



EURÓPAI UNIÓ
STRUKTURÁLIS ALAPOK



V Í Z K Á R E L H Á R Í T Á S

BMEEOVVAT27 segédlet a BME Építőmérnöki Kar hallgatói részére
„Az építész- és az építőmérnök képzés szerkezeti és tartalmi fejlesztése”

HEFOP/2004/3.3.1/0001.01

TARTALOMJEGYZÉK

3 Bevezetés	3	4.2.3. Nyelők.....	47
3 1. Általános fogalmak és meghatározások	3	4.3. A talajvízszint csökkentése felszín.alatti vízrendezéssel....	49
3 1.1. A vízgazdálkodás és a vízrendezés kapcsolata	3	4.3.1. Lecsapoló csatorna	49
5 1.2. Fontosabb fogalom-meghatározások	5	4.3.2. Mezőszerű talajcsőhálózat	50
1.3. A vízrendezési munkák célja és módszerei a		4.3.2.1. Drénezés tervezésének előkészítő munkái.	50
vízmérleg egyenlet alapján	7	4.3.2.2. A szívóhálózat jellemzői	51
9 1.4. A vízrendezés talajtani és mezőgazdasági alapfogalmai	9	4.3.2.3. A talajcsőhálózat helyszínrajzi és magassági	53
9 1.4.1. Talajtani alapfogalmak	9	kialakítása	
11 1.4.2. Mezőgazdasági alapfogalmak	11	4.3.2.4. Csőhidraulikai méretezés és ellenőrzés..	56
13 1.4.3. Környezetvédelmi és tájrendezési alapfogalmak	13	4.3.2.5. Méret- és mennyiség-kimutatás	57
15 2. A hazai síkvidéki vízrendezés fejlődéstörténete	15	4.3.2.6. Drének szűrőzése	57
15 2.1. A vízrendezések korabeli elvei	15	4.3.2.7. Kombinált talajcsővezési eljárás.....	58
16 2.2. A vízrendezések oka, módja és eredményei	16	4.3.2.8. A talajcsővezési ismeretek összefoglalása	59
19 3. Felszíni vízrendezés és vízelvezetés	19	4.3.3. Szivárgóárók és –csatorna	59
19 3.1. A felszíni vízrendezési terv meghatározása ...	19	4.3.4. Szivárgódrén	60
19 3.1.1. A vízrendezési és vízelvezetési feladatok fő típusai	19	4.3.5. Nyomás alatti talajvíz elvezetése	60
19 3.1.2. A vízrendezési tervek típusai és tartalma ..	19	5. Dombvidéki vízrendezés	63
20 3.1.3. Felszíni vízelvezetés tervezésének előkészítő munkái ..	20	5.1. A dombvidéki vízrendezési munkák jellege.....	63
23 3.2. A felszíni vízelvezető csatornahálózat helyszínrajza	23	5.2. Az erózió megjelenési formái	63
23 3.2.1. A csatornák vonalvezetése	23	5.3. Az eróziót kiváltó és befolyásoló tényezők	65
3.2.2. A mezőgazdasági művelési egységek és a		5.4. A talajvesztés becslése	66
földúthálózat.....	25	5.5. Az erózióvédelem feladatai	67
25 3.3. A csatornák próba hossz-szelvénye	25	5.5.1. Agronómiai talajvédelem lényege	68
26 3.4. A vízelvezető hálózat hidrológiai méretezése	26	5.5.2. Műszaki talajvédelem lényege.....	68
3.4.1. Fajlagos vízhozam meghatározása tapasztalati		5.6. A dombvidéki vízrendezési munkák tervezése	69
értékek alapján becsléssel	27	5.6.1. Előmunkálatok, geodéziai felmérés	69
3.4.2. A fajlagos vízhozam az összegyülekezési		5.6.2. Irtási és területrendezési munkák	70
idő és a tározás alapján	28	5.6.3. Tereprendezési munkák	70
3.4.3. A fajlagos vízhozam számítása racionális mé-		5.6.4. Az út- és földúthálózat kialakítása	71
retezési módszerrel síkvidéki településekről érkező		5.7. Lejtőmegszakítás terepalakítással	72
vízhozamok meghatározására	30	5.7.1. Sáncolás	72
31 3.5. A vízelvezető hálózat hidraulikai méretezése	31	5.7.2. Teraszozás	72
31 3.5.1. Méretezési vázlat készítése	31	5.8. Vízkár elleni védelem és a lefolyás szabályozása	74
32 3.5.2. Mintakeresztmetszelvények megválasztása	32	5.8.1. Övcsatornák	75
33 3.5.3. Hidraulikai méretezés	33	5.8.2. Teraszcsatornák	75
35 3.5.4. Műtárgyak tervezése és méretezése	35	5.8.3. Lejtőmegszakító keresztcsatornák	75
37 3.5.5. A csatornák kivitelezési (építési) hossz-szelvény	37	5.8.4. Felszíni víznyelők	77
38 3.6. A felszíni vízelvezető hálózat építése és fenntartása	38	Összefoglalás	78
38 3.6.1. Földmunkák kivitelezése	38		
39 3.6.2. Műtárgyak építése	39	PÉLDÁK JEGYZÉKE	
39 3.6.3. Fenntartás, karbantartás	39	1. A vízgyűjtő talajtani jellemzése	11
40 3.7. Vízelvezetési létesítmények üzemeltetése bel-	40	2. A mértékadó belvízhozam számítása becsléssel	27
vízvédekezésnél.....		3. Belvízi szivattyútelep mértékadó vízhozamának	28
40 3.7.1. Belvíz-védekezési teendők a készenlét előtt	40	meghatározása becsléssel	
40 3.7.2. A belvízvédekezés szervezeti felépítése	40	4. A fajlagos vízhozam meghatározása az összegyü-	30
41 3.7.3. Belvízvédelmi készültségi fokozatok	41	lekezés és tározás figyelembevételével	
41 3.7.4. Belvíz-védekezési módok	41	5. A fajlagos vízhozam számítása segédlet alapján	30
42 3.8. Felszíni vízrendezés és vízelvezetés összefoglalása	42	6. A belterületről érkező mértékadó vízhozam becs-	31
43 4. Termőföldek vízrendezése	43	lése	
4.1. A vízrendezési munkák kapcsolati rendszere.	43	7. Csatorna vízhozamának számítása és hidraulikai	33
4.2. A felszíni csapadékvíz elvezetése.....	44	méretezése	
4.2.1. Csapadékvíz elvezető árkok és nyílt felszíni csator-		8. Átereszt hidraulikai ellenőrzése	36
nák	44		
4.2.2. Csapadékvíz elvezetés céldrénnel és drénfürttel	45		

9. Áteresztő duzzasztásának számítása	36	37. A talajcsőhálózat részletes elrendezési helyszínrajza
10. Dréncövek vízszállító képességének számítása	46	38. Dréngyűjtők hossz-szelvénye
11. A L szívótávolság számítása	53	39. Grafikon a maximális fajlagos drénvízhozam meghatározására
12. Gyűjtő hidraulikai méretezése	56	40. Grafikon a dréncövek hidraulikai méretezésére
13. Mélykút hidraulikai vizsgálata	62	41. Méretezési vázlat gyűjtők tervezéséhez
14. A talajvesztés-bebecslési egyenlet alkalmazása ..	67	42. Drének szűrőzése
15. Gyepes vízlevezető méretezése	76	43. A kombinált talajcsövezés elrendezése
16. A felszíni víznyelő hidraulikai ellenőrzése	77	44. Szivárgódrén és -árok méretezése
		45. A mélykutat (függőleges drének) számítási jellemzői
		46. A függőleges drén (mélykút) általános kialakítási módja
		47. A kutak grafikus méretezésének elvi vázlata
		48. Az általános talajvesztés-bebecslési egyenlet grafikus számítása
		49. Kótált projekciós térkép
		50. Az utak keresztmetszeti típusai: a – bogárhát szelvény
		51. A Kund-féle hullám alakú sánc jellemzői
		52. Teraszsánc-típusok: a – keskeny alapú teraszsánc, b – széles alapú teraszsánc
		53. A tányérterasz kialakítása
		54. Paralel vagy párhuzamos teraszok tervezése
		55. Talajvédelmi tervek jelmagyarázata
		56. Teraszozás részletes elrendezési helyszínrajza
		57. A felszíni vízlevezető hálózat részei
		58. Teraszolt terület övcsatorna rendszere
		59. Övcsatorna mintakeresztmetszvénye
		60. A terasz és vízlevezető helytelen és helyes kialakítása
		61. Vízlevezetők mintakeresztmetszvényei:
		62. A medererdességi tényező a növényzet függvényében
		63. Felszíni víznyelő hidraulikai ellenőrzése

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. Magyarország vízborította és árvízjárta területei a lecsapoló munkálatok megkezdése előtt
- 2.. Árvédelmi töltésekkel védett folyóvölgy keresztmetszete
3. Fontosabb csatornamegnevezések
4. Mezőgazdasági táblák, felszíni és felszínalatti vízlevezető rendszer
5. A talaj megnevezése a mechanikai összetétel alapján
6. A talaj megnevezése a talajtani jellemzők alapján
7. A vízgyűjtő talajtani térképe
8. A vízfolyás és a kísérő növényzet szegélyhatása
9. Egyszerűsített szabványos szövegmező
10. Fontosabb rajzjelek és magyarázatuk
11. A terep mélyvonulataihoz túlzottan is igazodó hálózat
12. A terep mélyvonulataihoz rosszul illeszkedő hálózat
13. A terephez is igazodó és a táblásítási szempontoknak is megfelelő hálózat
14. A kivitelezésre javasolt változat csatornáinak próba hossz-szelvényei
15. A 20%-os valószínűségű mértékadó fajlagos belvízhozam tájékoztató értékei
16. A 20%-os előfordulási valószínűségű 0,5–20 nap időtartamú csapadékösszegek
17. Példa a méretezési vázlat kidolgozására
18. A gyakoribb mintakeresztmetszvény-típusok
19. Szily–Lenkei-féle méretezési nomogram
20. Nomogram áteresztők közelítő hidraulikai ellenőrzéséhez
21. Az áteresztő számítási adatai
22. Csatornák kivitelezési hossz-szelvénye
23. A vízlevezető árkok és csatornák távolsága, és az árkok torzított léptékű mintakeresztmetszvénye
24. A részleges drénezés általános elrendezése
25. A hagyományos kialakítású nyelőrakat
26. Nyelőrakat és talajcsövezés kombinálása
27. A hagyományos kialakítású fedett víznyelő
28. A hagyományos kialakítású nyelőkút
29. A nyelőkút és talajcsövezés kombinálása
30. Példa a felszíni víznyelő kialakítására
31. A lecsapoló csatornák jellemzői
32. A veszélyeztetett területek lehatárolása, a gyűjtők nyomvonalának meghatározása és a drénvízáttemelő helyének kijelölése
33. A dréntávolság számítási jellemzői
34. A kivitelezést egyszerűsítő vonalvezetési megoldások
35. Csatlakoztató idomok
36. A talajcsövezési terveknel alkalmazható jelmagyarázat

