

5. FÖLDMUNKA – FÖLDMŰVEK ÉPÍTÉSE

A földművel kapcsolatban a munka zömét jelentő feladat általában kétféle: egyes helyeken a terepet fel kell tölteni, máshelyütt az eredeti terepbe bevágást kell létesíteni, hogy a műszaki célnak megfelelő kialakítást – többnyire sík felületekkel határolt – koronaszintet, építési szintet létrehozzuk.

A földmunkák körébe tartoznak a közlekedési pályák (vonalas földmunkák), repülőterek, üzemi területek terepegyengető munkák, alapozások és közműépítések munkagödre, árvízvédekezés szükségmunkái.

A földműépítés főbb technológiai fázisai:

- előkészítő munkák
 - tervek beszerzése, áttanulmányozása
 - a munkahely átadása, átvétele,
 - kitűzés,
 - a munkaterület előkészítése,
 - engedélyek, bejelentések
- fejtés - anyagnyerés
- szállítás
- beépítés
- tömörítés
- utómunkálatok
- földművek biológiai védelme
- földmunkák minősítése.

Egyes munkafázisok elmaradhatnak, de sokszor több munkafolyamat is egybekapcsolódik. Ezt az egybemosódást az okozza, hogy a földmunkagépek több munkafolyamatot is képesek ellátni.

5.1. A földmunkák kitűzése

A Geodéziában megismert alapelvek szerint történik. Első teendő a földmű tengelyének kitűzése.

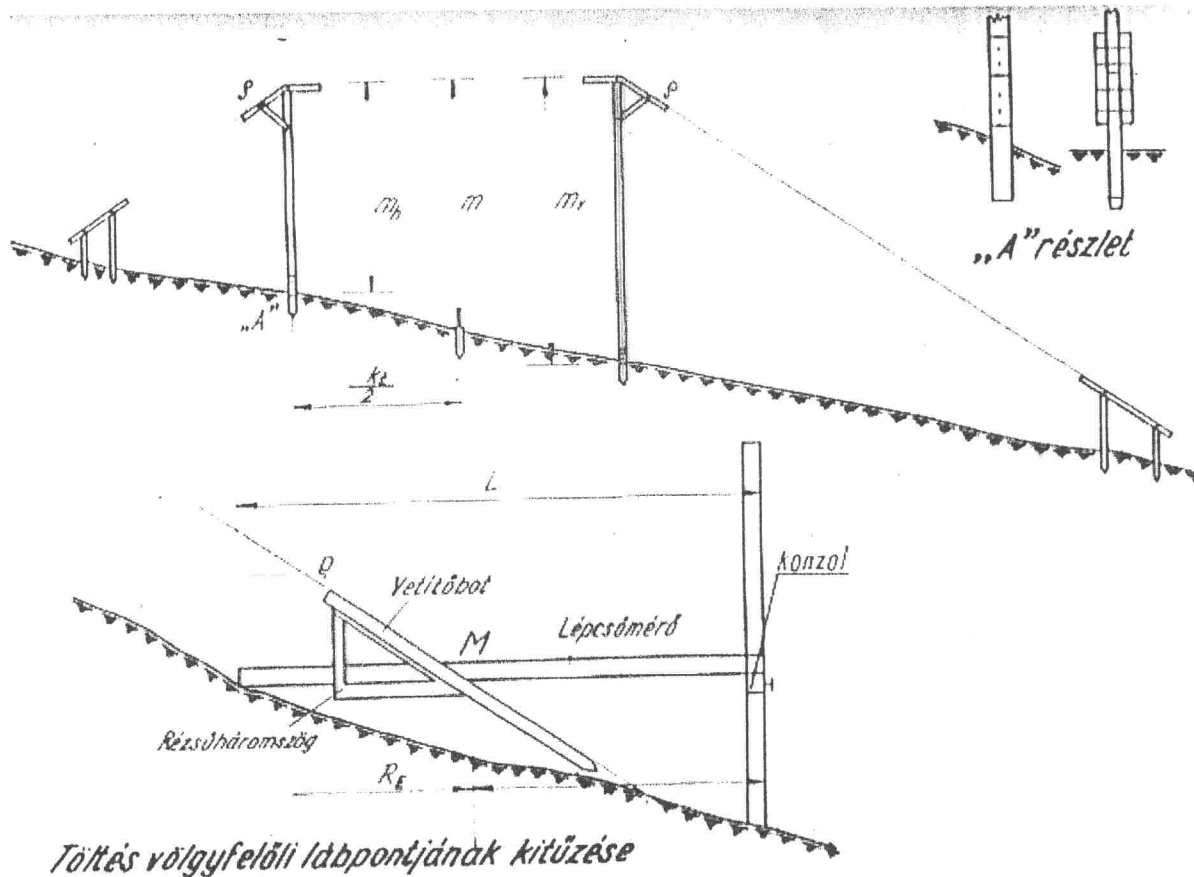
5.1.1 Kitűzés kézi eszközzel végzett földmunka esetén

Keresztszelvény kitűzése:

A lábpont kitűzésekor a korona szélének vetületéből indulunk ki. Az ismert lépcsőmérést n – szer ismételve addig folytatjuk, amíg ahhoz a léccálláshoz jutunk, amelynek vízszintes síkját a rézsúvonal valamely M pontban metszi. Ennek feltétele:

$$(n - 1) L < R_c < n L$$

Az M pont alapján a rézsú helyzete és iránya rézsúháromszög segítségével meghatározható.



5.1.2 Kitűzés gépi földmunka esetén

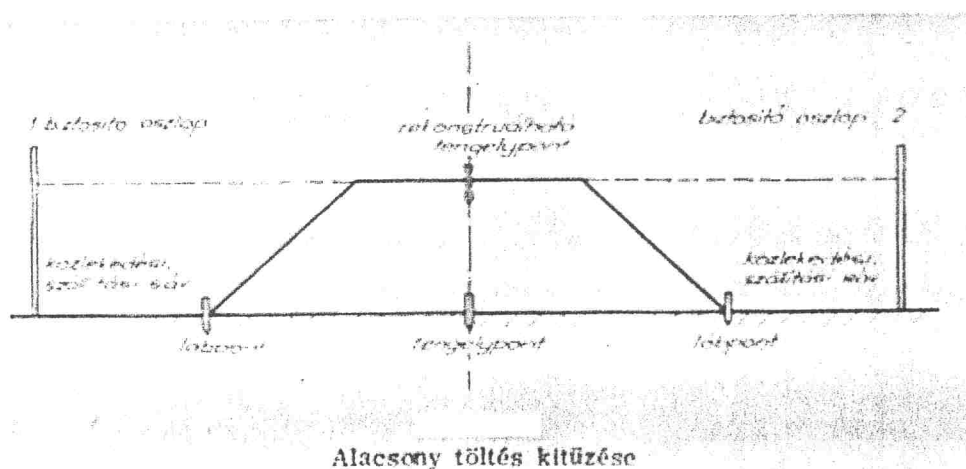
A korszerű gépi földmunka kitűzésénél a következő szempontokra kell figyelembe lenni:

- a kitűzési jelekre a földmunkagép kezelője nem tud úgy vigyázni, hogy azok a munka közben tönkre ne menjenek, ezért olyan „örpontokat” is el kell helyezni, melyek lehetővé teszik a kitűzési helyek gyors helyreállítását;
- a gépkezelő a kitűzési helyektől aránylag messze ül, ezért a jeleknek feltűnőeknek kell lenni;
- a kitűzési jelek nem akadályozhatják a földmunkagépek mozgását (itt nincs lehetőség a tengelypontok kitűzésére);
- az alkalmazott kitűzési módszer a földmunkagéptől is függ.

A kitűzési pontok biztosítása

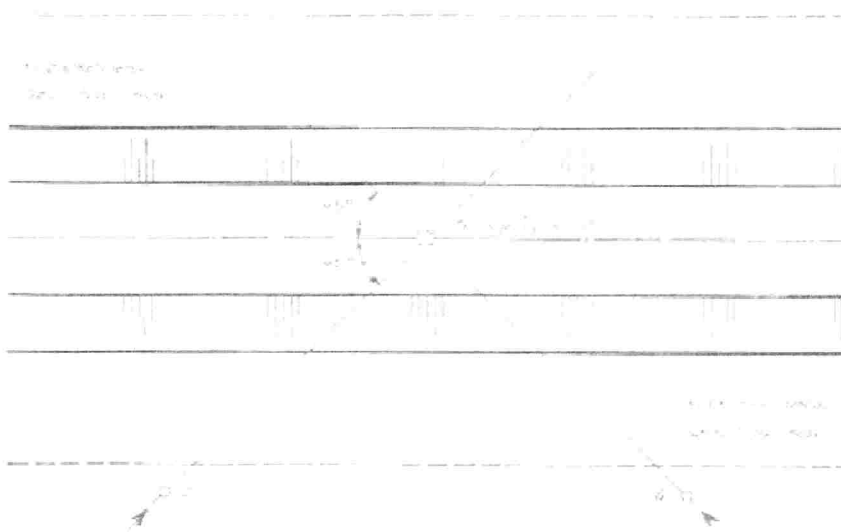
A földmunkagépek működési körzetében semmilyen pontjelölés nem marad fenn, ezért helyüket örpontokkal kell rögzíteni.

A 3 m – nél alacsonyabb töltés tengelypontjainak biztosítása két oszloppal történik, a tengelypont helyzete egyszerű vízszintes méréssel újból meghatározható. Az oszlopokra a töltés tervezett magassága is feltüntethető.



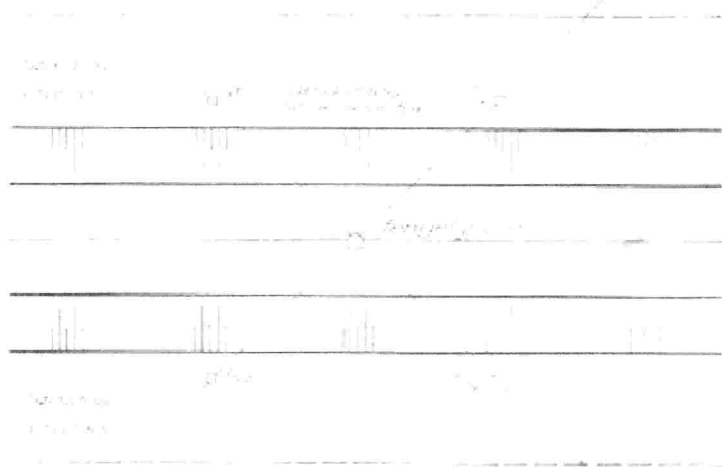
Nagyobb töltésmagasság esetén az alábbi megoldás alkalmazható.

Magas töltés kitűzése



A négy- egymásra merőleges irányból bármelyik három meghatározható kettős szögprizmával, így megkapjuk a keresett tengelypont helyét.

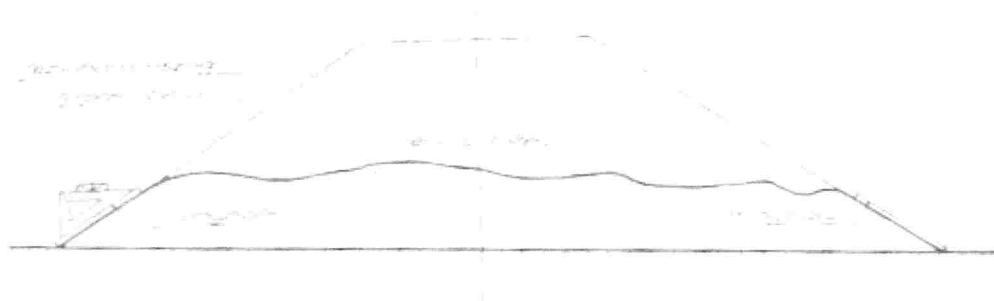
Mély bevágás kitűzése



A fenti módszerhez hasonlóan, a bevágás mélyítés miatt a bevágás szélén ideiglenes segédpontokat kell kitűzni.

