuk kifejezve, a mértékegységeket a rajzoló veheti fel, általános méretarányoknak hívjuk.

2. A rajzlap méretének megválasztása

A méretarány megválasztása után a rajzlapméret megválasztása következik. A rajzlapméretek az anyagtakarékosság és a formai szépség nézőpontjaira való tekintettel szabványosítva vannak. A méretre vágott rajzlap oldalhosszúságai úgy viszonylanak egymáshoz, mint 1 : 1,41 (a hosszabb oldal 1,41-szerese a rövidebbnek). A szabványosított rajzlapméretek a következők:

Rajzlap-nagyság- lete	Késmére-		Nyersmére-	Keretszegély
	mm	m ²	mm	mm
A0	841 × 1189	1	860 × 1220	10
A1	594 × 841	1/2	610 × 860	10
A2	420 × 594	1/4	430 × 610	10
A3	297 × 420	1/8	305 × 430	10
A4	210 × 297	1/16	215 × 305	5
A5	148 × 210	1/32	152 × 215	5

A táblázatból kitűnik, hogy a kisebb lapméret a nagyobbknak éppen a fele. Tehát pl. egy A0 lapot hosszabb oldalának felezője mentén összehajtva éppen két darab A1 lapot kapunk. — A rajzlap nyers lapméretben vagy tekercsben kapható. A kész rajzot mindig a fenti táblázatban közölt szabványos késméretre kell kívágni.

A rajzlapméret megválasztása előtt tudnunk kell, hogy az ábrázolandó tárgyról, építményről hány metszetet vagy nézetet akarunk készíteni. Azután a tárgy méreteinek és a választott méretaránynak megfelelően kiszámítjuk ezek helyszükségletét, majd a felírásokra és a rajz szegélyezésére is számítva választjuk ki a legmegfelelőbb rajzlapméretet.

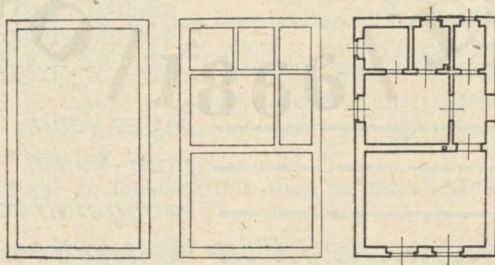
3. A rajzok kidolgozása

Rajzoláskor azzal ülünk rajztáblánkhoz, hogy a műszaki rajz mindenkor tiszta és világos legyen. A tisztaságot biztosíthatjuk, ha a rajz megkezdése előtt kezünket megmossuk, másrészt ha tiszta rajzeszközöket használunk. Világos és mindenki számára érthető pedig akkor lesz rajzunk, ha a kidolgozással kapcsolatos minden előírást szigorúan betartunk. Ennek mindjárt egyik feltétele az, hogy ellenőrzött, jó rajzeszközökkel dolgozzunk, egy másik feltétel pedig az, hogy ülésünket úgy válasszuk meg, hogy a fényt balról-előlről kapjuk. Rossz elhelyezkedéssel nemcsak a szemünket rontjuk, hanem a végzett munka pontosságán is csorba esik. Megfelelően elhelyezkedve a már tanultak szerint felszegezzük rajzlapunkat a rajztáblára, betervezzük a rajzlap méretétől függően a megfelelő kéisméretet, a keretszegélyt. Ezután elkezdhetjük az *előrajzolás*t, vagyis a rajz végleges kidolgozása előtt a szerkesztéseket 2H, 3H keménységű ceruzával, finom halvány vonalakkal megrajzoljuk.

A szerkesztéskor mindig az egészből kell kiindulnunk. Ha pl. egy épületnek az alaprajzát akarjuk megszerkeszteni, akkor ne a szobákkal kezdjük, hanem először a körülzáró falak külső vonalait rajzoljuk meg. Ezt a teret töltjük ki azután a részletvonalakkal. Ugyanígy a gép-rajzban is: a szimmetrikus testeknél, munkadaraboknál először a munkadarab leglényegesebb részét, a szimmetriavonalat rajzoljuk meg, azután a munkadarab kontúrjait és csak ezek után a részleteket.

Az előrajzolás után következik a rajz kidolgozása: a vonalak állandósítása, vagyis a rajz kihúzása. majd a rajz méretezése, felírása, végül a festés.

A szerkesztésekkel kapcsolatos részletes tudnivalókkal később ismerkedünk meg. Itt csak a rajzok kidolgozásához szükséges tudnivalókkal foglalkozunk.



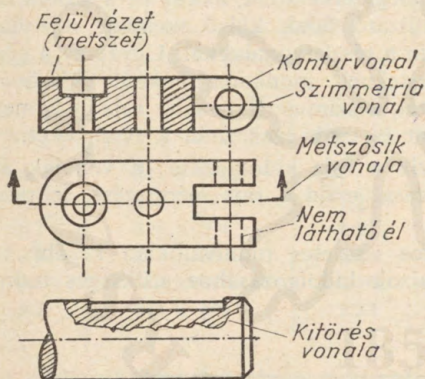
33. ábra. A szerkesztés menete

A rajzok kidolgozásakor az egyes vonalak fontosságának szemléltetésére, a lényeg kidomborítására különböző vonalvastagságokat és vonalfajtákat használunk. Egy-egy ábrán legfeljebb háromféle, egymástól könnyen megkülönböztethető vonalvastagság lehet. A vonalvastagságnak az ábrák méretarányához és rendeltetéséhez kell igazodnia. A vonalvastagságokat az alábbiak szerint csoportosítottuk:

	mm		mm		mm
1.	1,2		1,0		
2.	0,6		0,4		
3.	0,2		0,2		
1.	0,8	0,6		0,4	
2.	0,4	0,3		0,2	
3.	0,2	0,1		0,1	

34. ábra. A műszaki rajzokon alkalmazandó vonalvastagságok

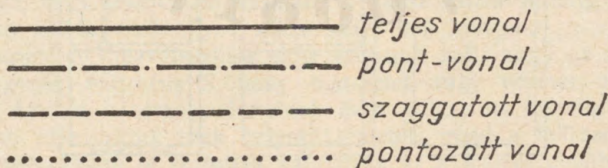
A vonalak mellé írt számok a vonalvastagságot jelentik mm-ben.



35. ábra. Vonalfajták és vonalvastagságok

A szaggatott vonal egyes vonaldarabjainak hosszúsága a vonalvastagságnak kb. 10-szeresével, a vonaldarabok közötti hézag pedig a vonalvastagsággal egyenlő. Ugyanez vonatkozik a pont-vonalra is.

A vonalfajták és vonalvastagságok megválasztásakor az a főcél, hogy könnyűszerrel és világosan megkülönböztethessük egymástól a metszett részeket és a vetületben látszókat, valamint ezektől a méret vonalakat.



34/a ábra. Alkalmazható vonalfajták

Ezért: teljes vonalat kell használni:

Vastagot építési rajzokon az átmetszett rész körülhatárolására, géprajzokon a látható élek és kontúrvonalak kihúzására.

Középvastagot építési rajzokon a vetületben látszó él és körvonal ábrázolására, továbbá a szabadkézzel húzott megszakítás, a törési él, géprajzokon a testek és síkok áthatási vonalának, metszésvonalainak feltüntetésére.

Vékonyat méretvonalak berajzolására, metszett rész vonalkázására, a falnyílások (ajtók, ablakok) tengelyvonalának és káva vonalának jelölésére, szabadkézzel húzva metszett farész erezésének berajzolására, továbbá géprajzokon a metszősík mögött látható élek, szabadkézzel húzva a kitörés és rövidítés jelölésére.

Szaggatott vonalat kell használni:

középvastagot az eltakart él és körvonal ábrázolására, valamint olyan él, körvonal feltüntetésére, amely a metszési sík előtt vagy felett van, és bejelölése a szerkezet megértéséhez okvetlenül szükséges.

Pont-vonalat kell használni:

vastagot a metszősík feltüntetésére. A vonal két végén a vetítés irányát nagy betűkkel kell jelölni. Géprajzokon csak a metszősík töréspontját és végeit rajzoljuk vastag pont-vonallal, a metszősík vonalát pedig vékony pontvonallal jelöljük;

középvastagot a gerendatartó (fa, acél, vasbeton) tengelyvonalának ábrázolására;

vékonyat a szerkezet közép-, illetőleg hangsúlyozni kívánt tengelyvonalainak feltüntetésére.

Pontozott vonalat csak kivételes esetben szabad használni.

A finoman előrajzolt szerkesztéseket véglegesen ceruzával is kihúzzuk. Ilyenkor a különböző vonalvastagságokhoz különböző keménységű ceruzát használunk. Vastag vonalakhoz B, 2B, középvastagokhoz HB, vagy B, vékony vonalakhoz H, vagy 2H keménységűt. Ceruzával halványabban — de azért a vonalvastagságokat szemléltetően — még akkor is célszerű a rajzot kihúzni, ha véglegesen tussal dolgozzuk ki. Ez annál is inkább célszerű, mert tuskihúzás közben nemigen van időnk arra gondolni, hogy az egyes vonalakat milyen vastagságúakra húzzuk ki.

A tuskihúzásnál ne feledkezzünk meg az ezzel kapcsolatban tanultakról.

A kihúzott megtöltése után az állító csavar segítségével beállítjuk a kívánt vonalvastagságra, és egy külön próbapapíron, — amely rajzlapunk minőségével megegyezik, — kipróbáljuk, hogy képes-e

a kívánt vonalvastagságot egyenletesen adni. A kihúzást lehetőleg a legvékonyabb vonallal kezdjük. Így nem érhet bennünket az a megfélemlítés, hogy a kihúzó nem képes adni a már kihúzott vastag vonalnak megfelelő vékony vonalat. Ne kísérletezzünk azonban olyan vékony vonalak kihúzásával, amelyre a kihúzó nem alkalmas, mert akkor nagyon sok időt veszítünk a folytonos próbálgatással.

Hogy a kihúzó többszöri állítgatását elkerüljük, célszerű az egyenlő vastagságú és az egyirányú vonalakat egyszerre kihúzni az egész rajzlapon. A vonalakat egyenletesen és jól csak úgy tudjuk kihúzni, ha a vonal iránya mellünkkel párhuzamos, és a jobb kezünkben tartott kihúzót balról-jobbra mozgatjuk.

A tábla vezetőélével párhuzamos, tehát mellünkre merőleges irányú vonalak kihúzásakor a táblát 90° -kal el kell fordítanunk. A helytelen irányban tartott táblán kihúzott vonal hullámos lesz. A többszöri táblaforogatás elkerülése céljából helyes az egyirányú vonalakat egyszerre kihúzni. Az egyirányú egyenesek kihúzása után a tábla elforgatásával és a kihúzás folytatásával várjunk addig, amíg a legutoljára kihúzott vonal is megszáradt, nehogy esetleg a még meg nem száradt vonalakat elmázzoljuk.

A kihúzással balról-jobbra és felülről lefelé haladjunk, így elkerülhetjük a kihúzott vonalak elmázolását és a felesleges kaparást. Arra is ügyeljünk kihúzás közben, hogy se a vonalzót, se a kezünket ne tusozzuk össze. Inkább feleslegesen is többször töröljük meg a vonalzó rajzoló élet, mert a vonalzóra került egyetlen csepp tussal is elmázolhatjuk az egész rajzot.

Az egymást egy pontban metsző egyeneseket úgy húzzuk ki, hogy a metszés egészen pontos legyen. Ezért az egyirányú vonalak kihúzása után a másik metsző egyenes kihúzásához úgy állítsuk be a táblát, hogy a kihúzás a metszéspontból kiindulva történhessék. A lehetőséghez képest kerüljük a vonalak metszéspont felé húzását, mert ebben az esetben majdnem kivétel nélkül rossz metszést kapunk.

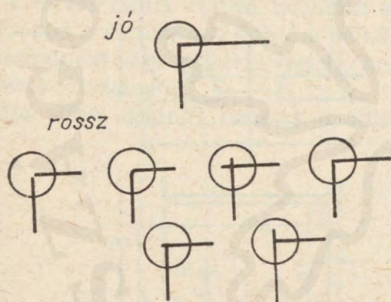
Ha a rajzon körök és egyenesek metszik egymást, egy pontban, akkor mindig előbb a köröket húzzuk ki, és csak azután az egyeneseket.

A vonalkázást (sraffozást) csak valamennyi körülzáró szimmetria- és metszővonal kihúzása után kezdjük el. Célszerű ezt megelőzően a vonalkázandó területet puha radírral alaposan megtisztítani.

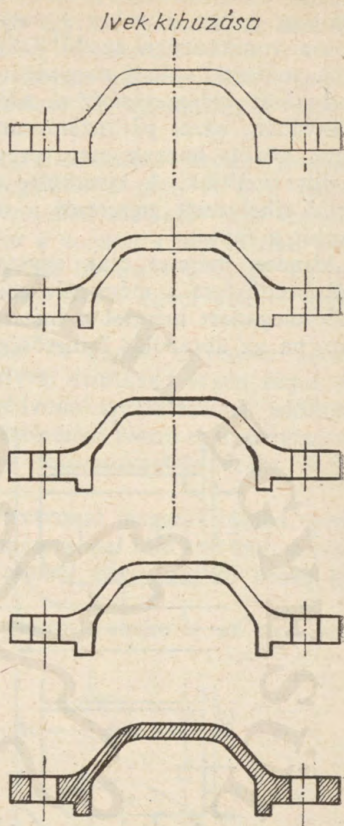
Ha a kihúzáskor az elővigyázatosság ellenére is hibát követtünk el (pl. helytelen vonalvastagságot alkalmaztunk, vagy szerkesztési vonalat húztunk ki, esetleg metszésponton túl húztuk a vonalat), akkor a hibás részt a rajzról el kell távolítanunk. Ez a következőképpen történik: megvárjuk, amíg a nedves vonalak egészen megszáradnak, azután élének teljes hosszúságával a rajzlapra fektetett borotva-

pengével könnyedén addig kaparjuk a hibás részt, amíg a felesleges pont vagy vonal el nem tűnik.

Nem szabad túl erősen, csak a hibás pontot és a pengének csak valamelyik hegyével kaparni. A helyesen végzett kaparás után a papír csak egyenletesen vékonyodik meg, így a hiba újrakihúzással könnyen kijavítható. Célszerű a borotvapengével való kaparás után az újrakihúzás előtt kemény radírral kissé leradírozni a felületet, hogy a keletkezett szálakat eltávolítsuk. Ezután a sérült felületet jobb hüvelykujjunk körmével lesimítjuk, és puha ceruzával finoman besatírozzuk.



36. ábra. Éles sarkok kihúzása



37. ábra. A kihúzás helyes sorrendje

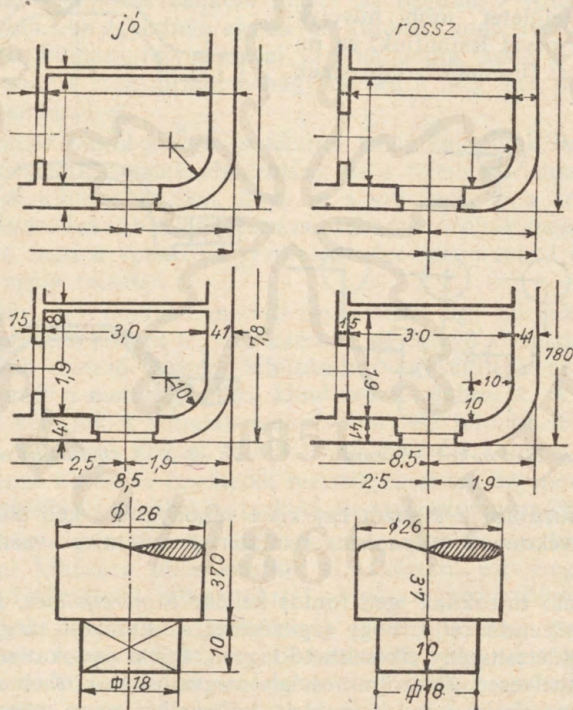
Az újrakihúzáskor a kihúzót egy kissé vékonyabbra kell állítani, mert az a megvékonyodott papíron rendszerint valamivel vastagabb vonalat húz.

A műszaki rajzoknak igen fontos kelléke a *méretjelölés*. A műszaki rajznak elsőrendű célja, hogy segítségével az ábrázolt tárgy, munkadarab vagy létesítmény elkészíthető legyen. Bár a rajzokat méretarányban, mérethelyesen ábrázoljuk, mégis megvalósítás közben sok nehézséget okozna, és lassítaná a munkát, ha minden egyes méretet munka közben kellene a rajzról lemérni, és valódi méretre átszámítani. Hogy ezt elkerüljük, a műszaki rajzokat méretezni kell. *Fel kell tüntetni*

a rajzi méreteknak megfelelő valódi méreteket. (A méretjelölés szabályait az építési rajzokra vonatkozóan az MNOSZ 977—53, a géprajzokra vonatkozóan az MNOSZ 11—52. sz. szabvány ismerteti.)

A méretek valódi nagyságát *méretszámmal*, a méretszámok hovatartozását *méretvonalakkal* adjuk meg. A méretvonalakat a méret irányában, azzal párhuzamosan, vagy az ábrán belül, annak körvonalai között húzzuk meg, vagy pedig *méretsegédvonalakkal* a rajzon kívülre vetítjük. A kivetítésre csak akkor van szükség, ha az ábrán belül elhelyezett méretezés a sok vonal miatt áttekinthetatlenné tenné magát a rajzot.

Minden méretet csak egyszer adjunk meg. Kerüljük a felesleges bőbeszédűséget a méretezésben. Építészeti rajzokon, pl. az alaprajzon már megadott méretet a metszeten vagy nézeten csak akkor ismételjük, ha az ábrázolás érthetősége azt feltétlenül megkívánja.



38. ábra. A méretvonalak és a méretszámok jó és rossz elhelyezése

A méretvonalakat és méretsegédvonalakat vékony vonallal húzzuk ki, és mindig úgy helyezzük el őket, hogy egymást lehetőleg ne messék. A méretsegédvonalakat a méretvonalakon túl húzzuk.

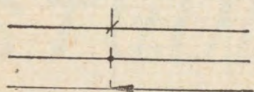
A méretvonal kezdetét és végét géprajzokon méretnyilakkal, építési rajzokon az alábbi jelölések egyike szerint, de ugyanazon a rajzon egységesen kell jelölni.

A méretnyílak hosszúsága a rajzon alkalmazott vastag vonalak vonalvastagságának 4—5-szöröse, de legalább 2 mm. A nyíl szárai kb. 15°-os szöget zárnak be. A nyilat vonallal metszeni nem szabad. Ha a metszést nem lehet elkerülni, akkor a vonalat a nyíl mellett meg kell szakítani. Ha a nyílak a méretszámot határoló vonalak között nem férnek el, akkor azokat a meghosszabbított méretvonalon kívül kell elhelyezni.

Körívek méretét a sugár bejelölésével és annak méretével adjuk meg. A sugár méretvonalát csak a körívvel érintkező végén látjuk el nyíllal. A kör középpontját méretsegédvonal-keresztezéssel jelöljük. Nézetben vagy metszetben ábrázolt körszelvényű részeket a méretszám elé helyezett Ø jellel, a négyzet- vagy négyszögszelvényűeket pedig □ jellel jelöljük.

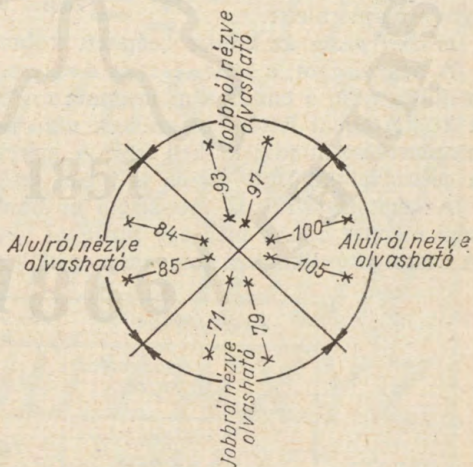
A méretszámot építési rajzokon a méretvonal megszakításába, géprajzokon a méretvonal érintése nélkül a méretvonal fölé kell írni. A méretszámokat úgy kell elhelyezni, hogy alulról vagy jobbról nézve legyenek olvashatók.

Ha több egyenlő méretet jelölünk, akkor a méretet az osztások



39. ábra

A méretszámok jó felírása



40. ábra. A méretvonalak határolása

száma $\times$ osztások mérete szorzattal tüntethetjük fel. A beosztott rész teljes hosszúságának méretét pedig külön adjuk meg.

A méretszámok magassága: 1 : 100, 1 : 200, és ennél kisebb méretarányú rajzokon 2,5 mm, 1 : 50 méretarányú rajzokon legalább 3 mm, 1 : 20 méretarányú rajzokon legalább 4 mm. Figyelni kell arra, hogy *egy rajzon a méretszámok mind egyenlő nagyságúak legyenek.*

A méretszámokat úgy kell elhelyezni, hogy azokat vonal egyáltalán ne keresztesse. Ezért kívül mindig a nagy átfogó, belül pedig a részletező méreteket adjuk meg.

A méretszámok mértékegysége géprajzokon általában a mm. Építési rajzokon mm, cm, m² és m³ is lehet. Az építési rajzokon:

mm-ben kell megadni az acélszerkezet minden méretét, a vasbeton szerkezet acélbetét rajzain az acélrúdátmérőt, az asztalos-, lakatos- és bádogos munka részletrajzain feltüntetendő méreteket.

cm-ben a falvastagságot, az 1 m-en aluli falméretet, a füstcsatorna belső méretét, a vasbeton szerkezet acélbetét rajzán az acélbetétek részletméreteit, az ácsszerkezeti részletrajzokon feltüntetendő méreteket, mégpedig a szélességet, magasságot.

1 m-ben adjuk meg (két tizedes pontossággal): a kőműves munkák méteren felüli méreteit, a vasbeton szerkezet acélbetéteinek teljes hosszúságát, a padozatszinteket, a padlóvonalaknak a null pontra vonatkozó magasságát, az ajtó- és ablaknyílás méreteit a tengelyvonalra írva. Pl. 85/2,20.

m²-ben a telek beépített, illetőleg szabadon hagyott területét, a helyiség alapterületét.

m³-ben pedig az épület beépített köbtartalmát, a helyiség légterét.

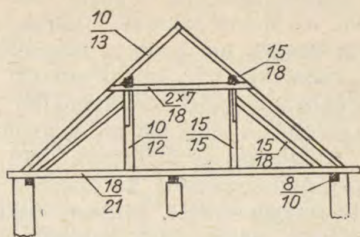
A hosszúságot, a szélességet és a magasságot feltüntető méretszámok mellől a mm, a cm és a m megnevezést el lehet hagyni, a területet és a köbtartalmat feltüntető számok után azonban a m², illetőleg a m³ megnevezést mindig ki kell írni. A méretszámokat és vonalakat még a ceruzával kihúzott rajzba is tussal kell beírni.

Az építészeti rajzok metszetein és homlokzati rajzain csak magassági méretet adunk meg egy bizonyos viszonyító síkra vonatkoztatva. A viszonyító síknak a terepen megjelölt nullpontja feletti vagy alatti

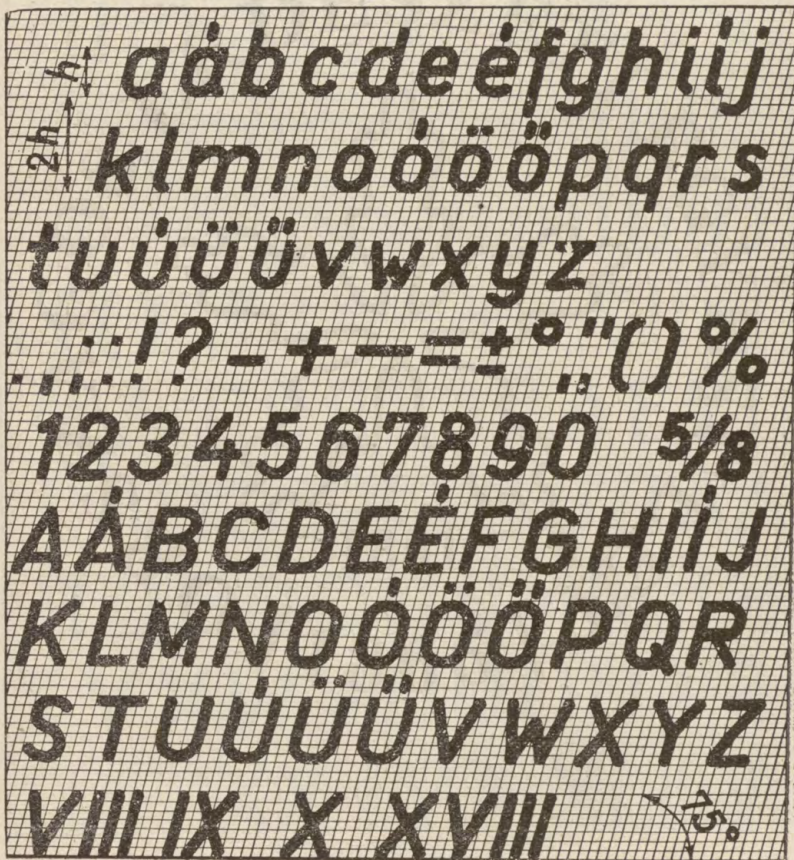
A rajz jellege		Alaprajz	Metszet
A szintjel	magasépítési rajzon	$\pm 0,00$ 	$\pm 0,00$ 
	mélyépítési rajzon	$\pm 0,00$ 	$\pm 0,00$ 

41. ábra. A szintjelek

magasságok jelölésére *szintjeleket* alkalmazunk. Ezek tárcsajelek vagy háromszög alakú jelek. Alaprajzban szintjeleket csak akkor kell feltüntetni, ha abban szintkülönbségek vannak. Metszetrajzokon a szintjelet mindig fel kell tüntetni. A szintjel mellé odaírjuk + vagy – előjellel a jelzett síknak a nullpont feletti vagy alatti magasságát méterben kifejezve.



42. ábra. Faszervezetek méretezése

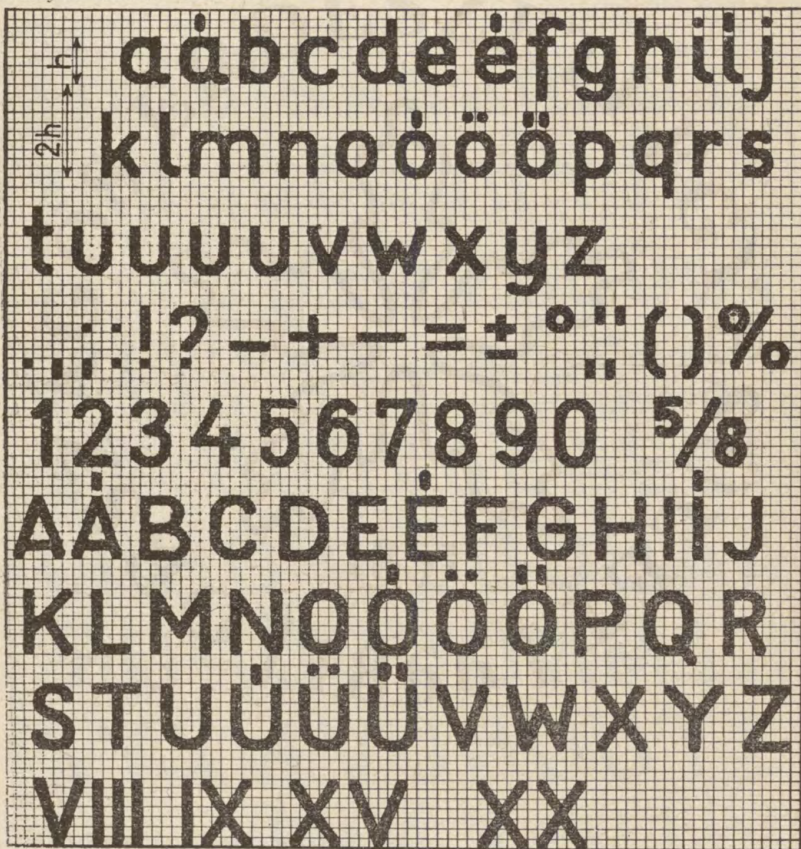


43. ábra. Dült tömbírás

Ajtók, ablakok és egyéb falnyílások méretét a tengelyvonal fölé és alá írt méretszámokkal adjuk meg. A tengelyvonal fölé a falnyílás szélességét, alá pedig a magasságát írjuk.

Faszerkezetek (mennyezetek, tetőszerkezetek) elemeinek méreteit szögben megtört méretvonallal jelöljük, melynek vízszintes szára fölé a gerenda kisebb, alá pedig a nagyobb méretét írjuk, mindkettőt cm-ben.

A kihúzás és méretezés után következik a rajzok felírása. Fel kell írni mindenekelőtt az ábrázolt létesítmény vagy alkatrész, gépelem stb. megnevezését. Minden esetben fel kell írni a *méretarányt*. Az általános méretarányt nagyobb, a részletrajzok esetleg eltérő méretarányát kisebb számokkal.



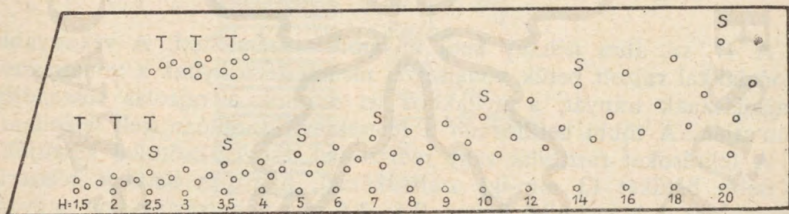
44. ábra. Álló tömbírás

Minden műszaki rajzon van egy főfelirat, amely tartalmazza a tervező nevét, lakását, telefonszámát, az építkezés vagy munkadarab pontos megjelölését, a rajz méretarányát stb.

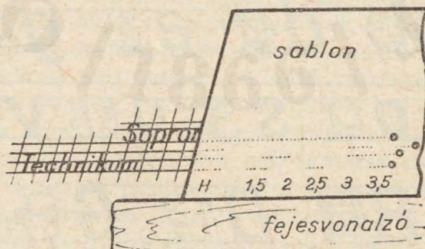
Ha egy lapon több rajzot helyezünk el, akkor mindegyikhez oda kell írni, hogy mit ábrázol (metszet, alaprajz, homlokzat vagy nézet). Fel kell írni ezenkívül a méretszámokat, építési rajzokon az alaprajzba a helyiségek rendeltetését, esetleg a padló megnevezését is. Fel kell írni általában a metszősíkokat és metszeteket jelölő betűket.

A felírásra fordítsunk igen nagy gondot. Az össze-vissza betűkből álló felírás az egész rajzot elrontja. Műszaki rajzokon az MNOSZ 5. által szabványosított tömbírást kell alkalmazni. Gép- és vasszerkezeti rajzokon minden esetben a dült, építészeti és egyéb műszaki rajzokon az álló tömbírást is lehet alkalmazni. A térképrajzban az állami földmérés előírása szerint kell a felírásokat elkészíteni.

A dült tömbírás álló vonalainak dőlése 75° . Célszerű a dőlésirányt és a betűnagyságot elővonalazni, mert különben a felírás nem lesz egyenletes. Erre az elővonalazásra 0,5—0,8 mm vastag celluloid lemezből nagyon könnyen sablont készíthetünk, ezzel a munkát meggyorsíthatjuk. A sablonon átszúrással megjelöljük a különböző betűmagasságokat, a hozzájuk tartozó sortávolságokkal együtt. A sablon egyik oldalát (a jobboldalát) a vezetőélre merőlegesen, a másikat 75° -os szö-



45. abra. Betűvonalzó sablon



46. abra. Az írásablon használata

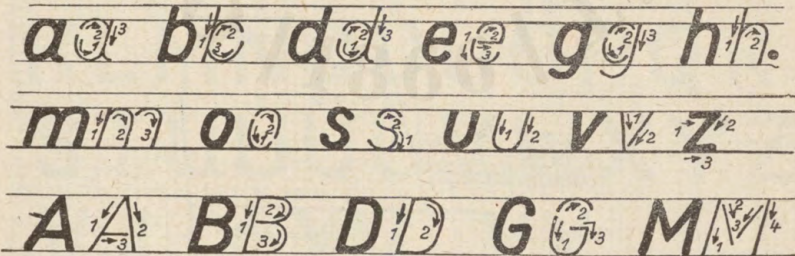
get bezáróan vágjuk le. Ennek segítségével akár a dűlt, akár az álló tömbírás dőlési irányának elővonalazása, hasonlóképpen a betűmagasság és sortávolság elővonalazása gyorsan és pontosan történhetik. Az elővonalazást hegyes, kemény (2H, 3H) ceruzával végezzük.

A betűnagyságot a rajz, illetőleg az ábra nagyságának megfelelően válasszuk meg. Műszaki rajzokon a legkisebb kisbetű általában 2,5 mm magas, de térképrajzban ennél kisebb betűket is alkalmazunk. A feliratokat nagyobb betűvel készítjük. Az alkalmazandó betűméreteket és az egyes betűméretek közötti összefüggéseket az alábbi táblázat mutatja:

A nagyság jele	0	1	2	3	4	5	6
Kisbetű magassága: h	1,75	2,5	3,5	5	7	10	14
Nagybetű magassága 7/5 h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Sortávolság 2 h	3,5	5	7	10	14	20	28
Vonalvastagság 1/5 h	0,3	0,5	0,75	1	1,5	2	3

A 47. sz. ábra néhány betű írásmódját szemlélteti. A vékonyabb vonalakkal rajzolt betűk vonalrészei mellett levő nyilak a vonalrészek rajzolásának irányát, a nyilakhoz írt számok a rajzolás sorrendjét mutatják. A többi betűformát a fentiekhez hasonlóan kell felépíteni.

A felírásokat rajztollal vagy rédisztollal, esetleg csőtollal készítjük. Kisebb betűket (3 mm-ig) szabadkézzel, nagyobb betűket célszerű íróablonnal és csőtollal felírni. 0,5—1,5 mm vonalvastagságig nagyon jól használhatjuk a rédisztollakat. Ha rédisztollal írunk, nagyon ügyel-



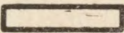
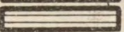
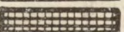
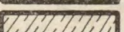
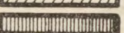
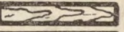
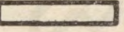
47. ábra. Szabványos betűk írása

jünk a toll helyes tartására. A vonalakat csak felülről lefelé húzzuk, keresztirányban lehetőleg ne, alulról felfelé pedig semmiesetre se rajzoljunk rédisztollal, mert a hegye tönkremegy.

A tollat is — ugyanúgy, mint a tuskihúzót — próbapapíron próbáljuk ki. Használat után és közben is, lehetőleg minden újratöltés előtt tisztítsuk meg a tollat, mert az egyenletes írást csak így biztosíthatjuk.