37. A talajcsőhálózat részletes elrendezési helyszínrajza
38. Dréngyűjtők hossz-szelvénye
39. Grafikon a maximális fajlagos drénvízhozam meghatározására
40. Grafikon a dréncövek hidraulikai méretezésére
41. Méretezési vázlat gyűjtők tervezéséhez
42. Drének szűrőzése
43. A kombinált talajcsövezés elrendezése
44. Szivárgódrén és -árok méretezése
45. A mélykutat (függőleges drének) számítási jellemzői
46. A függőleges drén (mélykút) általános kialakítási módja
47. A kutak grafikus méretezésének elvi vázlata
48. Az általános talajvesztés-bebecslési egyenlet grafikus számítása
49. Kótált projekciós térkép
50. Az utak keresztmetszeti típusai: a – bogárhát szelvény
51. A Kund-féle hullám alakú sánc jellemzői
52. Teraszsánc-típusok: a – keskeny alapú teraszsánc, b – széles alapú teraszsánc
53. A tányérterasz kialakítása
54. Paralel vagy párhuzamos teraszok tervezése
55. Talajvédelmi tervek jelmagyarázata
56. Teraszozás részletes elrendezési helyszínrajza
57. A felszíni vízlevezető hálózat részei
58. Teraszolt terület övcsatorna rendszere
59. Övcsatorna mintakeresztmetszvénye
60. A terasz és vízlevezető helytelen és helyes kialakítása
61. Vízlevezetők mintakeresztmetszvényei:
62. A medererdességi tényező a növényzet függvényében
63. Felszíni víznyelő hidraulikai ellenőrzése

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. A vízgazdálkodás területi elvű felosztása
2. A vízháztartási egyenlet főbb jellemzői
3. A víztelenítés művei és azok alkalmazhatósága
4. A szivárgási tényező osztályozása
5. Az egyes talajok vízgazdálkodási jellemzői
6. A tenyészidőszak felosztása
7. Átszámítási szorzótényezők
8. Síkvidéki vízgyűjtők kategóriái
9. A vízgyűjtő terület alakja, esése és kapcsolata a fajlagos vízhozammal
10. A 10–180 perc időtartamú csapadékmaximum függvény állandói
11. A 3–24 órás időtartamú csapadékmaximum függvény állandói
12. Az α lefolyási tényező átlagos értékei
13. A csatorna ρ rézsűhajlásának megválasztása
14. A k Manning-féle simasági tényező értékei
15. Az ároktávolság és a lejtés kapcsolata
16. A szívó hatékony átmérőjének értékei
17. Csökkimutatás
18. Idomkimutatás
19. A δ tapasztalati vízhozam értékek

BEVEZETÉS

A jegyzet az Építőmérnöki Kar Vízkárelhárítás című tantárgy vízrendezési témakörének elsajátításához készült. A tematikának megfelelően a jegyzet első részei tartalmazzák a kapcsolódó alapismeretek rövid és gyakorlatias felfrissítését és a legfontosabb alapfogalmakat, továbbá a vízrendezés rövid történetét. A múltban végzett mérnöki munkáknak, ahogy más történelmi eseményeknek is, mindmáig tapasztalható hatása van a jelen generációjára. Ezért is ajánljuk a hallgatók figyelmébe, mert így jobban érthetővé válnak a jelenlegi mérnöki munkák is.

A jegyzet terjedelmesebb részei a gyakorlati szakmai ismereteket nyújtja. Ezekben a fejezetekben foglalkozunk vízrendezési tervezéssel, így a síkvidéki területek belvízhálózatával, a termőföldek és környezetük vízrendezésével, az erózióvédelemmel stb.

A tananyag alap- és választható tárgyak szerinti csoportosítása felvet más szétválaszthatósági kérdést is. A valóságban a különféle szakfeladatok (pl. a víztelenítés, a tározás, a vízellátás, az öntözés stb.) egymást kiegészítően egy egészet alkotnak, amelyek szoros összefüggésben vannak, melyek a használatoknál összetartoznak. Ugyanez az összekapcsolódás vonatkozik a tervezésre, építésre és üzemeltetésre is, mert ezek a munkák sem valósíthatók meg a másik nélkül. Ugyanakkor oktatási szempontból a feladatok valamiféle szétválasztására szükség van. Tehát nem szakmai, hanem didaktikai célok indokolták, hogy a vízgazdálkodás ismereteit különböző tantárgyakba, illetve jegyzetbe foglaltuk.

Már a bevezetőben ki kell emelni, hogy a vízgazdálkodást nem lenne helyes kizárólag műszaki feladatnak tekinteni. A legfontosabb alapadatokat a műszaki tervezés megkezdése előtt a különböző hatósági szervek adják meg, illetve ellenőrzik, de nem felelőskedhetünk meg a terület használóinak — főleg gazdasági környezet által megszabott — igényeiről sem. Az ezekkel kapcsolatos kérdéseket is igyekeztünk a jegyzetbe foglalni.

Történelmi tapasztalat is, hogy a természet rendjébe való minden beavatkozás mindig nagy felelősséggel jár. A vízi létesítmények jó megépítése, fenntartása és üzemeltetése érdekében elengedhetetlen az érvényes követelmény-rendszerek (direktívák) alkalmazása is. A tárgy oktatásánál erre is tekintettel voltunk, elsősorban az évközi tervezési feladat megoldásával.

1. Általános fogalmak és meghatározások

1.1. A vízgazdálkodás és a vízrendezés kapcsolata

A víz olyan elsődleges természeti erőforrás, melyet a legtöbb ember ismer annak mindennapi használata által. A síkvidéki vízrendezéssel is hasonló a helyzet, hiszen ez a tevékenység csaknem egyidős az emberiség gazdálkodásával. Vizes ismereti paradoxonnak számít, hogy a vizet a legtöbben ismerjük, de ennek ellenére — mivel ezek az ismeretek nem adódnak össze — a víz az a természeti erőforrás, amelyről a legkevesebb a tudásunk. Például alapismeretnek számít a csapadék keletkezése, de már az ezzel kapcsolatos kérdések is felvetik, hogy ez a fizikai folyamat is alig, inkább csak hipotézisek szintjén ismert.

A vízgazdálkodás fogalma és területi felosztása

Definíció szerint: a vízgazdálkodás a természet vízháztartásának a társadalom szükségleteivel való optimális összehangolására irányuló tervszerű tudományos műszaki, gazdasági, és igazgatási tevékenység. Közelebb jutunk a meghatározás tartalmához, ha megvizsgáljuk, hogy az optimális összehangolás mire irányul.

Az 1. ábra jól szemlélteti az ország lecsapoló munkálatok megkezdése előtti vízborította és árvízjárta területeit. Ez az ábra, a *Vízrajzi Intézet* 1938-ban utólagosan a Kárpát-medencére készített nevezetes mocsár térképének részlete. Az ábra alapján a vízgazdálkodási feladatokat a) folyók menti-, b) települési- és c) területi vízgazdálkodási csoportokba sorolhatjuk (lásd 1. táblázatot).

A táblázatban szereplő csoportok olyan szakterületi elnevezések is, melyek kombinálva pl. közlekedési, lakossági, ipari, mezőgazdasági stb. jelzőkkel, gyakran megjelennek a hatósági irányításban is, például osztályok vagy főosztályok megnevezéseként.

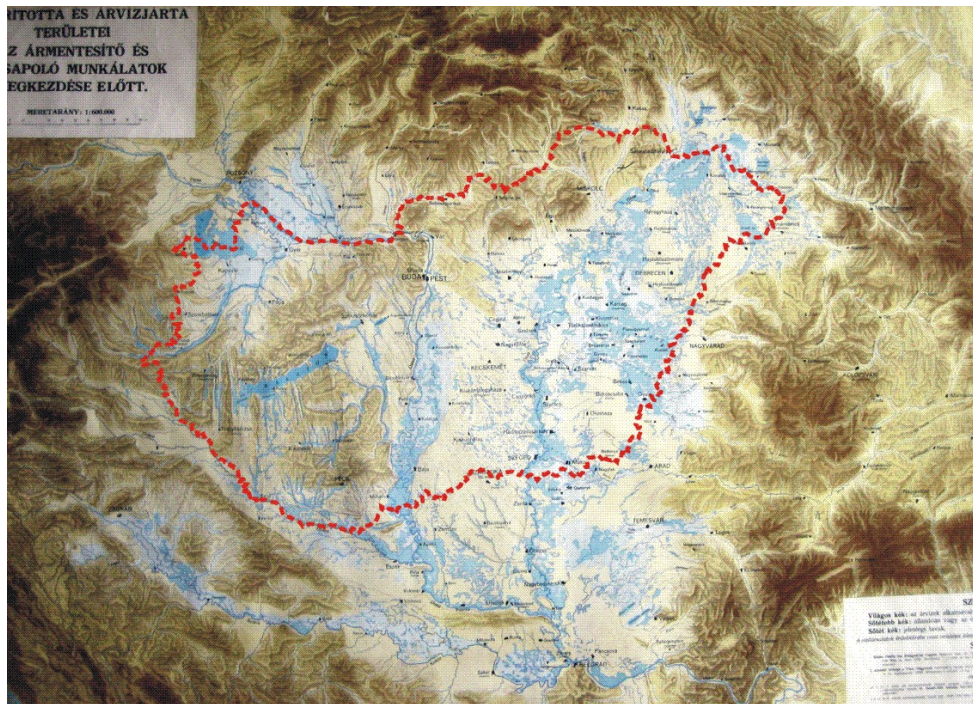
A területi elhelyezkedés szerinti munkákat jellegüket tekintve két nagy csoportba oszthatjuk, úgymint kár-elhárításra és készlethasznosításra.

1. táblázat. A vízgazdálkodás területi elvű felosztása

A tevékenység hely szerint	(víz)kárelhárítás	(víz)készlethasznosítás
a) folyók menti vízgazdálkodás	folyó-, tó- és patakszabályozás, vízfolyás, holtág és tó rendezés, árvédekezés	természetes és mesterséges vízi út, vízerő-hasznosítás, vízi környezet rekreáció
b) települési vízgazdálkodás	települési vízrendezés, csatornázás, szennyvíz elvezetés és tisztítás	települési vízellátás, fürdő, uszoda vízhasználat, hévvíz és gyógyvíz hasznosítás
c) területi vízgazdálkodás	belvíz-rendezés, -mentesítés és -védelem, agronómiai vízrendezés, lecsapolás, erózióvédelem	tározás, öntözés, tógazdálkodás, mezőgazdasági szennyvízhasznosítás

A táblázattól eltérő osztályozás is lehetséges, így például megkülönböztethetünk passzív és aktív vízgazdálkodást. A síkvidéki vízrendezés szempontjából a területi felosztás elő-

nyösebb, mert segítségével a szakterületi megnevezéseket is láthatjuk, úgymint belvív-rendezés és mentesítés, belvízvédelem, agronómiai vízrendezés, lecsapolás.