A földművek rézsűinek kitűzése gépesített munkavégzés esetén:

Íránypallókat építünk ki 50 – 100 m-ként kb. 2 m – es magasságú szakaszokban. Ehhez a rézsűhajlásának megfelelő rézsűháromszöget és vízszintmérőt (talpas libellát) használunk.

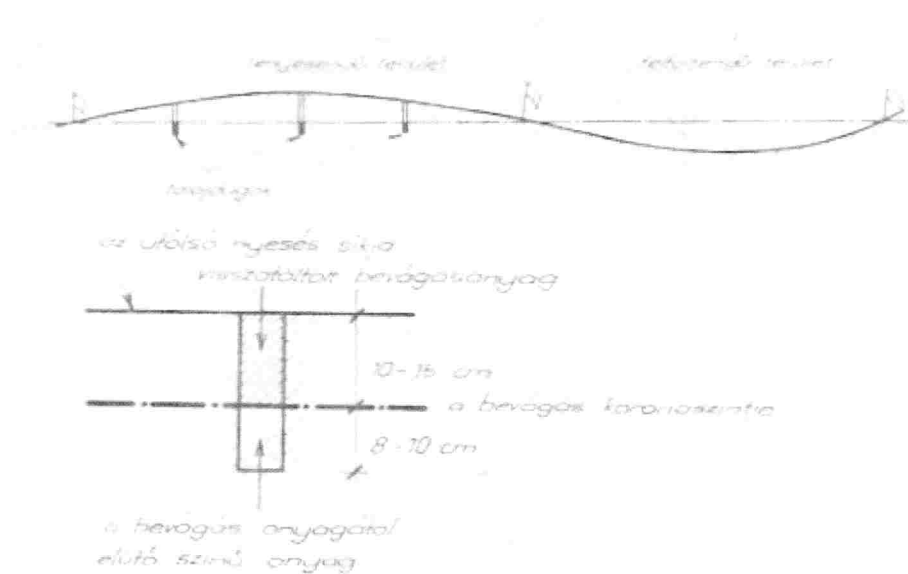


Töltésszelelvény kitűzése iránypallókkal



Bevágásszelelvény kitűzése iránypallókkal

Tereprendezés kitűzése



8.8. ábra
Nyelési sík kitűzése

5.2 A munkaterület előkészítése

Felvonulás

A terv birtokában a kivitelező felvonulási (organizációs) tervet készít(het).

A földmunkákat kivétel nélkül géppel végezzük. A földmunkagépeket - gépláncokat - és a nagy teljesítményű eszközöket gazdaságosan kell kihasználni. Fontos az előkészítő munkák során a meglévő *közművek*, *föld alatti vezetékek* felderítése *közműtérképek* alapján, szükség esetén feltáró aknákkal, *közműkutató* műszerekkel.

Biztosítani kell a gépek üzemeléséhez *szükséges energia ellátást, üzemanyagot, pótalkatrészeket, a mozgási lehetőséget.*

Munkahelyi *laboratóriumot* kell működtetni.

Humusztalanítás, növényirtás

Az építési területet a földmunka megkezdése előtt meg kell tisztítani a humusztól, növényzettől.

A felső 20 cm vastag humusz réteget földtolóval, vagy földnyesővel szedik fel és szállítják legfeljebb 3,00 m széles és 1,5 m magas depóniába. A tömött gyepből gyeptéglát általában kézzel lehet kivágni, melyet külön depóniában kell tárolni, és a későbbi felhasználásig (rézsűborítás) öntözéssel életben kell tartani. A gyeptégla szokásos mérete 25 x 25x 8 cm.

Töltések alól és az anyagnyerő helyekről a *hó, jég vagy a megfagyott talaj* feltörése bontó tuskével, felszaggató fogakkal (esetleg robbantással) végezhető el.

Az épületmaradványok robbantásos vagy légkalapácsos bontás után kotróvcál távolíthatók el.

Az értékesebb fákat célszerű földlabdával kitermelni és újra ültetni. Amennyiben a fák kivágásra kerülnek, a gyökereket tologéppel bontó fogakkal, esetleg robbantással kell eltávolítani.

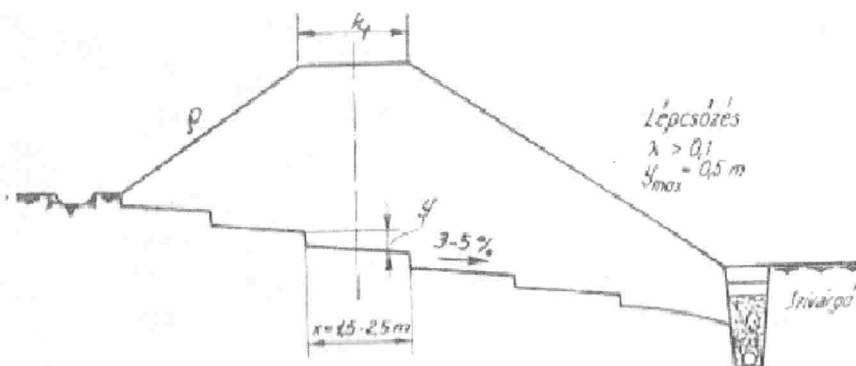
A töltések alapozása

A 30 cm - nél vastagabb és 10%-nál magasabb szerves tartalmú anyagot a felszínről el kell távolítani.

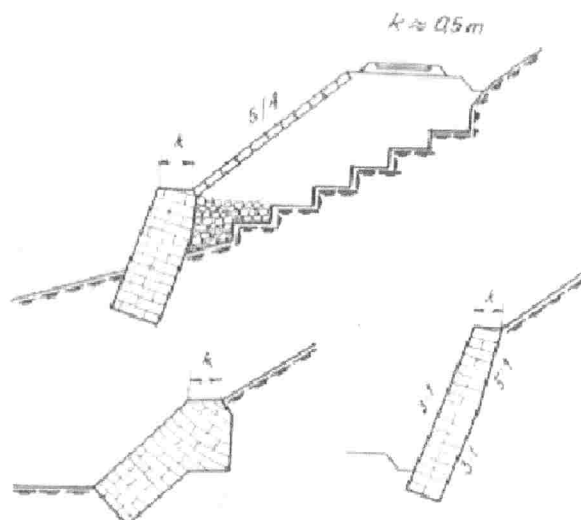
A 3 % - nál nagyobb lejtésű területeken *töltésalapozást* kell végezni.

Ha a terep lejtése 3 – 10% közötti, az altalaj és a töltés közötti együttműködést szántással, vagy barázdálással kell biztosítani. A kis esésű terep felszínét a töltés alatt tömörítik, majd érdesítik (pl. boronálással).

A 10% - 25% közötti terephajlásnál tereplépcsőzésre van szükség.



Ha a terephajlás 25%-nál nagyobb, akkor külön állékonyságvizsgálatokat kell végezni és a töltés lábát kőrakattal, támfallal kell megtámasztani.



Töltések alapozása kedvezőtlen körülmények (összenyomódásra hajlamos altalaj) esetén.

A folyók árterén, lecsapolt mocsaras, tőzeges, lápos területeken a töltések alatt, mint felszíni terhelés hatására megindul az erősen összenyomható talaj kompressziója, konszolidációja. Előfordulhat az is, hogy a függőleges összenyomódása mellett az altalaj oldalirányba is kitér.

Az ilyen területeken kétféle módon lehet földművet építeni:

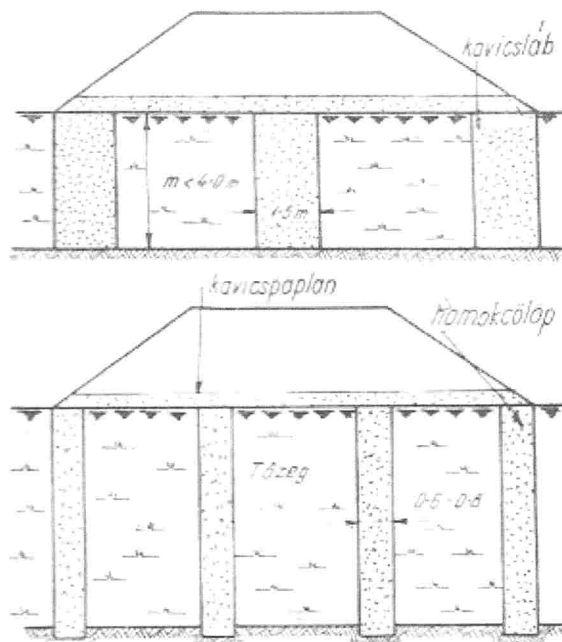
- megakadályozzuk, vagy mérsékeljük a süllyedéseket;
- megvárjuk a süllyedések lejátszódását, és csak ezután folytatjuk a mozgásra érzékenyebb részeken az építkezést.

A süllyedések megakadályozásának lehetséges módjai:

- a süllyedésveszélyes talaj teljes vagy részleges eltávolítása hagyományos talajcserével (csak kisebb vastagság esetén),
- robbantással.

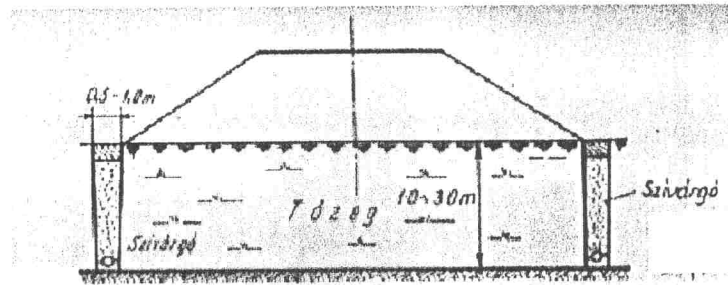
Csökkenhető a töltések süllyedése, ha:

- a töltés alatt 1,0 – 1,5 m átmérőjű homok- vagy kavicscölöpöket készítünk, amelyek a teherbíró rétegeig érnek le. Hatásuk kettős: alátámasztják a töltést és elősegítik az altalaj konszolidációját,

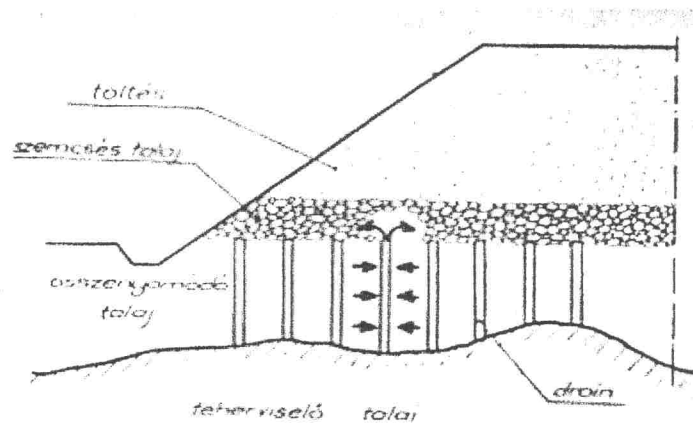


Megvárjuk a süllyedések lejátszódását, ill. meggyorsítjuk a konszolidáció folyamatát:

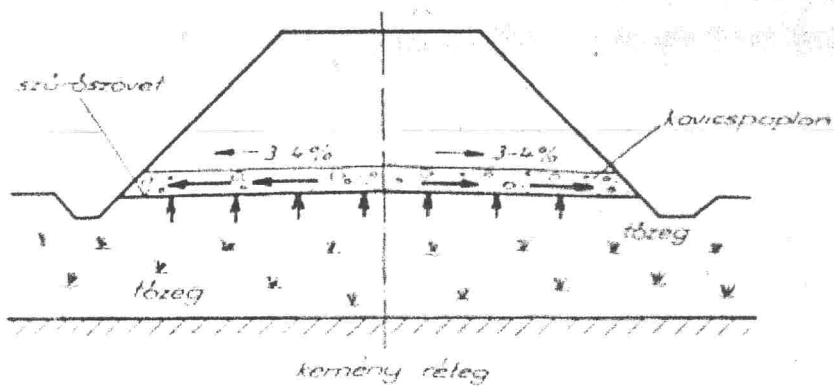
- előterheléssel,
- ha az építendő töltés nem túl széles és a teherbíró réteg max. 3,0 m mélységben van, akkor *oldalszivárgókkal* gyorsítható a konszolidáció,



- *Geodrain beépítésével, szűrőszövettel*



Töltés alatti Geodrainek



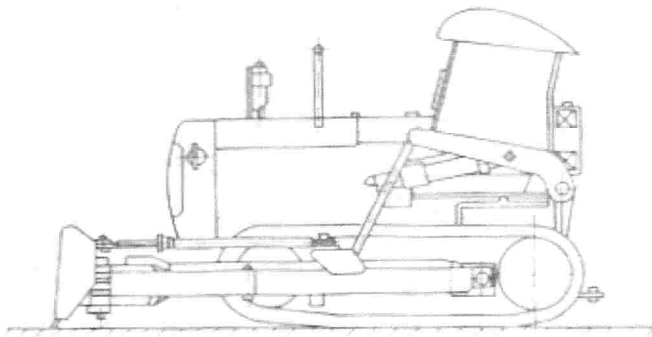
5.3. Földmunkagépek

5.3.1 Többcélú földmunkagépek

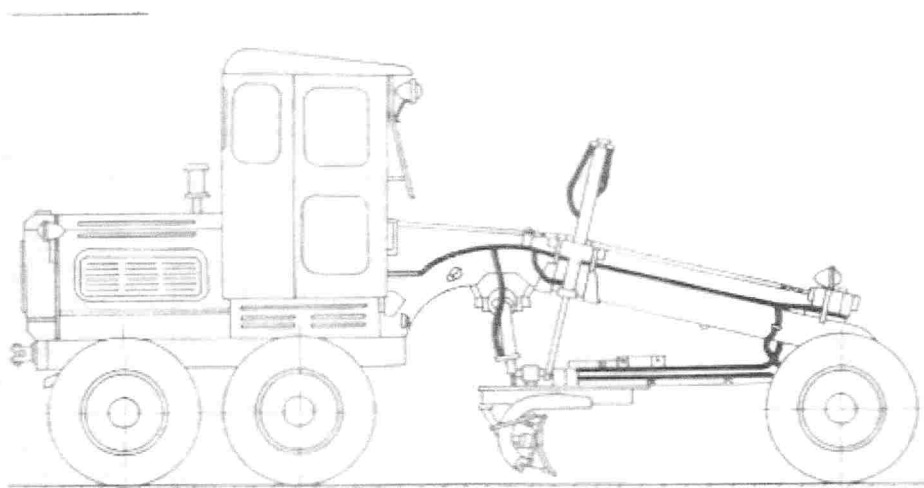
Ezeknél a gépeknél általában összekapcsolódik a földfejtés – szállítás – beépítés folyamata.

Alapvető típusai:

- földtoló (dózer)
- földnyeső (szkréper)
- földgyalu (gréder)



Földtoló (dózer)

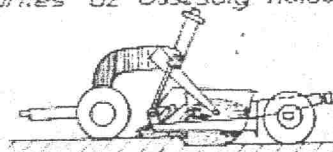
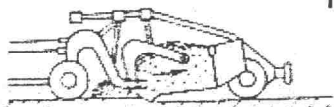


Földgyalu (gréder)

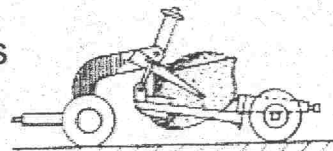
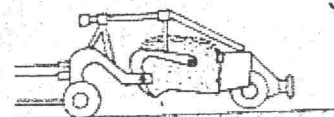
Ürités hátsó felülelemmel

Ürités az összecsújt hatósáron

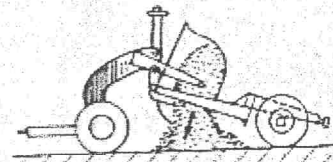
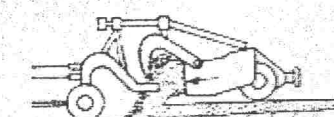
Nyesés



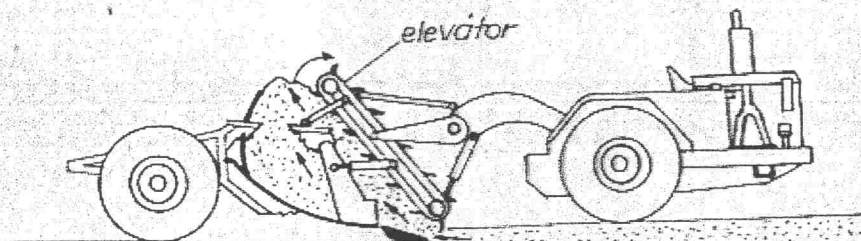
szállítás



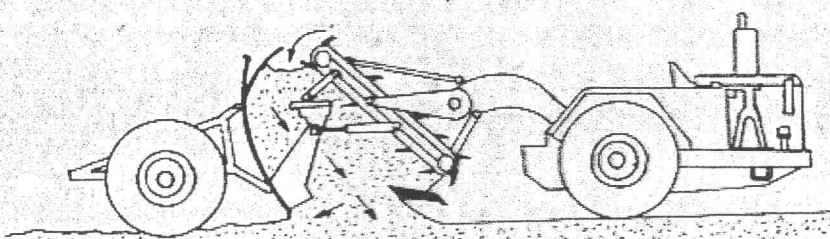
Ürités



Földnyesők munkafázisai



a)



b)

Elevátoros földnyeső
a./ Töltési helyzet b./ Üritési helyzet

5.3.2 Egyféle feladatra alkalmazható földmunkagépek

5.3.2.1 A földfejtés gépei

A földfejtés gépei a **kotrók**.

Típusai:

forgó felső vázas kotró,

kábelkotró,

marótárcsás kotró,

vederláncos kotró,

úszókotró.

5.3.2.2 A földszállítás gépei

szállítószalag,

dömper,

tehergépkocsi,

kötött pályás szállító eszközök (vasút, csille),

csővezetékes (zagy) szállítás.

5.3.2.3 A rakodás gépei

homlokrakodó

rakodóbunker

5.3.2.4 Tömörítő eszközök

A talaj tömöríthető:

statikus, dinamikus (ütögető),

vibráló (rázó), gyúró hatással, és ezek kombinációja.

Statikus henger (simító henger).

Dinamikus (ütögető) tömörítő gépek:

döngölő béka, döngölő lemez.

Vibráló (rázó) tömörítő eszközök

vibrolapok, vibropallók.

Gyúró hatású tömörítőgépek

gumihenger,

juhlábhenger (bütykös henger),

poligon (sokszög) henger.

Gépláncok összeállítása

A földmű elkészítéséhez több gép – un. **géplánc** – egyidejű, összehangolt működésére van szükséges. A géplánc helyes kialakítása megszabja az egész munkavégzés, földmunkaépítés teljesítményét, gazdaságosságát.

A géplánc összeállítását befolyásoló főbb tényezők:

a földmű jellege,

a földmunka összmenyisége,

a kitermelendő föld anyaga, szilárdsága,

a földkitermelés körülményei,

az átlagos szállítási távolság,

szállítási útvonal minősége,

a beépítés jellege.

A géplánc összeállítása a **vezérgép** kiválasztásával kezdődik, ez lesz a géplánc legfontosabb és legértékesebb tagja. A **többi gép** ezt fogja kiszolgálni.

5.4 . A földművek építésének alapesetei és mozzanatai

Földmunka típusok:

- *széles földmű*

8 – 10 m koronaszélességet meghaladó bevágások anyag-gödreit, ill. ennél szélesebb árkokat, a 10 x 10 m-nél nagyobb munkagödröket nevezik „széles” földmunkának (m³).

- *keskeny földmű*

a fenténél keskenyebb, ill. koronaszélességű árkokat, csatornákat, gátakat, hófogó töltéseket stb. „keskeny” földmunkának nevezzük (m³).

- *tereprendezés, egyengetés*

relatív vékony rétegek leszedéséről van szó (m²).

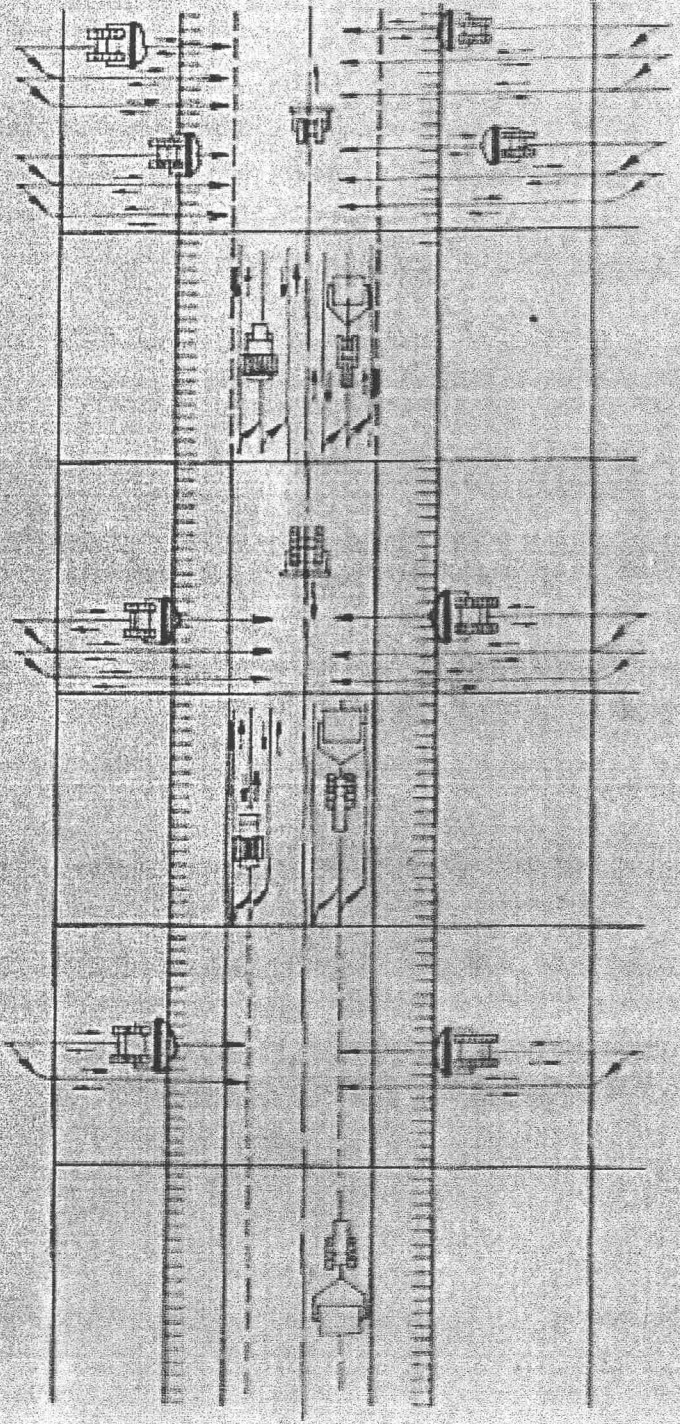
5.4.1 Vonalas földmű építése keresztzállítással

A közlekedési földművek építésének alapesete. Töltés építéshez az anyagot a földmű tengelyével párhuzamos anyagárból (vagy anyagárból) termelik ki. A bevágásból kikerülő földtömeget depóniákba helyezik el.