A műszaki rajzokat néha *festéssel* színezzük. A festés leginkább az építészeti rajzban jelentős, ahol a kiviteli terveken az építőanyagokat gyakran színezéssel jelölik. Az építőanyagok jelzése rajzos módon is megoldható. Bár a festés áttekinthetőbbé teszi a rajzot, mégis — mivel elkészítése hosszadalmas, sok munkát igényel, és sokszorosítani sem lehet — nemigen alkalmazzák. Az anyagoknak gyakoribb rajzjelzéseit a következő felsorolás adja:

Megnevezés

	<i>Bontás</i>
	<i>Régi fal</i>
	<i>Új fal</i>
	<i>Tégla fal P.C. habarcs</i>
	<i>Rabitzfal</i>
	<i>Vasbeton</i>
	<i>Beton</i>
	<i>Műkö</i>
	<i>Feltöltés</i>
	<i>Termett talaj</i>
	<i>Fa</i>
	<i>Vas</i>

48. ábra. Anyagok rajzjelzései

A festés a rajz elkészítésének legutolsó munkaszakasza. Ha a tusmunkával már végeztünk, a rajzlapot tisztítsuk meg. A zsíros, piszkos rajzlapon a festés foltos lesz, ezért soha ne mulasszuk el festés előtt a rajzot puha radírral megtisztítani. A felső zsírréteget esetleg benzinen áztatott tiszta ruhával finoman töröljük le. Ajánlatos a megtisztított rajzlapon a színezendő felületet festés előtt tiszta vízzel átkenni, és csak azután ráfesteni. A festést a már tanultak szerint végezzük.

A festés után a rajzlap pontos méretre vágása következik. A kivágást sohase a rajztáblán, és ne a használatban levő vonalzó mellett, hanem erre a célra szolgáló alátéteken, esetleg keménypapíron, acélvonalzó mellett végezzük.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.



1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

1851. évi 4. sz. törvény a Magyar Királyságban és a Magyarországhoz tartozó más országokban élő magyar állampolgárok számára a földművelésügyi és erdészeti ügyekről.

EGYSZERŰ SÍKMERTANI SZERKESZTÉSEK

A műszaki rajz a létesítményeket a rajzlap síkjában ábrázolja vetületeik, metszeteik által úgy, hogy azokat alkotóelemeikre: egyenes és görbe vonalakra bontja. A következőkben ezekkel az alkotóelemekkel kapcsolatos szerkesztéseket tárgyaljuk.

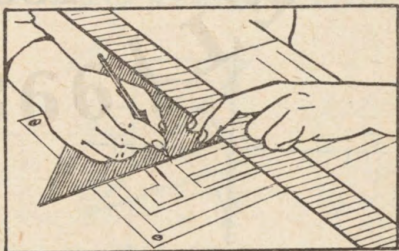
1. Egyenesekkel kapcsolatos szerkesztések

A műszaki rajzban leggyakrabban különböző helyzetű egyenesekkel találkozunk. Ha pl. egy épület vázlattervét akarjuk elkészíteni, akkor a falakat egyenesek, mégpedig egymással párhuzamos és egymásra merőleges egyenesekkel jelöljük. A földélszék szintén egyenes vonalakkal határolt gerendákból épül fel, amelyek azonban a falak irányával bizonyos szöget zárnak be. Így az egyenes vonalakkal kapcsolatban sokféle szerkesztési feladat fordulhat elő. A leggyakoribbakkal a következőkben foglalkozunk:

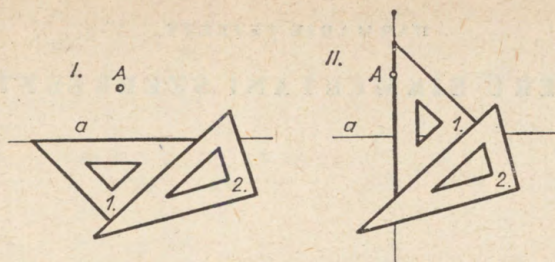
Merőleges egyenesek. *Adott „a” egyenes és A pont: szerkesszünk A ponton áthaladó, „a”-ra merőleges egyenest.*

Ha az alapvonal (a) egybeesik a fejesvonalzó rajzolóélével, akkor úgy szerkesztünk, hogy valamivel az „a” egyenes alatt levő fejesvonalzóra ráhelyezzük az egyik háromszögű vonalzókat, és ezt a fejesvonalzó mellett A pontig elcsúsztatva, megrajzolhatjuk a merőlegest.

Ha az „a” egyenes általános helyzetű, akkor két háromszögű vonalzóval a következő módon szerkesztünk: a 45° -os háromszöget átfogójával az adott egye-

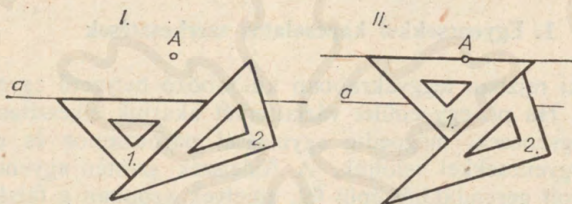


49. ábra. Merőleges egyenes szerkesztése fejesvonalzó segítségével



50. ábra. Merőleges egyenes szerkesztése háromszögű vonalzókkal

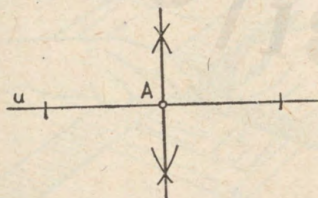
nesre fektetjük. Emellé tesszük a 30°-os háromszöget az 50. ábrán vázolt módon. Ha most az 1. háromszöget 90°-kal elfordítva azzal a befogójával fektetjük a 2. háromszögre, amely az I. helyzetben szabad volt, és így a leszorított 2. háromszög mentén elcsúsztatjuk az A pontig, akkor azon át az 1. háromszög átfogója mentén rajzolt egyenes merőleges lesz az „a” egyenesre.



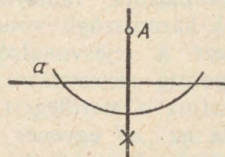
51. ábra. Merőleges egyenes szerkesztése háromszögű vonalzókkal

Ugyanezt a szerkesztést elvégezhetjük az 51. sz. ábrán vázolt módon is. A szerkesztés menetét nem befolyásolja, hogy az A pont az „a” egyenesen kívül van, vagy azon rajta fekszik.

A szerkesztést egy háromszög és körző segítségével is elvégezhetjük: Az adott („a” egyenesen kívül fekvő) pontból körívet rajzolunk úgy,



52. ábra. Merőleges egyenes szerkesztése körzővel és vonalzóval



53. ábra. Merőleges egyenes szerkesztése körzővel és vonalzóval

hogy az egyenest két helyen messe. A két metszéspont mindegyikéből tetszés szerinti sugárral egymást metsző köríveket rajzolunk. Az adott ponton és a két körív metszéspontján át rajzolt egyenes merőleges az „a” egyenesre.

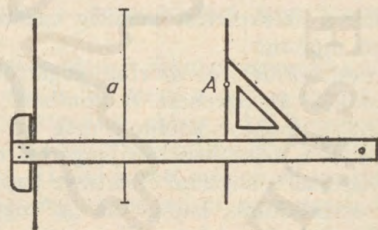
Ha az A pont az adott „a” egyenesen van, akkor a körzöt először az A pontba szúrjuk be, majd jobbra-balra egyenlő távolságot jelölünk meg. A továbbiakban a szerkesztés menete ugyanaz, mint az előző esetben.

Párhuzamos egyenesek. Adott „a” egyenes és A pont, szerkesszünk A-n átmenő „a”-val párhuzamos egyenest.

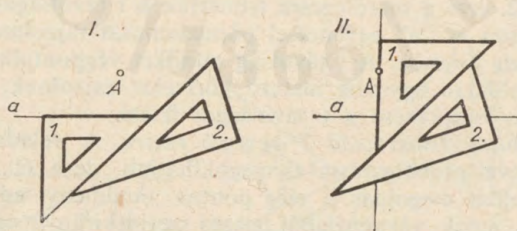
Ha ellenőrzött és pontos rajztáblánk és fejesvonalzónk van, és az alapvonal (az adott egyenes) egybeesik a fejesvonalzó rajzolóélének irányával, akkor a szerkesztést úgy végezzük, hogy a fejesvonalzót eltoljuk az adott pontig, és azon át egyenest húzunk. Ez az egyenes az alapvonallal párhuzamos lesz.

Ha az alapvonal a fejesvonalzó élére merőleges, akkor a bal kezünkkel leszorított fejesvonalzóra egyik befogójával ráfektetett háromszöget a fejesvonalzó mentén elcsúsztatjuk az A pontig. Ezen át megrajzolhatjuk a ponton átmenő és az adott egyenessel párhuzamos egyenest.

Ha az alapvonal általános helyzetű, tehát nem esik egybe a fejesvonalzó rajzolóélének irányával, és arra nem is merőleges, akkor háromszögű vonalzókkal végezzük a szerkesztést. Az 1-es háromszög egyik élét ráfektetjük az adott „a” egyenesre, majd az 55/I. ábra szerint melléfectetjük a 2. háromszöget. Az 1. háromszöget a leszorított 2. mentén elcsúsztatjuk mindaddig, amíg az az éle, amelyik az I. hely-



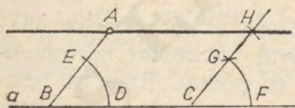
54. ábra. Párhuzamos egyenes szerkesztése fejesvonalzóval



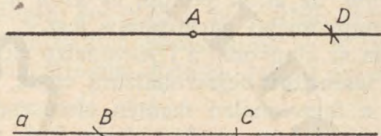
55. ábra. Párhuzamos egyenes szerkesztése háromszögű vonalzókkal

zetben az „a” egyenes mellett volt, az A ponton megy keresztül. Az A ponton át az 1. háromszög átfogója mentén rajzolt egyenes párhuzamos lesz az adott „a” egyenessel.

A szerkesztést egy háromszög és körző segítségével is elvégezhetjük. Az adott A pontból tetszőleges irányú, „a”-t metsző egyenest rajzolunk. Kapjuk a B pontot. B pontból és az attól tetszés szerinti távolságban felvett C pontból tetszőleges sugárral körívet rajzolunk. A körzőt beszúrjuk a D pontba és E-nél elmetsszük az AB egyenest. Majd beszúrjuk a körzőt az F pontba, és ezzel a nyílással elmetsszük a C pontból rajzolt körívet G pontban. A C és G pontokat összekötő egyenesre felmérjük az AB távolságot, és az így kapott pontot (H) A ponttal összekötő egyenes párhuzamos lesz „a” egyenessel.



56. ábra. Párhuzamos egyenes szerkesztése körzővel és vonalzóval



57. ábra. Párhuzamos egyenes szerkesztése körzővel és vonalzókkal

Ezt a szerkesztést némileg egyszerűbben is elvégezhetjük a következő módon:

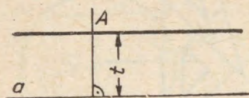
A pontból tetszés szerinti sugárral a-t metsző körívet rajzolunk és metsszük az egyenest B pontban. B pontból ugyanezzel a sugárral újabb C pontot jelölünk meg az egyenesen. Majd továbbmenve C pontból a körzőben levő sugárral rajzolt ívet a kiindulási A pontból ugyanezzel a sugárral elmetssze kapjuk a D pontot, melyet ha A ponttal összekötünk, kapjuk az „a” egyenessel párhuzamos egyenest.

Távolságok. Adott „a” egyenes és t távolság. Szerkesszünk az „a” egyenestől t távolságban levő egyenest. A feladatot három részre bontva oldjuk meg: 1. Az adott egyenesre tetszőleges ponton át merőlegest szerkesztünk, 2. erre a merőlegesre felmérjük a t távolságot, 3. az így kapott A ponton át „a” egyenessel párhuzamosat rajzolunk.

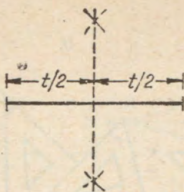
Adott távolság felezése. A t távolság mindkét végpontjából az egyenes mindkét oldalán egymást metsző köríveket rajzolunk. Ezek metszéspontjainak összekötése a t távolságot felezi.

Adott t távolság felosztandó 7 egyenlő részre. A feladatot osztókörző segítségével próbálgatással is megoldhatjuk, de a 60. ábrán bemutatott megoldás megoldás is elég pontos eredményt ad:

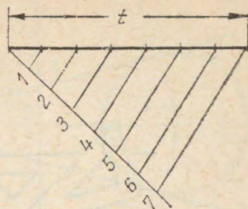
Az egyenes egyik végpontjából tetszés szerinti irányú egyenest rajzolunk. Erre tetszés szerinti hosszúságot felmérünk 7-szer egymásután. A 7. pontot összekötjük az alapvonal másik végpontjával. Az



58. ábra
Adott egyenestől t távolságban haladó egyenes szerkesztése



59. ábra
A távolság felezése



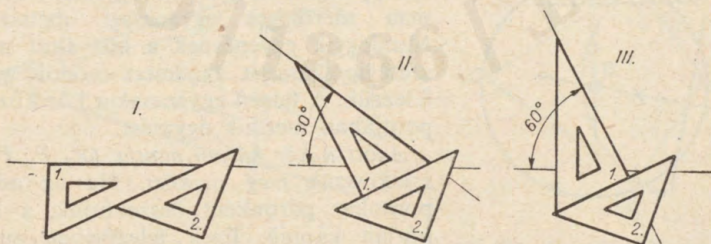
60. ábra
Adott távolság felosztása 7 egyenlő részre

összekötő egyenessel párhuzamosakat húzunk a ferde egyenes minden osztáspontjából. E párhuzamosoknak a felosztandó távolsággal való metszéspontjai egymástól egyenlő távolságra vannak, és az adott t távolságot 7 egyenlő részre osztják. Azonos eljárással osztható fel bármely egyenes tetszés szerinti számú, pl. 5 egyenlő részre.

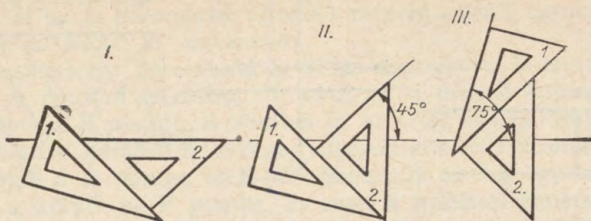
Egymással tetszőleges szöget bezáró egyenesek. A geometriában tanult szögmásolási és szögfelezési feladattal, valamint a körzővel és vonalzóval történő 30° , 60° , 45° és 75° -os szögek szerkesztési eljárásaival itt nem foglalkozunk. Csupán a geometriában nem tárgyalt szerkesztéseket vesszük.

30° , 60° , 45° és 75° -os szögek szerkesztése. A feladat megoldása történhetik háromszögű vonalzókkal. Ha a 30° vagy a 60° -os szöget az adott pont (A) baloldalán kell szerkesztenünk, akkor a két háromszöget a 61. ábrán I-gyel jelölt módon az adott egyenes mellé fektetjük. Ha ezután az I. háromszöget II. és a III-mal jelzett módon elforgatjuk, akkor az adott ponton át megrajzolhatjuk az adott egyenessel 30° vagy 60° -ot bezáró egyenest.

45° és 75° -os szög szerkesztésekor a két háromszöget a 62. ábrán I-el jelölt módon tesszük az adott egyenes mellé. Ha ezután a 2. há-



61. ábra. 30° és 60° szerkesztése háromszögű vonalzókkal



62. ábra. 45° és 75° szerkesztése háromszögű vonalzókkal

romszöget a II-vel jelölt módon elforgatjuk, akkor ennek szabad befogója mentén a ponton át 45° -os szöget rajzolhatunk, majd ha a 2. háromszöget a III-mal jelölt módon az így elforgatott 1. háromszög mellé helyezzük, akkor ennek hosszabb befogója mentén az adott egyenessel 75° -os szöget bezáró egyenest rajzolhatunk. (A 75° -os szög szerkesztésére nagyon gyakran van szükségünk a dült tömbírásnál.)

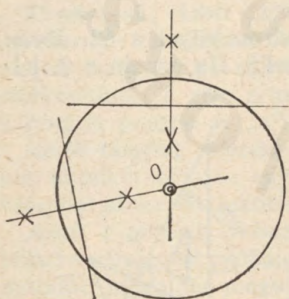
2. Síkidomokkal kapcsolatos szerkesztések

A legegyszerűbb szerkesztések a három- és négyszögekkel kapcsolatosak. Valamennyi ismert már a geometriából. Az egybevágóság keretén belül határoztuk meg egy-egy síkidom szerkesztéséhez *elegendő adatok* számát. Ne feledjük, hogy hány adat szükséges pl. egy háromszög, vagy egy négyszög szerkesztéséhez.

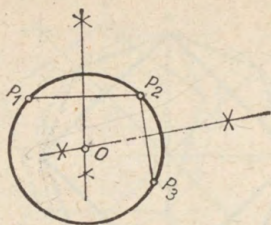
Kör. A körrel kapcsolatos szerkesztések leggyakrabban a géprajzban, de az építészeti rajzban is elég gyakran előfordulnak. Pl. szögletesfejú csavarok, szögletes tornyok stb. szerkesztésekor.

Adott a körív; szerkesszük meg ennek középpontját. A kört két egymásra majdnem merőleges egyenessel metsszük. Mindegyik egyenesnek a kör által metsett hosszúságát az ismert módon megfelezzük. A felező egyenesek a kör középpontjában metszik egymást.

Adott a kör három pontja (P_1, P_2, P_3); szerkesszük meg a kört. Ha az adott pontokat páronként összekötjük, a kör húrjait kapjuk. Ezek felezőjében emelt merőlegesek egymást a kör középpontjában metszik.

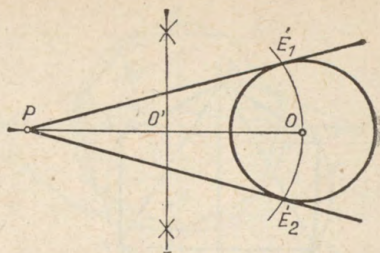


63. ábra
Kör középpontjának meghatározása



64. ábra

Kör középpontjának meghatározása a kör 3 pontjából



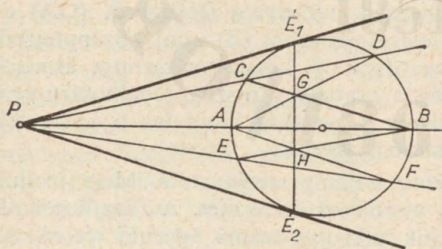
65. ábra

Érintők szerkesztése Thales körrel

Adott a kör középpontja, sugara és egy a körön kívül fekvő P pont; szerkesszük meg a kö:nek P ponton átmenő érintőit. A feladatot két módon oldhatjuk meg. Az egyik megoldás a következő: a kör középpontja és a P pont mint átmérő fölé az adott kört metsző körívet rajzolunk. OP távolság felezéspontja adja a kör középpontját. Ez a körív az adott körből kimetszi az érintési pontokat, melyeket P -vel összekötve az érintőket kapjuk.

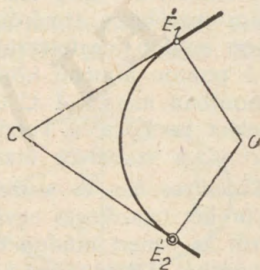
A feladat másik megoldása szelők segítségével a következőképpen történik: P pontból az adott körhöz egy átmérőt és két szelőt rajzolunk. Az átmérőnek és a szelőknek ellentétes végpontjait összekötjük egymással: B -t C -vel, A -t D -vel stb. Az így nyert húrok metszéspontjainak (G és H) összekötése a kört az érintési pontokban metszi.

Adott a kör két érintője és az egyik érintési pont: szerkesszük meg a másik érintési pontot és a kört. Az adott érintési pont ($\hat{E}_1$) távolságát az érintők metszéspontjától (C) a másik érintőre felmérve kapjuk a másik érintési pontot ($\hat{E}_2$). Az érintési pontokban az érintőkre emelt merőlegesek egymást a kör középpontjában metszik.

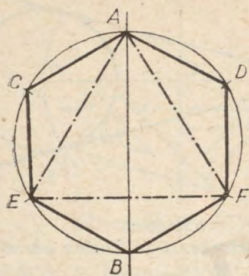


66. ábra

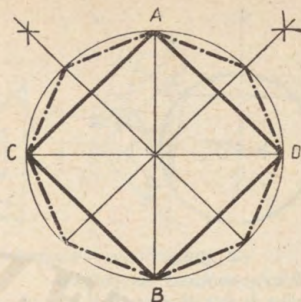
Érintők szerkesztése szelőkkel



67. ábra. Érintőkhöz tartozó körív szerkesztése



68. ábra. Szabályos három- és hatszög szerkesztése



69. ábra. Szabályos négy- és nyolcszög szerkesztése

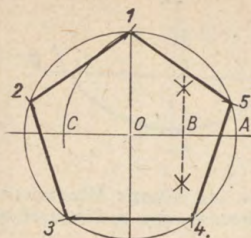
Szabályos sokszögek. Adott a kör, szerkesszünk szabályos három-, négy-, nyolc-, öt- és tetszés szerinti sokszöget.

Szabályos három- és hatszög szerkesztése. Megrajzoljuk a kör AB átmérőjét. Az A, illetve B pontból a kör sugarának megfelelő körző távolsággal köríveket rajzolunk, melyek az adott kört E és F, illetve C és D pontokban metszik. E pontok a körbe írható szabályos hatszög csúcsai. Ha csak minden második metszéspontot kötünk össze, akkor a körbe írható szabályos egyenlő oldalú háromszöget kapjuk.

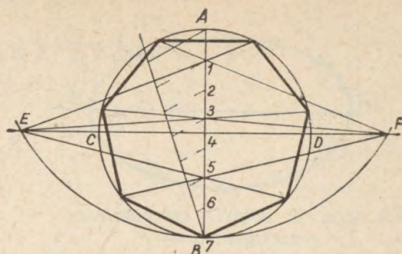
Szabályos négy- és nyolcszöget úgy szerkesztünk, hogy meghúzzuk az AB átmérőt és megszerkesztjük az erre merőleges CD átmérőt. Az átmérők metszéspontjai a körrel adják a körbe írható négyzet csúcsait. Ha a négyzet oldalait az ismert módon megfelezzük, és a felezési pontokat a kör középpontjával összekötjük, az egyenesek a kört a szabályos nyolcszög pontjaiban metszik.

A szabályos ötszög szerkesztésekor megrajzoljuk a körnek két egymásra merőleges átmérőjét. Az egyik vízszintes félátmérőt (OA) az ismert módon megfelezzük. A felezési pontból (B) mint középpontból az 1 ponton átmenő körívet rajzolunk. E körív a vízszintes átmérőt C pontban metszi. 1 C távolság a szabályos ötszög oldalhosszúsága, amelyet ha körzőbe veszünk, és az 1 pontból kiindulva a körre felmérünk, a szabályos ötszög csúcsait kapjuk.

Szabályos hét- és tetszés szerinti sokszög szerkesztése. Megrajzoljuk a kör két tetszőleges egymásra merőleges átmérőjét. A függőleges átmérőt az ismert módon beosztjuk a kívánt számú egyenlő részre. Az A pontból AB sugárral körívet rajzolunk és elmetsszük vele a CD átmérőt. A kapott metszéspontokat (E és F) összekötjük az AB átmérő 2,4,6 osztáspontjaival, a körívet a szabályos sokszög pontjaiban metszi.



70. ábra. Szabályos ötszög szerkesztése



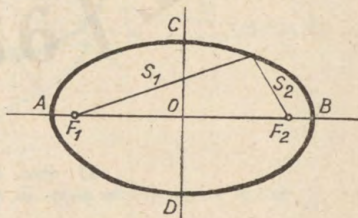
71. ábra
Szabályos hétszög szerkesztése

Ellipszis. Az ellipszis olyan önmagába visszatérő görbe vonal, amelynek minden pontja két adott ponttól — a fókuszoktól — állandó összegű távolságra van. A pontok távolságát az adott pontoktól vezérsugaraknak (S_1 , S_2), a két adott pontot az ellipszis gyújtópontjainak, fókuszának (F_1 , F_2) nevezzük.

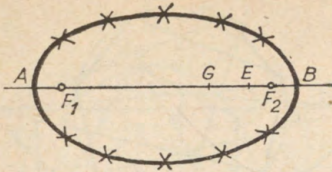
Az ellipszist a fenti alaptétel segítségével a következőképpen szerkesztjük: Szúrjunk egy papírlapba két gombostűt. A két gombostű az ellipszis két gyújtópontja. Kössünk a tűkre egy fonalat úgy, hogy az nyugalmi helyzetében meglehetősen laza legyen. A fonal hosszúsága egyenlő a két vezérsugár hosszúságának összegével. Ha most ceruzánk hegyével megfeszítjük a fonalat, és a ceruzát úgy vezetjük a papírlapon, hogy az a fonalat mindig feszesen tartsa, akkor ceruzánk hegye ellipszist ír le.

Az ellipszisnek két szimmetria tengelye van. Két olyan egyenese, amely mentén elmozdítva két teljesen egyenlő félellipszist nyerünk. A hosszabbikát az ellipszis nagytengetyének (AB), a rövidebbet kistengelynek (CD) nevezzük. Metszéspontjuk (O) az ellipszis középpontja.

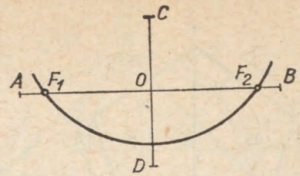
A fenti elv alapján körzővel és vonalzóval is pontosan megszerkeszthetjük az ellipszist. Adott az ellipszis nagytengetye és fókuszai. Szerkesztjük meg az ellipszist. Az AB távolságot felezve, megkapjuk az ellipszis középpontját. A fél nagytengetyének megfelelő távolsággal F_1 és F_2 pontból a tengely mindkét oldalára egymást metsző köríveket rajzolunk. Az ívek metszéspontja az ellipszis egy-egy pontját, mégpedig a kistengely végpontjait adja. Ezután a nagytengetyen tetszés



72. ábra. Az ellipszis



73. ábra. Az ellipszis szerkesztése vezérsugarakkal

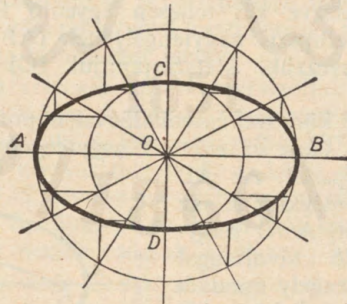


74. ábra. Az ellipszis fókuszainak meghatározása nagy- és kistengellyel

szerinti E és G stb. pontokat veszünk fel. Az AE távolsággal mindkét gyújtópontból a tengely mindkét oldalára köríveket rajzolunk, melyeket a BE távolsággal rajzolt körívekkel metszünk, így további pontait kapjuk az ellipszisnek.

Ha a nagy- és kistengely adott, akkor a szerkesztést ugyanilyen eljárással végezhetjük, csak előbb a fókuszok helyét kell az alábbi módon meghatároznunk: C pontból OA távolsággal körívet rajzolunk, a körív a nagytengetyelt F_1 és F_2 fókuszpontokban metszi. Továbbiakban a szerkesztés ugyanaz, mint az előbbi.

A nagy- és kistengely ismeretében a szerkesztést a következő módon is elvégezhetjük: O pontból a fél nagytengetellyel és a fél kistengellyel, mint sugárral körívet rajzolunk. O pontból tetszés szerinti irányú átmérőket húzunk. Az átmérők és a kisebb kör metszéspontjából a nagytengetellyel, az átmérők és a nagyobb kör metszéspontjából a kistengellyel rajzolunk párhuzamost. A két párhuzamos metszéspontja az ellipszis egy-egy pontját adja.



75. ábra. Ellipszis szerkesztése a nagy- és kistengely segítségével

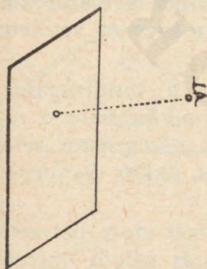
A MŰSZAKI RAJZ ELMÉLETE

Az előző fejezetekben elsajátítottuk a rajzolás technikáját és a síkbeli szerkesztés alapelemeit. Ebben a fejezetben az ismeretek gyakorlati alkalmazásával foglalkozunk.

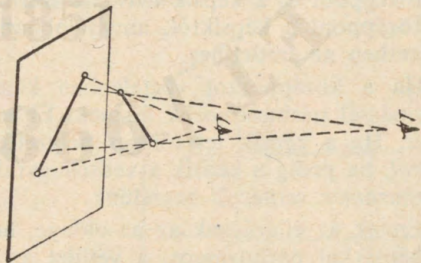
A műszaki rajz célja a testnek, a műszaki létesítménynek egyértelmű és a valóságnak megfelelő ábrázolása. Az ábrázolás tárgyai a térben vannak. Térbeli, tehát háromirányú kiterjedésűek. Ezeket kell a rajzlap síkjában, két kiterjedésben lerajzolni. Ez a testek vetületeinek, nézeteinek és metszeteinek megrajzolása vetítés segítségével. A következőkben tehát mindenekelőtt a vetítéssel ismerkedünk meg, majd a vetületek, nézetek és metszetek szerkesztésével.

1. A vetítés

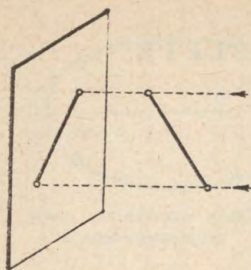
Egy képsík. Képzeljünk el egy, a mennyezetről lelógó — szinte láthatatlan — vékony szálon felfüggesztett golyócskát, amely egy térbeli pontot képvisel. Ha fél szemünket behúnyva, ezen a golyócskán keresztül mereven a táblára nézünk, a táblán megrajzolhatunk egy



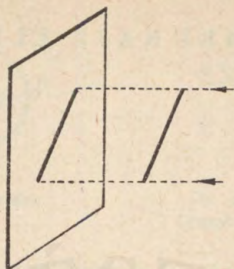
76. ábra
Térbeli pont vetítése
a képsíkra



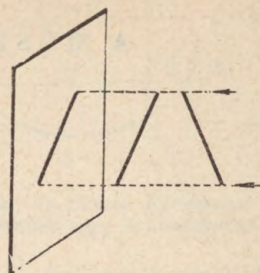
77. ábra. Közepontos vetítés



78. ábra
Merőleges párhuzamos
vetítés



79. ábra
Képsíkkal párhuzamos
egyenes vetülete



80. ábra
Fedőegyenések vetülete
egy képsíkon

olyan pontot, amelyet a térbeli pont (a golyócska) éppen elfed. A táblán rajzolt pontot a térbeli pont *vetületének*, a tábla síkját *képsíknak*, azt az egyenest pedig, amely a szemünket a térbeli ponton keresztül annak vetületével összeköti, *vetítősugárnak* nevezzük.

Függeszszünk fel most egy másik golyócskát is úgy, hogy az a táblától kissé távolabb és az előbbinél kissé lejjebb legyen. Ennek a golyócskának is megrajzolhatjuk a vetületét. Ha a két térbeli pontot (golyócskákat) egy pálcával összekötjük, térbeli egyenest kapunk. Ha viszont az egyenes két végpontjának vetületét a képsíkon összekötjük egymással, kapjuk a térbeli egyenes vetületét, amely — mint látjuk — szintén egyenes.

A vetítésnek ezt a módját, amelynél a vetítősugarak mind egy pontból, a szemünkből indulnak ki, *középpontos vetítésnek* nevezzük. Ennek a vetítési módnak az a hátránya, hogy a térbeli alakzat képe, a vetület erősen torzított, tehát nem mérhető. A vetület alakja és mérete a középpont és a képsík helyzete szerint változik. Minél távolabb van a középpont a képsíktól, annál jobban közeledik az egyenes vetülete méretben az eredetihez.

Ha a középpontot végtelenben képzeljük, akkor a vetítősugarak egymással párhuzamosak lesznek. Ebben az esetben *párhuzamos a vetítés*. Ha a képsík tetszőleges helyzetű, akkor *ferde párhuzamos vetítésről*, ha pedig a képsík a vetítősugarakra merőleges, akkor *merőleges párhuzamos vetítésről* beszélünk.

Ennek az eljárásnak az az előnye, hogy ha a térbeli idom helyzete a képsíkkal párhuzamos, a vetület az idomot torzítás nélkül, méretűen ábrázolja.

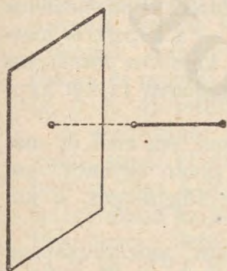
Hogy ez valóban így van, arról egyszerűen meggyőződhetünk: az előbbi két golyócskát úgy függesztük fel, hogy mindegyik felfüggesz-

tési pont a tábla síkjától egyenlő távolságra legyen. Ebben az esetben a térbeli egyenes párhuzamos lesz a képsíkkal, mert minden pontja attól egyenlő távolságban lesz. Rajzoljuk meg így a két pont és az egyenes vetületét. Hozzuk most a táblát előbbre mindaddig, amíg az egyenes felfüggesztési síkjával egybe nem esik. Ekkor látjuk, hogy a térbeli egyenes fedi saját képét, amelyet a vele párhuzamos helyzetű képsíkon rajzoltunk. Ebből meghatározhatjuk a vetítés első alaptörvényét: *a képsíkkal párhuzamos egyenes vetülete vele egybevágó, azonos helyzetű egyenes.*

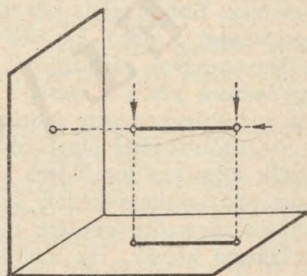
Képzeljünk el most egy másik egyenest, amely az előbbtől kissé távolabb, de mindkét végpontja az előbbivel azonos magasságban van. Ha ennek az egyenesnek megrajzoljuk a vetületét, azt tapasztaljuk, hogy az az előbbivel egybeesik. Az ilyen egyeneseket, — amelyek a képsíkra merőleges síkban fekszenek — fedőegyeneseknek nevezzük. Kimondhatjuk tehát a második szabályt: *a képsíkra merőleges síkban fekvő, fedőegyenesek képei egybeesnek, fedik egymást.*

Képzeljünk el egy, a képsíkra merőleges egyenest. Mivel a vetítésugarak a képsíkra merőlegesek, az egyenesen keresztül csak egy vetítésugarat képzelhetünk, amely a képsíkot egy pontban metszi. Ez a pont a merőleges egyenes vetülete a képsíkon. A harmadik szabály tehát: *a képsíkra merőleges egyenes vetülete pont.*

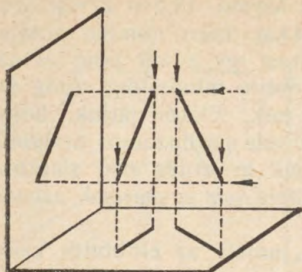
Látjuk, hogy a fedőegyenesekre és merőleges egyenesekre vonatkozóan egy képsík nem ad elegendő felvilágosítást. Egy képsík esetén a térbeli pont és a képsíkra merőleges egyenes vetülete egyaránt pont. Egy képből tehát nem tudunk különbséget tenni a térbeli pont és a képsíkra merőleges egyenes között. Ugyanez a helyzet a fedőegyenesek esetében is: a képsíkra merőleges síkban fekvő valamennyi egyenes a képsíkra vetítve egyetlen egyenesnek látszik. Világos, hogy ebből az egy képből nem lehet megállapítani, hogy a merőleges síkban levő végtelen sok egyenes közül, melyikről van szó.