1. ábra. Magyarország vízborította és árvízjárta területei a lecsapoló munkálatok megkezdése előtt

A vízrendezés általános célja és feladatai

A vízrendezési feladatokat *síkvidéki*, valamint *domb- és hegyvidéki* feladatokra bonthatjuk. A síkvidéki területek sajátossága, hogy azokon természetes állapotban a víz levonulását biztosító kifejezett mélyvonulatok nincsenek. *Téli-tavaszi időszakban* hóolvadásból, vagy nagyintenzitású *nyári csapadékokból* felszíni elöntések alakulhatnak ki. *Őszi (betakarítási) időszakban*, főleg a kötöttebb talajú helyeken a sárosodás okoz problémát. A *vízrendezés fő feladata*, hogy a vízkárok minél kisebbek legyenek. Ezt műszaki módszerek és e mellett pl. talajmeliorációs, agrotechnikai, területhasznosítási stb. eljárásokkal érhetjük el, mindig ügyelve, hogy ökológiailag értékesebb terület jöjjön létre.

Domb- és hegyvidéki területeken a felszínre csapadék formájában jutott vízmennyiségnek az a része, amely a talajba nem tud közvetlenül beszívárogni, a mélyvonulatokban emberi beavatkozás nélkül is lefolyik és a völgyfenéki vízfolyásokba jut. A dombvidéki területekről lefolyó vízmennyiséget főként az embertől független külső (meteorológiai, domborzati, talajtani és növényzeti) adottságok határozzák meg, és csak kisebb mértékben van lehetőség a vízhozamok és vízmennyiségek mesterséges szabályozására. A víz gyors levonulása okozza a területeken a károkat, mely lehet *erózió* vagy *ráhordás*.

Amíg *síkvidéki területeken* a kis felszíni esésnek megfelelően az alapvető feladat a csapadék hasznosulás elősegítése, illetve a *felszíni levezetés gyorsítása*, addig a *domb- és hegyvidéki területeken* a nagy felszíni esésnek megfelelően az alapvető feladat a *felszíni vízlevezetés, vízfolyás lassítása, fékzése*. Sok a síkvidéki területekkel való hasonlóság a dombvidéki területeken található mint-

egy 400 ezer ha össz nagyságú völgyfenékeken, elsősorban a talaj vízháztartásának javítása terén.

A *vízrendezésnél* fontos szempont a vízlevezetés, de legalább ilyen fontos, hogy a vízrendezés a talajok vízháztartás-szabályozásának egyik eszköze is. Feladatkörébe tartozik: a csapadék tározása a termőföldön, a káros vizek tározóba gyűjtése, a talajvízszint szabályozása, a talajok káros víztől- és hordalékeltöntésektől való védelme, valamint mindezekkel a vízszennyezések megelőzése. Fő célja tehát a lehullott csapadék helybetartása, helyben hasznosítása, és csak a helyileg nem hasznosítható káros vizek szabályozott elvezetése.

Mint ahogy a bevezetőben is említésre került, a különböző feladatok szétválasztása csak oktatási szempontból indokolt. A valóságban a síkvidéki, dombvidéki vízrendezés, a felszínalatti, felszíni víztelenítés, a talajvédelem és -javítás, vagy a területrendezés és a területhasznosítás stb. olyan egymást kiegészítő egészeket alkotnak, amelyeket szoros összefüggésben kell kezelni.

A síkvidéki vízrendezés feladata

Az *1. táblázatból* látható, hogy a síkvidéki vízrendezés fő feladata a vízkárelhárítás, de e tevékenységnél is mindig szem előtt tartjuk a már többször említett optimális összehangolást, vagyis a munkák általános célja a *víz okozta károk megelőzése és a víz nyújtotta előnyök kiaknázása*. Ugyanez más oldalról azt jelenti, hogy a munkák célja a korábbiaknál értékesebb ökológiai képességű táj kialakítása.

Ezeket a célokat, a társadalmi elvárások szerint és a hétköznapi ember számára is kedvező módon kell elérni. Az ilyen jellegű *környezetfejlesztésekre* az a jellemző, hogy hangsúlyozottan a *megújuló természeti erőforrások-*

kat használják, és megőrzik a természeti értékeket és a fő tájalkotó elemeket. A munkák várható társadalmi, gazdasági, közegészségügyi, környezetvédelmi hasznát a tervek hatásvizsgálattal is igazolják.

A vízrendezési módszerek nagyban függenek a helyszíntől, nincs általánosan használható módszer. Például a települési vagy a *belterületi vízrendezésnél* az ember szempontjából egészségesebb környezet kialakítása, az élet- és a lakhatási körülmények javítása a fő cél. Ezt az elvárásoknak megfelelően harmonikusan, főleg az épített környezetbe illeszkedő módon szükséges elérni (pl. közlekedés, vagyonbiztonság) és csak kis mértékben kell természetbarát módszereket alkalmazni. Ugyanezek a szempontok tájvédelmi területeken éppen fordítva kapnak hangsúlyt.

Vízrendezés, tájfenntartás és környezetvédelem

Általában a mérnöki munkák sikerét az szabja meg, hogy a beruházást milyen mértékben tudjuk összhangba hozni a környezet adottságaival. A korábbi vízrendezési munkáknál a legfőbb szempont a természeti adottságokhoz való igazodás volt. Ezért nagy figyelmet szenteltek a hidrológiai, talajtani, éghajlati, biológiai stb. kérdéseknek, de ezek mellett figyelembe vették a gazdasági körülményeket is. A vízrendezési létesítményekkel soha nem látott mértékben avatkoztunk be a víz természetes körforgásába, s szinte megszámlálhatatlan műtárgyat, sok száz, ezer kilométeres víztelenítő cső- és csatornahálózatot hoztunk létre. Ezen munkák pozitív hatása hosszú időszakra terjed, gondoljunk csak az *1. ábrán* bemutatott területek lecsapolási munkáira.

A lecsapolás különösen az aszályos időszakban hátrányos, de a víz tározása sem mindig kívánatos. Példa erre a lefolyó csapadék belvízcsatornában való ún. medertározása. Az ilyen tározó bögével rendelkező csatornánál (vízi élőhelynél) is biztosítani kell az ún. élővízhozamot, különben elpusztul a vízi élet és leromlik a vízminőség. A tározás aszály idején nagyobb vízhiányt indukál, mint a levezetés. Ha a frissvíz pótlástól eltekintünk, akkor a bögék vízkészletét vissza kellene juttatni a vízhiányos termőföldekre (ahonnan az lefolyt), ez további energiát igényel. Belátható, hogy a csapadékvíz termőföldön tartása környezetharmonikusabb, mint a csatornák bővítésével történő medertározás.

A vízrendezések jellegét talán a legnagyobb hatással a gazdasági körülmények változásai befolyásolják, s a korábbi tervezési elveket éppen e miatt szükséges módosítani. Például az intenzív mezőgazdasági technológiáknak köszönhetően a fejlettebb országokban élelmiszer felesleg keletkezett, már — a környezeti szempontok miatt — ezért nem szükséges a mezőgazdasági termelés mennyiségi növelése, annak ellenére sem, hogy a mezőgazdaság nemcsak élelmiszert termel. Ugyanis, felesleg vannak bizonyos ipari növényekből is, de nyomott áron értékesíthetők az erdőkből kikerülő faanyagok is. Tehát a környezetalakítási munkák legfőbb indoka, a termelésnövekedés feltételeinek megteremtése, veszített jelentőségéből. Felértékelődött viszont a termelésbiztonság, a termésminőség, a természetes élővilág megtartásá-

nak és általában a természeti értékek megőrzésének, és egy korábbi állapot művi helyreállításának jelentősége.

Az ilyen komplex követelmény rendszernél már nemcsak a tradicionális természeti adottságokra kell tekintettel lenni, hanem a táji, a környezetvédelmi, a gazdasági, a humán, a kultúrtörténeti stb. adottságokra is.

A felvillantott szempontokból is látható, hogy a vízrendezési munkákat milyen ellentétes nézőpontokból lehet vizsgálni. A mérnökök dolgát nehezíti az is, mint előzőleg említettük, hogy a vizet mindenki ismeri, s valamilyen mértékben szakértője. A mérnök, ha sikeres akar lenni a szakmai felkészültség megszerzésén túl, kommunikálni is tudnia kell a társadalommal. Ezt könnyíti meg a szakmához kapcsolódó szélesebb kulturális ismeretek megszerzésére, melynek fontosságát nem lehet eléggé gyakran hangsúlyozni.

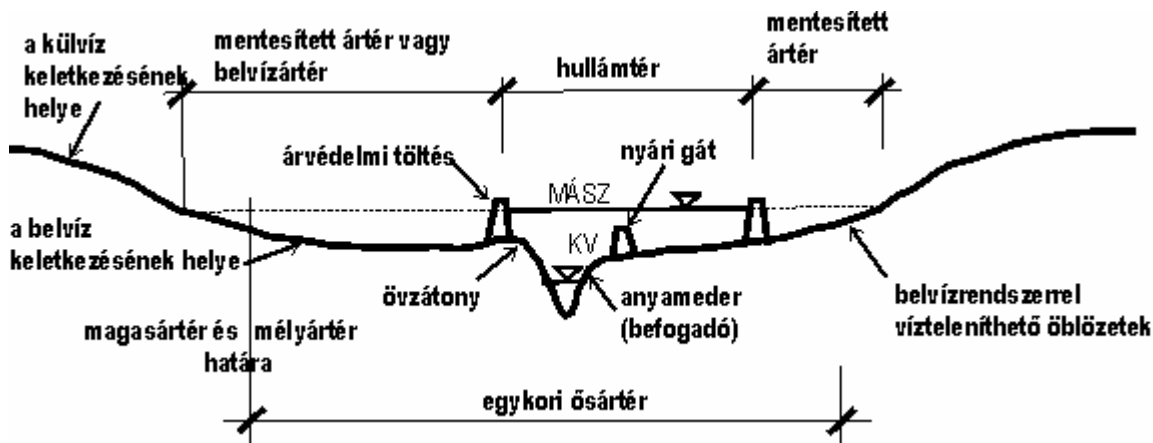
1.2. Fontosabb fogalom-meghatározások

A hétköznapi gyakorlatban a szak kifejezések egy részét különböző értelemben használjuk, sokszor félreértésekre és tévedésekre adva alapot. Indokolt, hogy a síkvidéki vízrendezéshez kapcsolódó fontosabb fogalmakat a jegyzet elején röviden összefoglaljuk.