Vezérgép: földtoló vagy földnyeső.

Töltésépítés földtolóval

Munka művelet	200	200	200	200	200	200
Föld kiemelésé kétoldali dugó- géppel vagy kötélkötéssel a föld kiemelés egyenlőségét az- igérvén						
Az egyenlősé- gét dugó géppel és kővetővel és gumingerő- vel						
A töltés egyen- lőségét föld- szelvény szelvény szelvény						
Föld rétegok kiszáradása						
Részek és kö- vetővel a szelvény szelvény						
Száraz ponton föld kiemelés szelvény						

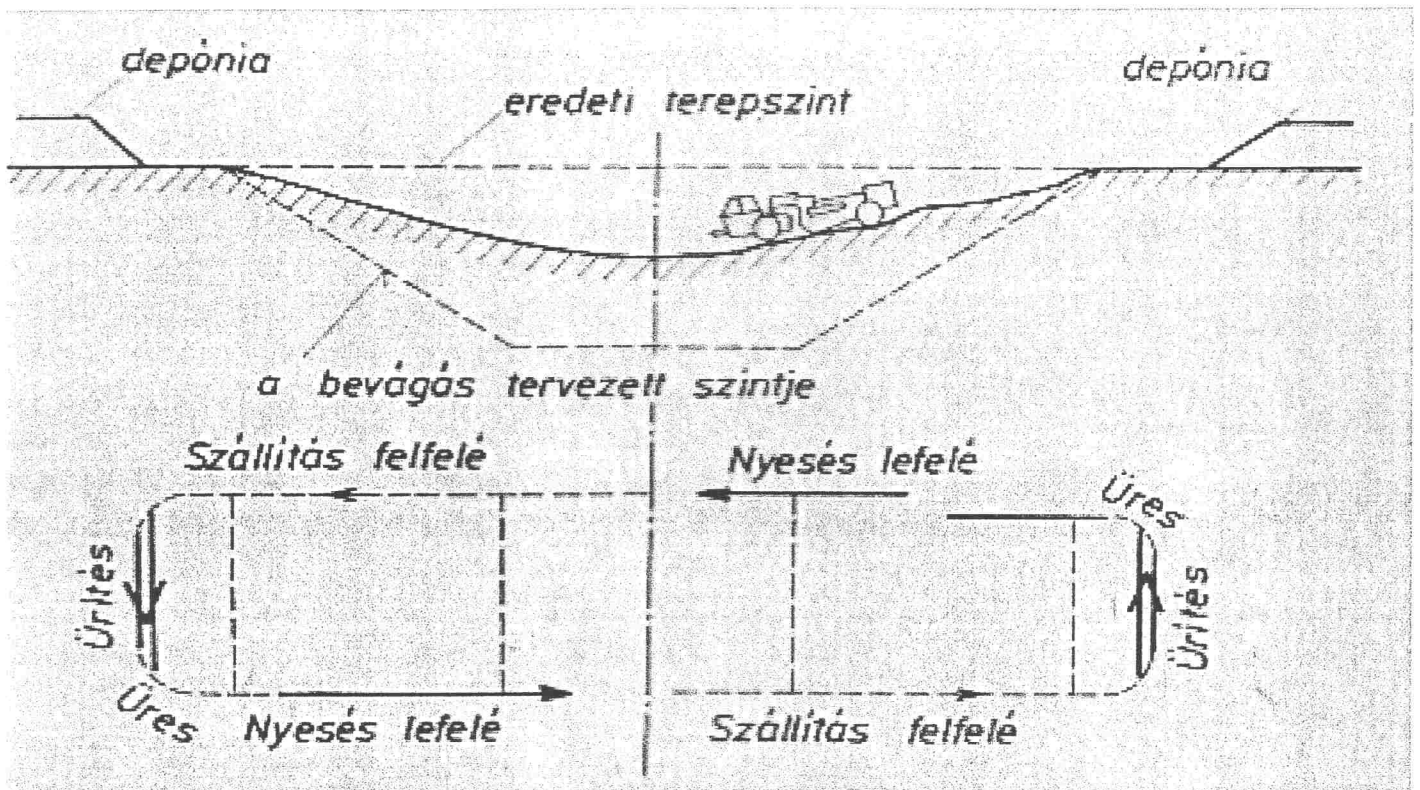


5.19. ábra
Töltésépítés földtolóval

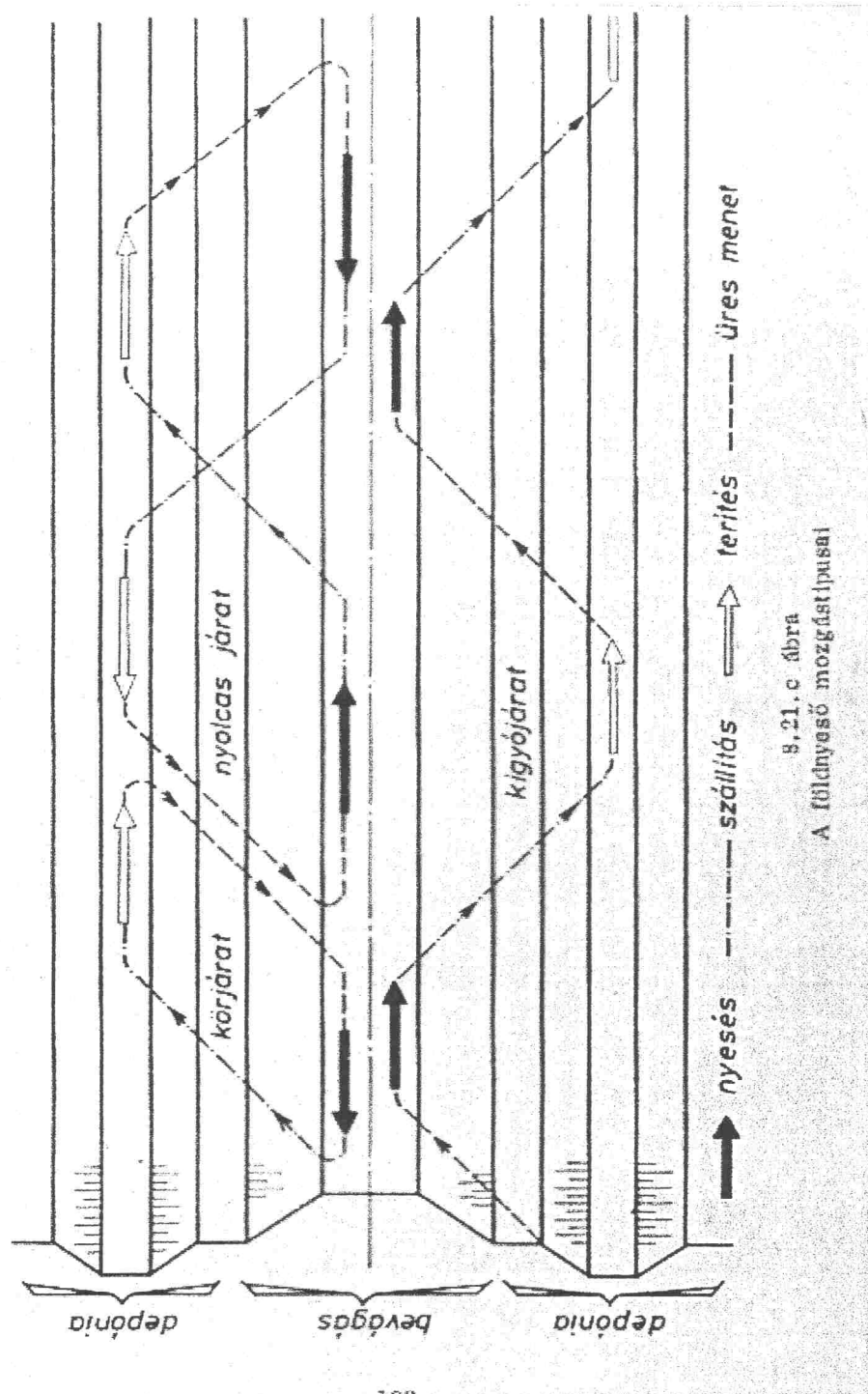
Töltésépítés földnyesővel

A földnyeső munkavégzését végezheti.

- körjáratban,
- nyolcasjáratban,
- kígyóvonalban



Bevágás építése földnyesővel, körjáratban

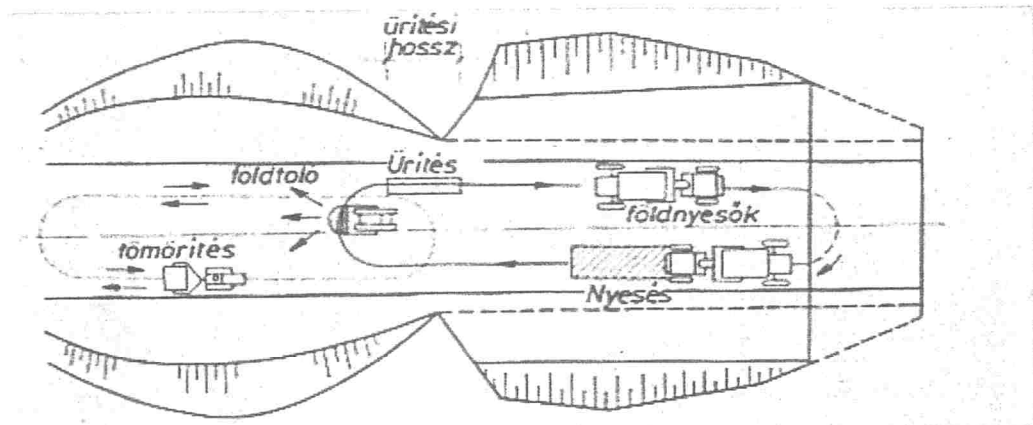


8.21. c ábra
A földnyeső mozgástípusai

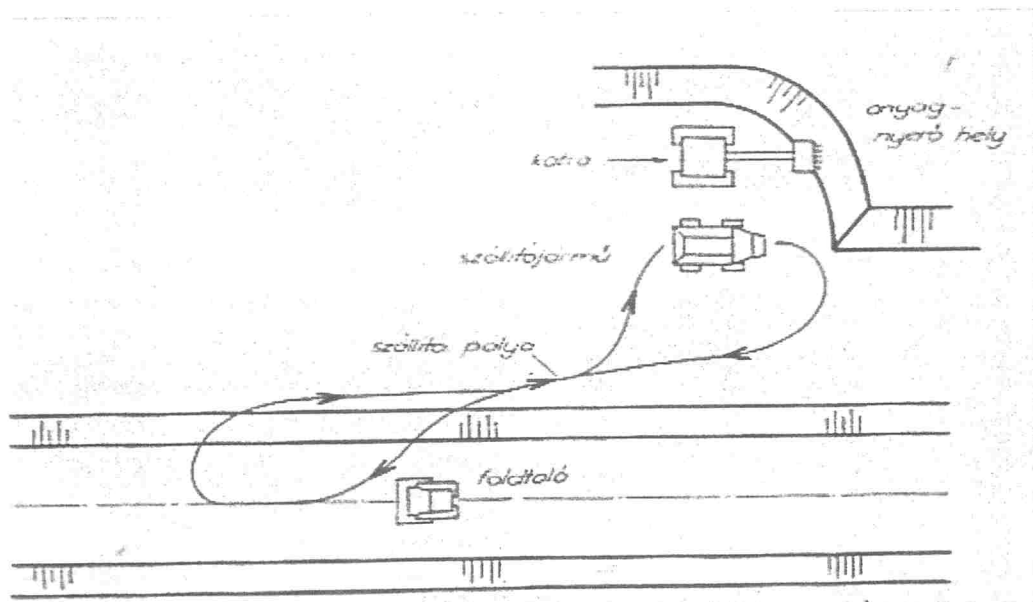
A földnyeső mozgástípusai

5.4.2 Vonalas földműépítés hossz-szállítással

Hossz-szállításnál a bevágásból kitermelt földanyagot a töltésekbe helyezik el. Ennél az építési módnál vezérgépként többnyire földnyesőt, vagy forgó felső vázas kotrót alkalmazunk. Földtolót csak kis hossz – szállítási távolság esetén célszerű alkalmazni.