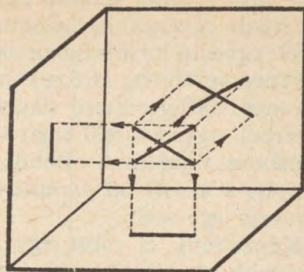
81. ábra
Merőleges egyenes
vetülete egy képsíkon



82. ábra
Merőleges egyenes
vetülete két képsíkon



83. ábra
Fedőegyenesek vetülete
két képsíkon



84. ábra
Oldalnézet síkjában fekvő egyenesek

Két képsík. Vegyünk fel egy másik, az elsőre merőleges képsíkot. (Toljuk az asztalt egészen közel a táblához, legyen ez a második képsík.) Vetítsük erre az előbbi merőleges egyenesünket, de most felülről nézve. Ez a képsík már párhuzamos az egyenessel. Ezért a vetítés első szabálya alapján a képsíkon az egyenes képe valódi nagyságban jelentkezik.

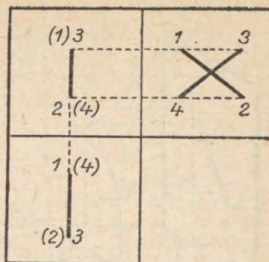
Toljuk el most a második képsíkkunkat az előző két (fedő) egyenesünkhöz. Ezeknek egyik végpontja magasabban, a másik alacsonyabban van. Ezért az egyenesek az asztal síkjával nem párhuzamosak (tehát vetületük az asztal síkján nem jelentkezik valódi nagyságban), de nem is fedik egymást. Vetületeik különállóan, térbeli távolságuk vízszintes vetületének megfelelő távolságban jelentkeznek.

Az előbbi két egyenes közül az első a tábla síkjával párhuzamosan függesztettük fel. Végpontjai tehát a táblától egyenlő távolságban vannak. Ennek az egyenesnek az asztal síkján (a második képsíkon) levő képe vízszintes, a két képsík metszőegyeneseivel párhuzamos egyenes lesz. Ebből tehát következik, hogy az egyik képsíkkal párhuzamos egyenesnek a másik képsíkon levő vetülete vízszintes — a képsíkok metszőegyeneseivel párhuzamos — egyenes. Az egyik képsíkra merőleges egyenesnek pedig a másik képsíkon levő vetülete függőleges (a két képsík metszőegyeneseire merőleges) egyenes.

Az utóbbi tétel megfordítva nem feltétlenül helyes. Az első és második képsíkra merőleges síkban ui. végtelen sok olyan egyenes van, amelyek mindegyikének az első és második képe függőleges, a két képsík metszőegyeneseire merőleges egyenes.

Három képsík. Ha azonban azt a merőleges síkot, amelyben ezek az egyenesek elhelyezkednek, harmadik képsíknak vesszük, akkor ezen valódi nagyságban és helyzetüknek megfelelően látszanak. Tehát képeik által helyzetük és nagyságuk egyértelműen meghatározott.

A műszaki rajzban a testeket az eddig tárgyalt képsíkok, illetőleg ezeken rajzolt vetületek segítségével ábrázolhatjuk. Az első képsíkot (a tábla síkját), mivel rá előlről nézve vetítünk, az *előlnézet síkjának*, a rárajzolt vetületet *előlnézetnek*, a második képsíkot (az asztal síkját) a *felülnézet síkjának*, a vetületet *felülnézetnek*, a harmadik képsíkot az *oldalnézet síkjának* és a rárajzolt vetületet *oldalnézetnek* nevezzük.



85. ábra
Képsíkok síkbafejtése

Képzeliük el, hogy a tábla, az asztallap és oldalnézet síkja egymással csuklósan összerakodtak. A csukló segítségével forgassuk le a táblát és az oldalnézet síkját az asztal síkjába. Kaptunk egyetlen vízszintes síkot, amelyen meghatározott elhelyezésben találjuk a térbeli egyenes vetületeit. Ezzel azután el is érkeztünk a műszaki rajz gyakorlatához, mert a leforgatott képsíkok megfelelnek a rajzlap síkjának. Látjuk, hogy a felülnézet a lap legaljára, az előlnézet efölé, az oldalnézet pedig az előlnézettel egy magasságban, tőle jobbra került.

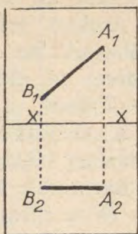
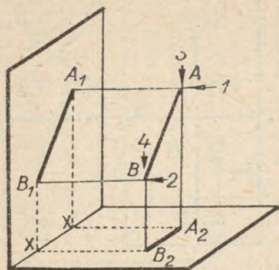
2. A vetületszerkesztés szabályai

A képsíkok leforgatásából elsősorban azt a tanulságot vonhatjuk le, hogy térbeli egyenes, de ehhez hasonlóan térbeli testek is síkban vetületeik által ábrázolhatók.

A vetületszerkesztés gyakorlati szabályainak levezetése céljából vizsgáljuk meg az egyes vetületek (az előlnézet és a felülnézet) összefüggését egymással. Látjuk mindenekelőtt, hogy az *előlnézet és a felülnézet pontjai* (A_1 és A_2 , B_1 és B_2) *egy függőleges*, illetőleg a képsíkok metszőegyeneseire *merőleges egyenesen* vannak. Az *előlnézet és oldalnézet pontjait viszont vízszintes egyenesekkel lehet összekötni*.

Ennek magyarázatára állítsuk vissza a képsíkokat eredeti helyzetükbe, és rajzoljuk meg az egyenes két végpontját (AB) vetítő sugarak (1, 2, 3, 4) vetületeit.

A vetítősugár a képsíkra mindig merőleges egyenes. Az előlnézetet vetítő sugár (1 és 2) tehát merőleges az előlnézet síkjára, ugyanakkor párhuzamos a felülnézet síkjával. Előlnézetben tehát pontnak látszik, és egybeesik az általa vetített pont képével (A_1 és B_1). Felülnézete pedig függőleges, illetőleg a két képsík metszőegyeneseire merőleges egyenes (A_2X és B_2Y). Ez a pont felülnézeti képéből (A_2 és B_2) indul ki és a képsíkok metszőegyeneseig (X és Y) halad. Mivel nem valódi egyenesről van szó, hanem csak képzeletbeliről, a vetületet pontozott vonallal jelöljük.



86. ábra. A vetületek összefüggése

E meg gondolás alapján megszerkeszthetjük a felülnézetet vetítő sugár előlnézeti képét is. Ez a pont előlnézeti képéből kiinduló és szintén a tengelyre merőleges egyenes (A_1X és B_1Y). Ha most a képsíkokat ismét síkba terítjük, látjuk, hogy a vetítősugarak képei (a pontozott vonalak, vetítőegyenesek) egy függőleges egyenesbe esnek, és összekötik a pont két képét.

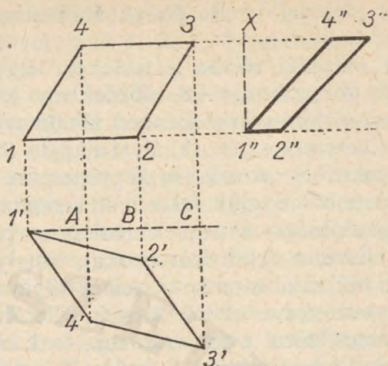
Ugyanez a helyzet az előlnézet és oldalnézet esetében is csak-hogy itt a vetítősugarak képei vízszintes egyenesként jelentkeznek.

Vizsgáljuk most a három vetület összefüggését a 85. ábra alapján. Induljunk ki az oldalnézetből. Hasonlítsuk össze az oldalnézet vízszintes és függőleges méreteit a másik két nézet méreteivel. Vegyük a körzöbe először az 1 és 3 pontok közötti vízszintes távolságot, és ezt mérjük rá a felülnézetet ábrázoló egyenesre. Azt látjuk, hogy a két méret pontosan egyezik. Tehát: *a felülnézet pontjainak függőlegesen egymástól mért távolsága egyenlő az oldalnézet megfelelő pontjainak vízszintesen egymástól mért távolságával.*

Most vegyük körzöbe az oldalnézeti képen az 1 és 4 pontok közötti függőleges távolságot, és ezt mérjük rá az előlnézet képére. Azt látjuk, hogy az a két méret is pontosan egyezik egymással. Tehát: *az előlnézet pontjainak függőlegesen egymástól mért távolsága egyenlő az oldalnézet megfelelő pontjainak függőlegesen egymástól mért távolságával.* Ebből viszont azt a további következtetést vonhatjuk le, hogy ha valamely térbeli idomnak két vetületét ismerjük, akkor azokból a harmadik vetületet minden nehézség nélkül meg tudjuk szerkeszteni. Vegyünk erre egy példát.

Adva egy négyszög elől- és felülnézetben, szerkesszük meg az oldalnézetet! A szerkesztendő oldalnézeti kép pontjai az előlnézet pontjaival egy vízszintes egyenesen lesznek. Ezt tudva a négyszög előlnézeti képének minden pontjából az oldalnézet síkjára vízszintes vetítőegyeneseket húzunk. Ezután vegyük fel tetszőlegesen az 1 pont vetítőegyenésén a pont oldalnézeti képét ($1''$). Az előbb azt láttuk, hogy az oldalnézet 2 megfelelő pontjának vízszintesen mért egymástól való távolsága megegyezik a felülnézet ugyanazon 2 pontjának függőlegesen mért egymástól való távolságával. Hogy tehát oldalnézetben az $1''$ ponttól milyen távol lesz a többi három pont, azt

a felülnézetből állapíthatjuk meg. Ebből a célból húzzunk egy vízszintes egyenest az 1-es pont felülnézeti képéből (1'). Ez a vízszintes a 2, 3 és 4-es pontok felül- és előlnézeti vetítősugarait A, B és C pontokban metszi. Ezeknek a pontoknak a négyszög 2'', 3'' és 4'' pontjaitól való távolsága adja az oldalnézet megszerkesztéséhez szükséges ismeretlen távolságokat. Körzőbe véve ezeket a távolságokat (A4'', B2'', C3'') és az oldalnézetben az 1'' ponttól vízszintes irányban a megfelelő vetítőegyenesekre felmérve kapjuk meg a pontok oldalnézeti képét! A vetületszerkesztésnek a műszaki rajzban alkalmazásra kerülő alapelveit a következőkben foglalhatjuk össze:



87. ábra
Oldalnézet szerkesztése az elől- és felülnézetből

1. A képsíkkal párhuzamos egyenesek vetülete a vele párhuzamos síkon valódi nagyságban jelenkezik. A képsíkokat mindig úgy vesszük fel, hogy egymásra merőlegesek legyenek. Megválasztásuk rendszerint vízszintesen és függőlegesen történik. Ebből következik a tétel gyakorlati alkalmazása: függőleges egyenes elől- és oldalnézetben, vízszintes egyenes pedig elől- és felülnézetben látszik valódi nagyságban.

2. Az előbbiből az is következik, hogy a képsíkra merőleges egyenes vetülete a képsíkon pont. Tehát vízszintes egyenes előlnézetben, függőleges egyenes pedig felülnézetben pontnak látszik.

3. A képsíkra merőleges síkban levő egyeneseknek (fedőegyenesek) a képsíkon levő vetületei egy egyenesbe esnek. Ha végpontjaik egy magasságban vannak, akkor az erre merőleges másik képsíkon valódi nagyságban látszanak. Tehát: egy magasságban levő vízszintes egyenesek előlnézetben, egy függőlegesbe eső egyenesek pedig felülnézetben egy egyenesnek látszanak.

4. Az idomok és testek vetületei zárt rendszerű alkotnak: a pontok elől- és felülnézeti képei egy függőlegesen, elől- és oldalnézeti képei egy vízszintesen fekszenek. Az egyik vetületben mért hosszúságot a másik vetület egyértelműen meghatározza. Az előlnézet függőleges hosszúságai ugyanakkorák, mint az oldalnézet függőleges méretei, vízszintes hosszúságai pedig egyenlők a felülnézet vízszintes méreteivel. Ugyanígy az oldalnézet függőleges méretei egyenlők az előlnézet függőleges, vízszintes méretei a függőleges méreteivel.

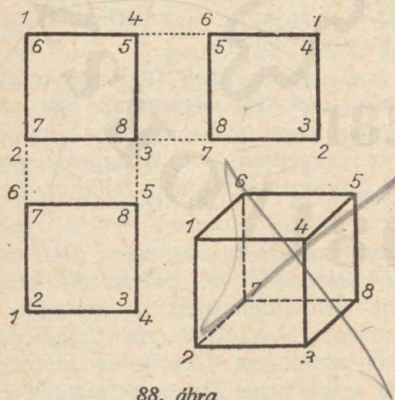
3. Testek ábrázolása nézeteik által

A műszaki rajzon a testeket, létesítményeket legfőképpen nézeteik által ábrázoljuk. Az előzőekben levezetett szabályokat elsősorban éppen a nézetszerkesztésben alkalmazzuk. A nézetek szerkesztése tehát a vetületszerkesztés szabályai alapján történik. A testeket alkotóelemeikre, pontokra és vonalakra (egyenesekre és görbékre) bontjuk, és ezek vetületeiből építjük fel a test vetületét, illetőleg nézetét.

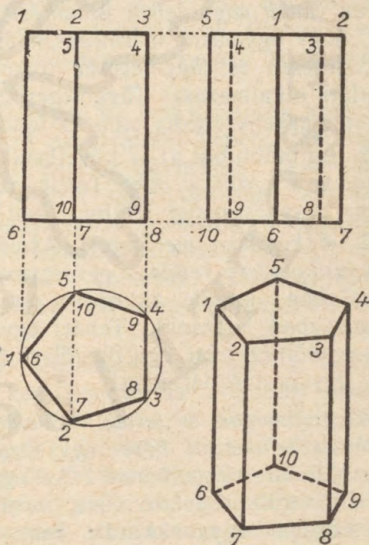
Az előlnézet a testnek azokat a vonalait tünteti fel, amelyeket előlről nézve, a felülnézet azokat, amelyeket felülről nézve látunk.

A műszaki rajzban a testekről annyi nézetet kell készíteni, ahány irányból nézve eltérő formát, illetőleg méreteket mutatnak. Ez természetes, mert a műszaki rajz csak ebben az esetben felel meg annak a feladatának, hogy a műszaki létesítményeket hűen, a valóságnak megfelelően ábrázolja.

Egyszerű testek. Szerkesszük meg most néhány egyszerű testnek a nézeteit. Vegyünk pl. egy 6 cm oldalélű kockát. Ha a képsíkokat a kocka lapjával párhuzamosan vesszük fel, akkor: előlnézetben a 12, 23, 34 és a 41 oldalélek párhuzamosak lesznek az előlnézet síkjával, tehát valódi nagyságban látszanak. Rajzlapunkon tehát rajzolhatunk egy négyzetet 6 cm oldalélekkel, amelyek közül kettő vízszintes, kettő pedig függőleges. Előlről nézve a kockából mást nem látunk, mert



88. ábra
Kocka vetületeinek
mészszerkesztése



89. ábra
Szabályos ötszögű egyenes hasáb
vetületeinek szerkesztése

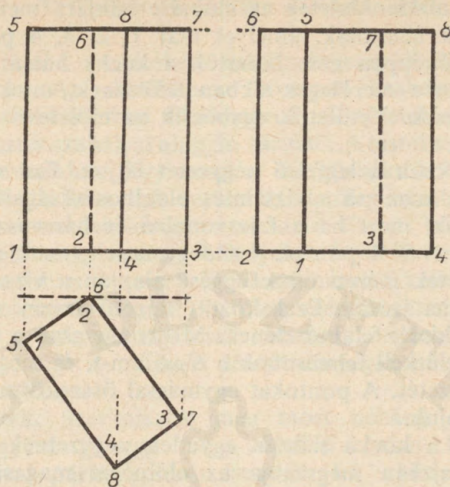
a 16, 27, 38 és a 45 oldalélek az előlnézet síkjára merőlegesek, tehát egyetlen pontnak látszanak, amelyet már 1, 2, 3, 4 pontokkal ábrázoltunk. Hasonlóképpen nem láthatók a kocka hátsó oldalélei, mert azok ugyanabban a merőleges síkban fekszenek, mint az elől levők, tehát fedőegyeneseik. Vetületük egybeesik az elől levő oldalélek vetületével.

Felülnézetben csak a legfelső négyzetet látjuk. Ezt az előlnézet alá rajzoljuk. Ennek azonban a vízszintes oldalhosszúságait már nem kell külön felmérnünk, mert ha a fejesvonalzó és háromszög segítségével megrajzoljuk az 1 és 4 pontok vetítőegyeneseit, azok egymástól való távolsága a nézetek méreti összefüggése alapján a vízszintes oldalélek hosszúságát meghatározza. Ezek között rajzolt vízszintes egyenes tehát megfelel az 56 oldalél felülnézetének. Most már csak a vetítősugarakra függőlegesen lefelé kell felmérnünk a 6—6 cm-t, és megkapjuk az 1 és 4 pontok felülnézetét. A pontokat egymással összekötve a kocka felülnézeti képét kapjuk.

Oldalnézetben a kocka szintén egyetlen négyzetnek látszik. Ennek a magasságát rajzban megszabja az előlnézet magassága (rajzoljuk meg a vízszintes vetítőegyeneseiket), szélességét pedig a felülnézet magassága (a felülnézet pontjainak függőlegesen mért egymástól való távolsága). Az oldalnézet szerkesztésekor tehát mércével vagy mérőléccel egyáltalán nem dolgozunk, hanem csak az elől- és felülnézetben már felhordott méreteket fejesvonalzó, illetőleg körző segítségével visszük át.

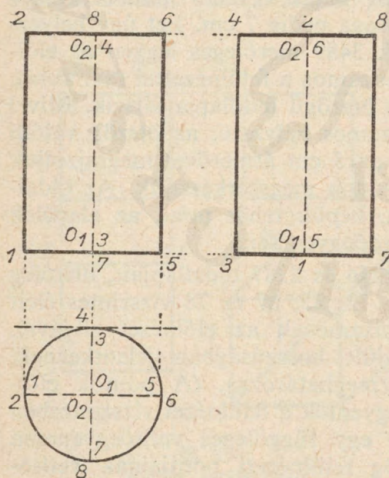
Vegyünk most *egy szabályos ötszög alapú egyenes hasábot*; alapkörének átmérője legyen 5 cm, magassága pedig 7 cm. Ezt úgy helyezzük el, hogy valamelyik oldallapja pl. 3489 merőleges legyen az előlnézet síkjára, az alap- és fedőlap párhuzamos a felülnézettel (89. ábra). Felülnézetben csak a hasáb szabályos ötszögű fedőlapja látszik. Mivel a fedőlap a felülnézet síkjával párhuzamos helyzetű, az ötszög valódi nagyságában itt szerkeszthető. Tehát az 5 cm átmérővel megrajzoljuk a kört, és az ötszöget a már ismert módon megszerkesztjük. Az oldalélek merőlegesek a felülnézet síkjára, képük tehát pont, az alapélek pedig a fedőlap megfelelő éleinek fedőegyenesei.

Előlről nézve a hasábnak csak az 1276 és 2387 oldallapjait, illetőleg a 16, 27 és 38 függőleges, valamint a 12, 23, 67 és 78 vízszintes éleket látjuk. A vízszintes élek nem párhuzamosak az előlnézet síkjával, így tehát nem valódi, hanem rövidült hosszúságban jelentkeznek, hosszúságukat azonban a felülnézet meghatározza. (A pontok előlnézetben mért vízszintes hosszúságai egyenlők a felülnézet vízszintesben mért hosszúságaival; azonos pontok egy függőleges vetítőegyenesen fekszenek.) Rajzoljuk meg az ötszög felülnézeti pontjainak vetítőegyeneseit. Ha ezeket tetszőleges magasságban felvett vízszintes egye-

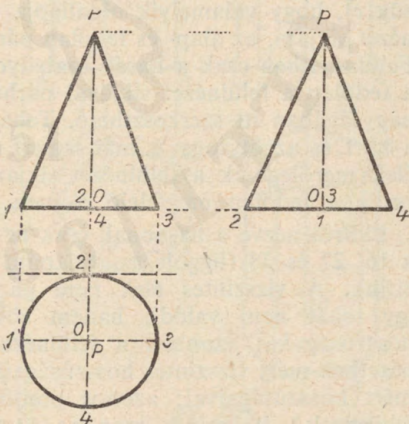


90. ábra. Egy hasáb három nézete

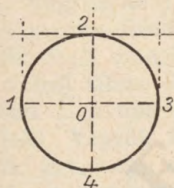
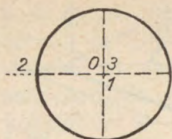
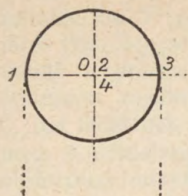
nessel metsszük, kapjuk a 12 és 23 él előlnezetét. (A fedőlap párhuzamos a felülnezet síkjával, élei tehát előlnezetben vízszintesnek látszanak.) A függőleges él párhuzamos az előlnezet síkjával, tehát előlnezetben függőlegesnek látszanak, és nagyságuk a valódi



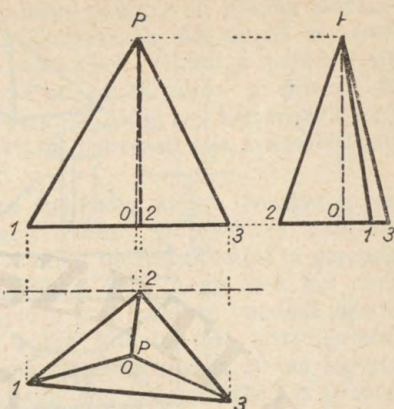
91. ábra. Egy henger három nézete



92. ábra. Egy kúp három nézete



93. ábra. Egy gömb három nézete



94. ábra. Egy gúla három nézete

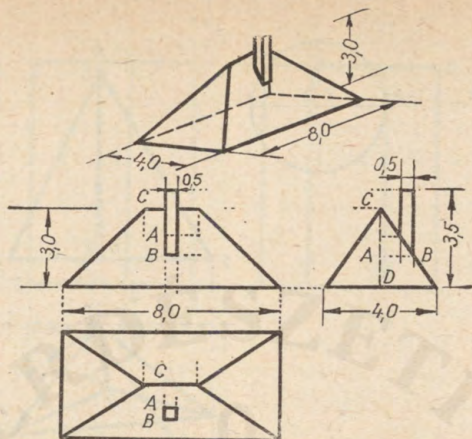
méretnek megfelelő. A vetítőegyenesekre lefelé felmérve a hasáb magasságát, megkapjuk az oldalélek vetületét. Ezek végpontján át rajzolt vízszintes az alaplap (67 és 78 élek) előlnézetét adja.

Oldalnézetben (ha balról nézünk) ugyancsak valódi nagyságban látjuk a hasáb 16, 27 és 510 oldaléleit. Az alap- és fedőlap látható éleinek helyét, illetőleg magasságát az előlnézet vetítőegyenesei meghatározzák, vízszintesben mért egymástól való távolságát pedig a felülnézetből lemérhetjük.

Az előzőkhöz hasonlóan megszerkeszthetjük a többi egyszerű test: a téglát, a hengert, a kúp, a gömb, a gúlát vetületeit is. A műszaki rajzban a különböző műszaki létesítmények és gépelemek ábrázolásakor ezekkel az egyszerű testekkel, illetőleg ezek különböző összetételével találkozunk. Láttuk az előző példából, hogy a szerkesztés megkönnyítése végett az ábrázolandó testet mindig úgy helyezzük el (a képsíkokat úgy vesszük fel), hogy a testnek minden mérete valamelyik képsíkon valódi nagyságban lássék, illetőleg valódi nagyságban ábrázolható legyen.

Összetett testekkel kapcsolatban gyakran találkozunk metszőegyeneseik szerkesztésének feladatával, mégpedig különböző síkok, valamint sík- és görbefelületek metszőegyeneseinek, illetőleg metszésvonalának meghatározásával.

Vegyünk pl. egy kavicsprizmát. Rajzoljuk meg ennek a vetületeit. Legyen a hosszúsága 8, szélessége 4, magassága pedig függőlegesen mérve 3, felső élhosszúsága 3 m, oldalsíkjai páronként egyforma szöget zárjanak be az alappal. Előlnézetben a prizma trapéznek lát-



95. ábra

Síkidomok metszőegyenesének megszerkesztése

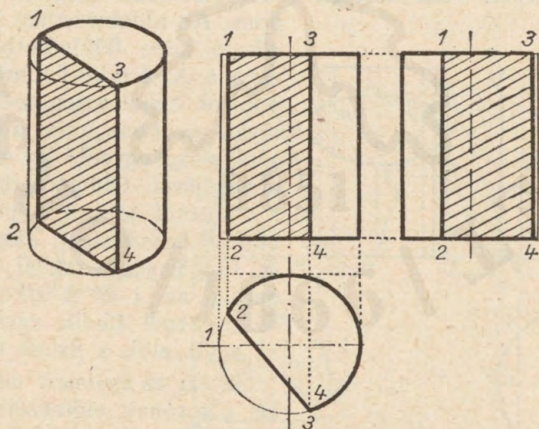
szik, melynek párhuzamos oldalai: a prizma hosszúsága és felső éle, magassága pedig a prizma függőlegesen mért magassága. Előlnézetben mindegyik méret valódi nagyságban látszik, velük tehát a prizma előlnézete, a trapéz szerkeszthető.

Oldalnézetben a prizma egyenlőszárú háromszögnek látszik. (A két oldalsík merőleges az oldalnézet síkjára.) Alapja a prizma szélessége, magassága pedig a prizma függőlegesen mért magassága. Oldalnézetben mindkét méret valódi nagyságban látszik, tehát megszerkeszthető.

Felülnézetben látjuk a prizma alapéleit, valamint az oldalsíkok metszőegyeneseit. Rajzoljuk meg mindenekelőtt a függőleges vetítőegyeneseket. A két szélső vetítőegyenes között rajzolt vízszintes a hosszabb alapél felülnézete. A rövidebb alapélek erre merőlegesek, egybeesnek a vetítőegyenessel, hosszúságuk az oldalnézetben adott (a háromszög alapja). A prizma felső éle (a két oldalsík metszőegyense) merőleges az oldalnézet síkjára, ott tehát pontnak látszik (a háromszög csúcsa C). Ha ezt az oldalnézetben függőlegesen a rövidebb alapélre vetítjük (D), megkapjuk azt a távolságot, amelyet felülnézetben is felmérhetünk a rövidebb alapélre, és amelyen keresztül mint vízszintes egyenest megrajzolhatjuk a keresett metszőegyeneset. Ennek hosszúságát az előlnézet vetítőegyenesei meghatározzák. A véglapok és az oldallapok metszőegyenesei ezzel már meg vannak határozva, mert két-két pontjukat megszerkesztettük. Egyik pontjuk az alapsík megfelelő sarokpontja, másik pedig a felső él megfelelő végpontja. A megfelelő pontok összekötése adja a metszőegyenesek felülnézeti képét.

Szúrjunk most a prizmába egy négyszögletes gerendát, amelynek minden éle 50 cm hosszúságú, magassága pedig — a prizma alapsíkjától függőlegesen mérve — 350 cm. Szerkesszük meg ennek a gerendának a prizma oldalsíkjával való metszéseit. (Ezzel a példával az építészeti rajzban meglehetősen gyakran találkozunk: a prizma az épület fedelének — kontyödél — a gerenda pedig egy kéménynek felel meg. A példában felvett méretek is kb. az építészeti rajz gyakorlatában előforduló méreteknek megfelelőek.)

Vegyük fel a gerendát előlnézetben úgy, hogy annak tengelye éppen a prizma felezőjébe essék. A tengelyvonalától jobbra-balra mérjük fel 5—5 cm-t. Ezekén át vékony vonallal megrajzolhatjuk a gerenda előlről látszó éleit. Nem tudjuk azonban még, hogy ezek hol metszik a prizma oldalsíkját (ezért egyelőre csak vékony vonallal rajzoljuk). Vegyük fel oldalnézetben is a két látható élet tetszőlegesen, de úgy, hogy azok egymástól való merőleges távolsága 10 cm legyen. Azok a pontok, amelyekben a gerenda élei oldalnézetben a prizma oldalsíkját metszik (A, B), meghatározzák a gerenda és a prizma metszőegyeneseit. A két pontot tehát rávetíthetjük az előlnézetben rajzolt két vékony egyenesre; az alsót vastagon is kihúzhatjuk, mert az előlről nézve látszik, a felsőt a gerenda elől levő oldala elfedi, ezt tehát legfeljebb szaggatott vonallal húzzuk ki. A felülnézet szerkesztése az előző példák alapján nehézséget nem okoz.



96. ábra. Tengelyével párhuzamos síkka metszett henger síkmetszetének megszerkesztése

Sík- és görbefelületek metszésével leggyakrabban a géprajzban találkozunk. Gyakran előfordul, hogy pl. hengernek vagy kúpnak különböző síkokkal való metszését kell megszerkesztenünk. Vegyünk erre is néhány egyszerűbb példát.

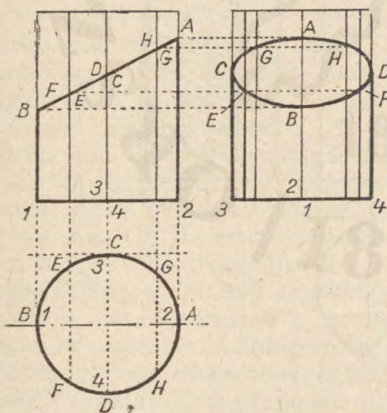
Vegyünk egy körhengeret és metszük el egy függőleges síkkal. Az érintetlen (teljes) körhenger felülnézetben körnek látszik, mert hiszen alkotói merőlegesek az alapra. A függőleges metszősík ezt a kört egy egyenesben metszi (13). Előlnézetben látjuk a henger két szélső alkotóját valódi nagyságban, és látjuk a két metszőegyeneset (12—34), amelynek helyzetét felülnézetben az egyenesnek a körrel való két metszéspontja (13) meghatározza. Ezeket függőlegesen felvetítve, megkapjuk a metszőegyeneseket. Az oldalnézetet ezek után szerkeszthetjük.

Metszük el most a hengert egy ferde síkkal. A képsíkot úgy vegyük fel, hogy a metszősík valamely képsíkra pl. az előlnézet síkjára merőleges legyen. Előlnézetben látjuk a henger két szélső alkotóját valódi nagyságban. Két véglapja egy-egy egyenesnek látszik. A metszősík — mivel az előlnézetre merőlegesen vettük fel — szintén egyenesnek látszik. Felülnézetben látjuk a henger alapkörét; a síkmetszetenek minden egyes pontja a hengernek egy-egy alkotóján fekszik, így egybeesik az alapkör pontjaival. Oldalnézetben azonban már egy görbe vonalat látunk, melynek pontjait hengeralkotók, és ezeknek a síkkal való metszéspontjai segítségével szerkeszthetjük meg.

Rajzoljuk meg először az előlnézetben látható két szélső alkotó oldalnézeti képét. Felülnézetben e két alkotónak megfelelő az 1 és 2

pont. Az oldalnézetben látható két alkotó képe felülnézetben a 3 és 4 pont. Az 1 pont felülnézetben a 3 ponttól függőlegesen mérve ugyanolyan távol van, mint a 2 pont. Ez a távolság egyenlő az alapkör félátmérőjével. Oldalnézetben tehát a 3 alkotótól jobbra felmérve a félátmérő hosszúságát, ezen a ponton át függőleges vonallal megrajzolhatjuk az 1 és 2 alkotók oldalnézeti képét (fedik egymást, mert az egyik elől, a másik hátul van).

Ha ezt az egyenest elmetsszük a két alkotónak előlnézetben látható síkmetszésétől húzott vetítőegyenessel, kapjuk a metszéspontját (A, B). Hasonló módon megszerkeszthetjük az oldalnézetben



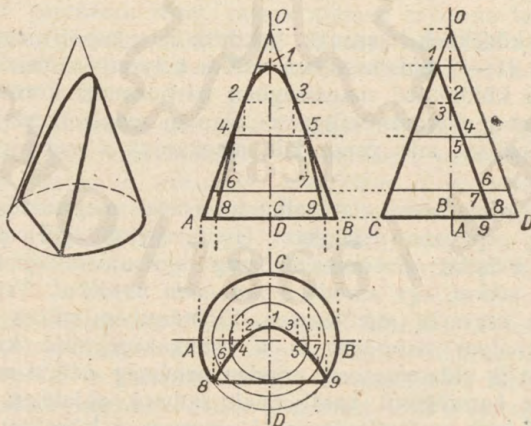
97. ábra. Ferde síkkal metszett henger síkmetszétének megszerkesztése

látható két szélső alkotó előlnézeti képét: Azoknak az előlnézetben látható síkmetszését rávetítve az oldalnézet két szélső — megfelelő — alkotójára, újabb két pontot nyerünk (C, D).

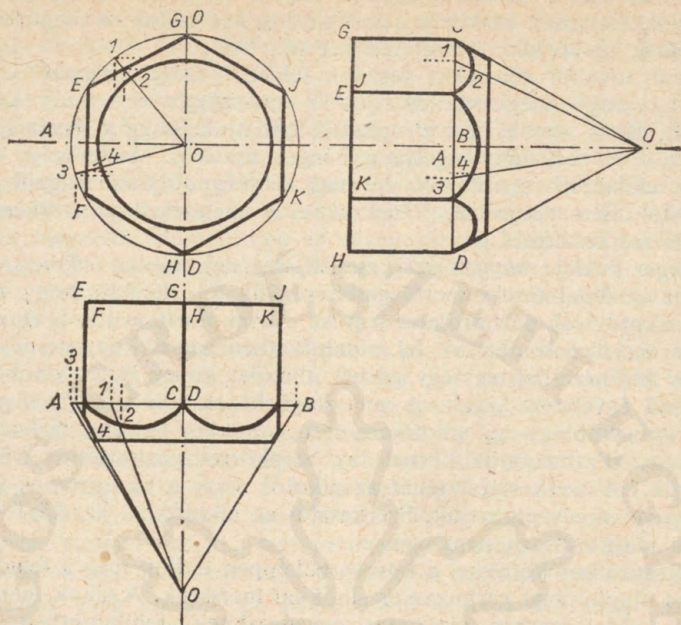
Ezután további alkotókat veszünk fel (EF, GH), amelyek segítségével ugyanígy megszerkeszthetjük a metszégörbe tetszés szerinti pontjait. Ha a szerkesztést elvégeztük, láthatjuk, hogy a metszégörbe ellipszis, melynek nagy tengelye a henger átmérője, kistengelye pedig a síkot előlnézetben ábrázoló egyenes két végpontjának függőlegesen egymástól mért távolsága. Végezzük el a metszégörbe szerkesztését ellipszis szerkesztéssel is!