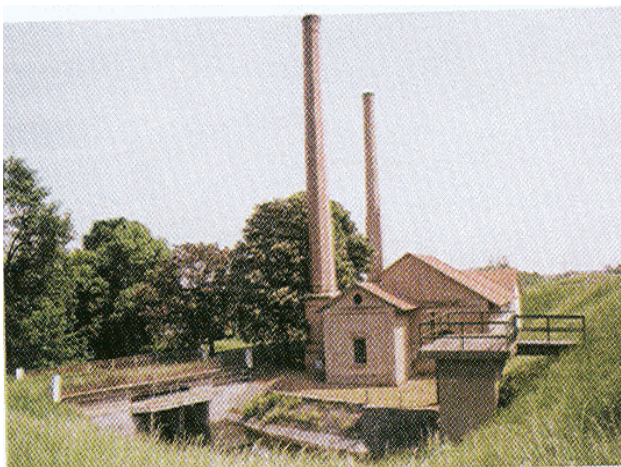
Belvíz, külvíz. A lefolyási akadály (pl. töltés) mögött összegyűlő vizeket származási helyük szerint két csoportba soroljuk. A lefolyási akadály, azaz a gát képzeletbeli korona síkjának a terep felszínével való metszéspontján belül eső területéről származó vizeket belvizeknek, az annál magasabb területekről közvetlenül a befogadóba vezethető vizeket pedig külvíznek nevezzük (lásd a *2. ábrát*). A belvizeket, mivel a gát miatt benne rekednek a vízgyűjtőben, átemeléssel vezetjük a befogadóba, a külvizeket pedig, ha erre alkalmas magasparti terepalakulat van, általában gravitációsan vezetjük a folyóba. A belvíz sajátosan *hungaricum* fogalom, azaz csakis a magyar természeti viszonyoknál használatos. Műszaki értelemben a belvízöblözethez hasonló a polder (tengerszint alatti terület), amely viszont főleg holland és lengyel sajátosságú terület.

Belvízrendszer az olyan, vízrajzi, domborzati és talajviszonyok szempontjából összefüggő, lehatárolt nagyobb síkvidéki vízgyűjtő terület, amelyen belül a vízrendezés egységes. A *belvízöblözlet* a belvízrendszeren belül domborzatilag elkülönített kisebb terület egység, azaz részvízgyűjtő. A belvizek összegyűjtésére és továbbítására szolgáló csatorna neve: *belvízcsatorna* (lásd *4. ábrát* is). A belvíz befogadóba továbbítása mértékadó időszakokban belvíz szivattyúteleppel történik (lásd *3. ábrát*).

Mértékadó időszakok a káros víztöbbletek keletkezésének időszakai. Belvíz, azaz káros *felszíni vízborítás* leggyakrabban a *télvégi-tavaszi* időszakban (hóolvadásból és csapadékból) keletkezhet. Előfordulhat (az előző esethez képest sokkal ritkábban) *júliusi, augusztusi elöntés* is. A két időszakon kívül a *harmadik kritikus szakasz a betakarítás* idejére (október környékére) esik. Ilyenkor a mezőgazdasági gépek számára kell biztosítani a munkafeltételeket. A víz kártételei tehát a vízborításból, a víztelítődésből származó gyökérfulladásból és a felszín elsárosodásából (munkakiesésből) származnak.

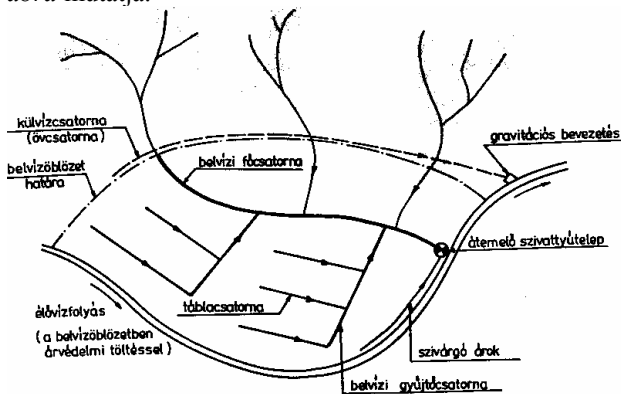


2. ábra. Árvédelmi töltésekkel védett folyóvölgy keresztmetszete



3. ábra. Európában az első a Sajfoki belvíz szivattyútelep. Épült 1878-ban Tizsasüly határában

A káros vízmennyiségek elvezetése másképpen történik, ha a víz a felszínen gyűlt össze, és másképpen ha már beszivárgott vagy ha a felszín alatt szivárogva érkezik. A felszíni vízrendezésnél alkalmazhatunk árkokat és csatornákat. A fontosabb csatornamegnevezéseket a 4. ábra mutatja.



4. ábra. Fontosabb csatornamegnevezések

Gyakori, hogy a jobb területhasznosítás érdekében előnyben részesítjük a felszín alá helyezett víztelenítő műveket. A felszíni víz összefutási helyeiről részleges drénezéssel és céldrénezéssel (drénárokba helyezett perforált csőhálózatokkal) vezethetjük el a káros csapadékot. Amennyiben a termőföldnek a csapadékvíz összegyüle-

kezési helyeit drénezük (víztelenítjük), *részleges drénezésről*; ha még ritkább a vízvezető hálózat és csak a vápa-szerű mélyedéseibe helyezünk egy-egy szál talajcsőt, akkor pedig *céldrénról* beszélünk. Mivel ezeket a csőhálózatokat az összefutó káros csapadékvíz elvezetésére használjuk, nem fektetjük mély drénárokba azért, hogy a víz könnyebben a csövekbe juthasson.

Kisebb, illetve helyi jellegű káros csapadék elvezetésére szolgálnak a *nyelők*, melyeket akár drénhálózattal is összekapcsolhatunk. A nyelők lehetnek kő- és kavics rakatok, kutak és összefolyók.

Eddigiekben a felszíni vizek elvezetésére szolgáló *felszíni vízrendezésről* volt szó. Amikor a felszín alatt lévő vizek kártételeit orvosoljuk, akkor *felszínalatti vízrendezésről* beszélünk. Figyeljük meg, hogy a vízrendezési munkák osztályozása szempontjából nem a mű helye a döntő, hanem a *funkció*. Ha főképpen a *felszín víztelenítése a feladat*, akkor *felszíni vízrendezésről*, ha pedig főleg a *talajnak (pórusoknak) a víztelenítése a cél*, akkor *felszínalatti vízrendezésről* beszélünk, függetlenül attól, hogy ezt milyen módon érjük el. A két célt lehet ötvözni, és egy-egy megoldás mindkét célt szolgálhatja. A következő néhány fogalom-meghatározás a *felszínalatti vízrendezésre* vonatkozik.

Leccsapolás. A leccsapolás több jelentésű szó; fő jelentése valamilyen vízzel telített vagy telítődött közeg víztelenítése vagy kiszáritása, illetve víztelenítési folyamata. Ez az elnevezés használatos még lápok, halastavak, rizstelepek stb. víztelenítésénél, azaz leccsapolásánál is. A víztelenítés (leccsapolás) célja a növények gyökérzónájában az optimális víz-, levegő- és hőháztartási viszonyok megteremtése, mely csak bizonyos határértékek között lehetséges.

Talajcsőhálózat, drénhálózat, szivárgó hálózat. Az ilyen hálózat a magas talajvízű területet víztelenítő, a felszín alá legalább 0,8 m mélyre helyezett, rendszerint szabályos elrendezésű perforált csőhálózat, a működéshez szükséges egyéb kiegészítő műtárgyakkal és befogadóval. A teljes mezőgazdasági területet lefedő mezőszerű talajcsőhálózatot *meződrénnek* is nevezzük, de használatos főleg a mezőgazdasági szaknyelvben az *alagcsővezés* elnevezés is. A drénhálózatot, amennyiben műszaki léte-

sítményeket, településeket, épületeket stb. mentesít a talajvíztől, szivárgónak vagy szivárgó hálózatnak hívjuk.

A talajvíz gyakran nyomás alatti, ilyen esetben a vízrendezési beavatkozások célja a piezometrikus szintek csökkentése.

Piezometrikus nyomásszint. A vizet vezető talajrétegben (vagy más helyen, pl. csővezetékben) uralkodó víznyomás, pontosabban a nyomási energiát jellemző, hosszúság dimenziójú mennyiség, mely a nyomás és sűrűség hányadosaként (p/γ) számítható. A nyomásszintek csökkentése egyszerűbb esetekben a terület határvonalain létesítendő ún. *mélycsatornák* segítségével oldható meg. Nagyobb rétegvíznyomásnál mezőszerűen kialakított *mélydrénezést*, vagy ha jó vízvezető lecsékek (kavics- és homokzárványok) vagy rétegek is vannak a területen, akkor a gazdaságosabb *mélykutas megcsapolást* (független drénezést) alkalmazzuk.

Függőleges drénezés, vagy más elnevezés szerint *mélykutas víztelenítés*. A felszínalatti víz — legalább 20 m mélységű függőleges aknakút vagy csőkút szivattyúzásaival történő — kitermelése elsődlegesen a talajvízszint vagy a piezometrikus szint csökkentése céljából.

Az eddigiekből láthattuk, hogy a vízrendezési munkák leggyakrabban mezőgazdasági területeken vannak. E munkák során egyben a növénytermesztés (gazdálkodás) egyéb feltételeit is megjavítják, illetve alapjainban megváltoztatják (például az ültetvény telepítésnél). Gyakran ez utóbbi a beruházás fő célja, s ilyenkor a vízrendezés a beruházáshoz csak mellékesen kapcsolódó feladat. Mivel a fő és kapcsolódó feladatok szorosan összetartoznak, néhány agronómiai fogalmat is szükséges megismernünk.

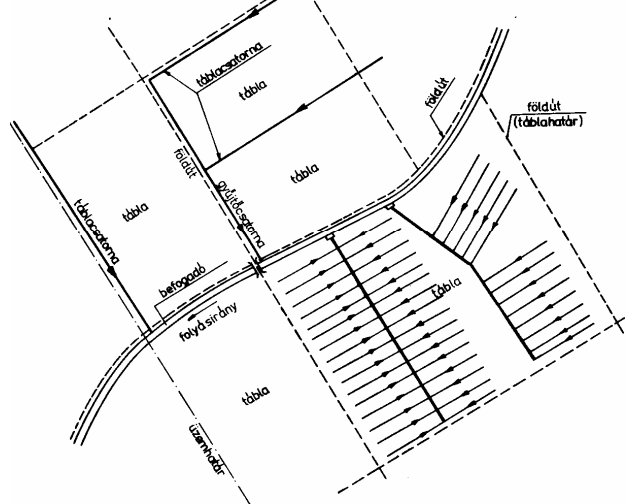
A melioráció. A vízrendezési munkák szinte mindig együtt járnak táblásítással, útépítéssel, talajjavítással stb. is. Ezzel kapcsolatos fogalmak: a területrendezés, a fizikai és kémiai talajjavítás, a biológiai drénezés, az erdőtelepítés, a barázdázás, a talajlazítás, a mélyszántás, a mélylazítás. A felsorolt beavatkozásokat összefoglaló néven meliorációs munkáknak nevezzük. *A melioráció olyan fejlesztési tevékenység, amely a talaj természetes termékenységének megőrzését és tartós növelését alapozza meg.* (A melioráció latin eredetű szó, eredeti jelentése javítás.) A meghatározásból látható, hogy a melioráció egy általános és széles gyűjtőfogalom. Tapasztalható, hogy tartalma fokozatosan bővül. Hatósági szempontból, valamint a tényleges gyakorlatnak megfelelően a *melioráció* mindazon mechanikai, kémiai és esetenként biológiai talajjavítási módszereknek, továbbá vízgazdálkodási, talajvédelmi eljárásoknak és területrendezési munkáknak az összessége, amelyek a talaj termőképességét tartósan növelik.