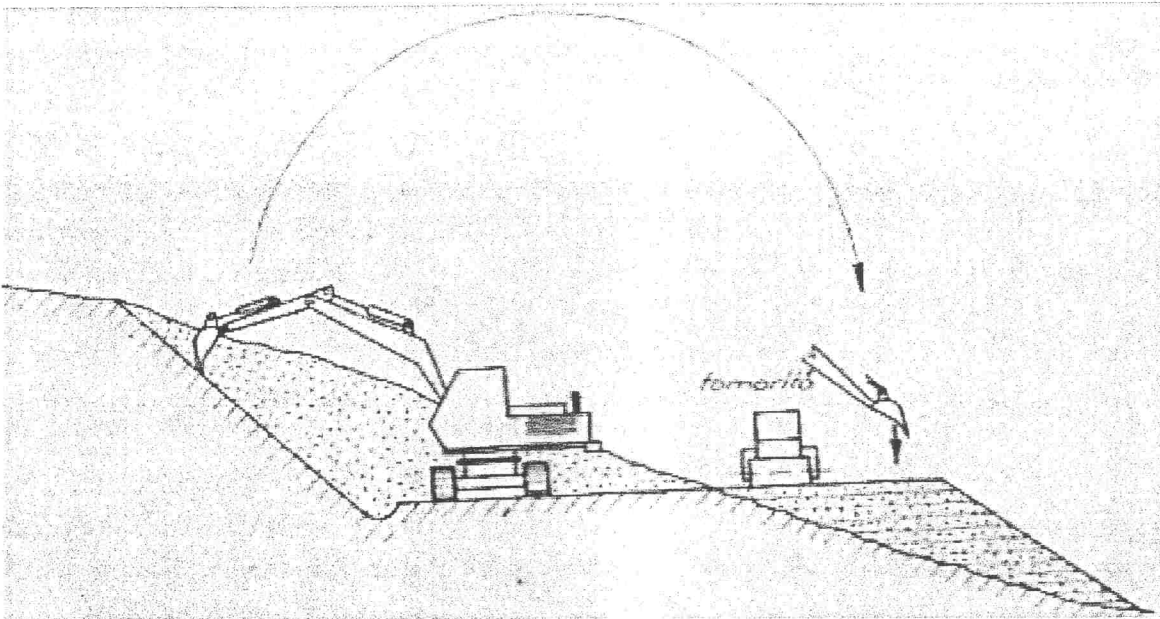


Földműépítés földnyesővel, hossz - szállítással

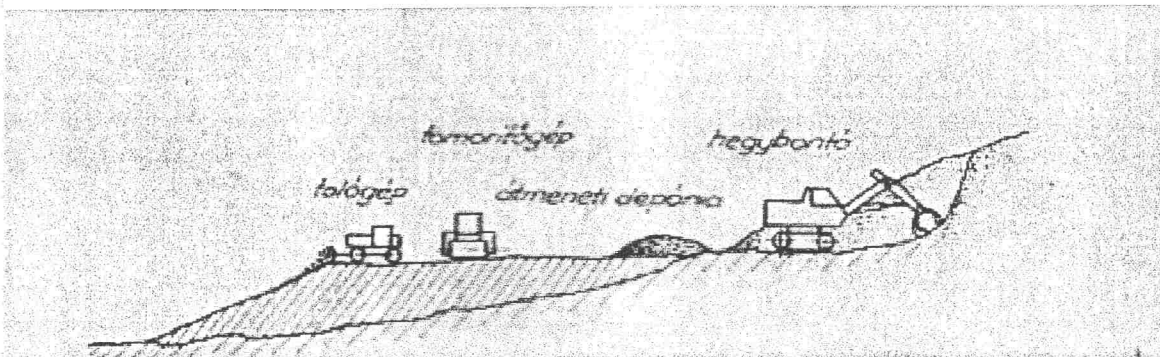


Töltésépítés anyagnyerőhelyről hossz-szállítással

5.4.3 Vegyes szelvény építése

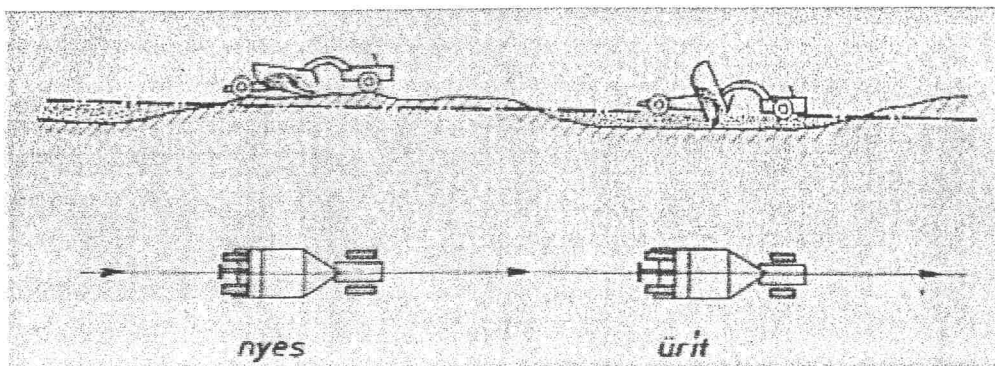


Vegyes szelvény építése kotróval



Vegyes szelvény építése kotróval és földtolóval

5.4.4 Tereprendezés



Tereprendezés földnyesővel

5.5 A földművek tömörítése

A földművek tömörítése során elvégzendő feladatok:

- a beépítendő talaj vizsgálata,
- a tömörítő eszköz kiválasztása,
- a tömörítési technológia meghatározása,
- a tömörítés végrehajtása,
- a töltésvállak, rézsűk tömörítése,
- tömörítés műtárgyak mellett,
- a földművek tömörségének ellenőrzése.

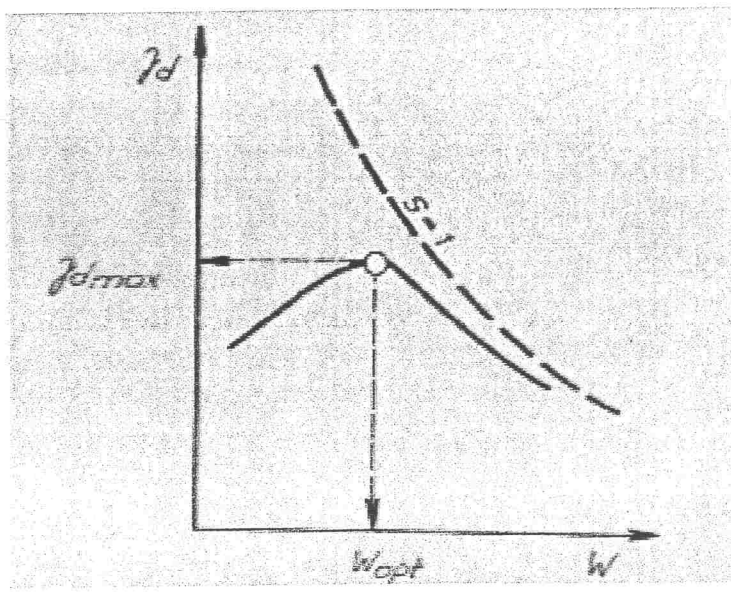
5.5.1 A beépítendő anyag vizsgálata

A töltések építését megelőzi a beépítendő anyag vizsgálata, minősítése, alkalmasságának elbírálása. A kijelölt anyagnyerőhelyről mintákat veszünk és laboratóriumi vizsgálatokkal megállapítjuk a talaj tömörítési tulajdonságait. Erre vonatkozóan a magyar szabvány a „módosított” PROCTOR-vizsgálatot írja elő.

A Proctor-vizsgálat megadja a beépítésre tervezett anyag:

legnagyobb száraz térfogatsúly γ_{dmax} (vagy halomsűrűség) és az optimális víztartalom w_{opt} értéket.

$$T_{ry} = \{ \text{a talaj száraz térfogatsúlya} \} : \{ \text{a legnagyobb száraz térfogatsúly} \} = \\ = \{ \gamma_d / \gamma_{dmax} \} 100.$$



5.5.2 A tömörítő eszköz kiválasztása

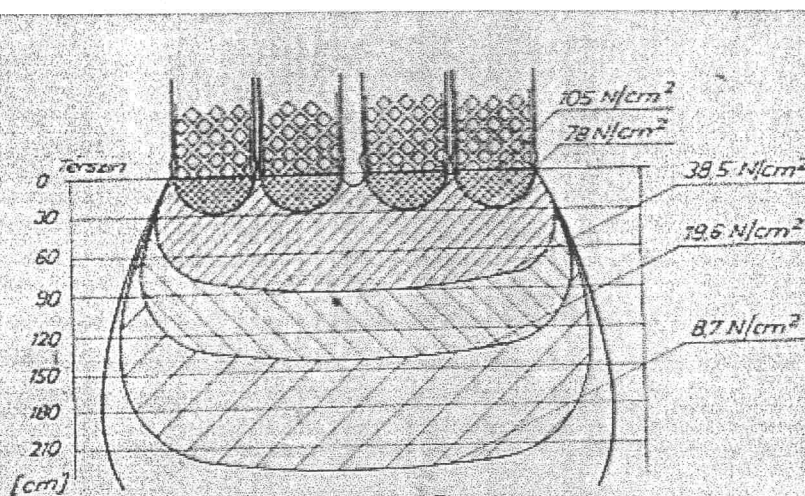
A különböző talajok tömörödési folyamata nem egyforma.

A *szemcsés talajok* „statikus terhelés” hatására alig tömörödik, mivel a szemcsék felületén a súrlódás nagy, amit vibrálással csökkenthető. A *vibrálás* hatására a szemcsék egymástól eltávolódnak, átrendeződnek, tömörebb állapotba kerülnek.

Gyengén kötött, átmeneti talajok statikus tömörítéssel eredményes, hatékonyságát gyúró hatású tömörítőgépek még tovább növelik.

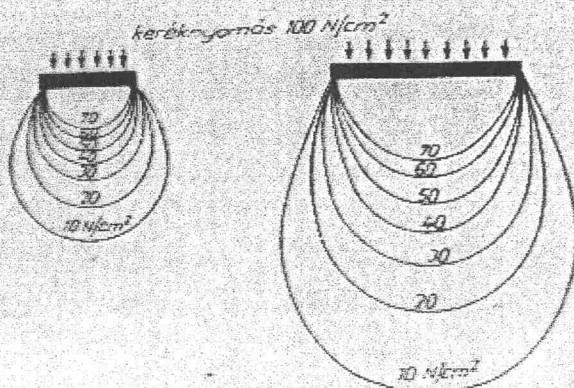
A *kötött talajok* nagy kohéziójuk miatt statikus eszközökkel egyáltalán nem tömöríthetők, vibrálás hatására a pórusvíznyomás miatt nem tud konszolidálni.

A vibrációs tömörítő munka csak semleges feszültséget ébreszt és ez nem eredményezhet tömörödést. Eredményes tömörítés *gyúró hatású* tömörítő eszközzel lehet elérni.