A henger példája alapján szerkesszük meg egy körkúp síkmetszetét. A síkot az oldalnézetre merőlegesen vegyük fel, de úgy, hogy a kúp egyik alkotójával párhuzamos legyen. Mivel most a síkot az oldalnézetre merőlegesen vettük fel, oldalnézetben látszik egyenesnek. Az elől- és felülnézetben egy-egy görbét, illetőleg ennek és az alapkörnek a metsző egyenesét látjuk. A metszégörbének minden egyes pontja rajta van a kúp egy-egy alkotóján, de ugyanakkor egy-egy párhuzamos körön is. (Párhuzamos körnek az alapkörrel párhuzamos köröket nevezzük.) A szerkesztést tehát az alkotók vagy a párhuzamos körök segítségével is elvégezhetjük. Szerkesztés az alkotókkal az előző példa alapján magyarázatot nem igényel.

A párhuzamos körökkel a következőképpen oldjuk meg a feladatot: a kúpot alapkörével párhuzamos síkokkal metsszük. A síkok metszetei elől- és oldalnézetben vízszintes egyeneseknek, felülnézetben pedig



98. ábra. Alkotóval párhuzamos síkkal metszett körkúp síkmetszetének megszerkesztése



99. ábra. Szögletesfejű csavar megszerkesztése

koncentrikus köröknek látszanak. E körök és a kúpot metsző sík metszési pontjait (1—9) oldalnézetben valódi helyzetben látjuk. Ha tehát oldalnézetben különböző magasságban párhuzamos köröket veszünk fel, és a nézetek méretösszefüggései alapján megszerkesztjük ezek és a kúpot metsző sík metszéspontjait, megkapjuk a metszégörbe egyes pontjait.

Ez utóbbi példa gyakorlati alkalmazásával meglehetősen sokszor találkozunk a géprajzban: szögletes, legömbölyített fejű csavarok szerkesztésekor. Feladat: Szerkesszük meg egy csonkakúp metszését 6 szimmetrikus síkkal, egy szabályos hatoldalú hasábbal. Vegyük fel az előlnézetet a csavarra merőlegesen. Előlnézetben valódi nagyságban látjuk a szabályos hatszöget és a csonkakúp felső kisebb körét. Felülnézetben és oldalnézetben minden nehézség nélkül megrajzolhatjuk a csavar hatszögletű hasábjainak látható oldaléleit, a csonkakúp felső körének vetületét ábrázoló egyenest, a kúpalkotók vetületét (az alkotók irányát) és a kúp csúcsát is. Ezután a szerkesztés az előbbi példában ismertetett módon történik. Ha koncentrikus körökkel szer-

keszteniénk, nagyon lapos metszéseket kapnánk, és így szerkesztésünk pontatlanná válnék. Ezért ebben a példában célszerűbb a szerkesztést alkotók segítségével megoldanunk. Leghelyesebb a kúp alapkörét a hat-szögletű hasáb befoglaló körének és így felülnézetben a kúpalkotók és a hasáb két szélső oldaléle metszésének magasságában felvenni.

Hasonló elgondolások alapján most már két görbefulület, pl. henger és kúp vagy henger és gömb metszését (áthatását) is megszerkeszthetjük.

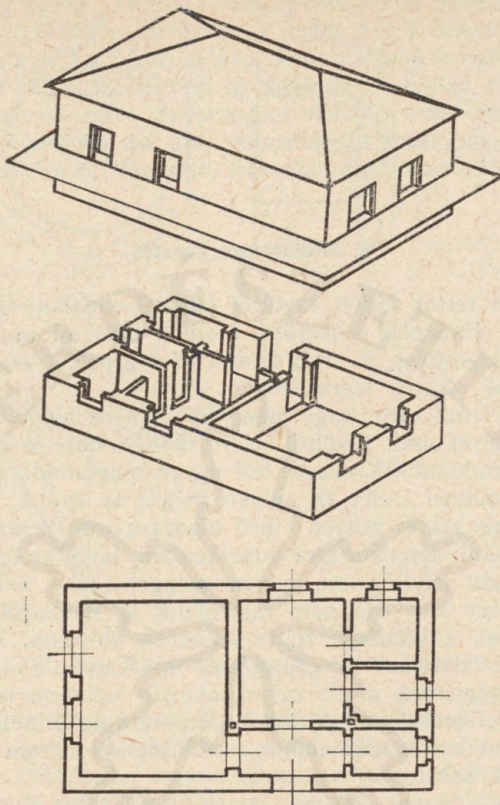
4. Metszetszerkesztés

A nézetek a testek külső, kívülről látható vonalait, felületeit ábrázolják. Ez az ábrázolás a legtöbb esetben nem ad minden részletre kiterjedő felvilágosítást, pl. nem tünteti fel a gépelem vagy gép, esetleg építmény belső részeit, szerkezeteit.

Gondoljunk csak arra, hogy mennyire hiányos lenne a képünk egy épületről, amelyet csak kívülről nézve elől-, oldal- és felülnézet formájában ábrázolnánk. A nézetekből ugyan megtudnók azt, hogy milyen hosszú, milyen széles és milyen magas az épület, hány ablaka, hány külső bejárata és milyen külső tagozása van. Semmi felvilágosítást nem kapnánk azonban arra vonatkozóan, hogy az épületben hány és milyen méretű helyiség van, milyen vastagok a falai, milyen a födém- és födélszerkezet stb. Ha nem rajzolnánk az épületről metszeteket, akkor mindezek a kérdések rejtve lennének előttünk. Ugyanezzel a problémával találkozunk a géprajzban is. Kapcsolóhüvelyek, csapágys, belső géprészek nézeti rajzok alapján sohasem lennének megszerkeszthetők, illetőleg előállíthatók. Ezekre való tekintettel műszaki rajzokon a testeket, szerkezeteket a szükséghez mérten metszetekkel is ábrázolnunk kell.

A metszet úgy keletkezik, hogy a testet képzeletben egy síkkal elvágjuk, az elvágott részt leemeljük és merőleges párhuzamos vetítéssel megrajzoljuk azokat a vonalakat, amelyeket a visszamaradó részen látunk. Megrajzoljuk tehát mindenekelőtt a metszősíkna a test külső és belső határfelületeivel való metszőegyeneseit, továbbá mindazokat az éleket, amelyek a metszősík alatti vagy mögötti üregben láthatók.

A metszősík mindig merőleges az egyik képsíkra, a másikkal pedig párhuzamos. Legtöbbször a test vagy szerkezet valamelyik szimmetria síkjával egybeesik. A metszetet mindig a metszősíkra merőleges irányból nézve kell megrajzolni. Azokat a részeket, ahol a metszősík anyagot metsz, 45°-os hajlású vonalakkal vonalkázzuk. Ezzel jelezzük, hogy ott a valóságban a test anyagát metszi a sík. Az építészeti rajzban a 45°-os vonalkázást színezéssel vagy egyéb jelöléssel szoktuk helyette-



100. ábra. Metszet keletkezése

síteni. Azon a képen, amelyre merőleges a metszősík, minden esetben fel kell tüntetni a metszősík helyét jelölő egyenest és a vetítés irányát. A metszősíknak ezt a képét pontvonallal szoktuk jelölni. A szabvány szerint géprajzokon a metszősíkot jelző egyenes végeit, esetleg törését és a vetítési irányt vastag vonallal, végén nyíllal, az egyenest magát vékony vonallal húzzuk ki.

Építési rajzokon is előfordul, de géprajzokon különösen gyakori, hogy a *metszősík* iránya *megtörik*. Ezt egyrészt a hellyel való takarékoskodás, másrészt a belső tagoltság feltüntetése céljából alkalmazzuk azokban az esetekben, amikor a testről több metszetet kell készíteni, de mindet egy irányból nézve is ábrázolhatjuk. Ilyenkor természetesen

a metszősíkot olyan egyenessel jelöljük, amely irányát esetleg többször is változtatja. Metszetben azonban az irányváltozás nem látszik. A metszetet tehát úgy rajzoljuk meg, mintha a sík nem változtatta volna meg irányát. Az ilyen metszetet *összetett metszetnek* nevezzük.

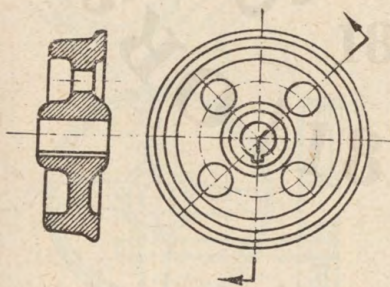
Szintén a helyei való takarékoság céljából gyakran alkalmazzuk a metszet és nézet kombinációját is. Szimmetrikus testet gyakran két egymásra merőleges síkkal metszünk. (Az egyik merőleges a felülnézetre, a másik az előlnézetre.) A testnek csak az egyik felét rajzoljuk metszetben, a másikat nézetben. Ilyenkor — a nézet rajzolásánál — a nézetben nem látható éleket szaggatott vonallal húzzuk ki.

A nem látható éleket minden esetben ki kell húzni, ha azzal új képet takarítunk meg, illetve ha azok berajzolása a munkadarabok egyértelmű meghatározásához szükséges. A nem látható élek kihúzását viszont el is hagyhatjuk, ha egy új nézet képének szerkesztésével a nem látható élek szerepe világossá válik.

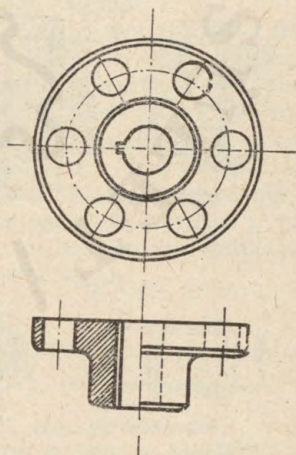
Gyakran készítünk olyan metszetet is, amelyen a tárgy egy részét metszetben rajzoljuk meg, a másik részét pedig ettől szabadkézzel húzott törésvonallal elválasztjuk, és azt nézetben rajzoljuk meg. Ezt *kitörésnek* vagy *részmetsetnek* nevezzük.

A metszetfelületeket 45° -os dőlésű egyenesekkel vonalkázzuk be. Ha több egymással érintkező darabot vagy alkatrészt rajzolunk metszetben, akkor az érintkező darabokat ellenkező irányban dülő 45° -os vonalakkal vonalkázzuk.

Tengelyeket, csavarokat, csavaranyákat, alátéteket, szegeceket, csapokat, ékeket, továbbá fogaskerekek fogait, kerekék küllőit sohasem

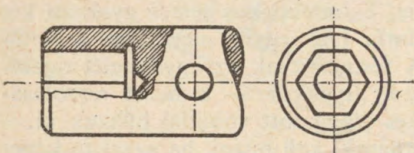


101. ábra. *Összetett metszet*

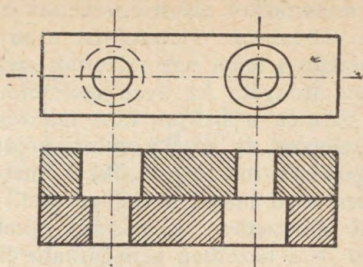


102. ábra. *Metszet és nézet kombinációja*

rajzoljuk hosszúsági irányú metszetben, hanem mindig csak nézetben, vagy a hosszúsági tengelyre merőleges keresztmetszetben. Tehát, ha



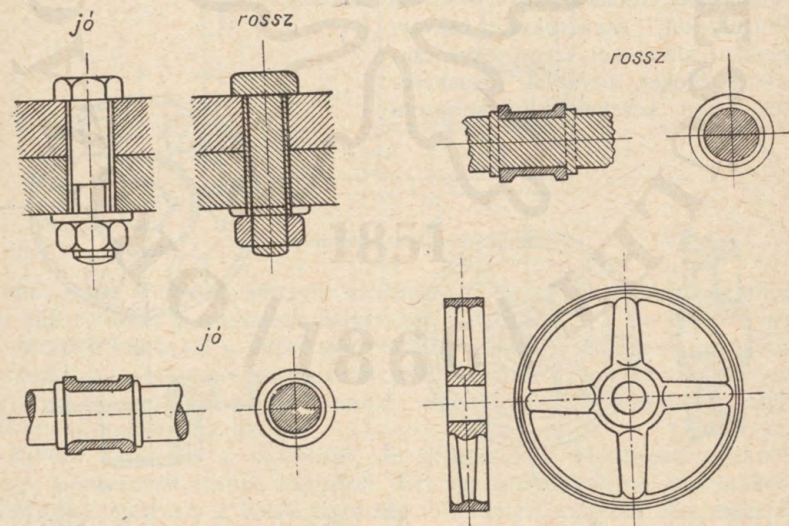
103. ábra. A kitörés ábrázolása



104. ábra
Érintkező metszettelület vonalkázása

a metszősík az előbb említett tömör alkatrészeket hossztengelyük irányában metszi, a metszett részt sohasem vonalkázzuk, hanem nézetben rajzoljuk. Hosszú, tömör vasrudat, sima tengelyt nem szoktunk teljes hosszúságban megrajzolni. A tengely sima részét, amelyről úgyis tudjuk, hogy milyen átmérőjű, letörve rövidülve rajzoljuk.

Összefoglalás: A testeket, műszaki létesítményeket vetületeik, metszeteik segítségével síkon ábrázolhatjuk. A vetületszerkesztés szabályait felhasználva — ha a testeket alkotóelemeikre, pontokra és vonalakra



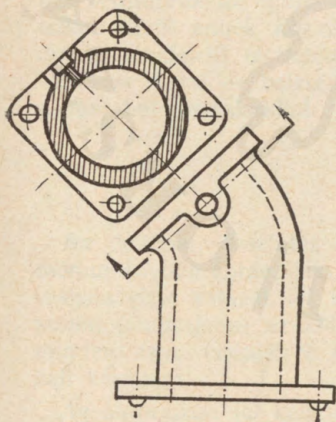
105. ábra. Csavarok, tengelyek, küllők metszetben való ábrázolása

			
	<i>Alulnézet</i>		
			
<i>Oldalnézet jobbról</i>	<i>Előlnézet</i>	<i>Oldalnézet balról</i>	<i>Hátnézet</i>
			
	<i>Felülnézet</i>		

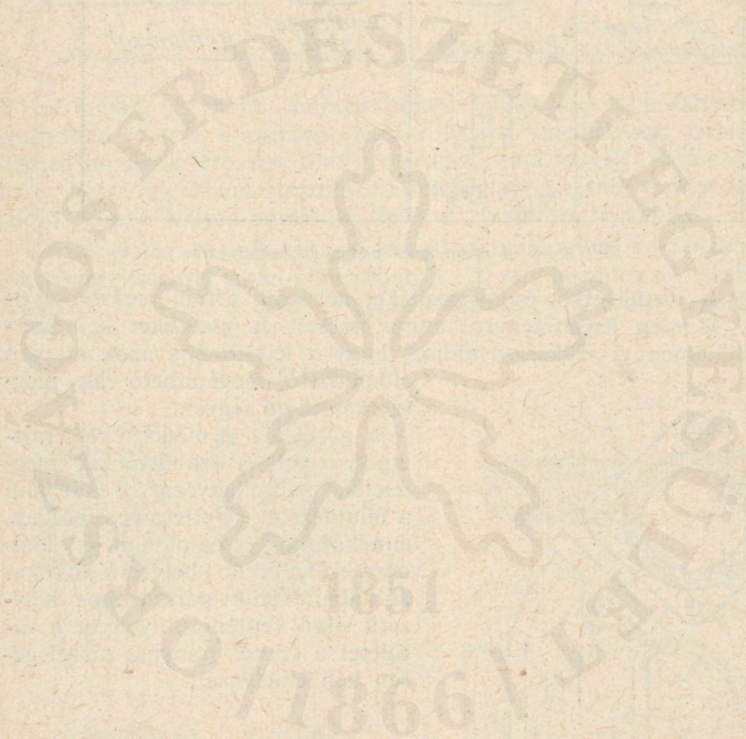
106. ábra. A nézetek és metszetek elhelyezése

bontjuk — vetületeiket és metszeteiket nehézség nélkül megszerkeszthetjük. Minden létesítményről annyi nézetet és metszetet kell szerkeszteni, amennyi szükséges ahhoz, hogy a létesítmény azok alapján előállítható, megépíthető vagy megszerkeszthető legyen.

A nézeteket és metszeteiket a rajzlapon a vetítés szabályainak megfelelően kell elhelyezni. Tehát alul a felülnézetet, felette az előlnézetet, ennek jobb- és baloldalán az oldalnézeteket. Ferde helyzetű síkokat általában velük párhuzamos helyzetű síkra vetítenek, ilyenkor a vetületet a vetítés irányára merőlegesen kell elhelyezni.



107. ábra. Ferdetengelyű alkatrészek nézetének és metszetének elhelyezése



ÉPÍTÉSZETI RAJZ

A műszaki rajzok közül azokat, amelyeken épületeket különböző nézetekben és metszetekben ábrázolunk, építészeti rajzoknak nevezzük. Az építészeti rajzok feladata az, hogy az épületeket, azoknak a környezethez viszonyított helyzetét egyértelműen meghatározzák. E feladat érdekében minden épületről alaprajz (vízszintes metszet), metszet (függőleges metszet) és homlokzati rajz (előlnézet) készül, míg az épület helyét a környezetben az ún. helyszínrajzon (felülnézet) láthatjuk.

1. Helyszínrajz

A helyszínrajzok 1 : 1000, esetleg 1 : 500 vagy 1 : 2000 méretarányban feltüntetik az épület elhelyezését a telken, valamint a beépítendő telken kívül ennek közvetlen környezetét is. Általában a kataszteri térkép megfelelő részletének lemásolásával készítjük és felülnézetben — piros tussal — belerajzoljuk az építkezéssel kapcsolatos létesítményeket határvonalaikkal.

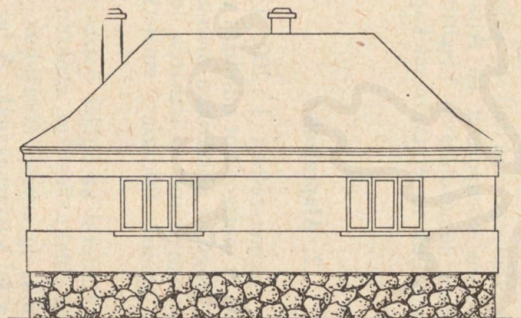
2. Alaprajzok

Az épületet vízszintes síkmetszetben 1 : 200, 1 : 100, vagy 1 : 50 méretarányban ábrázolják. A metszősíkot mindig a padló felett kb. 1 m magasságban vesszük fel, hogy az ablakokon menjen át, és így a metszeten (alaprajzon) az ablaknyílások is láthatók legyenek. Az épület minden egyes szintjéről (pince, földszint, emelet) külön alaprajzot kell készíteni.

Az alaprajzon fel kell tüntetni az épület összes falait, a kémények alaprajzi helyét, az ajtó- és ablaknyílásokat, gyakran a padló anyagát is.

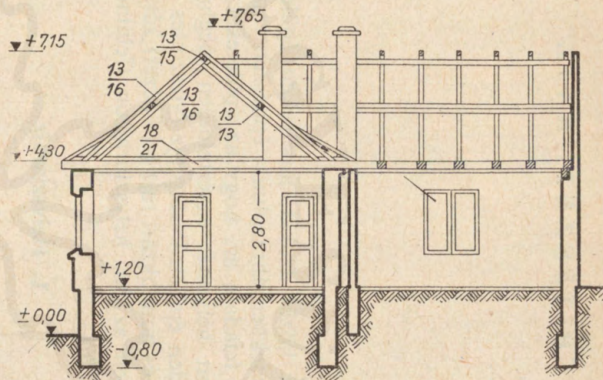
A *falakat* két párhuzamos egyenessel ábrázoljuk, amelyek egymástól való távolsága megfelel a fal vastagságának. A fal vastagságát vázlat-

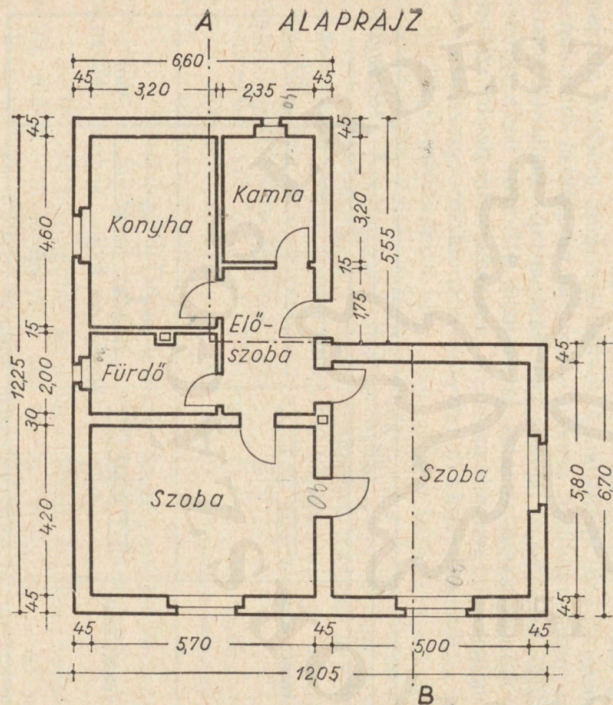
HOMLOKZAT



0 1 2 3 4 5 m

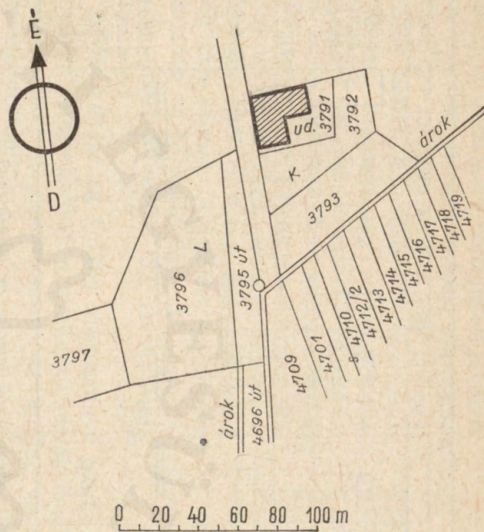
A-B METSZET

108. ábra. Lakóépület vázlatterve $M = 1:200$



$M = 1:200$

HELYSZINRAJZ



Ajtó-nyílás	Rajzjel			Megjegyz.
	1:200	1:100	1:50	
Ajtáró fal- nyílás				Tengely- vonal nincs
Heveder- tokos				Baloldalt küszöbvel Jobboldalt küszöb nélkül

109. ábra. Ajtók jelölése az alaprajzban

terveken a vakolt, építési engedélyhez szükséges beadványterveken va-
kolatlan mérettel kell feltüntetni. A kiviteli terveken, amelyek alapján
a helyszíni építést irányítják, szintén vakolatlan méretekkel ábrázolunk.
A falak külső, belső síkját jelölő egyeneseket vastag vonallal (1. vonal-
vastagság) húzzuk ki. A vonalak között néha 45° alatt hajló egyene-
sekkel vonalkázzuk, gyakrabban a fal anyagának megfelelő színnel
színezzük. 1 : 200 méretarányú terveken a vonalközt egyszerűen be-

Ablak- nyílás	Rajzjel			Megjegyz.
	1:200	1:100	1:50	
Falnyi- lás mell- véddel				Baloldalt teli mellvéddel Jobboldalt ablakfül- ke
Palló- tokos				Mint 1.jelűnél

110. ábra. Ablakok jelölése az alaprajzban

feketítjük. A metszősík alatt fekvő falsíkok látható vonalait vékony vonallal húzzuk ki.

Az ajtó- és ablaknyílásokat úgy jelöljük, hogy ezek helyén a falat jelölő vonalkázást vagy festést megszakítjuk, vastag vonallal csak a nyílás két oldalát határoló falsíkokat húzzuk ki. A nyíláson keresztül a külső és belső falsíkokat csak vékony vonallal jelezzük.

Az ajtók és ablakok jelölése egyébként azok szerkezetétől és a rajz méretarányától függően más és más. A jelölést az ajtókra vonatkozóan az MNOSZ 980—52, az ablakokra vonatkozóan a 981—52. sz. szabvány írja elő.

Az ajtók jelölése az 1 : 200 méretarányú alaprajzban az ajtónyílás mérethelyes berajzolásával, a szerkezeti részek bejelölése nélkül, a falsíkok vonalának megszakításával, az ajtólap nyitási irányának feltüntetésével történik.

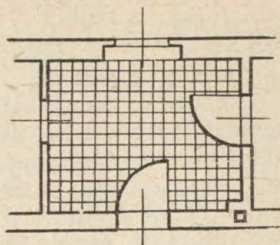
Az 1 : 100 méretarányú alaprajzban a kávét, a tengelyvonalat, a nyitási irányt és a méretet is jelöljük, de a szerkezetet, borítást, tokot nem. A nyílás középtengelyét vékony vonallal húzzuk ki úgy, hogy a hosszabb darabja a nyitással ellenkező oldalon legyen. A méretet a tengelyvonalra törtszámmal írjuk fel, a tengelyvonal fölé az ajtó szélességi méretét, alája pedig magassági méretét írjuk. A méretszámokat 1 m-en felül méterben, 1 m alatt cm-ben adjuk meg. A nyitási irányt 90°-ra kinyitott ajtólappal és $\frac{1}{4}$ körívvel jelezzük.

Az 1 : 50 méretarányú alaprajzban az ajtó kávéját, a tokot, borítást, tengelyvonalat, nyitási irányt, a méretet és a költségvetési számot is feltüntetjük. Kétszárnyú ajtónál a nyílószárnyat 90°-ra, alsó-, felső retesszel ellátottat 45°-ra kinyitott állapotban jelöljük. A költségvetési számot olyan körbe írjuk, amelynek középpontja a tengelyvonalon van. Nézetben és metszetben az ajtót az alaprajznak megfelelő, leegyszerűsített módon tüntetjük fel.

Az ablak jelölése az 1 : 200 méretarányú alaprajzban szerkezeti részek bejelölése nélkül, a fal két szélső vonalának vékony vonallal való berajzolásával történik.

1 : 100 léptékű alaprajzban a kávét, tengelyvonalat és a méretet is bejelöljük. A fal külső vonalát a nyílásban is meghúzzuk. A méretet ugyanúgy jelöljük, mint az ajtónál.

1 : 50 léptékű alaprajzban az ablak kávéját, a tokot, borítást, mellvédet, ablakfülkét, tengelyvonalat, méretet és költségvetési számot is jelölünk. Nyitási irányt általában nem tüntetünk fel, de indokolt esetben az ajtónyílástól történő megkülönböztetés céljából 30°-os vonallal



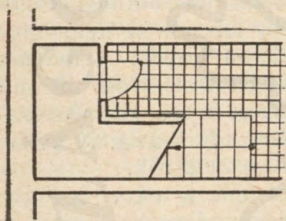
111. ábra
Cementlapburkolat jelölése
az alaprajzban

és ívvel jelöljük. A mellvéd magasságát a tengelyvonalra a fallal párhuzamosan írt $M = \dots$ adattal jelöljük. Metszetben az ablakot az alaprajzi jelölésnek megfelelő leegyszerűsített módon ábrázoljuk.

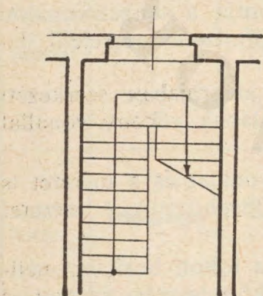
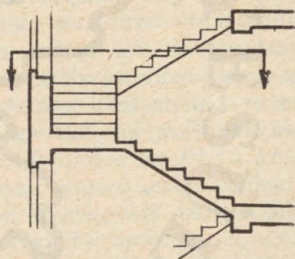
A padlót legtöbbször beírással, gyakran azonban külön jelöléssel is feltüntetjük. Ennek célja az, hogy a rajzból egyszerű rápillantással megállapíthassuk a helyiség rendeltetését. A burkolatot az alaprajzban a lapoknak méretben való megrajzolásával ábrázoljuk. Az ajtónyílást jelző körívek helyén a burkolatot jelző vonalakat meg kell szakítani. A burkolatot ábrázoló vonalakat mindig vékony vonallal, gyakran csak ceruzával, esetleg finom hígított tussal húzzuk ki.

A lépcsőket a lépcsőkar, a fokok és a pihenők vetületével ábrázoljuk. A lépcső alaprajzi metsző síkját úgy kell felvenni, hogy az alaprajz lehetőleg minden részletet feltüntessen. Tehát pl. a lépcső alatti helyiségeket is.

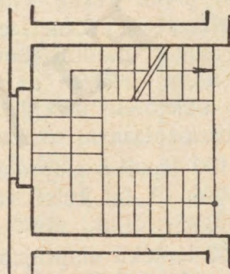
A felfelé emelkedő irányt a karszélesség közepére rajzolt nyíllal jelezzük. A nyíl az emelkedő irányába mutat. A kezdő foknál a tengelyvonalra pontot szokás tenni. Az alaprajzi metszősík a lépcsőt a fokokkal párhuzamosan metszi, mégis alaprajzban ferdén szokás el metszeni.



112. ábra. Lépcsők
brázolása az alaprajzban



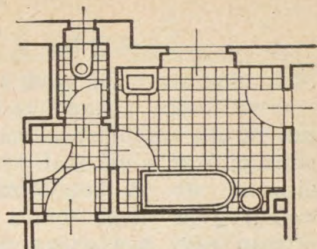
113. ábra. Lépcsők
ábrázolása az alaprajzban



114. ábra. Lépcsők
ábrázolása metszetben
és alaprajzban

Ezzel jelezzük, hogy a lépcső a metszet helyén nem ér véget. A különböző emeletek alaprajzában a lépcsőket úgy kell megrajzolni, hogy az illető emeletre érkező és arról induló lépcsőkart is ábrázoljuk.

Alaprajzban néha a *helyiségek berendezését* is jelöljük. Ezáltal szintén szembe-tűnőbbé válik a helyiségek rendeltetése, és a rajz szemléltetőbb, gazdagabb lesz. Minden esetben meg kell adni alaprajzban a helyiségek és a falvastagságok méretét. (A méretezésre vonatkozólag lásd a Második fejezet 3. pontját.)



115. ábra. Berendezési tárgyak ábrázolása az alaprajzban

3. Metszetek

A metszetek az épületet függőleges síkmetszetben ábrázolják. Az alaprajzhoz hasonlóan úgy készülnek, hogy az épületet függőleges síkkal elmetszve képzeljük, azután megrajzoljuk azokat a vonalakat, amelyek a síkon és amögött láthatók. Az épület magassági felépítését és fontosabb szerkezeteit ábrázolják. Az alaprajzhoz hasonlóan leg-többször szintén 1 : 100 méretarányban készülnek.

A metszősíkot rendszerint az épület hossz tengelyére merőlegesen vesszük fel, hogy rajta az összes méreteket valódi nagyságban ábrázolhassuk. A metszősík helyét az alaprajzon mindig fel kell tüntetni, megjelölve azt is, hogy a metszetet mely irányból nézve vetítettük.

A metszeten fel kell tüntetni a falsíkok függőleges határvonalait, az ajtó- és ablaknyílások helyét. Fel kell tüntetni a padló-, a mennyezet- és a födém szerkezetet. Legtöbbször meg szokták adni a falszigetelés helyét is.

Deszkapadlót keresztmetszetben rajzolt párnafákkal és hosszmet-szetben rajzolt padlódeszkákkal ábrázolunk. A keresztmetszetben ábrázolt elemeket 45 fokos vonalakkal vonalkázni szoktuk. A párnafákat és a deszkavastagságot is méretarányban tüntetjük fel. A cement-burkolatot az aljbetonnak és a lapoknak párhuzamos, egymástól meg-felelő távolságban húzott egyenesekkel, a mennyezetet a gerendák, az alsó- és felső deszkavázat, továbbá a felső mennyezetburkolat fel-tüntetésével, a födém szerkezetet szintén az azt alkotó gerendák meg-rajzolásával ábrázoljuk. A faszerkezetek minden egyes elemére rá-írjuk annak keresztmetszeti méreteit. (Méretezésre lásd a Második fejezet 3. pontját.) A metszetrajzokon a látható kéményeket, továbbá a vasbetonkoszorú helyét és méreteit is fel kell tüntetni.

4. Homlokzatok

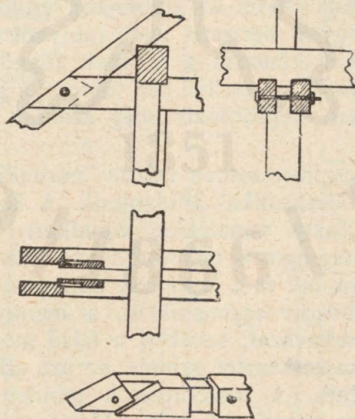
Homlokzatnak az épület külső egyirányba néző felületeit nevezzük. A homlokzati rajzok tehát az épületet kívülről előlnézetben ábrázolják.

A vetítősíkot a homlokzattal párhuzamosan vesszük fel. A homlokzati rajzok az épület valamennyi külső vonalát feltüntetik. Így a bejáratú ajtókat, ablakokat, külső lépcsőket, párkányokat, külső vakolatdíszítést stb. A homlokzati rajzokat rendszerint nem méretezzük, legfeljebb ha olyan fontos méreteket tüntetnek fel, amelyeket alaprajzban vagy metszetben még nem méreteztünk.

5. Szerkezeti részletrajzok

Az alaprajz, a metszetek és homlokzati rajzok általában 1 : 100 méretarányban készülnek. Ebben a méretarányban a kisebb méretű szerkezeteket (faszerkezeteket, vasbetonszerkezetek részleteit) nem ábrázolhatjuk pontosan, minden részletükre kiterjedően. Ezért az ilyen szerkezetekről részletrajzokat kell készíteni. Ezeken a megvilágítandó részletet 1 : 10 vagy 1 : 20 méretarányban teljes részletességgel ábrázoljuk. Faszerkezetek rajzolására részletrajzokon adjuk meg a gerendák összekapcsolásának, csapolásának alakját, méreteit, vasbetonszerkezeteknél a vasalás méretét és alakját is.