Mezőgazdasági tábla. Olyan homogén termőhelyi adottságú, lehetőségek szerint szabályos és általában 20–120 ha nagyságú földterület, melyen a szántóföldi művelés azonos agrotechnikával (művelő gépekkel, növényvédelemmel és betakarítással) végezhető el. A tábla önálló vízháztartási egység. A táblán, a rendszerint inhomogén természeti viszonyokat, a már említett meliorációs és vízgazdálkodási beavatkozásokkal egyenlítjük ki. A táblásításhoz ezért kapcsolódik szorosan a vízrendezés (táb-

lacsatornák és mezőszerű talajcsővezés), az öntözés, de még az úthálózat kiépítése is. A felsorolt létesítmények térbeli elhelyezkedését az 5. ábra szemlélteti.

Tereprendezés. A természetes terepfelszín megváltoztatására irányuló, földmunkagépekkel végrehajtandó, földszállítással egybekötött munkavégzés, melynek során egy-egy foltban földet nyesnek, feltöltnek és terítnek, vagy megszüntetik a domborzat táblán belüli nagyobb kiemelkedéseit és mélyedéseit. A tereprendezésnél a termőréteg megőrzése (humuszgazdálkodás) fontos szempont; ahol ez nem oldható meg, ott ezt a módszert nem használhatjuk.

Biológiai drénezés. A rendszerint rossz minőségű (sós és nagy szerves-anyagtartalmú) vízfeleslegek elpárologtatása nagy transzspirációjú és víztűrő növényzet segítségével. A biológiai drénezés különösen lényeges a mikroklíma szabályozása, valamint a csapadék minél nagyobb hányadának hasznosítása szempontjából.



5. ábra. Mezőgazdasági táblák, felszíni és felszínalatti vízelvezető rendszer

1.3. A vízrendezési munkák célja és módszerei a vízmérleg egyenlet alapján

A vízgyűjtő hidrológiai állapotát a vízmérleg összegzi. A gyakorlat megkülönböztet vízgazdálkodási és vízháztartási mérleget. Az első típus a vízhasználatok (lakossági, ipari, öntözési stb.) alapján írja fel a mérleget, a második pedig a természeti folyamatok összegzése útján. A vízrendezési munkákat ez utóbbival, a *vízháztartási egyenlettel* jellemezhetjük. Az egyenletből — amennyiben helyes adatokat tartalmaz — jól megállapítható a *víz többlet* (elnedvesedés) vagy a *vízhiány* (aszály) mértéke és elsődleges oka; ezek alapján pedig következtethetünk a szükséges vízrendezési módszerekre.

A vízrendezési munkák szempontjából a vízmérleg egyenletet *be- és kivételi oldalra* bonthatjuk (2. táblázat).

Amennyiben az éves vízháztartási egyenlet be- és kivételi oldala azonos nagyságú, akkor a vízgyűjtő vízmérlege nullára zár; abban a hidrológiai évben nincs vízfelesleg és nincs vízhiány sem. Ellenkező esetben víztöbbletnél tározódás, vízhiánynál pedig készletfogyás

vagy aszálykárok vannak. Kézen fekvőnek tűnik, hogy víztöbblet esetén vízelvezetéssel állítsuk helyre a mérlegegyensúlyt. Ilyen víztöbblet keletkezhet a területen akkor, ha pl. csapadékosabbra fordult az időjárás, vagy akkor, ha lecsökkent a vízfogyasztás pl. erdő kivágások miatt. Felismerve a víztöbblet okát, gyakran nem vízelvezetést végzünk az egyensúly helyreállítására, hanem a felhozott példának megfelelően inkább erdősítéseket (biológiai drénezést), mert ezekkel is legalább olyan mér-

tékben (sőt gyakran jobban) csökkenthető a víztöbblet a vízgyűjtőn, mint a vízelvezetéssel. Ez utóbbinak előnye még a víz hasznosítása is. Azokat a munkákat, melyek célja a káros víztöbbletek kialakulásának megelőzése vízmentesítésnek, konkrétan *ár- és belvízmentesítésnek* nevezzük. Az ilyen tevékenységek általában a vízgyűjtő-rendezési munkák körébe tartoznak.

2. táblázat. A vízháztartási egyenlet főbb jellemzői

<i>bemeneti (input) oldal :</i>	<i>A kimeneti (output) oldal:</i>
csapadék (C), felszíni hozzá- és ráfolyás (V_H), szabadfelszíni talajvíz (V_T) és nyomás alatti rétegvíz áramlás (V_R).	felszíni lefolyás (V_L), növényzet párologtatása (transzspiráció) (T), talaj párolgása (evaporáció) (E), alsóbb rétegbe (mélybe) való beszivárgás (V_B),

A példának felhozott esetből tehát láthatjuk, hogy káros víztöbblet nemcsak a bevételi elemek túlsúlyából adódhat, hanem a kivétel (fogyasztás) elégtelen, illetve megváltozott voltából is. Ezért a vízrendezésnél a káros víztöbblet okának felderítése mindig nagyon fontos. Ha ismert az ok, akkor a vízelvezetés helyett gyakran az ok orvoslása mellett döntünk, vagy ha ez nem lehetséges, akkor is a víz helyben hasznosítását és a vízelvezetés valamilyen kombinációját használjuk. Ez, mint sokszor, sok helyen tapasztalhatjuk, arra hívja fel a figyelmet, hogy a vízrendezés és vízhasznosítás szorosan összetartozó fogalmak és szétválasztásuk csak az ismeretek csoportosítása érdekében indokolt. Az összetettség (komplexitás) más vonatkozásban is megjelenik. A vízrendezéseket általában a mezőgazdasági növénytermesztéssel hozzák szoros kapcsolatba, ami a területi kiterjedés miatt indokolt is, de a vízrendezésnél ennél sokkal több érdeket veszünk figyelembe. A vízrendezés a szorosan vett mezőgazdasági vízgazdálkodási célokkal együtt, a következőket is szolgálja:

- biológiai környezet védelme és megőrzése (pl. ritka természeti értékek),
- vízminőség védelem (pl. eutrofizáció mérséklése),
- vízszolgáltatás (pl. kommunális- és ipari vízellátás),
- rekreáció, üdülés és vízisport fejlesztés,
- települési vízrendezés,
- levegővédelem és mikroklíma szabályozás,
- tájvédelem, egyedi tájképződmény megőrzés, talajvédelem,
- természeti erőforrások hasznosítása (pl. erdőgazdaság, halászat és vadgazdálkodás),
- kultúrtörténeti-, régészeti értékek, tájhoz kapcsolódó hagyományok megőrzése.

A tananyagban mindig felhívjuk a figyelmet a módszerek összetettségére, de a tárgy címének megfelelően a vízkárelhárítás műszaki módszereire összpontosítunk. Az adott esetben arra kell válaszolni, hogy milyen létesítményeket használhatunk, ha a vízkár oka a vízháztartási egyenlet inputjából adódik, azaz a víztöbblet oka a csapadéktöbblet, a felszíni hozzá- és ráfolyás, a talajvíz-áramlás vagy a rétegvíz miatti talajvíznyomás.

A víztelenítés — mint ahogy az előzőekben bemutattuk — történhet nyílt felszíni és zárt felszín alatti hálózatokkal. A hálózat alkotó elemeit, ill. műveit és azok elsődleges feladatait az előző felsorolásnak megfelelően a 3. táblázatban foglaltuk össze.

A 3. táblázatban szereplő vízrendezési művek gyakorlati jelentősége nagyon különböző. Legtöbbször, mondhatni csaknem kizárólag, a hagyományos nyílt csatornákat, a részleges drénezést, a talajcsövezést és az övcsatornákat alkalmazzuk. Ugyanakkor megfelelő körülmények között a kevésbé használt megoldások is gazdaságosak lehetnek. A tradicionális megoldások hidrológiai hatékonysága ugrásszerűen növelhető nyelővel, nyelőkúttal, különféle fedett és felszíni víznyelővel, szivárgóárokakkal stb. történő kombinálás útján.

3. táblázat. A víztelenítés művei és azok alkalmazhatósága

A feladat vagy probléma megnevezése	Sorszám	A víztelenítő mű megnevezése
Felszíni csapadékvíz elvezetése	1.	Nyílt csatornahálózat
	2.	Részleges drénezés
	3.	Nyelő
	4.	Nyelőkút
	5.	Fedett víznyelő
	6.	Felszíni víznyelő
A lejtőkről lefolyó víz (a ráfolyási víz) elvezetése	7.	Övcsatorna
	8.	Övdren
A talajvízszint csökkenése és szabályozása csurgalékvíz felfogása és elvezetése	9.	Lecsapoló csatorna
	10.	Talajcsőhálózat
	11.	Szivárgóárok és -csatorna
	12.	Szivárgó drénpár
A piezometrikus nyomásszintek csökkentése és a nyomás alatti talajvíz megcsapolása	13.	Mélydrénezés
	14.	Mélykutas víztelenítés (függőleges drénezés)

Meg kell jegyezni, hogy a felsoroltakon kívül is vannak olyan módszerek, amelyek egyéb célok mellett egyben a talajok víztelenítését is szolgálhatják. Ilyeneket, mint pl. a lefolyás-szabályozás (tározás), tereprendezés stb. — mint önállóan kevésbé használatos módszereket — a tananyagban nem tárgyaljuk.

1.4. A vízrendezés talajtani és mezőgazdasági alapfogalmai

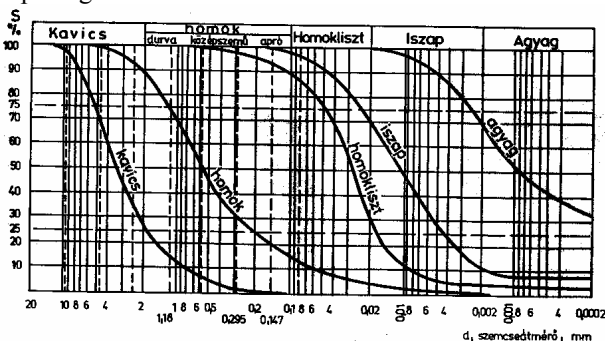
1.4.1. Talajtani alapfogalmak

A mezőgazdasági területek talajvizsgálatai elsősorban növénytermesztési szempontok figyelembevételével készülnek. Ezeket a vizsgálatokat — amelyek különböznek a talajmechanikai vizsgálatoktól —, a talajtan tárgyalja. A talajtan a talajok kémiai és biológiai tulajdonságaira, a talajmechanika pedig a földművek és műtárgyak állékonyságával kapcsolatos mechanikai tulajdonságokra fordítja a fő figyelmet. Az egyes országok talajtani fogalomkörei éppen a sajátos talajadottságok miatt esetenként jelentősen eltérnek egymástól.