S. 38. ábra

Feszültségeloszlás 1000 kN súlyu gumihenger alatt

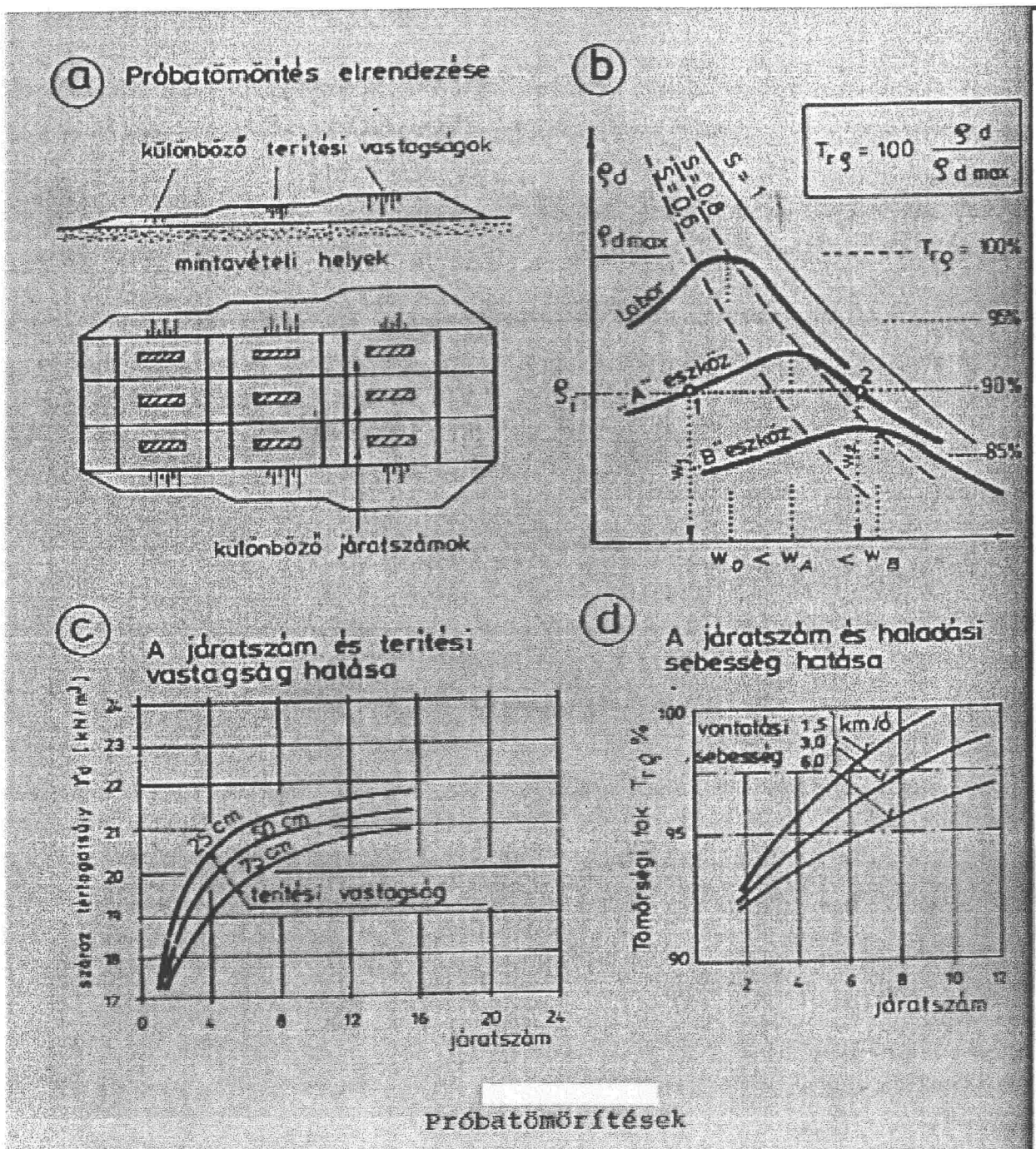


S. 39. ábra

A tömörítő eszköz geometriai méreteinek hatása a feszültségeloszlásra

5.5.3 A tömörítési technológia meghatározása

Az alkalmazandó tömörítési technológiát *próbatömörítéssel* határozható meg a legpontosabban. A beépítendő talajt különböző vastagságban terítik el, majd járattják rajta a kiválasztott tömörítő eszközt. Az elért hatás mértékéről zavartalan minták vételével és vizsgálatával gözödnék meg.



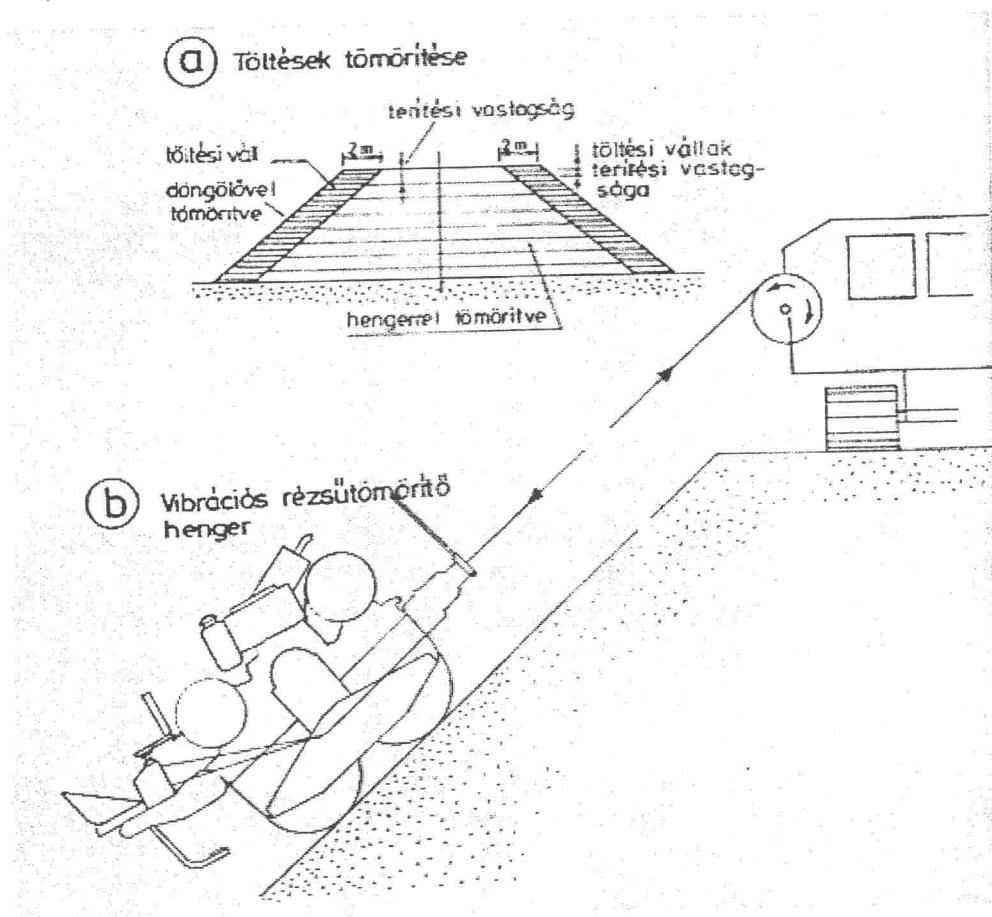
5.5.4 A tömörítés végrehajtása

5.5.4 A tömörítés végrehajtása

A töltéstest építésénél a laza elterítéssel elhelyezett töltésanyagot a kívánt terítési vastagságra földtolóval, vagy földgyaluval, földnyesővel alakítjuk ki.

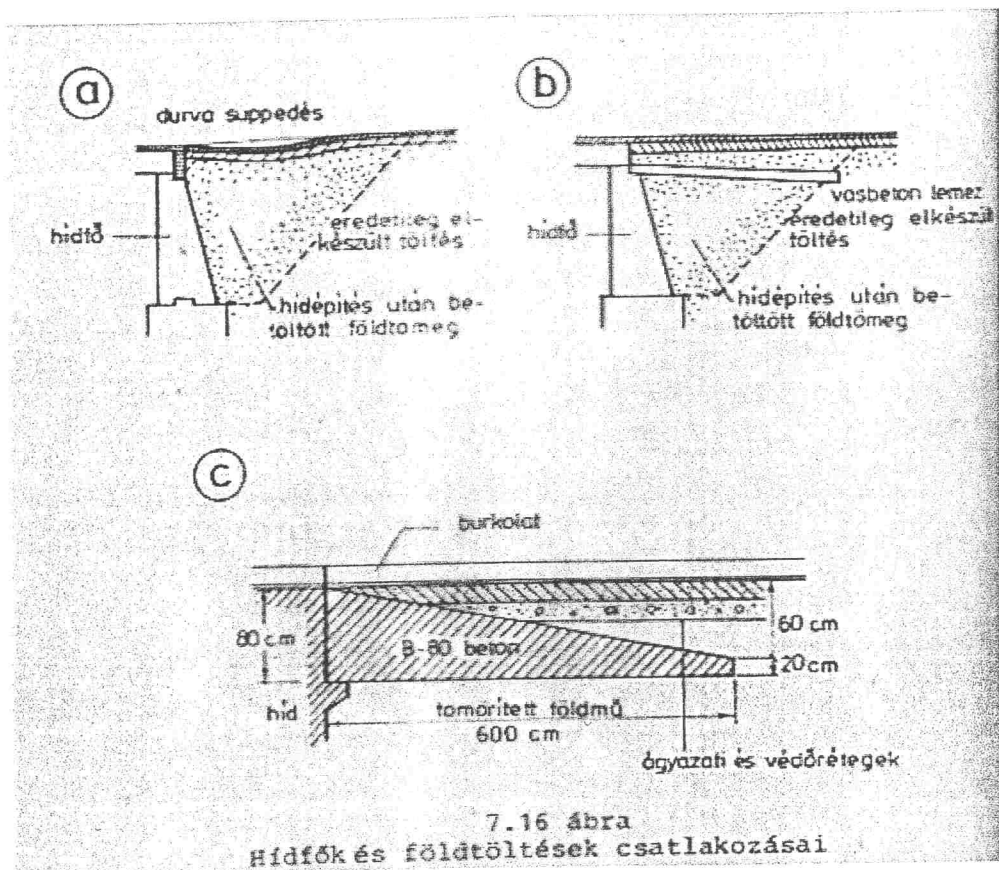
Biztosítjuk az optimális víztartalmat locsolással, vagy szárítással, majd sávosan vagy átfedéssel megfelelő járatszám mellett tömörítjük.

A töltésvállak, rézsűk tömörítése nagy súlyú tömörítőeszközzel nem tömöríthetők, mivel kellő oldalmeztámasztás nincs a talaj kitérnie. ezért a töltés szélén 1,50 – 2,00 m széles sávot külön kisebb tömörítő eszközzel (lapvibrátorral, döngölő békával, vibrohengerrel, stb.) kell tömöríteni.



5.5.5 Tömörítés műtárgyak mellett

A műtárgyak (pl. hídfők mögött, munkaárkokban, alapok mellett stb.) melletti tömörítés vibrolappal vagy vibrodöngölővel végezhető el.



5.5.5.6 A földművek minősítése

A méretek ellenőrzés: I., II. és III. osztályú földmű.

A tömörség ellenőrzése: T_{ry} meghatározása.

6. FÖLDMŰVEK VÍZTELENÍTÉSE

A földművek károsítói között első helyen szerepelnek a víz különböző hatásai, ezek:

- a felszíni víz \Rightarrow erózió, talajelsodró hatása miatt;
- a talajba beszivárgott felszín alatti víz \Rightarrow a talajt áztatja, szilárdságát lecsökkenti;
- a felszín alatti víz nyomása \Rightarrow az áramlási nyomás többletterhelést eredményez, az artézi nyomás a semleges feszültségek növekedését és ez által a súrlódási ellenállást csökken.