A 108. számú ábra egy földszintes kétszobás lakóépület 1 : 200 méretarányú vázlattervét mutatja be.



116. ábra. Szerkezeti-részletrajzok

SZABADKÉZI RAJZ, VÁZOLÁS

Ha a rajzfeladatot csupán ceruzával — minden segédeszköz nélkül — készítjük, akkor szabadkézi rajzolásról beszélünk. Az erdészgyakorlat nem nélkülözheti a rajzolásnak ezt a formáját sem. Gondolatainkat, terveinket születésük pillanatában így juttatjuk kifejezésre. Az erdészgyakorlatban nem egy olyan ügyiratot ismerünk, amely mellékletként szabadkézi vázlatot kíván a szemléltetés megoldására. Íme néhány példa: meglevő építményekről vagy gépekről készítendő tanulmányi rajzok, egyes gépalkatrészekről a műhelyrajzok adatfelvételéhez a felvétel tárgyáról vázlatot kell készíteni. E vázlaton tüntetjük fel a méretek hovatartozását, és így ez a vázlat lesz az alapja az elkészítendő tanulmányi rajzoknak. Épületleltári felvételkor, épületek átalakításakor az épületről helyszíni felvétel alapján vázlatot kell készíteni. Nagyon gyakran alkalmazunk szabadkézi vázolást akkor is, amikor az általunk készített terv megvalósítása közben az építésvezetőnek vagy művezetőnek esetleg szemléltetőbben kell valamely részletet megmagyaráznunk. Nagyon gyakori a helyszínrajzi vázlatok, térképvázlatok készítése is. Csemetekerti törzslapok kitöltéséhez el kell készítenünk a csemetekert elrendezésének, beosztásának vázlatát. Épületleltári lapokhoz fel kell vennünk az épületek helyszínrajzi elrendezését. Vágások ellenőrzésekor fel kell vennünk a végleges területet vázlat útján.

Íme néhány kiragadott példa: A gyors szabadkézi rajz útján mind-egyik hamar megoldható. Ahhoz azonban, hogy a szabadkézzel vázlatot készítő jól vázoljon, nagy gyakorlat és kezűgyesség szükséges. E fejezetben a műtávlati és távlati rajzokon keresztül kapunk majd némi alapot arra, hogy a gyakorlati feladatok megoldásánál biztosabban húzzuk az egyenes vonalakat, a párhuzamosakat, merőlegeseket, különböző görbéket, rajzoljuk a síkokat, testeket, valamint megszerez- zük a szükséges arányérzékét, fokozzuk a térszemléletet.

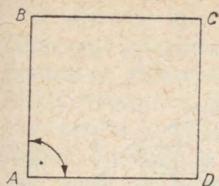
1. Műtávlati rajzok

A testek — amelyeket rajzainkban ábrázolunk — méreteikkel kiemelkednek a síkból, és a térben foglalnak helyet. Minden, a térben levő testet három irányú kiterjedés jellemez: hosszúság, szélesség, magasság. Ábránk, rajzunk a síkon van, ami viszont csak két kiterjedésű (hosszúság, szélesség). A síkban egy térbeli testet többféle módon lehet ábrázolni. Az egyik megoldás az, hogy a térbeli testet úgy ábrázoljuk, hogy annak látható vonalait a látott irány szerint rajzoljuk le. Az ilyen rajz természetesen nem lesz mérhető, de azt a benyomást kelti, mintha távolról néznénk a térbeli testet. Az ilyen rajzokat nevezzük műtávlati rajzoknak. Különösen a gépelemek vázolásánál alkalmazzuk. Az erdésztechnikusnak nem is emiatt kell megismernie a műtávlati rajz törvényeit, hanem azért, mivel a műtávlati rajzok nagyban növelik a rajzoló térszemléletét. Térszemlélet az a készség, amelynek segítségével térbeli testeket tudunk elképzelni magunk előtt. Erre a készségre igen nagy szükség van, amikor műszaki rajzot olvassunk, nézünk, mivel ott a rajz térbeli tárgyát a síkban láthatjuk megrajzolva. A térszemlélet bizonyos fokig egyénenként változhat, azonban kitartó gyakorlattal nagymértékben fejleszthető.

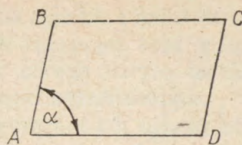
A műtávlati rajzokon alapjában véve egyszerű geometriai formákat ábrázolunk. Nincs is olyan test, amelyet egyszerű geometriai alapformákra ne tudnánk felbontani! Kellő gyakorlattal minden test kockára, hasábra, hengerre, kúpra, gömbre stb. — a legegyszerűbb geometriai formákra, téralakzatokra — bontható. E formák pedig síkokból állnak, és így a műtávlati rajz törvényeit ezek rajzolása közben kell megtanulnunk.

A műtávlati rajzok készítésének menete nagy vonásokban a következő: 2H-s keménységű ceruzával az ábrázolandó téralakzatról előrajzot készítünk. Az így megrajzolt ábrát puha radírral leradírozzuk. Radírozás után a 2H-s ceruzával újra csak a szerkesztési vonalakat húzzuk ki, a vastag, látható vonalakat pedig HB-s ceruzával.

A 2H-s ceruzát mindig lágyan, könnyedén vezessük papírunkon. A rányomott kemény ceruza kiradírozhatatlan nyomot hagy maga után. A puha, HB-s ceruza hegye pedig gyorsan kopik, gyakran hegyezzük tehát, hogy egyenletes vonalvastagságot kapjunk. A vonalak meghúzásánál lendületesen húzzuk a vonalat. A ceruzát a vonal elejétől a vonal végéig tartjuk a papíron. Nem szabad a vonalakat a ceruza előre-hátra mozgatásával húzni (szőrözni). Ez különösen a vastag vonalak kihúzásakor fontos, mert az így húzott vonal túlságosan is vastag lesz, élei pedig nem lesznek határozottak, élesek.



117. ábra. A négyzet



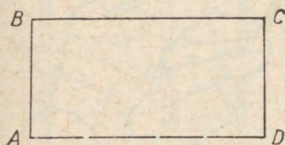
118. ábra
A négyzet műtávlati képe

Síkbeli szerkesztések

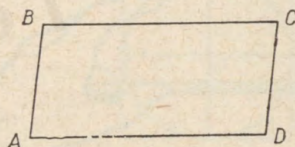
A négyzet és vele kapcsolatos szerkesztések: Geometriából a négyzetet olyan síkidomnak ismerjük, amelynek négy egyenlő oldala és négy egyenlő szöge van. Két-két oldala egymással párhuzamos, a szögek mind 90° -osak. Ha egy négyzetet eddig le is rajzoltunk, azt mindig a geometriában tanultak szerint tettük. Valójában a négyzetet így csak akkor látjuk, ha a négyzet síkjára merőlegesen nézünk. Ha azonban a geometriából ismert négyzetre például oldalról nézünk, akkor a négyzet, annak ellenére, hogy az semmiféle változáson keresztül nem megy, eltorzul. A négyzetet úgy rajzoltuk le, ahogyan láttuk. Ez a négyzet műtávlati képe. Gondosan vizsgálva láthatjuk, hogy a párhuzamos élek továbbra is párhuzamosak maradtak, a két egymás mellett fekvő oldal által bezárt szög ellenben eltorzult. A 117., 118. ábrán megjelölt szög kisebb lett, mint 90° , de kisebb lett a másik két oldal által bezárt szög is. A másik két szög viszont nem kisebb, hanem nagyobb lett az eltorzulással.

Szembevetendő a műtávlati rajzon még az is, hogy a ferdébben elhelyezkedő két oldalél rövidebb, mint a másik kettő.

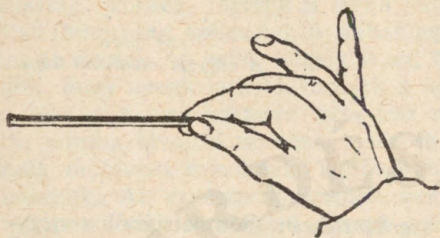
Ha most egy *téglalapot* rajzolunk le geometriai ismereteink alapján merőleges szemléléssel és ferdén tekintve, megfigyeléseink azonosak maradnak.



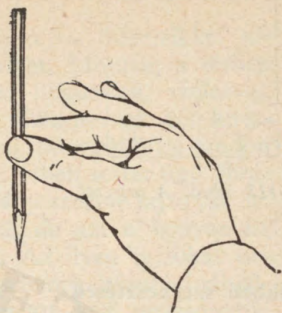
119. ábra. A téglalap



120. ábra
A téglalap műtávlati képe



121. ábra. Vízszintes vizírozás



122. ábra
Függőleges vizírozás

A közösen látottakból a műtávlati rajz szabályait vonhatjuk le eredményképpen:

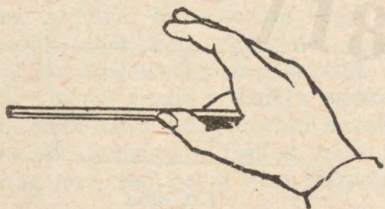
1. A műtávlati rajzokon a valóságban párhuzamos élek továbbra is párhuzamosak maradnak, de az élek által közbezárt szögek eltorzulnak.

2. A műtávlati rajzokon a felénk közeledő vagy tőlünk távolodó élek a valósághoz képest megrövidülnek.

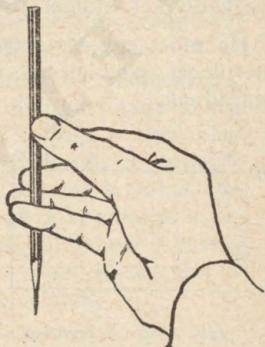
Rajzoljunk meg szabadkézzel egy négyzetet, majd egy téglalapot az általánosságban leírtak szerint.

A műtávlatban látott oldalak arányát vagy érzésből, szembecslés útján adhatjuk vissza rajzlapunkon, vagy ceruzánk segítségével — vízírozás útján — megállapított arányokat teremtyük meg a rajzon.

Érzésből, szembecslés után az arány megállapítása figyelem és jó szem kérdése. Gyakorlattal ez a készség is fokozható.



123. ábra. Vízszintes méret megállapítás



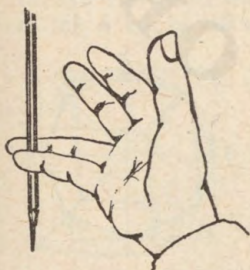
124. ábra. Függőleges méret megállapítás

A vízirozás nem más, mint *kinyújtott karral* az ujjaink között tartott ceruzával összehasonlító méretezések végzése. A vízirozást csak hosszú ceruzával végezzük. A 121. és 122. ábrákon a ceruza helyes tartását látjuk vízszintes, illetve függőleges méretek összehasonlításában.

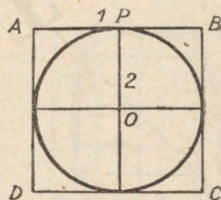
A ceruza ki nem faragott részét szabadon hagyva azt két ujjunk közé fogjuk hosszúsága alsó $2/3$ -ában. Ha a függőleges irányt a vízszintesben mért irányhoz hasonlítjuk, a kinyújtott karral tartott ceruzánkat csupán a kézfej 90° -os átfordításával állítjuk vízszintes irányba vagy fordítva, anélkül, hogy karunkat vagy törzsünket elfordítsanánk.

Ha azt akarjuk megállapítani, hogy az ábrázolandó méret mekkora a szélesség irányában, a ceruzát vízszintes irányba fordítjuk (123. ábra). A ceruza ki nem faragott végét a megméréndő méret legszélső pontjára állítjuk, és hüvelykujjunk utolsó izületét a ceruzára lehetőleg merőlegesen úgy csúsztatjuk el, hogy körmünk élével a szélességi méretet minél pontosabban a ceruza vége és a köröm síkja közé vehessük. A 121. ábrán láthatjuk, hogy a ceruzát a hüvelyk- és mutatóujj között tartjuk. Beirányítása után a méretek megállapítása a hüvelykujj segítségével úgy biztosítható zavartalanul, ha a hüvelykujj szabad mozgását szinte a ceruza teljes hosszúságában lehetővé tesszük. Ezért beirányítás után cseréljük át az ujjakat. A hüvelyk- és mutatóujj mellé húzzuk az eddig szabadon álló gyűrűs- és kisujjat, és a beirányított ceruzát most már ezen két ujj közé vesszük, és tartjuk függőleges vagy vízszintes helyzetben.

Az ujjak cseréjét pillanatok alatt úgy kell elvégezni, hogy a ceruza eredeti helyéről el ne mozduljon. A rajzoló gyakorlott fogással tehet eleget a követelményeknek, ha a kisujjal és gyűrűsujjal ollószerűen átfogja a kifaragott felén a ceruzavéget úgy, hogy ezzel a két ujjal tartjuk most már teljes szilárdságban a ceruzát. Ezután a ceruza végét a kisujj hátsó felével szorítom a gyűrűsujjhoz. Ebben az állásban a hüvelykujj könnyedén mozoghat a ceruzán.



125. ábra. Ujjcsere



126. ábra. A négyzetbe rajzolt kör

A kör

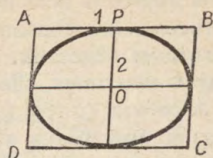
Műtávlati képének szerkesztését a kör köré írható négyzet műtávlati rajzának elkészítésével kell kezdenünk. A kör sugara a négyzet fél oldalhosszúsága tehát a kör átmérője a négyzet oldalával egyenlő.

A kör műtávlati képén is érinteni fogja a négyzetet. A négyzet a már ismert módon eltorzul, el kell tehát a körnek is torzulnia. Valóban, a kör műtávlati képe ellipszis lesz, de továbbra is érinti ugyanabban a 4 pontban a köré írt négyzetet.

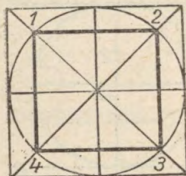
A kör műtávlati rajzának szerkesztésekor előbb tehát a kör átmérőjével azonos oldalnagyságú négyzet műtávlati rajzát kell megszerkeszteni. Majd meghúzzuk az oldalelező egyeneseket. Ezek természetesen az eltorulás következtében nem merőlegesen metszik egymást, de továbbra is párhuzamosak maradnak a megfelelő oldallal. A műtávlati képen a P pont helye újra csak az 1 és 2 jelzésű vonalak metszéspontjában lesz. A kör műtávlati képe érinti itt is a négyzetet, mint a felülnézeti képen. Ugyanígy a vízszintes felezővonal két végpontjában is a négyzet oldala tulajdonképpen a megrajzolandó ellipszis érintője. Az ellipszis ívét tehát a felezővonalak és a négyzet oldalainak metszéspontjai, mint érintőpontok közé fektessük. Célszerű az íveket az érintési pontoknál először meghúzni, majd azokat meghosszabbítjuk úgy hogy a négyzidarab most már kiadja az ellipszist.

Az így elkészült rajzot puha radírral letisztítjuk, majd 3H-s ceruzával csak a négyzetet és a felezővonalakat húzzuk ki újra, míg az ellipszist HB-s ceruzával vastag vonallal. Ez lesz tehát a kör műtávlati képe.

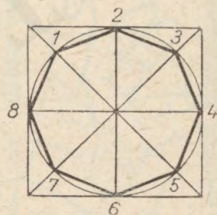
A kör műtávlati képének elkészítése után nem jelenthet komolyabb nehézséget a körbe írható négyzet és a körbe írható nyolcszög műtávlati képének megrajzolása sem. Ezeknél lépésről-lépésre kell a külső érintő



127. ábra. A négyzetbe rajzolt kör műtávlati képe



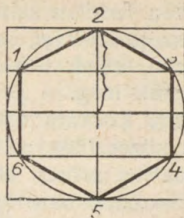
128. ábra. Körbe rajzolt négyzet



129. ábra. Körbe rajzolt nyolcszög

négyzet műtávlati képének elkészítésétől a négyzet, illetve nyolcszög műtávlati képének elkészítéséig haladni. Rajzoljuk meg.

A szabályos hatszög műtávlati képe is a köré rajzolt kör segítségével lehetséges. Jó segítséget ad az a felfedezés, hogy a hatszög szemközt levő csúcsait összekötő és a négyzet vízszintes oldalai-val párhuzamos egyenesek a függőleges átmérőt 4 egyenlő részre osztják. A műtávlati rajz szerkesztésekor ezt vegyük figyelembe, amikor a műtávtalos hatszög csúcsait keressük.



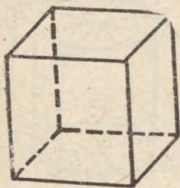
130. ábra. Körre rajzolt hatszög

Téralakzatok

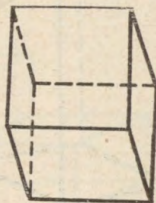
A kocka műtávlati képe: A kocka olyan térbeli test, amelyet 6 egybevágó négyzet határol. Ha a kockát valamelyik lapjára merőlegesen szemléljük, az egész kockát egy négyzetnek látjuk méretei valódi nagyságában. Minden más helyzetből a kocka több oldallapját látjuk. Ezeket a négyzet műtávlati rajzával kapcsolatban tanultak alapján szerkesztjük meg. A négyzetnél tapasztalt torzulások itt is külön-külön jelentkeznek a kocka négyzetes oldallapjainál.

Szabályként ugyanazt szögezhetjük le, mint azt a síkbeli feladatok esetében tettük. Az egymással párhuzamos vonalak a kocka esetében is párhuzamosak maradnak, és a szemünktől elfutó élek megrövidülnek. A kocka esetében a rövidülés annál észrevehetőbb, minél kisebb látunk az oldallapból.

A kocka műtávlati képe szerkesztésekor még azt is vegyük figyelembe, hogy a függőleges élek továbbra is függőlegesek maradnak. A rajzolást a felénk eső négyzet műtávlati képének megrajzolásával kezdjük, majd ezután húzzuk meg a jobban eltávolodó, tehát a valóságban vízszintes oldaléleket. Ezek iránya egymással párhuzamos. Lezárjuk a kocka oldalsó lapját a látható függőleges oldalélel, meghúzzuk



131. ábra. A kocka műtávlati képe



132. ábra. A kocka műtávlati képe

zuk a fedőlap hátulsó élét is, amely párhuzamos a felénk eső oldal vízszintes élével. A kockának nem minden éle látható. Három élt a kocka felénk eső része eltakar. Ezeket az éleket szaggatott vonallal húzzuk meg.

Egy kockára sok irányból nézhetünk. A 132. ábrán vázolt kockát megközelítőleg a fedőlap átlójának irányából kissé felülről nézzük. Oldalélei erősen eltérnek a vízszintestől.

Gyakorlatban úgy célszerű a rajzokat elkészíteni, hogy az egyik oldallapra jól rálássunk. Ennek oldalélei a vízszinteshez közel maradnak, az egész lap kevésbé, a másik oldallap viszont ennek megfelelően erőteljesebben torzul el.

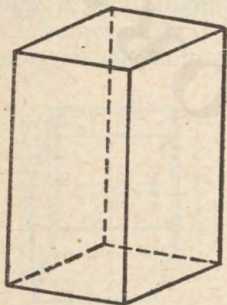
A műtávlati képeken vízszintes vonalakat nem rajzolnak. Vízszintest ugyanis csak akkor kapnánk, ha valamely oldallapra pontosan merőlegesen néznénk, esetleg kissé felülről. Ilyenkor a szembenlevő lapot és a fedőlapot látjuk, oldallapra egyáltalán nem látunk rá. Ha már az oldallapok valamelyikére látunk, akkor vízszintes él nincsen a fel lépő torzulások miatt. Megfelelő térhatást csak akkor kapunk, ha az ábrázolt test oldallapjaiból is látunk valamit.

A műtávlati rajzok gyakorlásául célszerű egy kockát több irányból nézve lerajzolni. A rajz készítésekor arra vigyázzunk, hogy a kép valóban kocka benyomását keltse. Kezdetben a leggyakrabban az a hiba fordul elő, hogy kocka helyett hasábót ábrázolunk. Ellenőrzésül forgassuk rajzlapunkat teljesen körbe, és ha minden irányból nézve kockát látunk, jó a rajzunk.

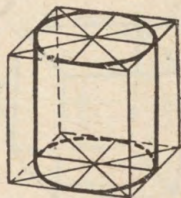
A rajzolással kapcsolatban ne feledjük az általánosságban írottakat alkalmazni, az arányokat pedig vízirozás útján állapítsuk meg.

A kockával teljesen azonosan szerkeszthető a *hasáb műtávlati képe* is.

A *henger műtávlati képének* megrajzolását visszavezetjük a kocka vagy a négyzetes hasáb megrajzolására. Mivel a henger nem más tulaj-



133. ábra. A hasáb műtávlati képe



134. ábra. A henger műtávlati képe

donképpen, mint két egybevágó körlap által határolt hasáb, nem kell tehát mást tennünk, mint a henger alapkörének átmérőjével egyező oldalhosszúságú kocka, illetve négyzetes hasáb műtávlati képét megrajzolni. Az így kapott testek alap-, illetve fedőlapján azután a henger körlapjának — a tanultak szerint — megfelelő műtávlati képet szerkesztjük meg, majd a henger oldalalkotói közül ki kell keresnünk az ún. kontúralkotót.

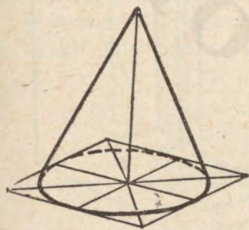
Kontúrvonalak az ábra határvonalát adják. A kontúrvonalak minden esetben láthatók.

Jelen esetben a henger kontúrvonalait úgy kapjuk meg, hogy a megrajzolt két ellipszishez érintőlegesen hozzárajzolunk egy-egy függőleges vonalat. Ha az ellipszis területén haladva a kontúralkotótól visszafelé felénk felvennénk egy alkotót, az a látható részre esne, ha viszont egy kissé hátrább vennénk azt fel, az már nem lesz látható, mivel a henger nem látható részén van.

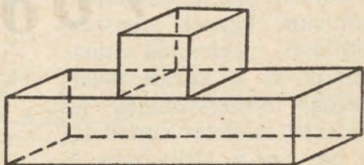
A 134. ábra hengerére felülről nézünk rá, tehát a felső lapja lesz látható. A felső ellipszist vastagon kell kihúzni. Vastag lesz a két kontúralkotó is, az alaplapból pedig csak az a rész, amely a két kontúralkotó között felénk esik. Az alaplap nem látható élét szaggatott vonal jelzi.

A kúp műtávlati képének megrajzolását az alaplapjánál kezdjük. Ez — amint tudjuk — kör. Műtávlati képét a befoglaló négyzet segítségével rajzoljuk meg. Így kapjuk az ellipszist. Ha ezzel készen vagyunk, felvesszük a kúp magasságát. Rajzunkon ez függőleges egyenes lesz. Az alapkör középpontjából húzzuk, és erre mérjük rá a magasság méretét, megkapjuk a kúp csúcsát. A csúcsból az alap ellipszishez a két szélső alkotót megrajzoljuk, ezek adják a kúp kontúralkotóit. A kontúralkotókkal eldönthetjük a láthatóságot, és így azután a kihúzással érzékeltetjük megállapításainkat.

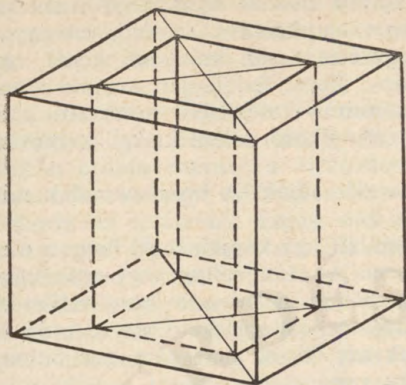
A gúla műtávlati képének megszerkesztése teljesen azonos a kúp műtávlati képe szerkesztésével. Itt is előbb az alapot rajzoljuk meg, majd a magasság és az oldalélek meghúzásával fejezzük be.



135. ábra
A kúp műtávlati képe



136. ábra. Összetett test műtávlati képe

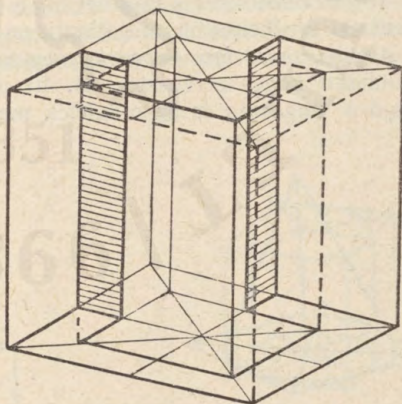


137. ábra. Üreges kocka műtávlati képe

sábót vágunk ki a kocka közepéből. A hasáb fedőlapjának élei párhuzamosak a kocka fedőlap éleivel. Mindkét fedőlapnak így közösek az átlói. Ezt használjuk fel a szerkesztéskor. A láthatóságot az a tény döntötte el, hogy az üreges kocka fedőlapjára néztünk rá, vagyis egy kissé beleláttunk a kockába.

Metszett testek műtávlati képének megszerkesztése sem különösebben nehéz feladat. Adott ismét az előbbi üreges kocka.

A felénk legközelebb eső negyedét vágjuk ki két metszősíkkal. A két metszősíknak így tehát a fedő- és alaplapon felezővonalain kell átmennie. Amikor tehát az üreges kockát a korábban tanultak alapján megszerkesztettük, meghúzzuk a kocka alap- és fedőlapján a két felezővonalat. A felezővonalaknak és a kocka fedőlap oldaléleinek metszéspontjait összekötjük az alaplapon hasonlóan kapott metszéspontokkal, megkapjuk a metszősíkok és a kocka oldallapjainak metszévonalait. Az átmetszett felületet vonalkázzuk be. Így a láthatóság is megváltozott, a metszés után belelátunk a kockába.



138. ábra
Metszett üreges kocka műtávlati képe

Összefoglalva az eddig tanultakat: a műtávlati rajzokon a síkidomokat, testeket mindig úgy ábrázoljuk, amilyennek látjuk. Ami párhuzamos volt eredetileg, az a műtávlati képen is párhuzamos marad. A szögek torzulást mutatnak, és megváltozik a felénk közeledő vagy tőlünk távolodó egyenesek hosszúsága is. A műtávlati kép szerkesztésekor a befoglaló formából indulunk ki, és abban szerkesztjük meg a feladatot. A láthatóságot a kontúrvonalak segítségével döntjük el. A kész rajzon a végleges — látható — vonalakat HB-s ceruzával folytonos vastag vonallal, a szerkesztési vonalakat pedig 2 H-s ceruzával ékonyan húzzuk ki. A látható vonalak félvastagságával — szaggatottan — húzzuk ki a nem látható, de látszó vonalakat.

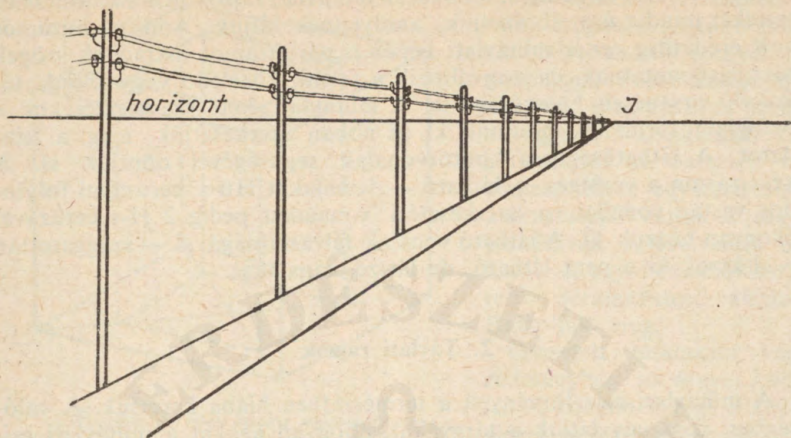
2. Távlati rajzok

A műtávlati rajz törvényeit a természetben hiába keressük. A valóságban nem úgy látjuk a tárgyakat, ahogyan azokat a műtávlati rajzokon megörökítjük. Nézzünk csak meg jobban pl. egy házat. A ház tulajdonképpen összetett test, két hasáb összetétele, és így nem is egy párhuzamos éle van. Mégis a látszat szerint — ellentétben a műtávlattal — ezek a párhuzamosak nem párhuzamosak, hanem egy-egy pont felé összetartók. I_1 és I_2 . Ugyanezt a jelenséget tapasztaljuk vasút mentén a két sínszál közé állva is, hogy a két sínszál a látóhatáron egy pontba fut össze, pedig mindannyian tudjuk, hogy ez a valóságban nem így van. De a látszat mégis ez. Vagy nézzük az egymástól egyenlő távolságban beásott vezetékoszlopok vonalát. Ha az egyenlő magasságú oszlopok csúcsát és tövét gondolatban egy-egy egyenessel összekötve képzeljük, azok megint csak a látóhatáron egy pontban találkoznak. E képnél azonban még azt is észrevehetjük, hogy bár az oszlopok egymástól egyenlő távolságra vannak, mégis a látóhatár felé mintha sűrűbben lennének.

A látóhatárt, ahová párhuzamos egyenseink rendre futottak, horizontnak, azokat a pontokat pedig, amelyekbe azok futottak, iránypontoknak nevezzük. Kimondhatjuk tehát törvényként, — a műtávlati rajzok törvényeivel szemben, hogy:



139. ábra. Település távlati képe



140. ábra. Vezetékoszlopok távlati képe

1. Távlati rajzokon az egymással párhuzamos élek egy pontba, a horizonton levő iránypontba futnak össze.

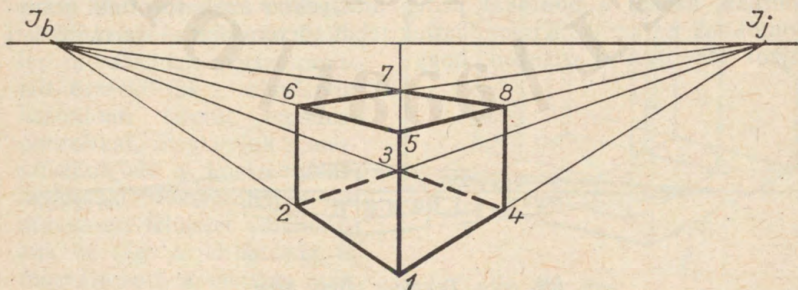
2. A távolság növekedésével szakaszos rövidülés látszik.

Ha tehát bármilyen térbeli test, térelem távlati képét akarjuk megrajzolni, fel kell, hogy vegyük a horizontot, azon az iránypontokat, mert csak így adhatjuk meg rajzunknak azt a hatást, amit a természetben szemlélve láthatnánk.

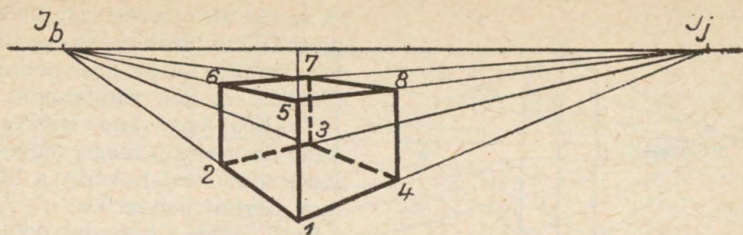
A távlati rajzokról tanultakat gyakoroljuk egy-két egyszerű példán.

A kocka távlati képe. Szerkesszük meg a kocka távlati képét akkor, ha a kockát kissé felülről nézzük, és fedőlapja rövidebbik átlóját függőlegesen látjuk.

A szerkesztéskor felvesszük előbb a horizontot. Erre merőlegesen húzunk középen egy segédvonalat. A kocka felénk eső oldalának nagy-



141. ábra. A kocka távlati képe

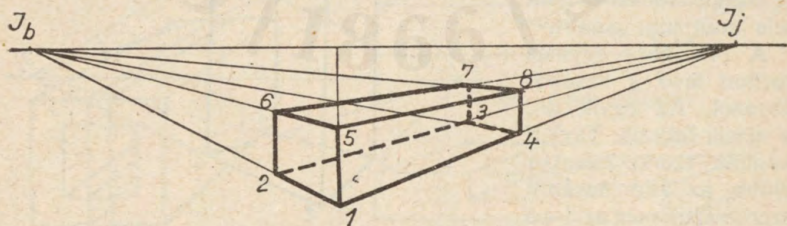


142. ábra. A kocka távlati képe

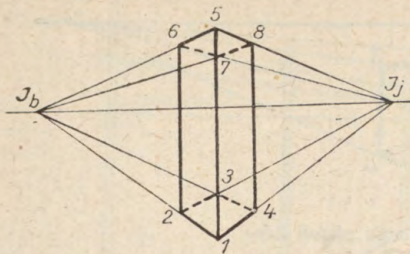
ságát (vizírozás után) erre mérjük fel a horizonttól bizonyos távolságra. Kapjuk az 1,5-ös csúcokat. Ezekből futnak az alap- és fedőlap élek jobb, illetve bal kéz felé a horizonton levő iránypontokba. A horizontra az 1—5 merőlegetől jobbra is, balra is tetszőleges egyenlő távolságot felmérünk, kapjuk az I_b és I_j iránypontokat. Ha a már meglevő 1-es és 5-ös csúcokat a kapott iránypontokkal összekötjük, megkapjuk az 1—2, 5—6, 1—4 és 5—8-as élek irányát. Ezekre az irányokra kerül azután a vízszintesen vizírozott méret. 2- összekötve 6-tal, 4—8-cal adja a két oldallap még hiányzó két függőleges élét. Valóban ezek rövidebbek, mint a felénk eső függőleges él. A kocka még hiányzó két oldallapját hasonlóan szerkeszthetjük meg. A 2—4-es, valamint a 6-os és 8-as csúcsokból húzott irányvonalak metszéspontja lesz a még hiányzó 3-as, illetve 7-es csúcs. 3 összekötve 7-tel, a kocka negyedik függőleges oldaléle.

Kihúzásnál a láthatóságot eldönti az a tény, hogy a fedőlapra rá-látunk. Nem láthatók a 2—3-as, 3—4-es és 3—7-es élek, a többi látható. Ennek megfelelően húzzuk ki vastag szaggatott, illetve vastag teljes vonallal.

Ugyanezt a kockát a 142. ábrán más beállításban látjuk. A 1485-ös oldallapot jobban látjuk, mint az 1—5 éltől balra eső 1265 oldallapot. A szakaszos rövidülés bal kéz felé erősebb, mint jobbra, és így a baloldali iránypont (I_b) közelebb van, mint a jobboldali (I_j) az 1—5 élhez viszonyítva.