A vízrendezési munkákhoz szükség van talajtérekpekre és talajvizsgálati adatokra. A talajtani adatok sok esetben megszabják a talajjavítási, de sokszor a műszaki teendőket is; például tereprendezésnél a nyesés és feltöltés nagyságát, vagy csatornaépítésnél annak mélységét, a kikerülő földfelesleg elhelyezésének módját és helyét.

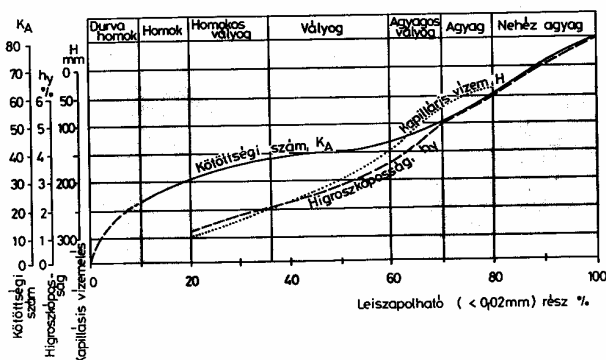
A talajok osztályozása

Mechanikai összetétel. A talajmechanika a mechanikai összetétel alapján jellemzi a talajokat; kategóriái: kavics, homok, homokliszt, iszap és agyag. A mechanikai összetételt a szemeloszlási görbe mutatja, amelynek használatát a talajtan is átvette (lásd a 6. ábrát). A mechanikai összetétel a talaj sok tulajdonságát meghatározza. Ilyenek: csatornák rézsűállékonysága, a talaj vízáteresztő képessége, s legfőképpen a talaj statikai teherbíró képessége.



6. ábra. A talaj megnevezése a mechanikai összetétel alapján

Fizikai talajféleség. A talajtan ún. fizikai talajféleségeket állapít meg; kategóriái: durva homok, homok, homokos vályog, vályog, agyagos vályog, agyag és nehéz agyag. A kétféle osztályozás között formailag kicsi az eltérés, de tartalmilag nagyon távol állnak egymástól. A 7. ábrán látható, hogy a fizikai talajféleség nem a mechanikai összetétellel van kapcsolatban, hanem a talaj fizikai jellemzőivel, úgymint a kötöttség, higroszkóposág, kapilláris vízemelés, leiszapolható rész.



7. ábra. A talaj megnevezése a talajtani jellemzők alapján

A fizikai talajféleség viszont főleg a talaj művelhetőségét és vízgazdálkodását fejezi ki. A könnyű (homokos) talajok könnyen művelhetők, gyorsabban felmelegednek, rossz víztartók, ezért hajlamosak az aszályosságra. A nehéz (agyag) talajok nehezen művelhetők, a víz a felszínükön gyakran megáll, ezért a párolgási hővesztés miatt hidegek. Sok vizet tudnak tárolni, de a vizet nehezen engedik el, s a hasznosítható víztartalmuk viszonylag kevés. Mind a művelés, mind a vízgazdálkodás szempontjából a vályogok a legkedvezőbbek.

Genetikai osztályozás

A fizikai talajféleséget gyakran használjuk a talaj jellemzésére, de a talajok fő tulajdonságait (adottságait) mégis azok keletkezése, *genézise* szabja meg. Némi hasonlaltalva a genetikai tulajdonságok a talaj születési jellemzői, ezek ugyanolyan nehezen vagy egyáltalán nem változtathatók, mint az élőlények esetén. Az eszerinti osztályozás a *genetikai megnevezés*, amely a termékenység és a növénytermesztés szempontjából fontos, de a vízrendezéshez is iránymutató. Pl. a mezőszégi (csernozjom) talajokról tudjuk, hogy a talajvíz mélyen van, az egész szelvény kedvező vízgazdálkodású, vagyis intenzívebb vízrendezést nem igényel. A réti talaj elnevezés utal a talajvíz közelségére, s a nedvességre, egyes esetekben a mesterséges drénezés (víztelenítés) szükségességére stb.

A hazai talajok osztályozásának alapját a következő genetikai főtípusok képezik:

- váztalaj,
- erdőtalaj,
- mezőszégi (vagy csernozjom) talaj,
- szikes (szolonyec és szoloncsák) talaj,
- réti talaj,
- láptalaj,
- vízi üledék, öntés és hordalék talajok.

A főtípusokon belül elkülönítünk típusokat és egyes összetételű altípusokat is, például réti szolonyec- vagy szolonyeces réti talajt. Az elnevezések is jól mutatják a talaj keletkezésénél milyen viszonyok domináltak, például az erdőterületeken erdőtalajok, a réteken réti talajok stb. keletkeztek. A talajtérekpe egyben egy-két ezer éves archeológiai lenyomat is, amelyből megállapítható, hogy korábban milyen növénytakaró és éghajlat volt a területen.

Vízrendezési szempontból különösen azokkal a talajokkal kell foglalkozni, amelyek kialakulásában, fejlőd-

désében a víz fontos szerepet játszott. Ezek csoportját összefoglaló néven *hidromorf* (víz formálta) talajoknak nevezzük. A hidromorf talajok térszíni elhelyezkedése a folyók vízjárásaival, az árvízi elöntésekkel, a talajvíz mélységével és a kémiai összetételével szoros kapcsolatban vannak. Például a *Tisza folyó környezetében* az öntés-, réti öntés-, réti szolonyec-, szolonyec-, a *Duna völgyében* öntés-, szoloncsák-, szolonyec-, szolonyeces réti-, réti öntés- és réti talajokat találunk. Ezek a tulajdonságok jelzik a korábbi vízgazdálkodási helyzetet, az eredeti növénytakarót és a klímát nevezetesen, hogy ezek a talajok a beparlás miatti sófelhalmozódással kísérve keletkeztek.

A talajok vízgazdálkodási jellemzői

Az *Arany-féle kötöttségi szám* (K_A) a talaj képlékenységi tulajdonságainak jellemzésére szolgál. Ismerete lehetőséget ad a fizikai talajféleség meghatározására, a talaj művelhetőségének jellemzésére és a főbb vízgazdálkodási jellemzőinek megállapítására.

A *szivárgási tényező* (k) a talajvíz áramlási sebességét leíró *Darcy-törvénynek* az arányosító tényezője, mely egy-egy adott talajra jellemző érték. A k tényezőt gyakran más néven vízvezető képességnek és vízáteresztő képességnek és ritkábban hidraulikus konduktivitásnak is nevezik. Ez a tényező kifejezi, hogy egységnyi, pl. 1 m^2 talajkeresztmetszeten egy nap alatt hány m^3 víz szivárog keresztül, ha a hidraulikus esés is egységnyi. A k mértékegység $\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{nap}$, mely matematikailag m/nap alakra egyszerűsíthető. Amennyiben ez utóbbi mértékegységet használjuk, ún. virtuális szivárgási sebességről, azaz látzólagos sebességről beszélünk. A szivárgási tényezőt például a talajmechanikában m/s mértékegységben fejezzük ki. E szerint $0,864 \text{ m}/\text{nap}$ megfelel $1 \cdot 10^{-5} \text{ m}/\text{s}$ értéknek.

A talajok osztályozását a szivárgási tényező alapján a 4. táblázat tartalmazza. Az alföldi talajok általában a csekély és a nagy minősítés között vannak.

Vízteleníthető hézagter vagy drénezési porozitás. Egy hányados, amely megmutatja a gravitációs hézagter hányadát, mégpedig

$$\mu = \frac{V_{\max} - VK}{T_v} \quad (1)$$

ahol

μ — a vízteleníthető hézagter, vagy drénezési porozitás, megközelítően a gravitációs hézagter (–)

V_{\max} — a talaj telítettségi víztartalma, mm,

VK — a talaj vízkapacitása (a gravitáció ellenében visszatartott víztartalom), mm,

T_v — a vizsgált talaj vastagsága, mm.

A μ vízteleníthető hézagter és a k szivárgási tényező között viszonylag szoros korreláció van, amely lehetőséget ad közöttük kapcsolat felállítására. Ilyen függvényeket akkor használhatunk, ha helyszíni mérésekből ismerjük a k értékét, vagy ha adathiányunk van és más módon a drénezési porozitást nem tudjuk meghatározni. Egyszerűbb esetben alkalmazható *van Beers* egyenlete:

$$\mu = 0,1 \sqrt{k} \quad (2)$$

ahol k — a vizsgált réteg, céldréteknél a szántott réteg szivárgási tényezője, m/d .

A μ tényezőnek kulcsfontosságú szerepe van a vízmérleg számításokban és a szivárgáshidraulikai méretezéseknél.

4. táblázat. A szivárgási tényező osztályozása

k , szivárgási tényező, m/nap	A talaj vízvezető képességének minősítése
<0,1	rendkívül csekély
0,01–0,06	igen csekély
0,06–0,15	csekély
0,15–0,40	közepes
0,40–1,00	nagy
1,00–2,50	igen nagy
>2,50	rendkívül nagy

A *talaj leiszapolható része* a $0,02 \text{ mm}$ -nél kisebb elemi szemcsék és mikro-aggregátumok, az iszap és agyag együttes mennyisége %-ban. Ebből a részből kivetkeztethetünk a talaj mechanikai összetételére és fizikai talajféleségére. Sok esetben ez a könnyen elvégezhető vizsgálat helyettesítheti a költségesebb mechanikai összetétel meghatározását.

A *pF vizsgálat* (kapilláris potenciál) a *talaj vízviszogatartását mutatja*, amely a növény vízellátása szempontjából fontos jellemző. A pF vizsgálat lényege az, hogy a talajt vízzel telítjük, s ezután különböző szívóerőnek vetjük alá, mely hatására a szívóerő nagyságával arányosan a talajból víz távozik el. Az egyes szívóerőkhöz tartozó talajnedvességet (%) függvény formájában ábrázolva kapjuk a pF görbét.

A rossz vízgazdálkodású talajok

A növénytermesztés alapja a termőföld, mely egyben színhelye és közege minden vízgazdálkodási tevékenységnek. Az ország felén a megfelelő terméshozamok elérését kedvezőtlen talajtulajdonságok akadályozzák. A mezőgazdaság egyik korlátozó tényezője a talajok rossz vízgazdálkodása, mely különösen azért hátrányos, mert a növénytermesztési rendszerekben termelhető nagy áruértékű növények nagyon vízérzékenyek. Akkor nevezünk egy talajt mezőgazdasági szempontból rossz vízgazdálkodásúnak, ha jellemző rá a

- kis gravitációs hézagter (tömörödöttség),
- kis vízbefogadó képesség,
- rossz hőgazdálkodás,
- kedvezőtlen talajszerkezet (pl. megfolyósodási hajlam),
- kis vízvezető képesség,
- nagy agyagtartalom miatti erős kötöttség,
- nagy sótartalom miatti kedvezőtlen összetétel.