A felszíni vizek elvezetésének hidrológiai- és hidraulikai alapjait, a vízelvezető árkok méretezésének alapeseteit, az utak, vasutak víztelenítési létesítményeit a szaktárgyak ismertetik.

A földművek tárgy keretében a felszín alatti vizek elvezetésével foglalkozunk.

6.1. A felszín alatti vizek elvezetése

A felszín alatti vizeket gravitációs úton gyűjtjük össze és vezetjük el a talajból, erre szolgálnak a **szivárgók**.

A szivárgók jó vízvezető (nagy átteresztőképességű, általában szemcsés) anyagból álló-, hatékony vízelvezetéssel ellátott "műtárgyak". A vízvezető képességük a környező talajnál lényegesen jobb, ezért a környezetükben lévő talajtömegben feljűk irányuló vízáramlást indítanak meg.

A szivárgókba jutott vizet folyamatosan elvezetjük, ezáltal a talajvízszint a szivárgó környezetében lesüllyed, és a környező földtömegek víztartalma is kisebb lesz.

6.2. A szivárgók osztályozása

1. Alakjuk szerint:

- *árkos szivárgó*: mely rendszerint a térszintig érő, jó vízvezető kövel, vagy kavicsal kitöltött, alsó részén fenékcsatornával és felül vízzáró anyaggal lezárt munkaárok;
- *szivárgó paplan*: ez a földmű felszínére fektetett, szélességéhez mérten kis vastagságú vízvezető réteg;
- *szárító táró*: ez a térszín alatt bányászati módszerekkel előrehajtott, kidúcolt és utólag kövel, kavicsal kitöltött vágat.

2. Elhelyezés szempontjából:

- *hossz – szivárgó*: a vonalas létesítmények hossz tengelyével párhuzamosan és
- *keresztiszivárgó*: a tengelyre merőlegesen, esetleg ferdén elhelyezett szivárgó.

A tengellyel párhuzamos szivárgó lehet:

- megszakító szivárgók,
- talpszivárgó,
- övszivárgó.

A tengelyre merőleges szivárgó lehet.

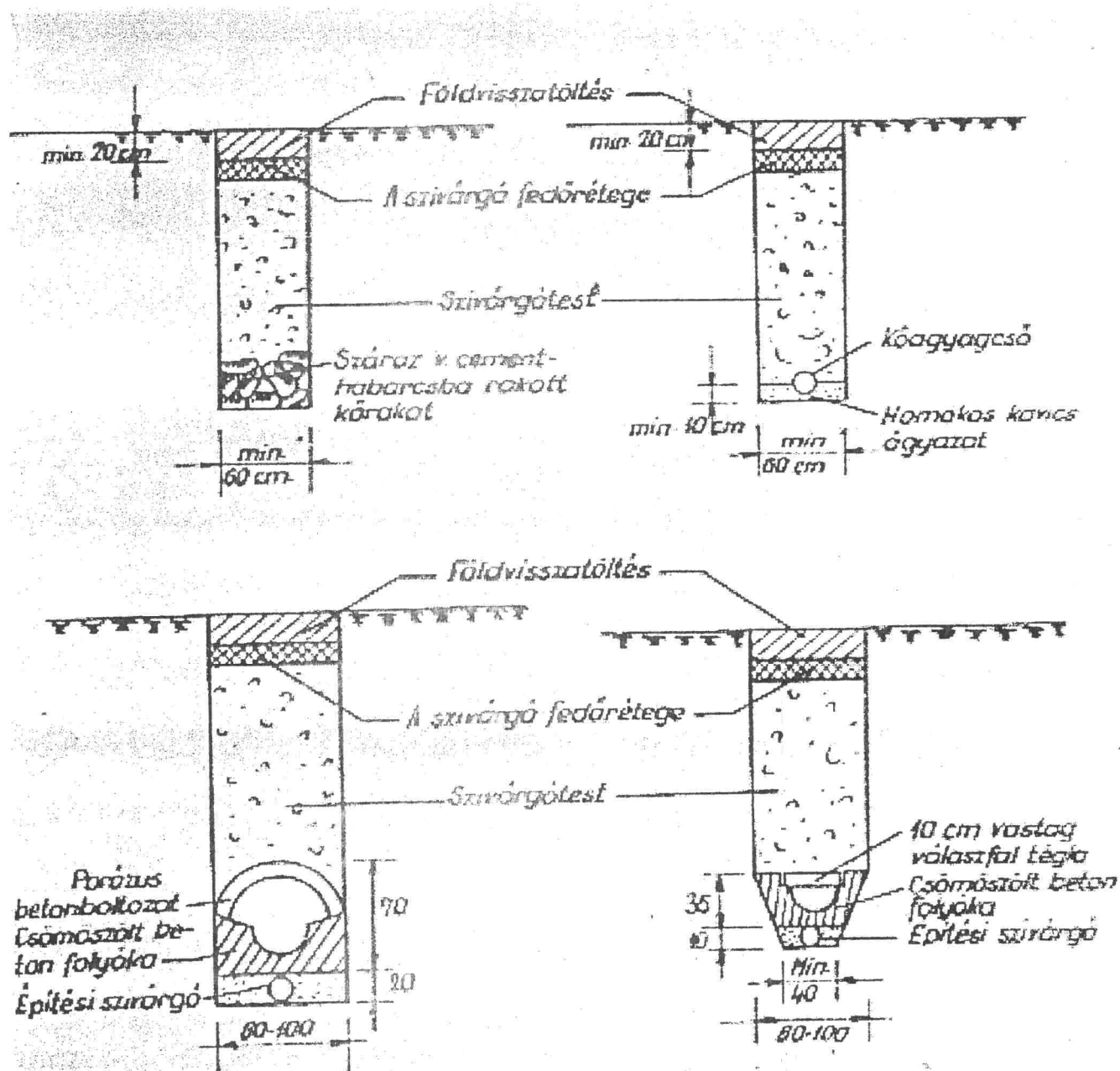
- rézsűszivárgó,
- szárítóborda, ill. támborda,
- műtárgyakhoz csatlakozó szivárgó.

A helyesen kivitelezett szivárgónak – lehetőleg egyidejűleg – a következő feltételeknek kell eleget tennie:

- a. minél nagyobb átteresztőképességű legyen,
- b. a szivárgóval érintkező talajból a vízáramlás ne vigye be a finomabb szemcséket a szivárgóba,
- c. felszíni vizek ne juthassanak a szivárgóba,

- d. az áramló víz a szivárgó egyik rétegében se okozzon kimosásokat,
- e. ha az áramló víz mégis tartalmaz finomabb szemcséket, úgy azokat lebegtetve sodorja el és ne rakódjanak le a szivárgóban,
- f. a szivárgó a belé jutó vizeket minél gyorsabban és minél rövidebb úton vezesse le a befogadóba.

Az árkos szivárgó három részből áll: folyóka (elvezető), szívótest – szűrőtest és esetleg burkolt árok.



Árkos - szivárgó keresztmetszetek

4. képe
11. 28

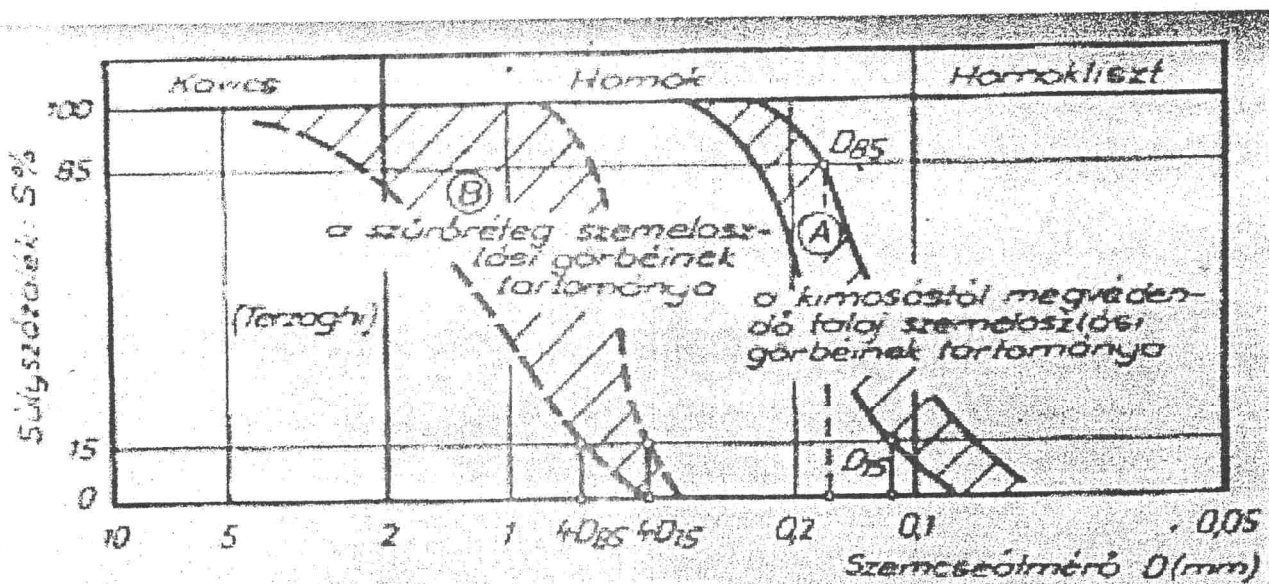
A folyóka megoldásai:

- helyszínen csömöszölt beton folyóka, amelyeket lyukacsos válaszfal téglákkal fednek be,
- égetett agyagcső (drain-cső),
- kövekből boltozat kialakítással,
- műanyag gégecső – drain-cső.

A szívótest anyaga lehet:

- terméskő, zúzott kő, zúzalék, kavics, durva homok stb.
illetve korszerű műanyagok: geotextiliák.

A szűrőréteget gondosan kell megválasztani, a Terzaghi szűrőszabály szerint kell kialakítani:

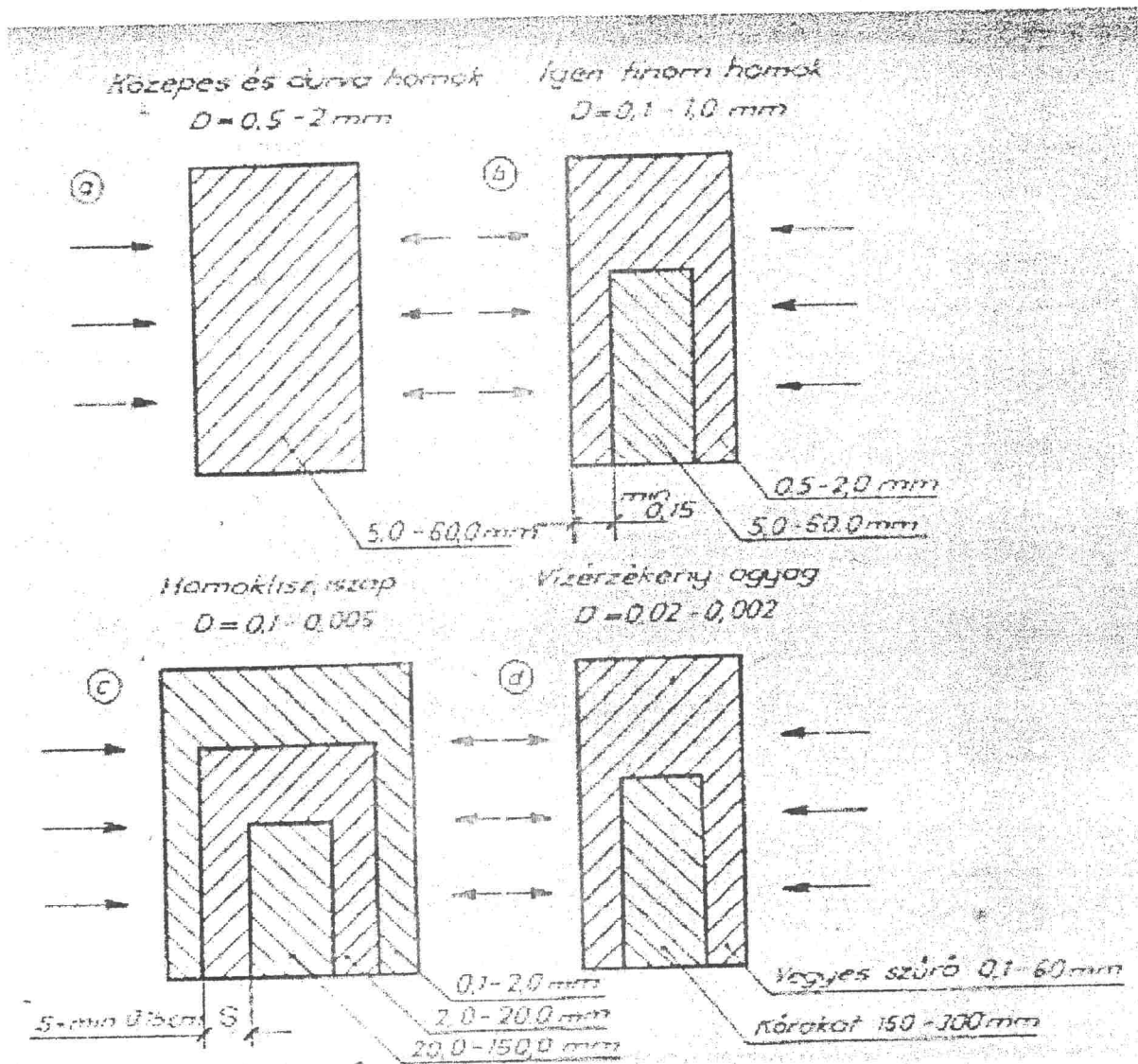


A Terzaghi-féle szűrőszabály

Terzaghi – féle szűrőszabály:

$$4 D_{15} \text{ talaj} = D_{15} \text{ szívótest} = 4 D_{85} \text{ talaj}$$

A szívótest kialakításának lehetőségei:



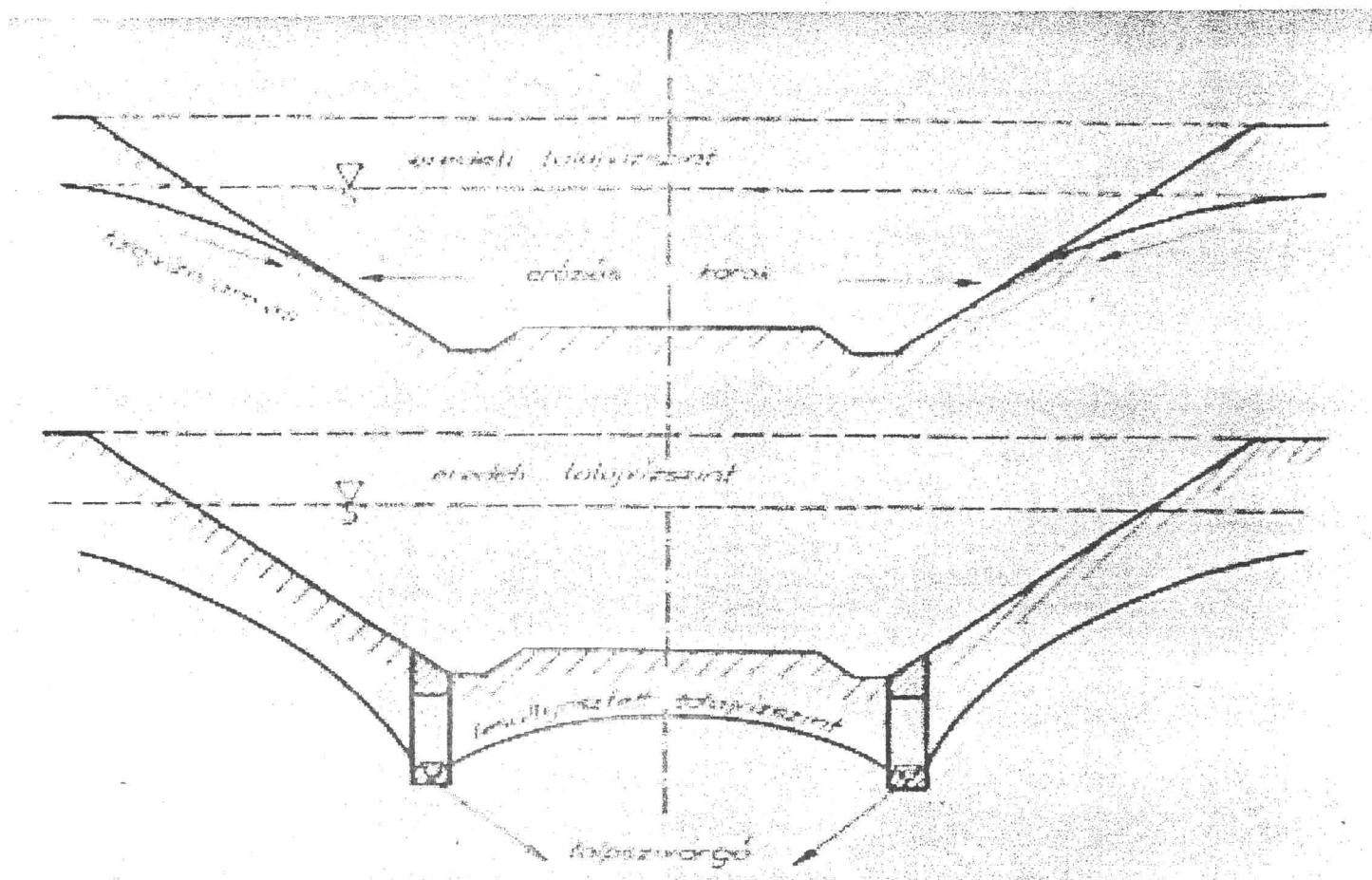
A szívótest anyagának még a következő általános követelményeket is teljesíteni kell:

- szemcséi lehetőleg gömb alakúak legyenek;
- a szemcsék felülete sima legyen;
- anyagát ne támadja meg a talajvíz;
- arozódásra, mállásra kémiai átalakulásra ne legyen hajlamos.

Ennek legjobban a *görgetett, mosott, iszap- és agyagmentes kvarckavics* felel meg.

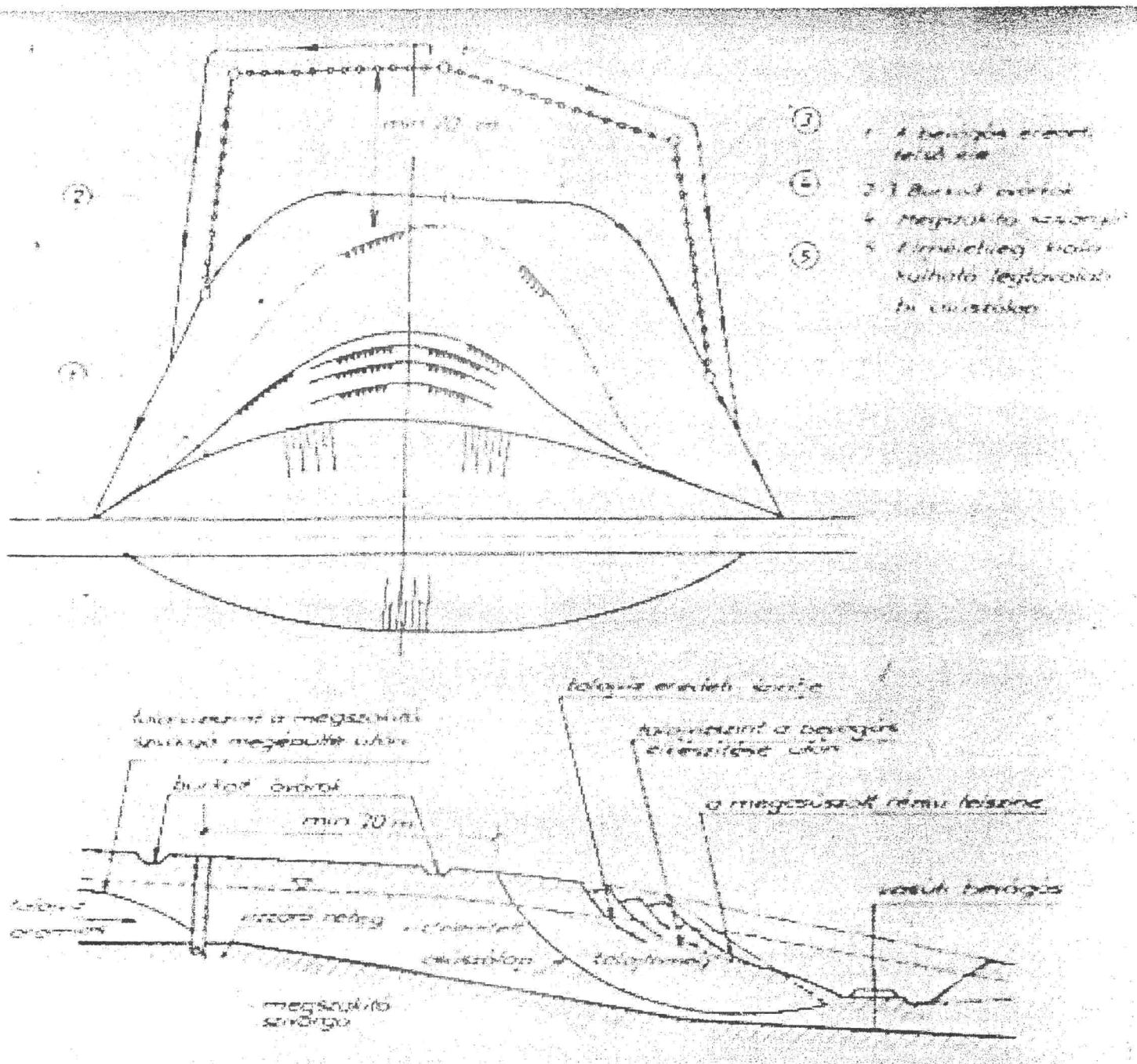
Példák szivárgók alkalmazására:

1. Bevágások víztelenítésére *talpszivárgókat* építenek be.



Közlekedésépítésben a koronaszint gyakran a talajvízszint alá kerül, talajvízáramlás indul meg a bevágás felé, és ez a rézsűket megbonthatja. Ilyenkor a bevágás alján, a földmű tengelyével párhuzamosan építjük be a talpszivárgót, melyek a talajvízszintet lesüllyeszti.

2. A bevágások feletti hegyoldal víztelenítésére, az esetleges csúszások elkerülésére *övszivárgókat* vagy *megszakító szivárgókat* alkalmaznak.



A megszakító szivárgó a hegy felől áramló talajvíz útját megszakítja, a talajvizet összegyűjti és elvezeti. A szivárgó és a bevágás közötti földtömeg fokozatosan kiszárad, s így az állékonysági viszonyai is javulnak.

A. K. K. 11. 8

3. Ha a bevágás mély, a szivárgót is mélyre kell építeni, ami kivitelezési nehézséget okozhat. 10 – 12 métert meghaladó mélység esetén már gazdaságosabb *szárító tárot* építeni. A bordák megtámasztják a rézsút, oly módon, hogy a mellettük lévő talajtömeg kiszárad, s ezzel a szilárdságuk megnő.