143. ábra. A hasáb távlati képe



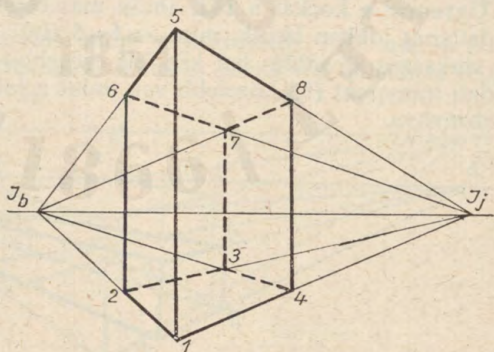
144. ábra. A hasáb távlati képe

vidülés balra erősebb, mint jobbra, így az I_b közelebb van az 1—5 élhez, mint az I_j . Legelőször is az 1—5 él helyét és nagyságát állapítjuk meg a horizontvonalra állított merőlegesen vízírozás útján. A kapott 1-es és 5-ös csúcsokból az iránypontokba irányvonalakat húzunk. Ezekre felmérjük az 1—2, 5—6, 1—4 és 5—8 élek hosszát, és megkapjuk a 2, 6, 4 és 8-as csúcsokat. Az ezekből húzott irányvonalak metszik ki a 3—7-es csúcsokat. Összekötésük után kapjuk a 3—7-es élt. A láthatóság eldöntése után húzzuk ki a hasáb éleit az eddig ismertettek alapján.

Állítsuk most hasábunkat úgy, hogy az alap az egyik négyzet legyen, és a horizont a hasáb magasságának felében fusson, az 1—5 él elfedje a 3—7-es élt. Ebben az állásban nem láthatjuk sem az alap, sem a fedőlapot. a látható oldallapok viszont egyformák. Így tehát a rövidülés az 1—5 éltől jobbra és balra is azonos, a két iránypont a horizonton ezekről egyenlő távolságra van.

A szerkesztést és kidolgozást az előzőek alapján elvégezhetjük. A 145. ábra szintén álló hasábot mutat, csak itt a rövidülés — a beállítás alapján — balra nagyobb, jobbra kisebb, vagyis az iránypontokat az 1—5 éltől különböző távolságra kell felvenni. A szerkesztés azok felvétele után már ismert.

A 146. ábra egymás mellett levő 2 hasábot ábrázol. Az egyik áll, a másik fekszik. Távlati képünk szerkesztésekor előbb az álló hasábot szerkesztjük meg az 1—5 élhez viszonyítva, majd

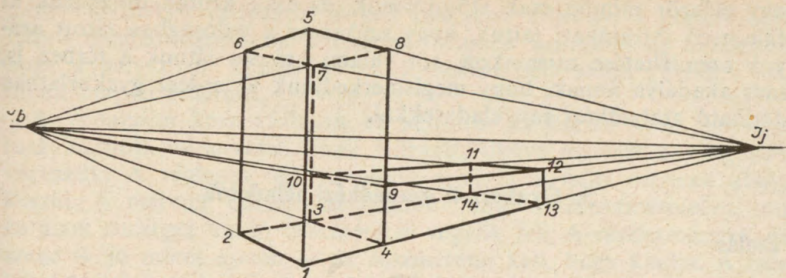


145. ábra. A hasáb távlati képe

A szerkesztés menete egyébként ugyanaz, mint előbb, csak — amint már tanultuk — az iránypontok kijelölésekor kell vigyáznunk.

Hasábbal kapcsolatos szerkesztések. Szerkesszük meg a négyzet-alapú hasáb távlati képét a 143. ábra szerinti helyzetben.

Itt is előbb a horizontvonalat húzzuk meg. A horizont (látóhatár) felette van a hasábnak, mivel a fedőlapot látjuk. A rö-

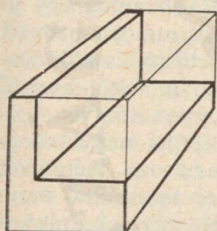


146. ábra. Összetett test távlati képe

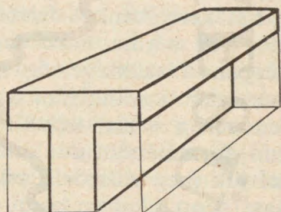
ezután térjünk rá a fekvő hasáb távlati képének megrajzolására az álló hasáb 4—8 éléhez viszonyítva. A fekvő hasáb méretei azonosak az állóéval.

A hasábbal kapcsolatos eddigi szerkesztések alapján szerkesszük meg a 147—151. ábrákon feltüntetett idomok távlati képeit.

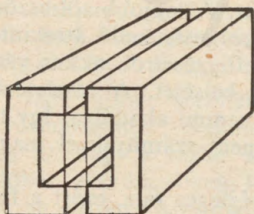
Ezzel azt a célt, amelyet a műtávlati és távlati rajz tárgyalása előtt magunk elé tűztünk, nagyjából el is értük. Tudunk szabadkézzel különböző irányú egyeneseket húzni; ismerjük a kihúzás technikáját, láttuk;



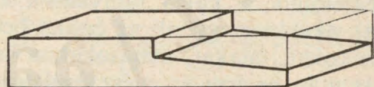
147. ábra. L idom



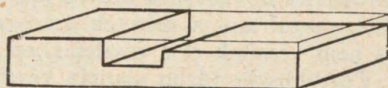
148. ábra. T idom



149. ábra. Kettős U idom



150. ábra. Ferde rálapotás



151. ábra. Fogas rálapolás

hogy először mindig csak előrajzolunk, és csak azután dolgozzuk ki véglegesen rajzainkat; láttuk, hogy szükséges a valóságban látott arányok szemléltetése rajzainkon, sőt valami keveset látunk a térben is, nincs akadálya annak, hogy megismerkedjünk az erdész gyakorlatban adódható szabadkézi rajzfeladatokkal.

3. Gyakorlati szabadkézi feladatok

Vázolás

Az erdész gyakorlatban előforduló rajzfeladatok biztos vonalvezetést, jó arányérzéklet, térben látást és a rajzok kidolgozásával kapcsolatban egy-két fontos tudnivaló megjegyzését, illetve azok alkalmazását igénylik. Az első három gyakorlás dolga, viszont a tudnivalókat meg kell tanulni.

Nézzük egy pár gyakorlati példán keresztül a minden technikus számára megjegyzendő tudnivalókat.

a) *Épületleltári felvételi vázlat.* Esetenként adódó feladat, amikor a munka elvégzendőjének gondosan be kell járni a leltározandó épületet, mert arról, annak helyiségeiről a valóságnak megfelelően hű, — de természetesen arányosan kisebbitett — képet kell adnia egy jó vázlat keretében. A felvétel alkalmával mérőszalaggal minden méretet meg kell mérnie, mivel azokat a vázlaton szintén — előírás és különösképpen a szükségesség miatt — fel kell tüntetnie. A feltüntetendő méreteket ugyanabban a sorrendben kell felvenni, mint amilyen sorrendben a vázlat készül. A vázlat készítésekor az épület nagy befoglaló formájából indulunk ki, így az ezeket meghatározó méreteket mérjük meg először. Épület esetén tehát a körülzáró falak által meghatározott síkidom kerül elsőnek vázlatunkra a felvett méretek arányos kisebbitésével. Ezt a kisebbitést szabadon választott szerkesztési egységgel végezzük, és annak szemmérték szerinti felhordásával valósítjuk meg rajzunkon a valóság arányait. A befoglaló forma vázlat vonalain megjelöljük a külső falnyílások (bejárati ajtók, ablakok) helyét, és csak azután megyünk az épület belsejébe, hogy felvázolhassuk a belső falsíkokat, falakat, nyílásokat, a helyiségeket. A legjobb többször egymás után bejárni az egész épületet, és amikor már kellő áttekintésünk van minden egyes helyiségről és azok összefüggéseiről, akkor vázoljuk fel a főalakból kiindulva az egész épület belsejét. A részletezésnek, a részletes felmérésnek ezután már nincsen semmi akadálya. Így tudjuk csak megtartani a méretek arányosságát, nem számítjuk el magunkat és nem veszünk el a részletekben.

Legtöbbször vázlat alapján készül el a végleges rajz, ezért a felvételi vázlatok készítésekor a felvétel tárgyáról a tervekhez hasonlóan annyi

nézet- és metszetvázlatot is kell készíteni, amennyi a pontos egyértelmű meghatározásához szükséges. Minden metszetet és minden nézetet a helyszínen készítsünk el. Emlékezetből rajzolt részletek nagy hibák alapjai lehetnek.

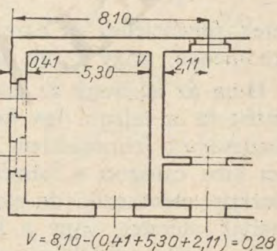
A vonalasan kész vázlaton be kell írni az összes — a helyszínen megállapított — méretet. Ezek felírását, illetve mérését nagy gondnal végezzük. A végleges rajz tudniillik a vázlatra felírt méretek alapján készül. A méretek ellenőrzése céljából mind a részletméreteket, mind az azok összegét kiadó összméretet vegyük fel. A részletméretek összege — jó mérés esetén — az összméretet kell, hogy kiadja. A méretek felvételekor mindig tartsunk be valamiféle sorrendet, ne legyünk ötletszerűek. Ha egy-egy részleten túl sok méretet kellene feltüntetnünk, és így vázlatunk túl zsúfolt lenne, akkor készítsünk arról a részletről kinagyított részletvázlatot.

A helyszínen nézzük meg, hogy vázlatunkon minden szükséges méretet feltüntettünk-e. Előfordulhat, hogy egyes méreteket, amelyek a végleges rajz elkészítéséhez feltétlenül szükségesek, nem tudunk közvetlenül felvenni. Pl. épületeknél olyan falak vastagságának megállapítása, amelyeken nincs ajtónyílás. Az ilyen méreteket közvetetten kell megállapítani. Erre a 152. számú ábra mutat példát.

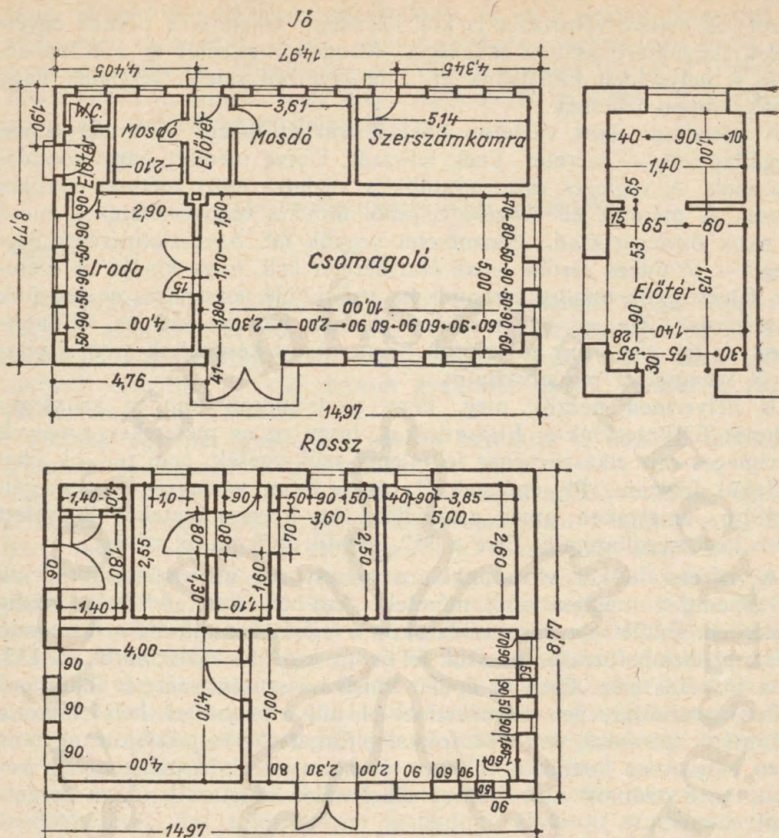
A méretszámokat vázlatunkba a méretvonal megszakításába írjuk be, és pedig a méteren aluli méreteket cm-ben, azon felülieket pedig méterben. Épület alaprajzi vázlatokon a méreteket mindig a felveendő mérettel szembefordulva vesszük fel és így írjuk be vázlatunkba. A 153. ábra jó példa erre. Ezen az épület külső hosszúsági méretét feltüntető számok szabályszerűen helyezkednek el, míg a helyiségek belső méretét feltüntető számokat már 180 fokkal elforgattuk. A mérésakor ugyanis ilyen helyzetben tartjuk a vázlatot, és könnyen eltéveszthetnénk a beírást, ha a számok szabályszerű elhelyezése végett állandóan forgatnánk a rajzot.

A 153. ábra egy 40 kh-s csemetekert üzemi épületének helyesen és rosszul felvett alaprajzi vázlatát mutatja. A rajz túlszűfoltóságának elkerülése végett nem rajzoltunk be minden méretet, hanem csak annyit, amennyi a vázlatkészítés irányelveinek szemléltetéséhez feltétlenül szükséges.

A 153. ábra szemléltetően mutatja a vázlatkészítés valamennyi hibáját: Látszik az, hogy a vázlat a méretfelvétellel egy időben készült. Ilyen lesz a vázlatunk akkor, ha előzetes körüljárás és az arányok rögzítése nélkül azonnal hozzákezdünk a mé-



152. ábra. Közvetett méret-meghatározás



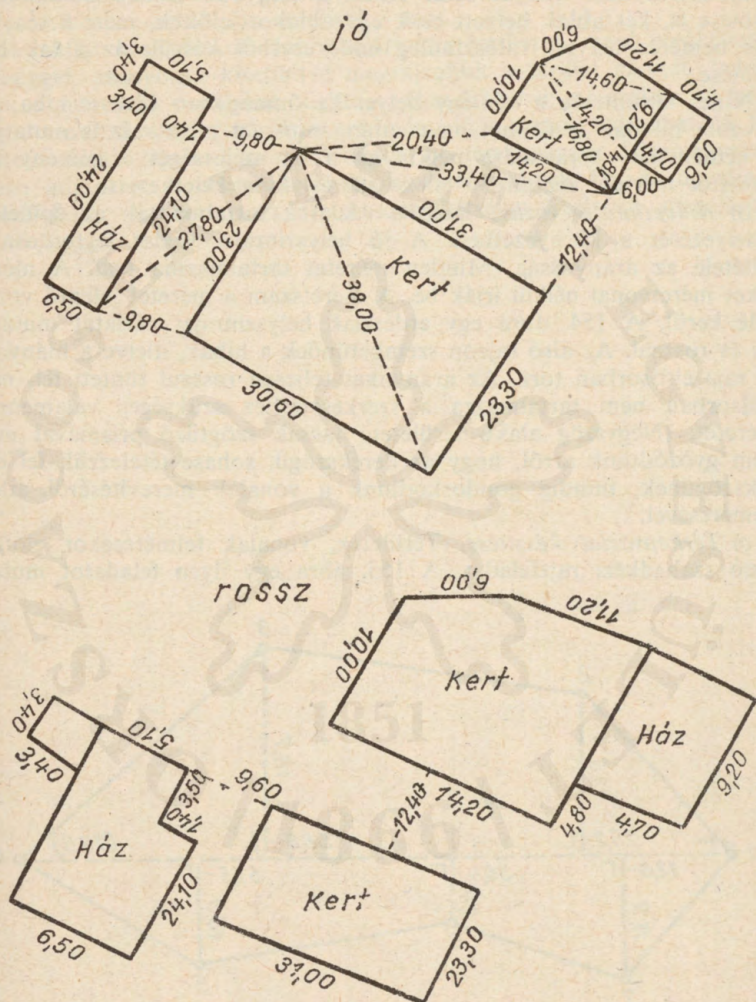
153 ábra. Jól és rosszul szerkesztett épületvázlat

reték felvételéhez és ezzel egyidejűleg rajzolunk is. Ennek az lesz az eredménye, hogy a rajz teljesen eltorzul.

Hiba az is, hogy az ellenőrző mérési adatokat egyáltalán nem tüntették fel a rajzon. Így fordulhatott elő az, hogy a csomagolóhelyiség részleteinek felmérésében mind a szélességi, mind a hosszúsági méretnél hiba csúszott a felmérésbe. Ez a hiba csak a végleges rajz készítésekor elentkezik, de akkor már a helyreigazításra nincs mód; valamelyik méretet, vagy a külső falsík vonalát, vagy a belső beosztást kell a hibás mérethez igazítani.

Egy további hiba, hogy az ajtónyílásban nem mérhető falvastag-

ságok nincsenek ellenőrző méréssel rögzítve. Ez jó arra, hogy pl. az előbbi hibát általa eltüntethessük, — a valóságosnál kisebb vagy nagyobb falvastagságot rajzolva —, de semmi esetre sem jó arra, hogy ennek alapján pontos tervet készíthessünk.



154. ábra. Helyszínrajzi vázlat

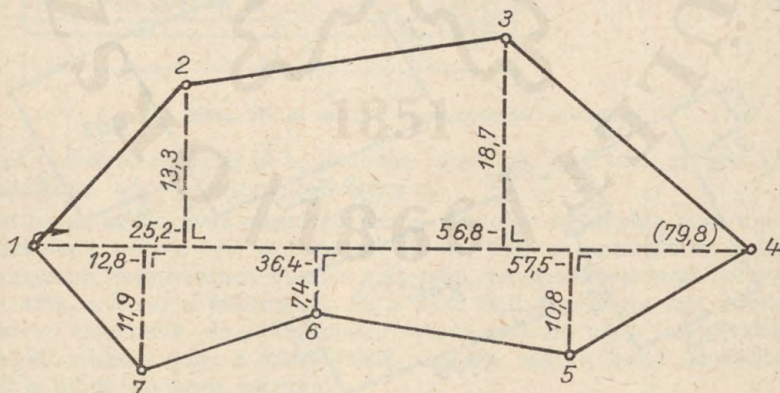
Hiba, hogy a mérési adatok felírása teljesen rendetlen. A falsíkok vonalai közé beírt 50-es számok hovátartozását egyáltalán nem lehet megállapítani. Azt is lehetne gondolni, hogy a falvastagságot jelentik.

Nem tüntették fel a nagyobb mosdóhelyiség és a szerszámkamra ajtajának nyitási irányát sem. Hibás a nagyobb mosdó ablakainak jelölése is, két ablak helyett csak egy ablakot jelöltek, mert a tényleges bemérés helyett valószínűleg emlékezetből készült az ablak bejelölése.

Nincs feltüntetve a kémény helye. Ez önmagában véve is hiba, de további hibákat is vonhat maga után, mint azt pl. a rajz is mutatja: a kéményhely berajzolása nélkül az iroda szélességét a kémény kiugrástól mérték, ezáltal 30 cm-es mérési hiba keletkezett.

b) *Helyszínrajzi vázlat.* Ezek a vázlatok tartalmazzák az épületek elhelyezését a környezetben. A jó helyszínrajzi vázlat legfontosabb feltétele az arányosság. Minden méretet tartalmaznia kell. A méreteket méretvonal nélkül írják be. A méretszám a méretet jelentő vonal fölé kerül. A 154. ábra egy erdészlak helyszínrajzi vázlatát mutatja jól és rosszul. Az alsó rajzon szembetűnőek a hibák, illetve a hiányok. A rajz elsősorban torz. Az arányokat teljesen rosszul tünteti fel, másodsorban nem tartalmazza a szerkesztéshez szükséges valamennyi méretet. (Négyszög alakú területet, hacsak szögtűző prizmával meg nem győződünk arról, hogy az derékszögű, sohase tételezzük fel derékszögűnek, mindig gondoskodjunk a vonalak merevítéséről átlók bemérésével.

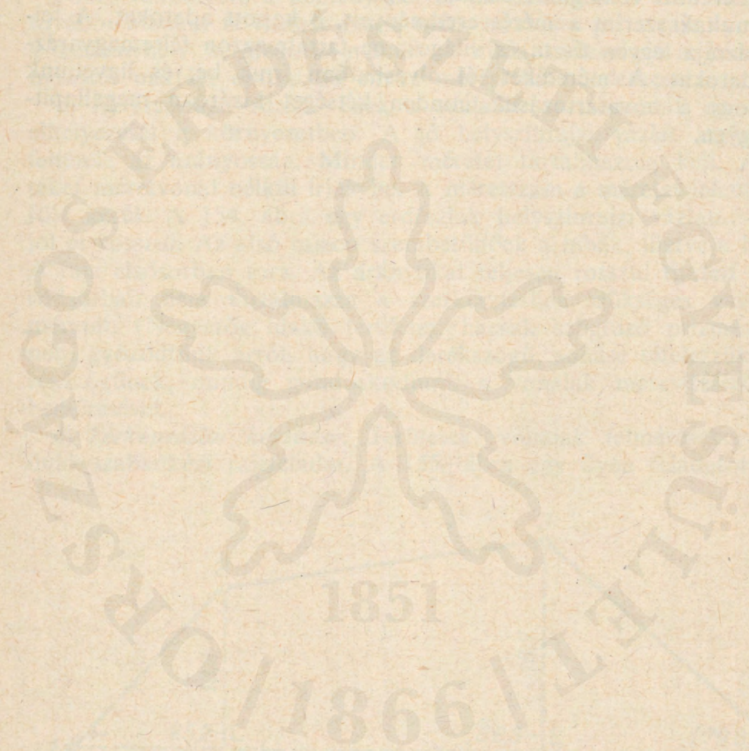
c) *Térképvázlat készítése.* Területek, vonalak felmérésekor előforduló szabadkézi rajzfeladat. A 155. ábra egy ilyen feladatot mutat-



155. ábra. Térképvázlat

Az 1—4-es kitűzött egyenesen a többi határpont talppontjainak az 1-es ponttól folyamatosan mért távolságát tüntetik fel, míg a talppontok távolságát a határpontoktól a két pontot összekötő egyenes felett látjuk. A folyamatos mérést a méretszám után húzott kis vízszintes vonallal érzékeltetjük, az utolsó — záró — méretszámot pedig zárójel közé tesszük. Valamely vonalra merőlegesen felvett méretet a vonalközbe rajzolt kis derékszög jelez.

A vázlat készítésekor előbb bejárjuk a területet, majd megközelítő hűséggel, arányosan kisebbitve megrajzoljuk a terület alakját, behúzzuk a mérendő vonalakat. Ezután végezzük el a méréseket, és írjuk be a tanultak szerint a mérés eredményeit, a kapott adatokat. A felvételi vázrajz legyen tiszta és világos, ne tartalmazzon félremagyarázható adatokat. A méreteket jól olvashatóan írjuk be, és ügyeljünk arra, hogy a hovatartozásuk minden kétséget kizáróan megállapítható legyen.



TÉRKÉPRAJZ

1. A térképekről általában

A térkép tartalma. Minden térkép a Föld egész felületének vagy a felület kisebb-nagyobb részének síklapon kicsinyítve ábrázolt *telül-nézeti képe, rajza*. Ezeken a rajzokon a Föld felületének meghatározói, jellemzői (hegyek, völgyek, dombok, szántóföldek, rétek, erdők, patakok, folyók, folyamok, lakóházak, települések stb.) kerülnek ábrázolásra. A térkép rajzolását, a térképszerkesztést mindenkor az előbb említett jellemzők felmérése előzi meg. A méréssel egyidőben a mérés tárgyáról készített szabadkézi vázlatrajzok, és az ezekből szabatosan szerkesztett vázlatok képezik azután minden térképnek az alapját.

A Föld felületének a jellemzőit a gyakorlat *tereptárgyaknak* vagy *terepidomoknak* nevezi.

A Föld felületének vízszintes síkbeli kiterjedését meghatározó természetes és mesterséges vonalak, az e vonalak által határolt földrészeket a *tereptárgyak*. Ilyenek a patakok, a folyók, az utak, a szántóföldek, az erdők határai stb. A tereptárgyakra csak vízszintes síkbeli kiterjedés jellemző.

A *terepidomok* (hegyek, völgyek, dombok) már nemcsak a vízszintes, hanem a függőleges síkban is tért foglalnak. Ezekre tehát már a függőleges síkbeli kiterjedés — a magasság — is jellemző.

Ahhoz tehát, hogy a térkép a Föld felületét hűen ábrázolja, a tereptárgyak és idomok kicsinyített rajzát valamilyen formában tartalmaznia kell. A több azonos tárgy vagy idom egyeztetetősége céljából ezenkívül a *részletek elnevezését* is mutatnia kell. Így tehát a térkép — mint műszaki rajz — a következő három összetevőből áll:

a) a *síkrajz*: az állandó jellegű tereptárgyak síkbeli elhelyezkedésének, elrendezésének, fekvésének a rajza;

b) a *domborzati rajz*: a terepidomok magassági kiterjedését mutatja, és végül

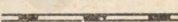
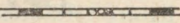
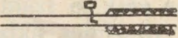
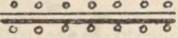
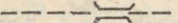
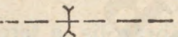
c) a *névrajz*: alatt a fontos részletek elnevezését értjük.

Azokat a térképeket, amelyek mindhárom összetevővel rendelke-

nek, három-dimenziós vagy topografikus térképeknek nevezzük. Ilyenek pl. a katonai térképek. A hazánkban használt térképek legnagyobb része a terep domborzati rajzát még nem tartalmazza. Ezeken a térképeken tehát nincs domborzati rajz, ezért ezeket két-dimenziós vagy síkrajzi térképeknek nevezzük. Ilyenek pl. a kataszteri térképek, az erdőgazdasági térképek.

A térkép síkrajza. A térkép síkrajza az állandó jellegű tereptárgyak vízszintes síkbeli elrendezését tartalmazza a kicsinyítés méretarányának megfelelő részletességgel. A tereptárgyak különböző jelekkel nyernek ábrázolást.

Azokat a tereptárgyakat, amelyeket a térkép méretarányában a valóságos állapotnak megfelelően mérethelyesen lehet ábrázolni, a térkép

		125,76	Háromszögelési alappontok
	$\frac{542}{252,6}$		Sokszögelési alappont
	160,3		Magasságpont
			Kétvágányú vasút töltéssel
			Egyvágányú vasút áteresztővel és őrházzal
			Keskenyvágányú vasút
			Ló- vagy traktorvontatású vasút
			Műút. a bevágásban kilométer-oszloppal
			Másodrendű műút fasorral
			Mezei vagy erdei út kishíddal
			Gyalogút áteresztővel
			Agyagbánya
			Erdő
			Rét
			Határjelek: faoszlop, kőoszlop, határdomb
			Kút, forrás

156. abra
Egyezményes térképjelek

alaprajzi vonalaikkal ábrázolja. Így pl. az egyes földrészletek, művelési ágak elhelyezkedése, fekvése azok körülzáró vonalainak, határvonalainak vízszintes vetületi rajzával ábrázolható.

A tereptárgyak egy részét alaprajz szerint a térkép méretarányában nem lehet mérethelyesen feltüntetni. Ezért az ilyeneket — tekintet nélkül valóságos méreteikre — a térképen meghatározotti alakú és nagyságú jelekkel ábrázoljuk. Ezek az egyezményes térképjelek.

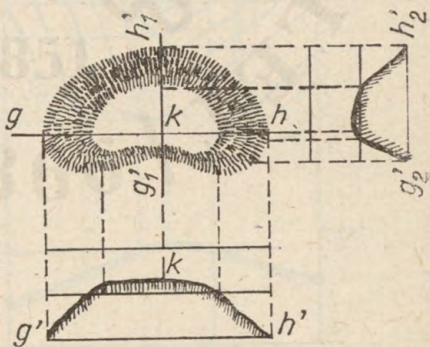
Sok esetben azonban még az alaprajz és a meghatározott alakú egyezményes jelek szerinti ábrázolás sem határozza meg egyértelműen a tereptárgy mibenlétét. Így pl. egy erdőterület alaprajz szerint ábrázolt határvonalaiából még nem lehet megállapítani, hogy a határvonalak által körülzárt terület erdő, szántó, rét vagy legelő-e. Ezért az alaprajz szerinti ábrázolás, valamint a meghatározott alakú jelek kiegészítésére *magyarázó térképjelek* is szükségesek. Ilyen magyarázó jel pl. a határvonalaival alaprajzilag ábrázolt erdőterület súlypontjában elhelyezett E betű, amely egyértelműen meghatározza az illető erdőterület jellegét.

A térkép domborzati rajza. A domborzati rajz által a terepidomok függőleges kiterjedése válik térképen láthatóvá. A terepidomok ábrázolásának több módja van: Csíkozás, színárnyalás és szintvonalas ábrázolás.

A terepidom olyan ábrázolását, amikor a függőleges síkbeli méretek kiterjedését egymás mellé és fölé húzott különböző vastagságú vonalakkal érzékeltetjük, *csíkozásnak* (157. ábra) nevezzük. A csíkok hossza és sűrűsége a terepidomok (hegy, domb, völgy) alakjához és méreteihez alkalmazkodik.

Színárnyalás alkalmazásakor valamely kiválasztott színnek különböző árnyalataival domborítjuk ki a terepidom általános jellegét. Magassági értékeket ezzel a módszerrel nem lehet megállapítani. Lényege az, hogy a meredekebb oldalakat sötétebben, az enyhébbeket halványabban árnyaljuk, a vízszinteshez közelálló felületeket pedig fehérén hagyjuk.

A terepidomok magassági kiterjedését, azok domborzati viszonyait legpontosabban a *szintvonalak* segítségével ábrázolhatjuk. A szintvonalakat az Adriai tenger síkjával párhuzamosan, és egymástól egyenlő távolságra felvett síkoknak a terepidomokkal



157. ábra. Csíkozás

képezett metszésvonalai adják. Tehát lényegében a szintvonalak a terepidomoknak az Adriai tenger síkjától egyenlő magasságban fekvő pontjait kötik össze. Az egymás után következő szintvonalak magasságkülönbsége a térkép méretarányától függően változik. A folyamatos (teljes) vonallal kihúzott *alapszintvonalak* magasságkülönbsége:

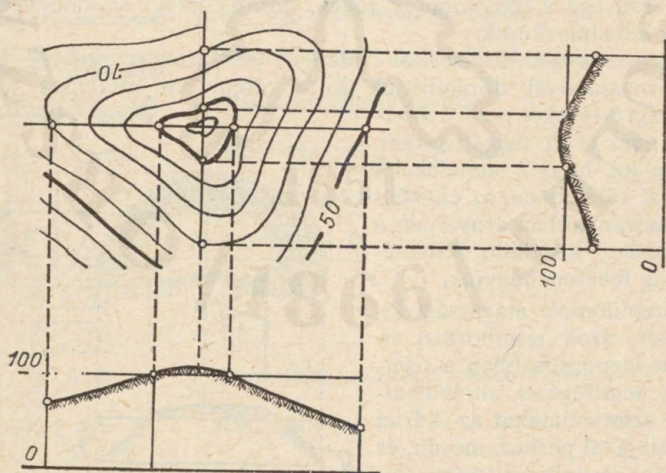
1 : 5000 méretarányú térképen	1 méter
1 : 10000 méretarányú térképen	2 méter
1 : 25000 méretarányú térképen	5 méter
1 : 50000 méretarányú térképen	10 méter

Az 1 : 10000 méretarányú térképen tehát a terepidomok magassága kétméterenként nyer ábrázolást.

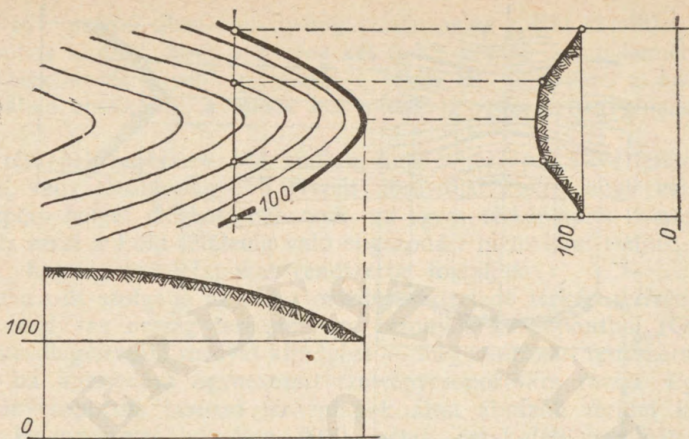
Az alapszintvonalakon kívül hosszú szaggatott vonalakkal jelölt *felező*- (1 : 50000 méretarányú térképen pl. 5 méteres) és rövidebb szaggatott vonallal jelölt *negyedelő szintvonalakat* is láthatunk, ha a rendelkezésre álló hely megengedi vagy ahol a terep adottságai ezt szükségessé teszik.

A szintvonalak által ábrázolt tereppontoknak a tenger szintje feletti magasságát általában minden ötödik szintvonal megszakításába írott számmal tüntetjük fel, mégpedig úgy, hogy a szintmagasságot jelző szám talpával a lejtés, tetejével az emelkedő irányába mutasson.

A 158—161. számú ábrák néhány gyakoribb terepidom szintvonalas képét mutatják be. A 158. számú ábra pl. egy kúpnak — a terep víz szonylag legkiemelkedőbb részének (csúcs, domb) — rajza. Ugyane-



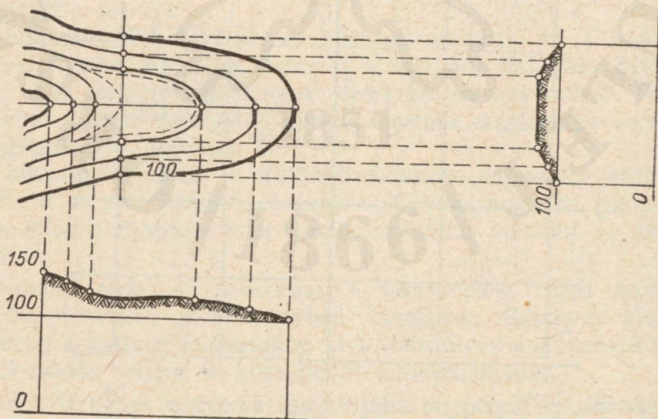
158. ábra. Kúp szintvonalas rajza



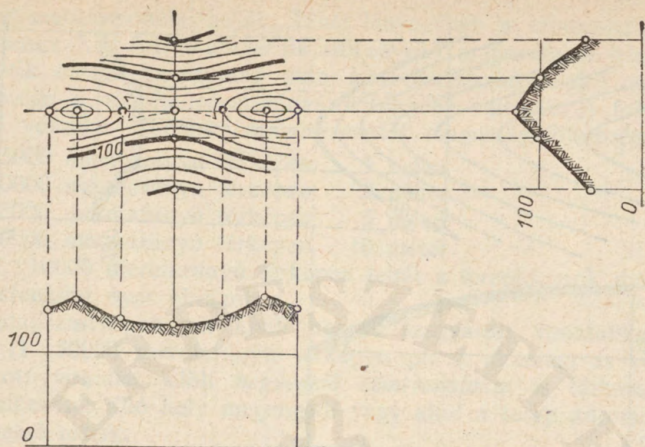
159. ábra. Hegyhát szintvonalas rajza

a szintvonalas rajz — ha a magassági szám 180 fokkal el lenne fordítva — teknőt ábrázolna. Ebben az esetben a lejtés iránya a szintvonalak felé lenne.