A rossz vízgazdálkodású talajok víztelenítése és vízgazdálkodásának javítása egyben az agronómiai talajjavítás feltétele, ezért fontos ezeken a talajokon különösen a vízrendezés.

Hazánkban a mezőgazdasági területek kb. $1/5$ részén nehezíti valamilyen talajhiba a szántóföld hasznosítását, s ebből $1,3$ – $1,4$ millió hektáron rossz vízgazdálkodású talajok találhatók. Ez utóbbi tulajdonságok valami-

lyen mértékben fizikai talajjavítással orvosolhatók. Az egyes talajok főbb vízgazdálkodási jellemzőit az 5. táblázatban láthatjuk.

Fizikai talajjavítás

Fizikai talajjavítás. Azoknak a mechanikai módszereknek az összessége, amelyekkel javíthatjuk a talaj szerkezetét, fizikai tulajdonságait. Ilyen jellemzők például a pórusviszonyok, térfogatsűrűség, vízvezető képesség. A fizikai talajjavítás leggyakoribb eljárása a mélylazítás és vakondrénezés.

Mélylazítás. Speciális ék alakú lazítókéssel végzett talajmegemelés (és nem forgatás). Mélylazításkor 1–2 m-es sortávolságban, ék alakban, 0,6 m vagy nagyobb vastagságban, kis mértékben megemeljük a talajt, amelyben az elmozdulás következtében repedésvonalak, ún.

makropórusok jönnek létre. A mélylazítás hatására a talajban belső szerkezeti változás is bekövetkezik; növekszik a gravitációs póruster, elsősorban a kapilláris póruster rovására. Mélylazításnál, ellentétben a szántással, a talajrétegek a helyükön maradnak, vagyis az alsó rendszerint kedvezőtlen tulajdonságú réteg nem kerül a felszínre.

Vakondrénezés. A talajban kúpos forgástest segítségével kialakított vízszintes irányú, cső alakú vízvezető járat. A vakondrének mélysége 0,5–0,8 m, egymástól való távolsága 1,5–6,0 m. A vakondjáratok átmérője 8–14 cm, ásványi talajoknál a kisebb, szerves láptalajoknál pedig a nagyobb átmérőket alkalmazzák. A vakondrénekben a vízmozgás nagyobb, mint a makropórusokon keresztül történő szivárgás.

5. táblázat. Az egyes talajok vízgazdálkodási jellemzői

Jel	Megnevezés	homokos vályog	vályog	agyagos vályog	agyag	nehéz agyag	tőzeg
T_n	térfogatsűrűség, g/cm ³	1,6–1,7	1,4–1,5	1,4–1,6	1,5–1,7	1,7–1,8	0,2–0,7
n	hézagtérfogat, térf. %	31–40	40–45	45–50	35–45	35–45	70–90
VK	vízkapacitás, térf. %	30,4–31,5	43,6–45,0	40,6–52,5	49,5–52,5	57,6–60,8	58–
HV	holtvíztartalom, térf. %	11,2–12,0	12,6–13,0	16,8–21,0	27,0–31,5	38,4–44,8	13,0–
DV	hasznosítható víztart., térf. %	19,2–19,5	21,0–22,0	23,8–31,5	22,5–31,0	19,2–16,0	45–
K_A	Arany-féle kötöttség, %	31–37	38–42	43–50	51–60	61–80	61–
h_y	higroszkóposság, %	1,2–2,0	2,1–3,5	3,6–5,0	5,1–6,0	6,1–	6,1–
	5 órás kapilláris vízemelés, mm	250–300	150–250	75–150	40–75	40	–
	leiszapolható rész, %	20–35	36–60	61–70	71–80	81–90	–
k	vízvezető képesség, m/nap	0,6–3,0	0,4–2,0	0,1–1,5	0,05–0,5	0,00n–0,0n	0,00n–0,0n
μ	vízteleníthető hézagter, %	10–14	7–12	n–14	n–10	n–5	n–20

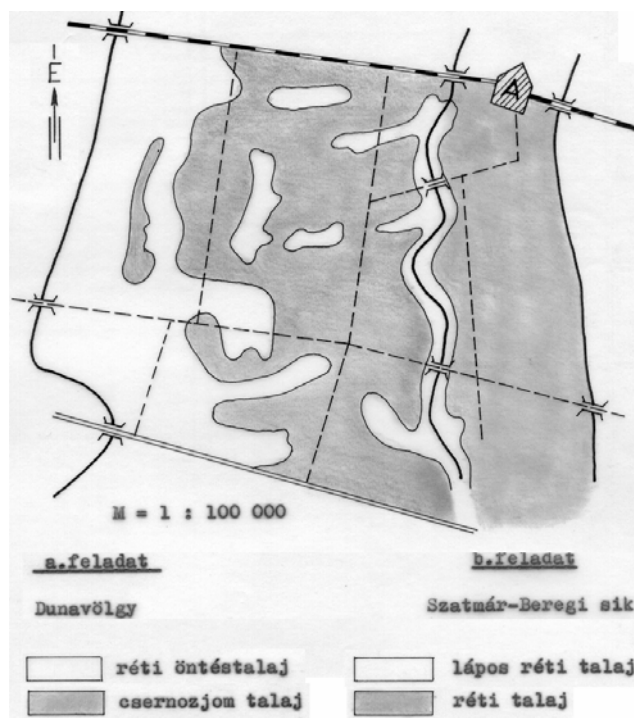
Megjegyzés: n a talaj genetikai altípusától függő, 1–9-ig változó szám

1. példa. A vízgyűjtő talajtani jellemzése

Adott a 7. ábrán látható talajtani térkép. Jellemezzük ez alapján a vízrendezési feladatokat. A talajtérképen két változat található.

Az a) változat szerint a vízgyűjtő kisebb részén, a réti talajok elhelyezkedési területén magas a talajvíz, továbbá ezen a részen a talajok rossz vízgazdálkodásúak, mert az Arany-féle kötöttségi szám (K_A) is nagy. Ez a terület csak viszonylag sűrű hálózat megépítésével művelhető viszonylag zavartalanul. A mezősegi talaj (csernozjom) kitűnő vízgazdálkodású és jó termőképességű. Alig igényel vízrendezést, mert a talaj jó vízgazdálkodású.

A b) változat szerint a teljes terület vízrendezésére van szükség, amennyiben szántóföldi művelést kívánnak a területen folytatni. A lápos réti talajok egy része, minden bizonnyal ex lege védett terület, melyen inkább biogazdálkodást lenne célszerűbb folytatni.



8. ábra. A vízgyűjtő talajtani térképe

1.4.2. Mezőgazdasági alapfogalmak

A növénytakarások vízigénye

A víz a növények legnagyobb jelentőségű termőhelyi tényezője. A természetes növénytakaró a mindenkori területi vízellátottság ökológiai tükörképe. A növénytakarulást (fitocönózis) a vízviszonyoknak megfelelően a következők alkotják:

1. *Vízi növények* (hydatophyta), amelyek részben lebegő, részben rögzített, alámerült vagy a víz színén elterülő vegetációt alkotnak (pl. rizstelepek csatornarendszerében);
2. *Mocsári növények* (helophyta), melyek tartósan vízzel borított talajon élnek (pl. tartós elöntésű és belvizes területeken);
3. *Kedvező vízellátottságú növények* (hygrophyta), melyeknek jellemző tulajdonságuk a nagy vízfelvétel és az erőteljes párologtatás. A rendszeresen nedves talajokon élnek (pl. mély fekvésű részek);
4. *Közepes vízigényű és vízellátású növények* (mesophyta), mint amilyenek a réti, erdei növényeink legnagyobb része;
5. Szárazságtűrő növények (xerophyta) kedvezőtlen vízellátású területek aszálynak ellenálló növényfajai (pl. a sziki legelők növényállománya).

A növények vízigénye és víztűrő képessége

A növények vízigényének van *statikus* és *dinamikus* oldala. A *statikus* vízigény a bioszféra (talaj és levegő) kívánatos víztelítettségi állapotát, a *dinamikus* pedig azt a vízmennyiséget fejezi ki, amely folyamatosan szükséges ahhoz, hogy a kívánatos állapotot a bioszférában biztosítani tudjuk.

A növények statikus vízigényét a talajban lévő víz és levegő arányával fejezzük ki. A statikus vízigény, növénytől függően, leggyakrabban a pórusterfogot 65–85%-át kitevő vízmennyiség, ilyen esetben a levegő arány 35–15%-a között alakul.

A növények mind a vízhiányra, mind pedig a túlzott mértékű elnedvesedésre érzékenyek. Vízrendezési vonatkozásban a növények víztűrő képessége lehet jellemző érték. Hasonló problémák jelentkezhetnek szeszélyes időjárásnál a talajműveléssel kapcsolatban is. Az elöntéssel, a víztelítődéssel és a sárosodással kapcsolatos kritikus idők a következők:

- a) elöntés tűrési ideje,
- b) agrotechnikai tűrési idő.

Az elöntés tűrési ideje: az az időtartam, amelynek következtében a felszíni vízelöntésből származó növényzetkárosodás gazdaságosan még elviselhető mértékű, azaz a kár megelőzése költségesebb, mint elviselése. A *termésvesztés az elöntési* (vízborítási) *idővel* arányos. Azonban télvégi–tavaszi időszakban a legtöbb növény, károsodás nélkül elviseli az *5–10 napos belvízborítást* is, nyári időszakban (különösen virágzás idején) viszont az *egy napos fölös vízbőség is jelentős károkat okozhat*. Különösen érzékenyek a túlzott vízbőségre a növénytermesztési rendszerben termelt növények.

Agrotechnikai tűrési idő: a talajművelési és betakarítási munkáknál megengedhető késés, azaz a növény-

termesztési rendszerek technológiai ütemtervétől való eltérés ésszerű (kockázattal vállalt) mértéke.

A talajművelés és vízgazdálkodás kapcsolata

Hazánk éghajlatának nemcsak az a jellemzője, hogy szárazságra hajló, hanem az is, hogy szeszélyes. A termőföldek túlnyomó részén a természetes csapadék az egyedüli vízforrás. Ezért kedvelt mondás a mezőgazdák körében, hogy: "*Az időjárás a gazda!*" Igaz ugyan, hogy a termés nagymértékben az időjárásról múlik, de nem csekély arányban függ az alkalmazott mezőgazdasági művelési eljárástól is. Az egész gazdálkodást olyan előrelátással kell folytatni, hogy az ne csak a nedvesebb esztendőben váljék be, de akkor se mondjon csődöt, ha szokatlanul száraz év köszönt be.