A 159. számú ábra hegyhátat ábrázol. A hegyhát olyan hosszan elnyúlt kiemelkedő terepidom, amely a vízválasztó általános irányában húzódik.

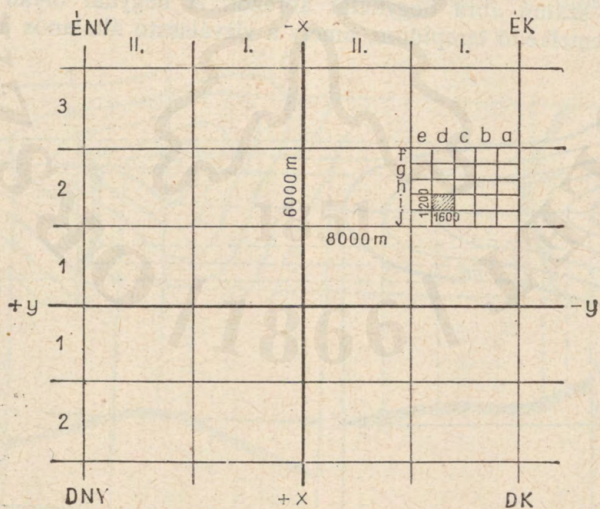


160. ábra. Pihenő szintvonalas rajza



161. ábra. Nyereg szintvonalas raiza

A hegyhátaknak azokat az ellaposodó, vízszintes vagy közel vízszintes részeit, amelyektől a terep a hátvonal egyik irányában emelkedik, a másik irányban lejt, pihenőnek nevezzük.



162. ábra. Szelvény hálózata

A 161. számú ábra egy nyereg szintvonalas rajzát mutatja be. A rajzból is kitűnik, hogy a nyereg két csúcs közötti olyan bemélyedés, amelynek a legmélyebb pontjától a terep két irányban, a hátvonal irányában emelkedik, a másik két irányban pedig a hegyoldaiak felé lejt.

A térképek rendszere. Már tudjuk, hogy a térkép a Föld felületének egész, vagy kisebb-nagyobb részeit ábrázolja. Ezért, hogy valamely térképlap helyét meghatározhassuk, az egyes térképlapok összefüggését, és ezzel a Föld felületén való eligazodást biztosítani tudjuk, szükséges, hogy a térképlapokat rendszerbe foglaljuk.

Ezt a célt szolgálja az egész országra kiterjedő térkép *szelvényhálózata*, amely az ország területét egy bizonyos kezdőpontból (Gellért-hegyi csillagvizsgáló tornya) kiindulva — meghatározott rendszerben — 4800 ha kiterjedésű úgynevezett szelvénycsoportokra osztja. Egy-egy szelvénycsoportba tartozó térképlapok által ábrázolt terület kiterjedése kelet-nyugati irányban 8000 méter, észak-déli irányban 6000 méter.

A szelvénycsoport 25, egyenként 192 ha területű szelvényt foglal magában. Egy-egy szelvény által ábrázolt terület hosszabb oldala 1600 méter, rövidebb oldala 1200 méter. A szelvénykeret megrajzolásával határozzuk meg tehát a térképlap vagy az ábrázolt területrészes pontos földrajzi helyét. Ezért erdőgazdasági térképeinken is mindig feltüntetjük annak a szelvénynek a keretét, amelyben a térkép által ábrázolt terület elhelyezkedik.

A térképek célja. A térképek kidolgozása, méretaránya, sík- és domborzati rajza, névrajzának jellege más és más aszerint, hogy milyen célt szolgál a térkép.

A tudományos kutatások eredményeit tüntetik fel a *tudományos térképek*. Ilyenek pl. a geológiai és a talajtani térképek. Ezek rendszerint nagy területet ábrázolnak, ezért *kis méretarányúak*. Rajzi jellegük eltér a többi térképétől, mindig a célnak megfelelően — legtöbbször egyedileg — alakítják ki.

Az *oktatási térképek* (a különböző iskolai atlaszok, falitérképek) legtöbbször szintén *kis méretarányúak*. Céljuk, hogy az iskolai oktatást — főleg a földrajz- és a történelemtanítás vonalán — megkönnyítsék.

A *katonai térképek* elsősorban a honvédelem célját szolgálják. 1 : 25000, 1 : 75000 méretarányban készülnek. Részletes kidolgozásúak, ezért a katonai feladatokon kívül bármilyen nagyvonalú tervezés és tájékozódás céljára is közvetlenül felhasználhatók.

Végül a térképek negyedik csoportjába tartoznak az *államigazgatás térképei*: a *kataszteri térképek* és a *különböző gazdasági térképek*. Ezek rendszerint nagy méretarányban készülnek. Az 1928 előtt készült

kataszteri térképek méretaránya 1 : 2880, 1928 óta — a méterrendszerre való áttéréssel összefüggésben — 1 : 2000. Városok, községek belterületének ábrázolására még ennél nagyobb méretarányt is alkalmaznak: 1 : 1440, 1 : 720, 1928 óta pedig 1 : 1000, vagy 1 : 500. Ezek a térképek a tereptárgyikat már igen nagy részletességgel ábrázolják (a nagy méretarány ezt lehetővé teszi), azonban a terepidomokat, a terep domborzati rajzát nem tartalmazzák. Erdőgazdasági térképeink is ebbe a csoportba tartoznak.

2. Kataszteri térképek

A kataszteri térképek — az adókataszter (nyilvántartás) számára készült felmérések adatainak felhordásával — *a különböző művelési ágakhoz tartozó területek határvonalait tartalmazzák tulajdonosonként elkülönítve*. Ezeket az elkülönített területeket *parcelláknak* nevezzük. Minden parcellának külön *kataszteri helyrajzi száma* van. E helyrajzi számok segítségével lehet egy-egy tulajdonos területeit nyilvántartani. A parcella határvonalai közé beírt helyrajzi számon kívül a kataszteri térkép — a szántó kivételével — feltünteti a parcella művelési ágát is a művelési ág nagy kezdőbetűjével. A szántó művelésű parcellákat csak helyrajzi számmal látják el.

A kataszteri térképek a parcellákon kívül tartalmazzák a háromszögelési és sokszögelési pontokat is térképi jelükkel feltüntetve. Ezeket a pontokat a terepen jól látható jelekkel állandósították; mérések végzésénél szükségesek.

A kataszteri térképen a Föld felületét 1 : 2880, illetve 1 : 2000 méretarány szerint kisebbítve láthatjuk.

3. Erdőgazdasági térképek

A kataszteri térképek az erdőterületeknek rendszerint csak a külső határvonalait tüntetik fel, az erdő belső gazdasági beosztását, erdőgazdasági szempontból fontos részleteit általában nem tartalmazzák. Ezért az erdőgazdálkodásnak különleges erdőgazdasági térképekre van szüksége.

Az erdőgazdasági térképeket — rendszerint a kataszteri térképből kiindulva, vagy annak hiányában a szomszédos területek meglévő kataszteri térképeihez kapcsolódva — az erdőrendezőségek készítik.

Az erdőgazdasági alaptérkép. Minden erdőterületről elsősorban alaptérkép készül. Elnevezéséből is következik, hogy ennek célja, illetőleg feladata, hogy minden erdőgazdasági mérésnek vagy kité-

zésnek, a területszámításnak állandóan alapjául szolgáljon. Ezért egy példányban jóminőségű, vastag, fehér — esetleg vászonra ragasztott — rajzpapírosra készül, amelyet az erdőrendezőiségek őriznek. Alapját a kataszteri térképről átszúrással nyert másolat képezi, amely az erdőrendezés során felmért vonalakkal egészül ki.

Az erdőgazdasági alaptérkép szerkesztésének menete tehát a következő:

a) Az erdőgazdasági területek határvonalairól kataszteri térkép-másolat készítése.

b) A kataszteri térképen hiányzó belső vonalak részletes felmérése, ezzel egyidejűleg a bemért vonalak helyzetének rögzítése szabadkézi vázrajzon.

c) A mérési adatoknak a vázrajz alapján történő pontos, mérethelyes megszerkesztése, a térkép megrajzolása.

Az alaptérkép méretaránya megegyezik a kataszteri térkép méretarányával: 1 : 2880 vagy 1 : 2000. Az alaptérképen az erdőgazdasági területek határain belül láthatjuk az állandó gazdasági beosztás célját szolgáló vonalakat, a taghatókat, a különböző művelési ágak, a részlet és erdőrészletek, idegen zárványok határvonalait, az erdőgazdálkodás szempontjából jelentős egyéb vonalakat: a főbb utakat, nyiladékokat, éles jellegzetes gerinceket, völgyeket, minden bemért és a természetben fellelhető pontot.

Az erdőgazdasági üzemi térkép. *Kitett vonalakat csak ceruzavonalakkal* kell kihúzni, míg az erdőrendezés által bemért minden állandó jellegű vonal és pont *ultramarinkék tussal* kihúzva szerepel az alaptérképen.

Az erdőgazdasági üzemi térkép. A gazdálkodás konkrét üzemvitele céljára — az alaptérképről való kibővítés útján — 1 : 10000 méretarányú üzemi térkép készül. Az alaptérképhez hasonlóan jóminőségű, vastag, fehér rajzpapírosra szerkesztett egy eredeti, és az erről vett pauszmásolatról készített több másolati példányban készül.

Az eligazodást és a szelvényeken ábrázolt területek egymás mellé kapcsolódását teszi lehetővé az az előírás, hogy az üzemi térképen mindig fel kell tüntetni a szelvénykeret hálózat sarokpontjait piros tussal kihúzott nullkörökkel, és a keret oldalait ugyancsak piros tussal kihúzott vonalakkal.

Az üzemi térkép eredeti példánya csak egy-egy község vagy város határában fekvő erdőgazdasági területet tüntet fel.

Az erdőgazdaságok üzemvitele céljára, a külső és belső feladatok ellátására az üzemi térkép eredeti példányáról vett pauszmásolatról készült autografikus másolatok szolgálnak. Ezek az áttekinthetőség és a tájékozódás minél jobb elősegítése céljából már nemcsak egy-egy

község, hanem több község határához, esetleg a pagonyhoz vagy az erdészethez tartozó valamennyi erdőgazdasági területet egy lapon tüntethetnek fel.

Az üzemi térképek az összes erdőgazdaságilag fontos vonalakat, részleteket és pontokat tartalmazzák. Így elsősorban a gazdasági beosztás céljára szolgáló vonalakat (tagok, erdőrészletek és részletek határvonalait stb.), továbbá az erdőbirtok határán belül: a községek határvonalait, a különböző művelési ágak, valamint a külterületi belsőségek (ház, kert, udvar stb.) határvonalait, az erdőgazdálkodás szempontjából jelentős állandó jellegű vonalakat: a főbb utakat, nyiladékokat, éles jellegzetes gerincek és völgyek vonalát; a bemért és a természetben is megjelölt és feltalálható pontokat (határjelek, tagjelek, kutak, források stb.) tartalmazzák.

A gazdasági beosztás során kialakított *tagok határvonalait* egymástól egyenlő távolságban, folyamatosan elhelyezett és fekete tussal rajzolt *pontok jelölik*. A nyilvántartásbavétel céljából *a tagokat számozással, az erdőrészleteket betűzéssel különböztetjük meg egymástól*. A tagok számozása — minden községben önállóan — 1-től folytatódóan történik. Az erdőrészleteket minden tagban azonosan a-tól kezdődően a latin abc kisbetűi jelölik.

A *községhatárokat* a határvonal-jel mellett húzott 1 mm vastag, piros színű vonal teszi szembetűnővé.

Az erdőterület határa mellett húzott barna vonal állami gazdaság szomszédot jelent. Ha az erdőterülettel valamilyen tsz. területe határos, azt az erdőhatár mellé húzott kék vonal teszi ismertté. Az ugyanilyen helyen látható sárga vonal egyéb közterületre, míg a zöld vonal egyéni szomszéd birtokosra utal.

A *művelési ágakat* a művelési ág kezdő nagybetűi jelölik (rét = R, szántó = Sz, csemetekert = Csk stb.). A több darabban lévő azonos művelési ághoz tartozó területek a betűjel mellé írott lábindex számmal különböztethetők meg egymástól. Az index-számozás minden községben folytatódóan 1-től kezdődik. Az előbb és az ezután írottakra nézve a 163. ábra ad felvilágosítást.

A *nyiladékokat* a nyiladék szélességének megfelelő távolságban rajzolt párhuzamos vonalakkal, ezenkívül Ny, illetve ny betűvel mutatja a térkép. A főnyiladékokat — amelyek egy taghoz sem tartoznak, és amelyeket az erdőrendezőiségek a tagoktól elkülönítve önállóan vesznek nyilvántartásba — a nyiladékot ábrázoló mindkét vonalon lévő taghatárpontozással és római számmal írott lábindexszel jelölt Ny betűvel kell jelölni. A tag területébe beletartozó nyiladékokat ny betű és arab index-számozás jelöli. Ezek az ún. melléknyiladékok. Megszüntetendő nyiladékot jelent a szaggatottan húzott párhuzamos vonal.

	községhatár (mellette piros vonal)		
	erdőgazdasági terület határa (szomszéd áll. gazdaság mellette barna vonal)		
	" " "	(szomszéd tsz. tszcs mellette kék vonal)	
	" " "	(szomszéd egyéb közület mellette sárga vonal)	
	" " "	(szomszéd egyéni mellette zöld vonal)	
	háromszögelési alappont az áll. földméréstől, vagy egyéb szervtől		
	" " saját meghatározás alapján		
	normál nyomközű vasút kijavítási határvonallal		
	1000 mm, vagy 760 mm nyomközű vasút (a jel két elhatároló vonalának távolsága a vasút által igénybevett terület átlagos szélességének felel meg.)		
	600 mm nyomközű vasút		
	erdei földút műszelvény és terület kimutatás nélkül		
	erdei földút műszelvénnel		
	kövezett erdei út 5 m-nél keskenyebb koronával		
	kövezett erdei út 5 m-nél szélesebb koronával		
	határoszlop		folyó
	határkő		patak
	határdomb		száraz völgyfenék kék színnel
	állandósított sokszögpont		hegygerinc
	állandósított belső pont oszlop, kő, domb		árok
	nyiladék tagból kiemelve		taghatár
	nyiladék tag területében		erdőrészlethatár
	nyiladék, területtel nem szerepel		kapcsoló jel
	kiépítetlen forrás		kiépített forrás
	faállományhatár		szelvényszám piros színnel
	megszüntetendő nyiladék		

	Országhatár		forrás
	községhatár		kút
	erdőgazdasági terület határa községhatáron belül		nyiladék
	erdőgazd. területhatárral egybeeső községhatár		villanypászta
	községhatár mindkét oldalon erdőgazd. területtel		háromszögelési pont
	állami műút (beton, bitumen kiskockaburkolattal)		templomtorony háromszögelési pont
	állami kövesút (makadám)		kilátótorony, háromszögelési jel
	állami földút, (javított földút)		belsőség (város, község)
	kocsival járható dűlőút		erdőgazdaság székhelye
	szekérút, erdei földút mű- szelvény nélkül (dűlőút)		erdészet székhelye
	erdei I. o. kövesút		MÁV vasútállomás
	erdei II. o. kövesút		MÁV vasútállomás, ahol 10 000 m³-en aluli
	erdei földút műszelvénnel		10 000—20 000 m³ közötti
	kétvágányú, szabvány nyomtávú vasút		20 000 m³-en felüli fatömeg kerül feladásra
	egyvágányú, szabvány nyomtávú vasút		keskenynyomtávú vasúti rakodó, erdei rakodó, fa- raktár
	1000 mm nyomtávú vasút		erdőgazdasági táj határa
	760 mm nyomtávú vasút		i idegen zárvány
	600 mm nyomtávú vasút		cs csemetekert
	sodrony kötélpálya		R rét
	hegygerinc		Sz szántó
	száraz völgyfenék		L legelő
	patak		B bánya (kő-, homok-, kavics- szénbánya)
	folyó		Tn termelést nem szolgáló részlet
	tó		H ház, épület
	száraz árok		K U Gy kert, udvar, gyümölcsös
	vízárók		H menedékház



Órszághatár



községhatár



erdőgazdasági terület határa
községhatáron belül



erdőgazd. területhatárral
egybeeső községhatár



községhatár mindkét oldalon
erdőgazd. területtel



állami műút (beton, bitumen
kiskockaburkolattal)



állami kövesút (makadám)



állami földút, (javított
földút)



kocsival járható dűlőút



szekérút, erdei földút mű-
szelvény nélkül (dűlőút)



erdei I. o. kövesút



forrás



kút



nyiladék



villanypászta



háromszögelési pont



templomtorony
háromszögelési pont



kilátótorony,
háromszögelési jel



belsőség (város, község)



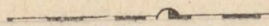
erdőgazdaság székhelye



erdészet székhelye



MÁV vasútállomás



MÁV vasútállomás

A normál nyomközű vasút térképi jelölésénél a sín pályát mutató vastag vonal mellett jobbra-balra szaggatott vonallal a kavicságy és azon kívül a vasút részére kisajátított terület határvonala látható a határállandósítás jeleivel. A keskenynyomközű vasútak közül az 1000 és 760 mm-es nyomközű vasút az üzemi térképen vékonyan húzott párhuzamos vonallal szerepel. A két vonal távolsága a vasút által igénybe vett terület átlagos szélessének felel meg. A 600 mm nyomközűbe vasutat egyetlenegy vonal jelzi. Természetesen ebben az esetben a vasút szót is mellé írva találjuk.

Az utak esetében az üzemi térkép négyféle jelet tartalmazhat. Teljes vonal mellett szaggatott vonal erdei földutat jelent, amelynek műszelvénye nincs, és a területét sem mutatja ki az erdőrendezés. A műszelvénnel bíró erdei földutat vékony, párhuzamos vonal árulja el az üzemi térképen. Egy vastag és egy vékony vonalból álló párhuzamos 5 m-nél keskenyebb koronával bíró kövezett erdei utat, míg a két vastag vonalas párhuzamos 5 m-nél szélesebb koronával bíró kövezett erdei utat jelent.

A völgyek legmélyebb vonalát, vagy keskeny patakokat teljes kék színű, a száraz völgyfenekeket pontozott kék színű, a gerinceket szaggatott fekete vonal, a 4 m-nél nem szélesebb, területileg külön ki nem mutatott utakat pedig narancs színű tussal kihúzott vonal jelöli.

Az állandósított belső pontokat piros tussal kihúzott nullkörrel, számukat szintén piros tussal kell feltüntetni.

A területileg összefüggő állami és egyéb erdők határa mellett 0,5 mm vastag, piros színű folyamatos vonal látható.

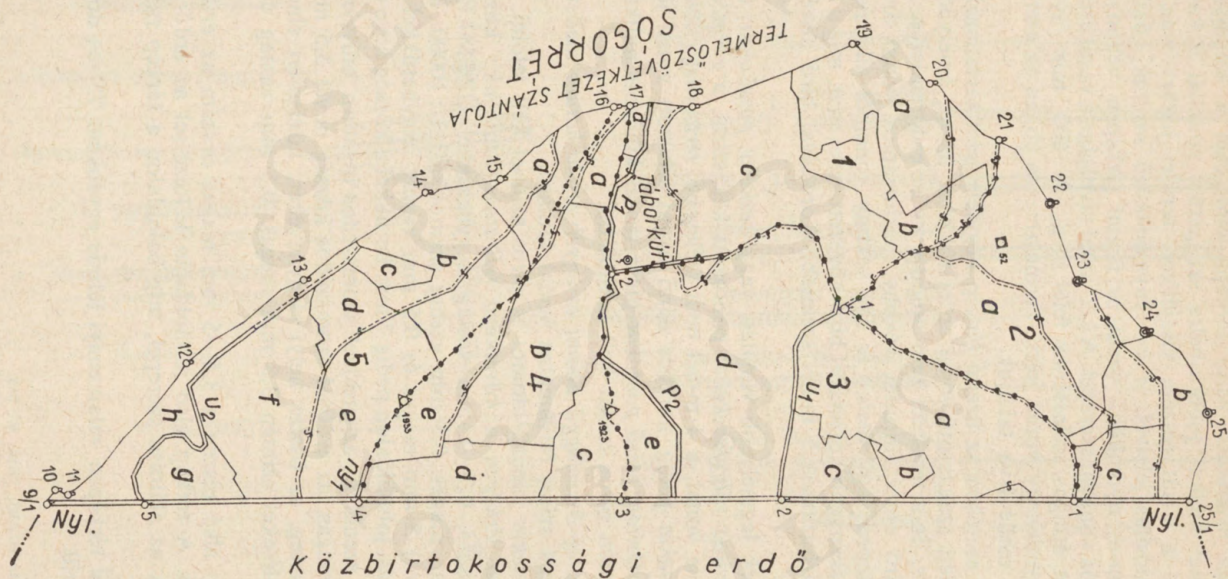
Az épületeket jelentő idomot is piros színnel kell jelölni.

Az üzemi térképen a következő feliratokat találjuk: középen fent 10 mm magas, 0,7—1 mm vastag nagybetűkkel ÜZEMI TÉRKÉP, alatta 7 mm magas, 0,5 mm vastag számokkal: 1 : 10000. Baloldalon (szintén fent) 5 mm magas és 0,5 mm vastag nagybetűkkel a megye, alatta a járás, jobboldalon pedig 7 mm betűkkel a község neve olvasható.

Felírják ezenkívül az erdővel szomszédos ingatlan művelési ágát is 2—3 mm magas, az erdővel szomszédos község nevét 3,5 mm magas, 0,5 mm vastag, az összes helyi tárgyneveket, közhismert elnevezéseket és megjelöléseket szintén 3,5 mm magas, 0,5 mm vastag dűlt tömbírással.

A térkép alsó részén a 3,5—5 mm magas évszám az erdőrendezés évét jelenti. A térkép alsó jobboldalán keltezéssel az erdőrendezés vezetőjének az aláírása szerepel, míg baloldalon a térkép rajzolójának a neve.

Az üzemi térképen valamennyi felírás egyébként 75°-os dőlt tömbírással készül.



Az üzemi térkép kidolgozásához, olvasásához szükséges összes jelzéseket a következő összeállításban láthatjuk.

Méretezési a térképeken sohasem alkalmazunk. Egyrészt mert ez lehetetlen, másrészt pedig azért nem, mert ha meg is kísérelnők a méretezést, a térkép a sok vonaltól teljesen áttekinthetetlenné válna. A szükséges hosszúságokat a feltüntetett méretarány és legtöbbször a térképen elhelyezett lépték (vonalas vagy átlós) segítségével számítjuk ki illetve állapítjuk meg. De a legpontosabb eredményt valamely hosszfelhordó eszköz használatával érjük el.

Az áttekintőlapok. Az áttekintőlap megfelelő — 1 : 50000 méretarányú — katonai térkép és az üzemi térkép összepantografálása alapján készül pauszpapirosra rajzolt másolat és sokszorosítás útján.

Az erdőgazdasági áttekintőlapok célja az erdőgazdasági területek felelő földrajzi környezetben való ábrázolása. Az eddig megismert térképek ezt a célt nem szolgálták.

Tartalmazza az üzemi térképről átpantografálva az erdőtesteket — az erdőrészlethatárokat jelentő vonalak kivételével — minden vonalukkal, illetve pontjukkal, földrajzi környezetként — 1 : 5000-s katonai térképről átpantografálva — a főbb közlekedési utakat, a dűlőutakig bezárólag azokat az alárendeltebb jellegű utakat, amelyek az erdőtestet erdővel, községgel (lakott hellyel) és vasúti állomással, a községeket és lakott helyeket egymással kötik össze. Tartalmazza továbbá a vasútakat, gerinceket, völgyeket, patakokat, folyókat, árkokat, csatornákat, háromszögelési pontokat, községhatárokat, a községek kontúrvonalait, az elnevezéssel bíró lakott helyeket, tanyákat, olyan épületeket, amelyek háromszögelési pontok is egyúttal, végül a menedékházakat. Az áttekintőlapok szabadkézzel is kihúzhatók.

Végezetül a mindenféle térkép használatával kapcsolatban jegyezzük meg, hogy azokon az észak-dél irányt — a térképlapot olvasva — a térkép bal és jobb széle mutatja. Fölfelé van észak, lefelé pedig dél.

GRAFIKUS ABRAZOLÁS

Grafikus ábrázolás során grafikusán — rajzban — számadatokat, jelenségeket szemléltetünk, azok összefüggéseit, egymáshoz való viszonyukat szemléltetően fejezzük ki. Grafikus ábrázolással szemléltethető:

a) *Valamely jelenség szerkezete, összetétele* (pl. a faállomány összetétele fafajok, az évi fatermelés megoszlása választékok szerint).

b) *Mennyiségek összehasonlítása* (a tervelőírás a tervteljesítéssel, az egyik erdészeti feladatainak összehasonlítása a másikkal).

c) *Valamely jelenség időbeli változása* (a fafajok és korosztályok által elfoglalt területnek a változása).

d) *A jelenségek változásainak összefüggései* (a munka termelékenységének és a termelés önköltségének összefüggései).

e) *A számsorok adatainak valamely azonos tulajdonság szerinti megoszlása* (az összes leszállított fatömeg megoszlása szállítási távolságok szerint).

f) *Valamely jelenség területi megoszlása* (a gazdaság erdőterületeinek megoszlása az erdő sűrűsége, az iparifa hozatal szerint).

A grafikus ábrázolással így meglehetősen sokrétű feladatot lehet megoldani. Erre többféle módszer áll rendelkezésünkre; ezek mindegyike a jelenségeket, a statisztikai számsorok adatait általában mértani ábrák: pontok, vonalak vagy síkidomok segítségével, egyezményes jelöléssel ábrázolja. Ahhoz azonban, hogy az ábra érthető legyen, szükséges azt jelmagyarázattal és magyarázó felirattal is ellátni. Ezenkívül rendszerint meg kell adni az ábrázolásnak a méretarányát, vagy pedig léptéket kell szerkeszteni, hogy a mennyiségeket közvetlenül az ábrából is könnyen leolvashassuk.

A grafikus ábrázolásnak tehát négy fontos része van:

1. *A mértani ábra*, amely a jelenséget, annak megoszlását stb. szemlélteti.

2. *A szöveges felirat*, amely megmondja, hogy az ábra mely jelenséget milyen összefüggések alapján vagy milyen megoszlásban ábrázol, és megadja az egyezményes jelölések magyarázatát.

3. A *számadatok*, amelyek az ábrázolt jelenségek nagyságrendjét határozzák meg pontosan.

4. A *méretarány vagy lépték*, amely az ábrázolt adatokat az ábráról leolvashatóvá teszi.

Az első kettő minden grafikus ábrának elengedhetetlen kelléke. Egyik vagy másik hiánya az egész ábrát érthetatlenné teszi.

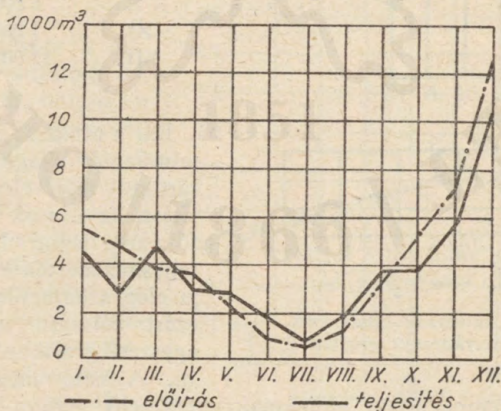
A grafikus ábrázolásának a tervekkel dolgozó gazdaságokban — így az erdészetben is — mind nagyobb és nagyobb a jelentősége. A jó grafikus ábra az erdőgazdaság, az erdészet minden dolgozójának komoly segítőtársa munkájában. Ezt az erdészet munkaterületén *diagramok* útján szemléltethetjük leggyakrabban.

A diagramok

A jelenségeket különböző mértani ábrák (a jelenségek nagyságával arányos hosszúságú vonalak, arányos magasságú oszlopok, illetőleg arányos nagyságú területek) segítségével szemléltetik. Eszerint megkülönböztetünk: *vonaldiagramot*, *oszlop- vagy szalagdiagramot*, *kördiagramot*.

A diagramok *legfontosabb* csoportját alkotják a *vonaldiagramok* vagy *grafikonok*. Ezek folyamatos, mozgásban levő jelenségeket szemléltetnek, vagy a jelenségek valamely tulajdonság szerinti változását tüntetik fel derékszögű koordináta-rendszerben ábrázolt pontok és azok összekötésével nyert vonalak segítségével.

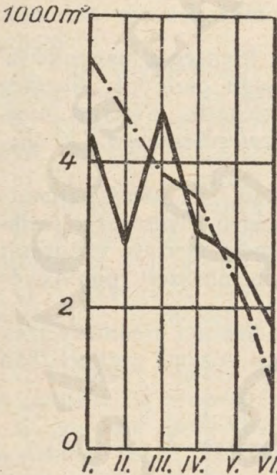
Grafikonnal ábrázolhatjuk pl. az osztály tanulmányi eredményeinek változását, a hiányzásokat stb-t. Erdőgazdasági, üzemi gyakorlatban



166. ábra. Grafikon szerkesztése

s nagyon sokrétű a felhasználási területe. Vonaldiagrammal ábrázoljuk a tervelőírásnak és a terv teljesítésének az idő szerinti változását. Ebben az esetben az egyik tengelyen (pl. a függőlegesen) a mennyiségi adatokat (pl. m^3), a vízszintes tengelyen pedig az idő tetszés szerint megválasztott egységeit (hónap, negyedév stb.) ábrázoljuk. Megválasztjuk mindkét tengely mértékegységét. Ezeket a megfelelő tengelyre többször egymásután felmérjük. Az így kapott osztáspontok segítségével hálót szerkesztünk, amelynek alapján már nem ütközik nehézségbe a pontok ábrázolása.

Pl. valamely erdőgazdaság összes fakitermelésére vonatkozó tervelőírást és teljesítést 1955. év egyes hónapjaiban a következő táblázat tünteti fel:



H ó n a p	Előírás	Teljesítés
	Mennyiségi egység: m	
I.	5 400	4 456
II.	4 700	2 798
III.	3 800	4 608
IV.	3 400	2 995
V.	2 300	2 708
VI.	800	0 618
VII.	500	726
VIII.	1 250	1 765
IX.	3 200	3 748
X.	5 200	3 708
XI.	7 200	5 650
XII.	13 000	10 643



167. ábra. Jól és rosszul választott méret aránnyal szerkesztett grafikon

Bár a táblázat adatai egyértelműen és világosan meghatározzák a tervelőírást és teljesítést, az adatok áttekintését, főként a lemaradás vagy túlterjesztés mértékét nem mutatja elég szembetűnően. Éppen ezért célszerű az adatokat egyszerű grafikonban ábrázolni. A háló megszerkesztése

után pl. a szeptember havi előírásnak megfelelő pontot megkapjuk, ha a függőleges tengely megfelelő osztáspontjából rajzolt vízszintes

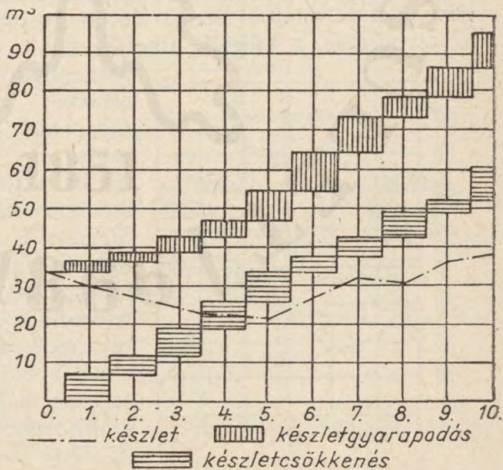
elmetsszük a IX. hó függőlegesét. Nagyon megkönnyíti a grafikon szerkesztését, ha milliméterpapíron dolgozunk, mert ezen már kész a hálóbeosztás.

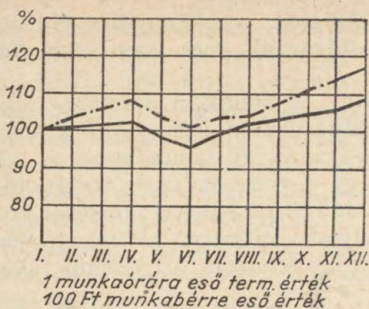
A grafikon szerkesztésekor nagyon ügyeljünk a mértékegységek helyes megválasztására. Mindig az ábrázolandó legnagyobb értékekből és a rendelkezésre álló hely nagyságából kell kiindulnunk. A mértékegységeket úgy válasszuk meg, hogy a grafikon az értékeket hűen ábrázolja, ne túlozzon, ne torzítsion, de azért az összefüggéseket érzékelhetően feltárja. A 167. ábrán a helyesen választott mértékegységekkel rajzolt 166. ábra I. félévi részét látjuk eltúlzott, helytelenül választott mértékegységekkel ábrázolva.

A vonaldiagram vagy grafikon segítségével nemcsak egy gazdaság tervelőírását hasonlíthatjuk össze a teljesítéssel, hanem a gazdaság egyes erdészeteinek tervelőírását vagy teljesítését is összehasonlíthatjuk egymással.

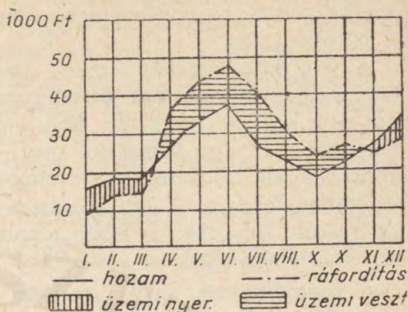
Nagyon célszerűen felhasználhatjuk a grafikont a termelvény- és anyagkönyvelés adatainak, tehát az egyes tárolási helyeken meglevő készleteknek és készletváltozásoknak a nyilvántartására. Célszerű minden egyes főbb választékcsoportra és mindhárom tárolási helyre vonatkozóan külön grafikont készíteni. A készletváltozásokat napi-, heti- vagy havi átlagokkal ábrázoljuk (168. ábra). A termelvény- és anyagkészletváltozásoknak ez a grafikus nyilvántartása jól áttekinthető és szemléltető. Segítségével bármely időpontban azonnal megállapítható a tényleges készlet és bizonyos idő alatt történt bármely irányú készletváltozás.

A szerkesztéskor a nyitókészletből indulunk ki, ehhez naponta, hetenként vagy havonta lépcsőzetesen hozzáadjuk a készlet gyarapodást (termelés + felvásárlás). Ettől elkülönítve a koordináta-rendszer nullpontjából kiindulva, szintén lépcsőzetesen ábrázoljuk a készletcsökkenést (elszállítás + továbbfeldolgozás + felhasználás). Majd körzöbe vesszük a készletcsökkenés lépcsőjének a nullvonal feletti ma-





169. ábra. Termelékenység grafikon

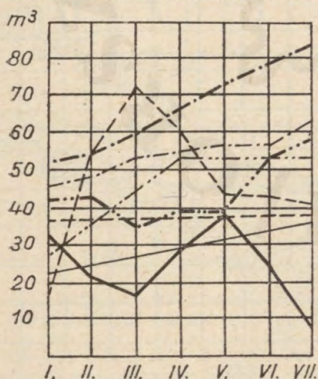


170. ábra. Az önköltség és az üzemi eredmény alakulásának grafikonja

gasságát és ezt a készletgyarapodás lépcsőjétől lefelé felmérjük; ekkor megkapjuk az adott időpontban tényleg meglevő készletet. Valamely időszak alatt keletkezett összes készletcsökkenést közvetlenül adja a készletcsökkenés lépcsős vonalának az adott időpontban a nullvonal feletti magassága. Az időszak összes készletgyarapodását pedig megkapjuk, ha a készletgyarapodás vonalának az adott időpontban a nullvonal feletti magasságából levonjuk a nyitókészletet.

Ugyanezt a módszert alkalmazhatjuk a munkaerőhullámszás, a dolgozók állományi létszámának állandó nyilvántartására is. A nyitókészletnek megfelel az időszakeleji állományi létszám, a készletgyarapodásnak a felvételből eredő létszámgyarapodás, a készletcsökkenésnek az elbocsátás, a kilépés, áthelyezés. A vonaldiagram célszerűen felhasználható a munkaügyi statisztikai elemzések

kor a termelékenységi mutatók összefüggésének felderítésére. Különösen fontos az egy munkaóra eső termelési érték és a 100,— Ft kifizetett munkabérre eső termelési érték változásának az összefüggése. E két jelzőszám egybevetéséből ugyanis megállapítható, hogy a munka-idő megtakarítással járó termelési többleteredményt nem emésztette-e fel a bérek emelkedése? A statisztikai elemzésnek ennél a csoportjánál a grafikus ábrázolás teljesen nélkülözhetetlen, mert a nyers számsorokból a helyes összefüggést felderíteni jóformán lehetetlen. A termelékenységi grafikonban a mutatókat rend-



171. ábra. Túlzsúfolt grafikon

szerint nem abszolút értékükkel, hanem egy bizonyos időpontra vonatkoztatott változási viszonysszámmal ábrázoljuk. Ha pl. az 1955 januári adatokat 100-nak vesszük, azután minden hónapra vonatkozóan kiszámítjuk a mutatóknak ehhez viszonyított változását és az így nyert értékeket ábrázoljuk a koordináta rendszerben.

Az önköltség és az üzemi eredmény alakulását is szemléltetően ábrázolhatjuk grafikonnal. Célszerű minden egyes termelési ágra külön grafikont készíteni. Az összes ráfordításoknak és a hozamnak (termelési érték) különbsége — bármely időpontban — közvetlenül adja az illető termelési ág üzemi eredményét.

Üzemgazdasági elemzésre ad lehetőséget a szállítási költségeknek a szállítási távolság szerinti változását feltüntető grafikon.

A vonaldiagram vagy grafikon alkalmazása az erdőgazdaságban, mint az a fentiekből is kiténik, meglehetősen sokrétű. Előnye, hogy — jól megválasztott mértékegységgel ábrázolva — az egyébként nehezen áttekinthető számsorokat jól áttekinthetővé és szemléltetővé teszi. Nagyon ügyeljünk azonban arra, hogy az ábrán sohase halmozzunk össze sok grafikont, mert ilyenkor az ábrázolás még a számsoroknál is sokkal áttekinthetlenebb lesz. A túlsúfolt, rossz grafikon-táblára mutat be egy példát a 171. ábra.

Az oszlop vagy szalagdiagram. A diagramok legegyszerűbb formája. Leggyakrabban *menntiségek összehasonlítására vagy a jelenlégek szerkezetének, összetételének szemléltetésére használjuk.* Az adatokat egyenlő alapú és az ábrázolt mennyiséggel arányos magasságú függőleges oszlopok vagy vízszintes szalagok területével ábrázoljuk.

Pl. Valamely üzemegység erdőterülete korosztályok és fafajok szerint a következőképpen oszlik meg:

Kor	Terület	Fafa	Terület
1—20 éves	1912 ha	Tölgy	1092 ha
21—40 „	1066 „	Bükk	2984 „
41—60 „	912 „	Fenyő	896 „
61—80 „	852 „		
81—100 „	230 „	Összesen:	4972 ha
Összesen:	4972 ha		

Az egyes korosztályok és fafajok által elfoglalt területeket oszlop-diagramban hasonlíthatjuk össze egymással.

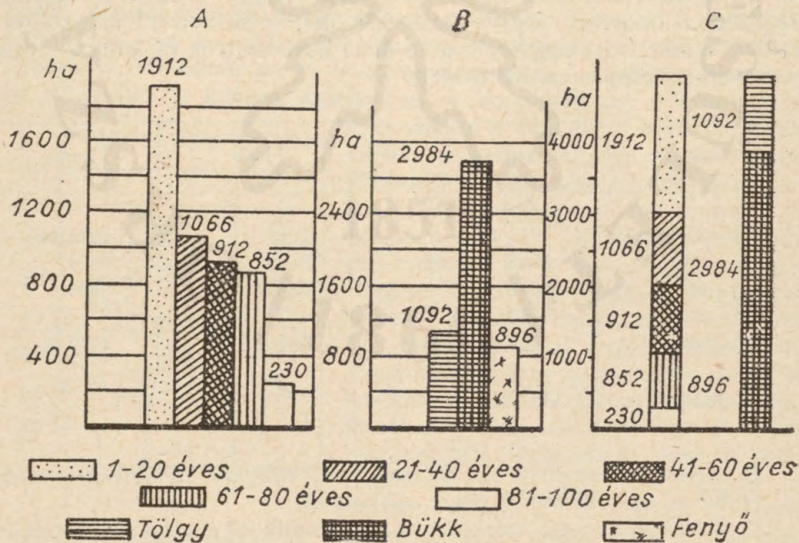
A következőképpen szerkesztjük: rajzolunk egy vízszintes vonalat.

Ezen jelöljük meg egymásolt egyenlő távolságra 6, illetőleg 4 pontot. (Ezek a pontok ielőlik az oszlopok alapját.) Mindegyik ponton az alapvonalra merőlegest rajzolunk, ezekre a merőlegesekre a megválasztott méretarányban felmérjük az ábrázolandó területtel arányos hosszúságot. Tehát ha pl. a méretarány 1 cm = 500 ha, akkor az 1912 ha-nak megfelelően $1912 : 500 = 3,82$ cm-t mérünk fel.

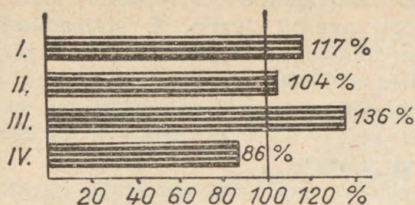
Ugyanilyen módon nagyon szemléltető összehasonlítást nyerünk, ha pl. az egyes gazdaságokban az év valamely hónapjában vagy az egész év átlagában 1 m³ fa közvetlen kitermelésére fordított munkabéreket ábrázoljuk oszlopdiagramban.

Az oszlopdiagramot alkalmazzuk néha egy bizonyos időszakra vonatkozó, vagy ugyanígy egy gazdaságon belül a különböző időszakokban a tervelőírás és a tervteljesítés összehasonlítására. (A vonaltdiagrammal nyomon tudjuk követni a tervelőírás és tervteljesítés változását az időszak folyamán, az oszlopdiagram pedig egy bizonyos időszakra vonatkozóan hasonlítja össze a kettőt egymással!)

A szalagdiagram az oszlopdiagramtól abban különbözik, hogy az ábrázolt mennyiségekkel arányos hosszúságokat vízszintes egyenesekre mérjük fel. A 173. ábra szalagdiagramokat ábrázol: egy erdőgazdaság négy erdészetének tatermelési tervteljesítését hasonlítja össze egymással. A terv teljesítését jelentő 100%-os egyenest az egész diagramon végig megrajzoljuk, hogy a lemaradást, illetve túlteljesítést feltűnőbbé tegyük.



172. ábra. Oszlopdiagram



173. ábra. Szalagdiagram

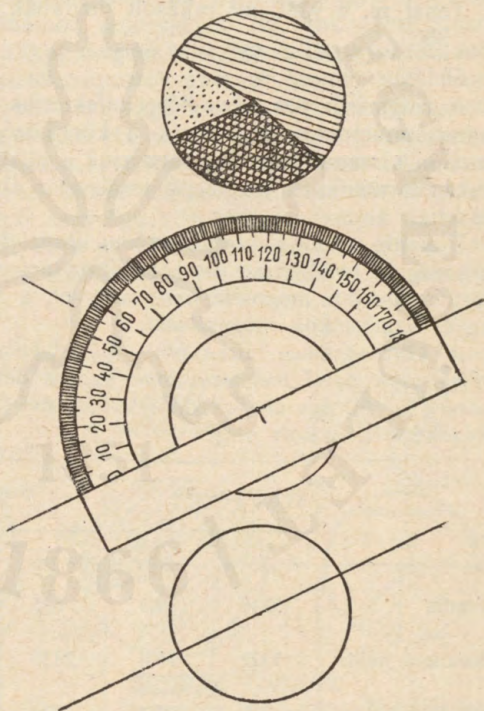
eltérő vonalkázásával vagy színezésével. *A színezés és a jelölések megválasztásakor mindig ügyeljünk arra, hogy ezzel is a legfontosabb részeket, illetőleg a legfontosabb szempontokat hangsúlyozzuk ki.* Helytelen lenne pl. ha a 172. ábrában az 1—20 éves állományok területét ábrázoló oszlopokat jelölnénk fekete színnel, mert hiszen a hangsúly nem a fiatal, hanem a vágásérett állományok által elfoglalt területen van. Ugyanígy helyesen a 176. ábrában az ipari fát jelöltük sötét színnel, nem pedig a rakásolt tűzifát, mert a célunk nem a rakásolt tűzifa, hanem az ipari fa termelésének fokozása.

A **kördiagram** leggyakrabban *a jelenségek szerkezetének, belső összetételének szemléltetésére használjuk.* Az egyes adatokat kör- és kör-cikk-területtel ábrázoljuk.

Valamely állami erdőgazdaság 1955. év folya-

Az oszlop: vagy szalagdiagram a jelenség szerkezetének, belső összetételének szemléltető ábrázolására is nagyon alkalmas. Pl. az előző üzemegység területi adatait egy-egy kombinált oszlopdiagramban is ábrázolhatjuk.

A diagram szemléltető voltát lényegesen fokozhatjuk az oszlopok és részterületek



174. ábra. Kördiagram szerkesztése szögmérővel

mán kitermelt összesen 60000 m³ faanyagot, ebből 18540 m³ ipari fa, 32270 m³ sarangolt és 9180 m³ rakásolt tűzifa. E számadatokat szemléltetően a következőképpen ábrázoljuk: tetszés szerinti sugárral körívet rajzolunk. A kör területe a 60000 m³ összes kitermelt faanyagot ábrázolja. Ezt a területet három részre kell osztani úgy, hogy egy rész a 18540 m³ ipari fával, egy a 32270 m³ sarangolt és egy a 9180 m³ rakásolt tűzifával legyen arányos.

A szerkesztést helyesen szögmérő segítségével végezzük. Egyszerű aránypár segítségével az alábbi módon kiszámítjuk, hogy az ábrázolandó területrésznek mekkora középponti szög felel meg. Az egész területnek, illetve az összes mennyiségnek megfelel 360°, tehát az ábrázolandó területrésznek:

$$\frac{360^\circ}{\text{Összes mennyiség}} \times \text{részmenyiség felel meg.}$$

Tehát pl. a 9180 m³ rakásolt tűzifának:

$$\frac{360}{60\,000} \times 9180 = 55^\circ \text{ felel meg.}$$

A szögmérőt vízszintes élével ráfektetjük a kör átmérőjére úgy, hogy annak nullpontja egybeessék a kör középpontjával. Ezután a fenti módon kiszámított szöget felmérjük a rajzban. A 174. ábra a 9180 m³ rakásolt tűzifának megfelelő területrész ábrázolásának menetét szemlélteti.

Hasonló módon szemléltetően *ábrázolhatjuk az üzemegység vagy a gazdaság területét is*: erdő, erdőhöz tartozó termékeny és terméketlen terület szerinti megoszlásban, vagy pl. a választékcsoporton belül az egyes választékok megoszlását.

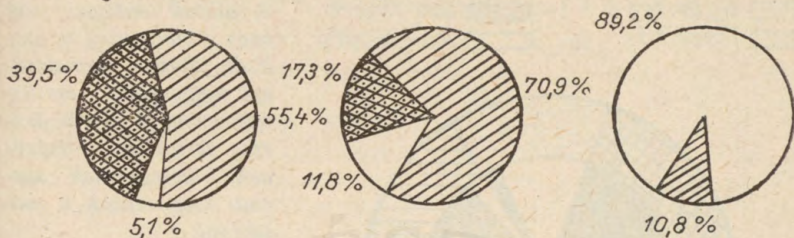
A kördiagramot ezenkívül *felhasználhatjuk a jelenségeknek, ille-
őleg azok belső megoszlásának azonos nézőpont szerinti összehasonlí-
tására is*, pl. egy erdőgazdaság 1955. évi fatermelési előírása a követ-
zőképpen oszlott meg:

Megnevezés	Végfelhasználás		Gyérítés		Fisztítás	
	m	%	m	%	m	%
Iparifa	5216	39,5	693	17.3	—	—
Sarangolt tűzifa	7327	55.4	2835	70.9	306	10,8
Rakásolt tűzifa	677	5,1	472	11,8	518	89,2
Összesen:	13220	100.0	4000	100,0	2824	100,0

Véghasználat

Gyérítés

Tisztítás



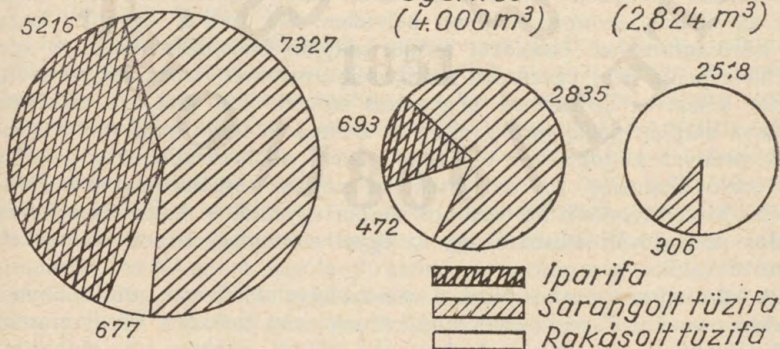
175. ábra. Százalékos megoszlás ábrázolása kördiagramma

Az összehasonlítás történhet az abszolút számok, vagyis a m^3 -ek, vagy a százalékos viszonzszámok segítségével. Ha csak a százalékos megoszlásokat ábrázoljuk, akkor csupán a véghasználat, gyérítés, tisztításon belül az egyes választékcsoportok arányát tudjuk összehasonlítani, mert mindegyiket egyenlő nagyságú kör ábrázolja, a százalékok összege ugyanis mindegyiknél 100. Ha azonban az abszolút számokat ábrázoljuk, akkor a véghasználat, gyérítés és tisztítás során kitermelt fatömegek nagyságát is össze tudjuk hasonlítani. (Az összes m^3 -ek arányának megfelelően eltérő nagyságú körökkel ábrázoljuk az egyes termelési módokat.) A 175. ábra az adatokat a százalékos viszonzszámok alapján, a 176. ábra az abszolút számok alapján hasonlítja össze.

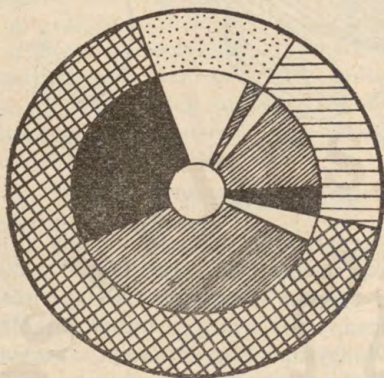
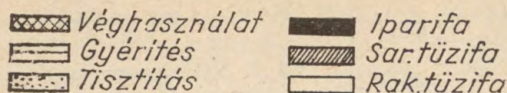
Véghasználat ($13.220 m^3$)

Gyérítés ($4.000 m^3$)

Tisztítás ($2.824 m^3$)



176. ábra. Mennyiségek összehasonlítása kördiagramma



177. ábra. Túlzsúfolt kördiagram

szemléltetően. Az összehasonlítandó értékeket a különböző területű körök ugyanis nem szemléltetik elég szembetűnően. Abszolút értékek alapján hasonlítja össze egy erdőgazdaság 1955. évi véghasználati, gyérítési és tisztítási fakitermelését. A számokból látjuk, hogy a gyérítés majdnem 1,5-szerese a tisztításnak, mégiscsak alig valamivel nagyobb kör ábrázolja.

Néha a körök átmérőjét szokták a területek arányának megfelelően változtatni (kétszeres területet kétszeres átmérőjű körrel ábrázolnak). Ez az eljárás azonban teljesen helytelen. Jól tudjuk ugyanis, hogy a kördiagram az értékeket terület alapján hasonlítja össze. A kör területe pedig nem egyenesen arányos az átmérővel, hanem négyzetesen, tehát kétszeres átmérőnek négyszeres terület felel meg. A területek aránya alapján pedig még gyakorlott szem sem tudja az ábrázolt értékek arányát kellőképpen érzékelni. Ezért alkalmasabb erre a célra az oszlopdiagram. Ez az értékeket szintén területarányosan ábrázolja. Mivel azonban az oszlopok alapja egyenlő, a magasság egyenes arány szerint változtatható, így az egyes mennyiségek aránya érzékelhetővé válik.

A kördiagram szerkesztésekor szintén ügyelni kell arra, amit már vonaldiagrammal kapcsolatban mondtunk: nem szabad a kördiagramot túlzsúfolttá tenni. Nem szabad egyetlen kördiagramban túl sok különböző megoszlású részt ábrázolni, mert a diagram áttekinthetetlen lesz. A rossz szerkesztésű kördiagramra mutat példát a 177. ábra.

Ugyanilyen módon összehasonlíthatjuk egyik állami erdőgazdaság vagy üzemegység termelését, illetőleg termelésének megoszlását, esetleg területi megoszlását, összes termelési költségének költségnemek szerinti megoszlását a másikkal.

A 176. ábráról leolvashatjuk a kördiagram előnyeit és hátrányait is. A körcikkek jól szemléltetik az egyes részek viszonyát egymáshoz és az egészhez. A tényleges (abszolút) számokat azonban már nem fejezik ki olyan

RAJZOK SOKSZOROSÍTÁSA

A műszaki rajzok majdnem minden esetben több példányban szükségesek. Építési engedély kérelemhez pl. 3 példányban kell a tervet csatolni. Ezenkívül több példány szükséges az iroda, az építésvezető és a pallérok részére is. Ugyanez a helyzet a géprajzoknál is. Legtöbb esetben tehát a rajzokat sokszorosítani kell. Ez történhetik: *átszúrással, négyzetes háló segítségével, másolópapirossal és fénymásolással.*

Ha csak 1—2 másolatra van szükségünk és a másolatoknak egészen pontosaknak kell lenniök, alkalmazzuk az *átszúrással másolást*. A rajztáblára kifestjük a tiszta rajzpapirost, amire másolunk. Föléje tesszük rögzítve a másolandó rajzot, majd ennek minden egyes pontját vékony, hegyes pikírtűvel átszúrjuk.

Az átszúrás rendben történjék. Vigyázzunk arra, hogy minden pontot átszúrjunk. Ha az átszúrással végeztünk, az eredeti rajzot levesszük és a másolati példány mellé téve, az átszúrt pontokat azonosítjuk és ceruzával összekötjük. Amikor meggyőződünk arról, hogy minden pontot és minden vonalat átmásoltunk, tussal is kihúzhatjuk a rajzot. Hátránya, hogy lassú másolási mód, valamint az, hogy az eredeti rajz feliratait nem másolhatók.

Ha átszúrással nem akarjuk a rajzot megrongálni, akkor a *négyzetes hálós* másolunk. Ez az eljárás jóval több munkát igényel és kevésbé pontos. Az átmásolandó rajzra és a tiszta rajzlapra azonos méretű négyzetes hálót rajzolunk finom, vékony vonalakkal. Az eredeti rajzon a hálót helyettesíthetjük a rajz felett kifestett átlátszó másolópapirossal is. Azután az eredeti rajz kis négyzetein belül található vonalakat, pontokat a másolat megfelelő négyzeteiben is megrajzoljuk.

A 178. ábrán végig követhetjük a négyzetes hálós másolás munkamenetét. Az (a) minta másolandó azonos arányban négyzetes háló segítségével. Első lépésként foglaló formába zárjuk a mintán látható rajzot. Ezért a rajz legszélső pontjain át két vízszintes és függőleges egyenest rajzolunk a mintára. Ezek adják a foglaló négyszöget (b). A négy-

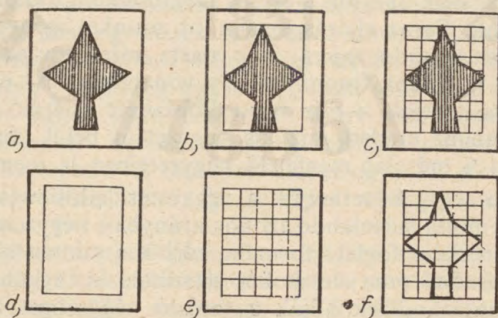
szöveget rácsosan négyzetekre bontjuk (c). Ugyanezt a rácsos négyszöget a tiszta rajziapon is elkészítjük (d, e), majd négyzetenként a másolandó rajz minden pontját, vonalát átmásoljuk (f).

Rajzok sokszorosítására leggyakrabban a *másolópapírost* (pausz-papírost) alkalmazzuk. A másolópapírost az eredeti rajz felett kifejlesztve, az átlátszó vonalakat könnyűszerrel átmásolhatjuk. Mivel ez a leggyorsabb eljárás, leginkább ezt alkalmazzuk. Annál is inkább, mert ez a fénymásolás útján történő sokszorosításra is alkalmas. (Fénymásoláshoz feltétlenül fedőképes, tömény tussal dolgozunk.) Előnye az eljárásnak, hogy akár mindjárt tussal is végezhetjük a másolást, sőt a feliratokat is azonnal a rajz megfelelő helyére másolhatjuk.

A *fénymásolási eljárás* a rajzok sokszorosításának egyik leggyakoribb módja. Előnye ennek az eljárásnak az, hogy egyszerű és gyors. Egy pauszpapíron levő rajzról számtalan sok fénymásolat készíthető. Lényege az, hogy a pauszpapíron levő rajzunkat fényérzékeny papír (Ozalid papír) fölé helyezve azzal együtt fényhatásnak tesszük ki. A rajzon levő ceruza vagy tusvonalak a fénysugarak útjába állva a fényérzékeny papíron nyomot hagynak azáltal, hogy a fénysugarak a fényérzékeny papír többi részén megszüntetik a fényérzékenységet.

Az eljárás egyébként a következő: A fénymásolókeret 5—6 mm vastag üveglapjára rajzos felével lefelé fordítva ráfektetjük a pauszmasolatot. Elölé a fényérzékeny réteges felével az Ozalid papírt, majd mindkettőt pontos fedésben filc- és deszkabetétek segítségével rugós lemezekkel szorítjuk.

Ezt az előkészítést benn a szobában, félhomályban végezzük, nehogy a fénymásoló papíros a kifesztés előtt fényt kapjon, mert fény hatására fényérzékenysége csökken. Ezután a keretet a fényerősségtől és a vonalak vastagságától függően 40—50 másodperctől 1—3 percig



178. ábra. Négyzetes hálós másolás

üveges oldalával a nap felé fordítva a napfény (esetleg mesterséges fény, ívlámpafény) hatásának tesszük ki, majd ismét visszavisszük a félhomályos szobába. Az Ozalid-papírost kivesszük és az előhívó-szekrénybe tesszük. Ennek az alján elhelyezett bádog-tartályba, porcelán vagy üvegedénybe előzetesen szalmiákszeszt öntünk. A szalmiákszesz gőzének hatására a fényérzékeny rétegben vegyifolyamat megy végbe, amelynek eredményeképpen kb. $1/4$ — $1/2$ óra múlva a fénymásolópapíron előtűnnek az eredeti rajz vonalai. Így tökéletes másolatot nyerünk. Közben természetesen már a következő másolatot is betehetjük a keretbe és elvégezhetjük a fénymásolást úgy, hogy 1 óra alatt akár 5 másolatot is készíthetünk.

A fényérzékeny réteggel bevont Ozalid fénymásoló papíros tekercsekben kerül forgalomba (75×200 cm; 100×200 cm). Jelzésük S, ST, M. Az S és ST jelzésűek fehér alapon sötét vonalakat adnak, az M jelzésű fehér alapon vörösesbarna vonalat ad.

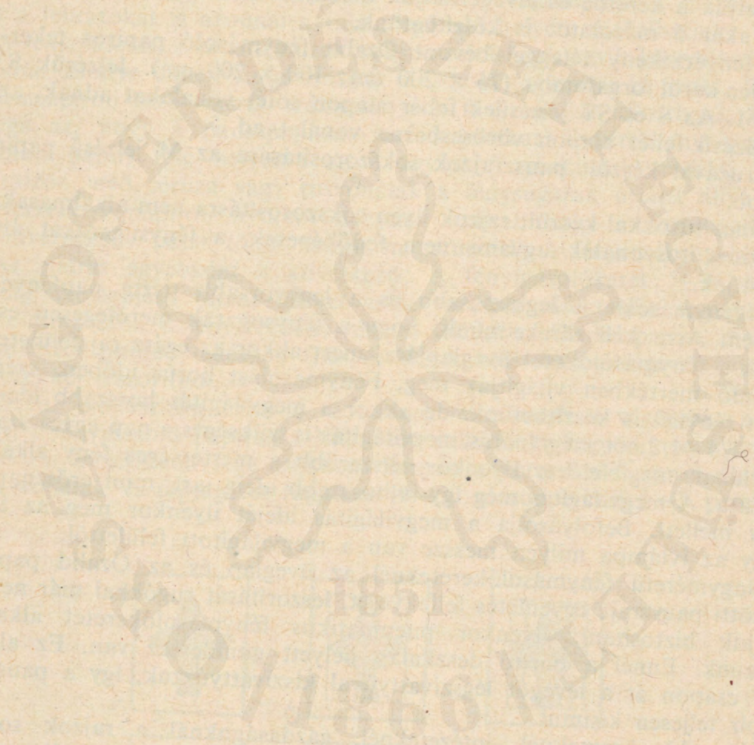
Ceruzával készült pauszrajzok sokszorosítására az M jelzésű papír a jobb.

Színes tusokkal készült rajzok ilyen sokszorosításra nem alkalmasak. A színes tusvonalak ugyanis nem fedőképesek, a fénysugarakat át-bocsátják.

A fénymásolás a legbiztosabb és a leggyorsabb tiszta napfényes időben. Arra kell törekednünk, hogy a fénysugarak merőlegesen es-senek a fénymásolókeret üveglapjára, mert akkor az egész rajzfelületet egyenlő mértékben világítják meg. Fénymásolást borús időben, szét-szórt fénynél is készíthetünk, de akkor a megvilágítás hosszabb ideig tart. $1/4$ — $1/2$ sőt még 1 órás megvilágítás is szükséges a nap egyes szakaszainak megfelelően. Ilyenkor célszerűbb a mesterséges fény alkalmazása. A megvilágítás még így is hosszabb ideig tart, mint erős napfény mellett. Befolyásolja a megvilágítás idejét ilyenkor még az is, hogy az ívlámpa milyen messze van a megvilágított felülettől.

Nagyméretű fénymásolókereteknél az üveglap és az Ozalid papír közötti pauszrajz egyenletes felfekvését, leszorítását rugókkal már nem tudjuk biztosítani. Ilyenkor pneumatikus fénymásolókeretet alkalmazunk. Ennél a borító deszkalap helyett gumilemez van. Ez alól egy csapon át a levegőt légszivattyúval kiszivattyúzzuk, így a pausz-papír teljesen kisimul.

Nagyobb üzemeknél, intézeteknél, gazdaságoknál a rajzok sokszorosítása fénymásológéppel történik. A megvilágítás ezeknél mesterséges.



I R O D A L O M

- Bánházi Gy.: Szabadkézi és műszaki rajz. 1951. Budapest, Tankönyvkiadó
Erdőmérnöki Főiskola jegyzetei: A rajzolás elemei. 1953. Sopron
Országos Erdészeti Főigazgatóság: Erdőrendezési utasítás. 1955. Budapest
Halász Aladár: Erdészeti műszaki rajz. 1953. Budapest, Mezőgazdasági Könyv-
és Folyóiratkiadó
Sébor J.: Általános geodézia II. 1953. Mezőgazdasági Könyv- és Folyóiratki-
adó, Budapest
Sz. Gyenes Lajos: Rajz. 1952. Budapest, Tankönyvkiadó
Sz. Gyenes Lajos: Szabadkézi rajz, 1955. Budapest, Tankönyvkiadó
Sz. Gyenes Lajos: Szabadkézi rajz, 1955. Budapest, Tankönyvkiadó
Vöröss J.: Tereptan. 1943. Budapest, Honvéd Térképészeti Intézet
Gál István: Erdőrendezéstan. 1960. Budapest, Mezőgazdasági Könyv- és Folyó-
iratkiadó



TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS

ELSŐ FEJEZET. A RAJZ- ESZKÖZÖK

1. A ceruza	5
2. A rajzpapír	7
3. A radírgumi	7
4. A rajztábla	8
5. A vonalzők	10
6. A körzőkészlet	13
7. A tus	17
8. A tollak	18
9. A festék	19
10. Egyéb segédeszközök	20

MÁSODIK FEJEZET. A MŰSZAKI RAJZ KÉSZÍ- TÉSÉNEK MENETE

1. A méretarány	23
2. A rajzlap méretének meg- választása	26
3. A rajzok kidolgozása	27

HARMADIK FEJEZET. EGYSZERŰ SÍKMÉR- TANI SZERKESZTÉSEK

1. Egyenesekkel kapcsolatos szerkesztések	41
<i>Merőleges egyenesek</i>	41
<i>Párhuzamos egyenesek</i>	43
<i>Távolságok</i>	44
<i>Egymással tetszőleges szöget bezáró egyenesek</i>	45

2. Síkidomokkal kapcsolatos szerkesztések	46
<i>Kör</i>	46
<i>Szabályos sokszögek</i>	48
<i>Ellipszis</i>	49

NEGYEDIK FEJEZET. A MŰSZAKI RAJZ EL- MÉLETE

1. A vetítés	51
<i>Egy képsík</i>	51
<i>Két képsík</i>	54
<i>Három képsík</i>	54
2. A vetületszerkesztés szabá- lyai	55
3. Testek ábrázolása nézeteik által	58
4. Metszetszerkesztés	67

ÖTÖDIK FEJEZET. ÉPÍ- TÉSZETI RAJZ

1. Helyszinrajz	72
2. Alaprajzok	72
3. Metszetek	79
4. Homlokzatok	80
5. Szerkezeti részletrajzok	80

HATODIK FEJEZET. SZABADKÉZI RAJZ. VÁZOLÁS

1. Műtávlati rajzok	82
2. Távlati rajzok	91

3. Gyakorlati szabadkézi fel- adatok. Vázolás	96
--	----

HETEDIK FEJEZET. TÉRKÉPRAJZ

1. A térképekről általában ...	103
<i>A térkép tartalma</i>	103
<i>A térkép síkrajza</i>	104
<i>A térkép domborzati rajza</i>	105
<i>A térképek rendszere</i>	109
<i>A térképek célja</i>	109
2. A kataszteri térkép	110
3. Erdőgazdaság térképek ...	110
<i>Erdőgazdaság alaptérkép ..</i>	110
<i>Erdőgazdaság üzemi térkép ..</i>	111
<i>Áttekintőlapok</i>	118

NYOLCADIK FEJEZET. GRAFIKUS ÁBRÁZOLÁS

A diagramok	120
<i>A vonaldiagram vagy grafi- kon</i>	122
<i>Oszlop- vagy szalagdiagram</i>	124
<i>Kördiagram</i>	126

KILENCEDIK FEJEZET. A RAJZOK SOKSZORO- SÍTÁSA

Irodalom	135
----------------	-----



Mezőgazdasági Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat
Felelős kiadó a Mezőgazdasági Kiadó igazgatója
Felelős szerkesztő Jánosi Antal
Műszaki szerkesztő Sándor János

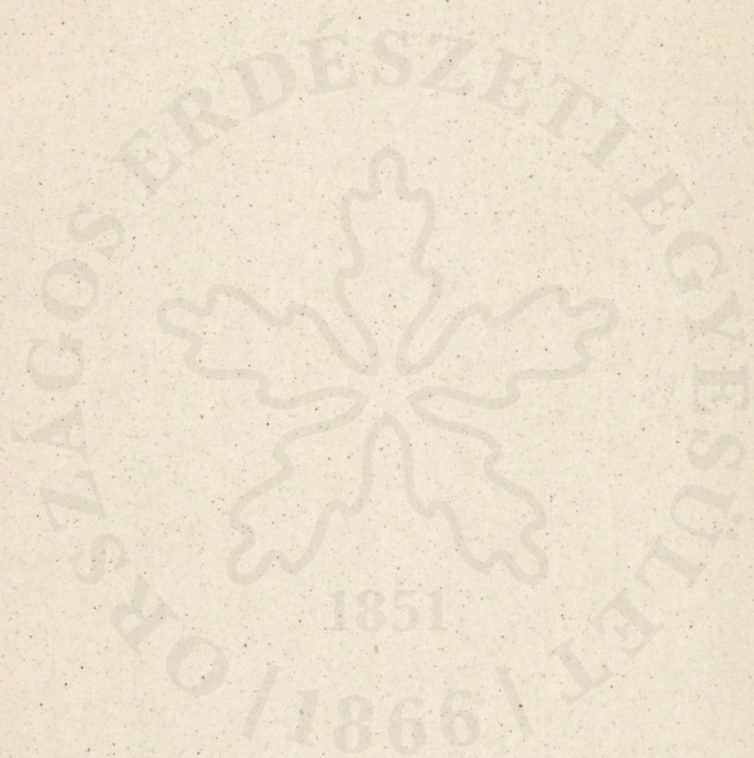
*

Hatodik kiadás
Nyomásra engedélyezve 1965. I. 7.
Megjelent 3551—4600 példányig
8½ A/5 ív terjedelemben, 178 ábrával
Készült az MSZ 5601—59 és 5602—55
szabványok szerint

8105/E—042

*

65-5137 Pécsi Szikra Nyomda — F. v.: Melles Rezső



Ára: 6,— Ft

1000