Vízgazdálkodási alapelvek, hogy a csapadékot lehetőleg fogjuk fel, és a talajnedvességet, amennyire csak lehet, őrizzük meg. Ennek az általános elvnek eleget tehetünk megfelelő talajműveléssel, okszerű trágyázással, a szárazságot és nedvességet legjobban tűrő növények termesztésével, kelésüknek és fejlődésüknek elősegítésével, továbbá ápolásukkal és a növények egymásutánjának (vetésforgójának) célszerű megválasztásával. A termőföldek védelmét szolgálja a fásítás, azaz a mezővédő erdősávok telepítése is.

A talajművelés alapvető eljárásai: 1. forgatás, 2. keverés, 3. lazítás és porhanyítás, 4. tömörítés, 5. talajfelszín egyengetése. Ezen eljárásokat a talajtól és időjárásról függően a növénytermesztés különböző fázisában (fenofázis) más és más kombinációkban alkalmazzuk. Az egyes kombinációkat nevezzük talajművelési módoknak.

Vízgazdálkodási szempontból az őszi talajművelés célja alkalmassá tenni a talajt a nedvesség befogadására és megőrzésére. A feltalajt általában 30–32 cm mélyen szántják (forgatás és keverés), mert ez a vastagság felel meg a szokásos téli félévi csapadék befogadására. A szántást nem hagyják hantos és üreges állapotban, hanem porhanyítják és az eke nyomában azonnal tömörítik, hogy a lazított talajnak megfelelő összeköttetése legyen az altalajjal, amelytől az eke elszakította. Ez követően történik a talaj egyengetése, amelynek a fő célja a talaj tetejének porhanyós állapotban tartása fogas- és tárcsabrona segítségével, hogy ez a laza takaró védje a felszínt a párologástól.

Az előzőekben vázolt általános talajművelési eljárás nem alkalmazható mindenütt. Például a hajlatokban és mélyedésekben, ahol a csapadék rendszeresen összefolyik és lefolyik, őszi talajműveléssel megakadályoznánk a csapadék lefolyását, s így a sárosodás miatt a terület a tavaszi munkák idejére járhatatlanná válna. Az okszerű talajművelés azt kívánja, hogy ezeken a részekben csak a télvégi–tavaszi nedves időszak után szántunk.

Tapasztalható, hogy minél szárazabb egy vidék, annál jobban szorul háttérbe az eke használata. Egyrészt ezeken a területeken homoktalajok vannak, melyeket a vízbefogadás miatt nem kell lazítani. Másrészt ha kevés a téli csapadék, akkor sokkal vékonyabb vízbefogadó és tároló réteg is elegendő, amely rendszerint szántás nélkül is rendelkezésre áll. A szántást ellenzők további érve a talajbaktériumok védelmén alapszik. Tapasztalat azonban,

hogy a sokáig nem szántott réteken talajmozgatás nélkül visszaesnek a hozamok, vagyis a talajbaktériumok védelme és a szántás nincs olyan nagy ellentétben egymással, vagyis itt is folytonos kompromisszum és érdek egyeztetés határozza meg a talajművelés módját.

Az okszerű talajművelés mellett a csapadék helybe tartásának további módszerei:

- hófogás (a hólének a talajba kényszerítése járatással és a felület színezésével pl. trágyázással),
- fásítás a mikroklíma kialakítása és megőrzése érdekében és a szél szárító hatásának mérséklésére,
- talajjavítás a talaj vízgazdálkodási tulajdonságainak megjavítása érdekében,
- tereprendezések, a víztartás, a tározás és a lefolyás csökkentése érdekében,
- fafaj csere kisebb vízfogyasztás érdekében és kisebb vízfogyasztású növények termesztése,

— vízvezető hálózat csegézése vagy bögzése szabályozó műtárgyak segítségével, ún. talajvíz kitámasztás céljából.

A növénytermesztés fontosabb elemei: 1. vetés, 2. tápanyag utánpótlás (trágyázás), 3. növényvédelem, 4. betakarítás. Az 6. táblázatban a növénytermesztés általános időütemezését láthatjuk a növények fejlődési periódusai függvényében.

Külön fel kell hívni a figyelmet arra, hogy az (intenzív) *növénytermesztési rendszerekben* (pl. kukorica, gabona, cukorrépa stb.) a feladatokat szigorúan előírt, naprakészen megadott *technológiai ütemterv* írja elő. Az ettől való eltérés termés-csökkenéssel jár. Az ütemtervtől való megengedhető eltérést fejezi ki az ún. *agrotechnikai tűrési idő*. Ez az érték a magas fokon gépesített gazdaságokban általában 3 nap.

6. táblázat. A tenyészidőszak felosztása

Fejlődési periódus (fenofázis), agrotechnikai művelet megnevezése	Index	Időszak (hónap, dekád)
A vegetáció kezdete	(1)	április I. dekád
A vetés ideje	(2)	március II. dekád – május II. dekád
A szárbaindulás kezdete	(3)	április II. dekád – május III. dekád
A bokrosodás, a virágzás kezdete	(4)	június I. dekád – július III. dekád
Nyári aratási időszak	(5)	június II. dekád – július III. dekád
Őszi aratási, betakarítási időszak	(6)	szeptember I. dekád – október III. dekád
Talajelőkészítés, talajmunkák	(7)	szeptember I. dekád – október III. dekád

1.4.3. Környezetvédelmi és tájrendezési alapprogramok

Az ókortól napjainkig elmondhatjuk, hogy a vízrendezési munkákat az ember a mindenkori tájhasználati érdekeinek megfelelően végezte, e szerint történt a területek lecsapolása, a víz elvezetése vagy tározása. A természetátalakító munkákat kezdetben a földművelés érdekében végezték, de az általános felfogás erről árnyaltabb volt, mint, ahogy azt a ma embere gondolná. Az *agrárium* fogalmába, az élelmiszertermelésen kívül mindig beletartozott a lakhelyen kívüli egész élő környezet művelése és gondozása is. A kifejezés a latin *ager* és *cultura*, vagyis a *föld* és *művelés* szavakból származik.

Az *agrárium* fogalmába ma is beletartozik a mezőgazdasági termelésbe bevont táj (a talaj, a víz, az élővilág és a gazdálkodó ember), a gazdasági hasznosításon kívüli földterület a maga élővilágával, a városi, falusi kiskert a maga dísz- és haszonnövényeivel. A civilizáció fejlettségi mutatója, hogy egy társadalom mennyi figyelmet szentel a tájfenntartásra, a természetgazdálkodásra, milyen gondosan műveli meg és ápolja az általa birtokolt földterületeket. A fejlettség mutatója a környezetkultúra és az elmaradottság pedig az *agrárium*nak csupán élelmiszertermelésre való szűkítése. Mindezek miatt a vízrendezés és tájrendezés között szoros összefüggés van, egyik a másik integráns részének tekinthető.

Integrált vízrendezés. A vízrendezés változását más társtudományi ismeretek érvényesítésének szükségessége

mutatja legjobban. Gyakori tapasztalat, hogy a vízrendezés és környezetvédelem nem külön-külön működnek, hanem az egyik a másikba integrálódik (beágyazódnak, kölcsönösen egy egészévé összegeződnek) és együtt hatnak. (Ehhez hasonló folyamat figyelhető meg például a turizmus és ökológia integrálódásánál, melynek eredménye az *ökoturizmus*, vagy a mezőgazdaság és ökológia közeledéséből, mely a *biogazdaságok* kialakulásához vezetnek.) A társtudományi ismeretek alkalmazása közben a vízrendezés folyamatosan átalakul, és egyre jobban felveszi a környezet- és a természetharmonikus vonásokat, hisz egyre jobban magába is integrálja a környezetvédelmi és a természetvédelmi ismereteket. Azoknál a környezetfejlesztési munkáknál, ahol ez az egybeolvadási folyamat különösen jól megvalósult *integrált vízrendezésről* beszélünk. Ugyanakkor ennek fordítottja is megfigyelhető, azaz a vízrendezés is integrálódik más szakterületekbe. Ilyenek például a mezőgazdaság és a tájrendezés.

A táj eltérő értelmezésű szó, fogalmára irodalmi, kulturális, történelmi értelemben sokféle meghatározás született már. Műszaki szempontból talán a legáltalánosabb, amely a *tájat a társadalmi igényeknek megfelelő emberi tevékenység által megváltoztatott bioszférának* definiálja. Megkülönböztethetünk természeti tájat, termőtájat (mezőgazdasági-, erdőgazdasági-, kertgazdasági-, és ipargazdasági tájak), települési- vagy lakótájat és üdülő tájat. Például a mezőgazdasági táj az a tájtypus, melynek karakterét a szántóföldön és gyepterületeken folytatott, idő- és

térbeli változékonyságot, labilis ökológiai állapotot eredményező növénytermesztés és állattenyésztés adja. Mérnöki szempontból különös jelentősége van a kultúrtáj vagy kulturális táj elkülönítésnek, mely az ember tudatos alkotói tevékenységének jegyeit feltűnítő természeti táj. Az ilyen típusú tájak különösen értékesek lehetnek, például ilyen kategória a Hortobágy, melyet 2001-ben a világörökség részének nyilvánítottak.

Környezeti elemek, a környezet élő és élettelen alkotórészei: élővilág, föld, víz és levegő. Tágabb értelemben, a társadalmi tevékenység eredményeképpen megjelenő létesítmények is a környezet elemei.

Tájalkotó elemek (tájelemek), az emberi környezetnek formákban kifejeződő egységei. Jellemük szerint *természet-, módosított- és művi tájelemeket* különíthetünk el. A tájelemek a környezet elemeivel egyeznek meg, melyek az állandósult karaktervonásaikkal válnak tájalkotó elemmé. A *természeti tájelemek* a nem befolyásolt táji összetevők, ezek az abiotikus tényezők (pl. alapkőzet, domborzat, klíma, vízháztartás), továbbá a biotikus tényezők (pl. az ember, az állat- és növényvilág, a talaj, a levegő és a víz kölcsönhatása) útján érvényesülnek. A befolyásolás mértékétől függően módosított és művi elemekről beszélhetünk. *Befolyásolt tájelemek* például a szabályozott vízfolyások, a csatornák, a természetet szolgáló teraszok és vízlevezetők, a földutak, a mező- és erdőgazdasági monokultúrák, az öntözött táblák létesítményeikkel együtt. *Művi tájalkotó elemek* az emberi tevékenység "élettelen termékei" például az épületek, toronyok, ipari építmények stb., a közlekedési és vízgazdálkodási stb. műtárgyak, és így tovább.

Ökológiai kiegyenlítő felület, a táj legnagyobb biológiai aktivitással rendelkező felülete (része). Ezek elsősorban a vízfelületek, az állandóan fákkal, cserjékkel borított zöldfelületek, továbbá az ún. menedékhelyek (refugium területek), a nedves biotópok (pl. lefolyástalan mélyedések, kubik gödrök, vízmosások, felhagyott anyaggyerőhelyek) és lokális értelemben a különböző

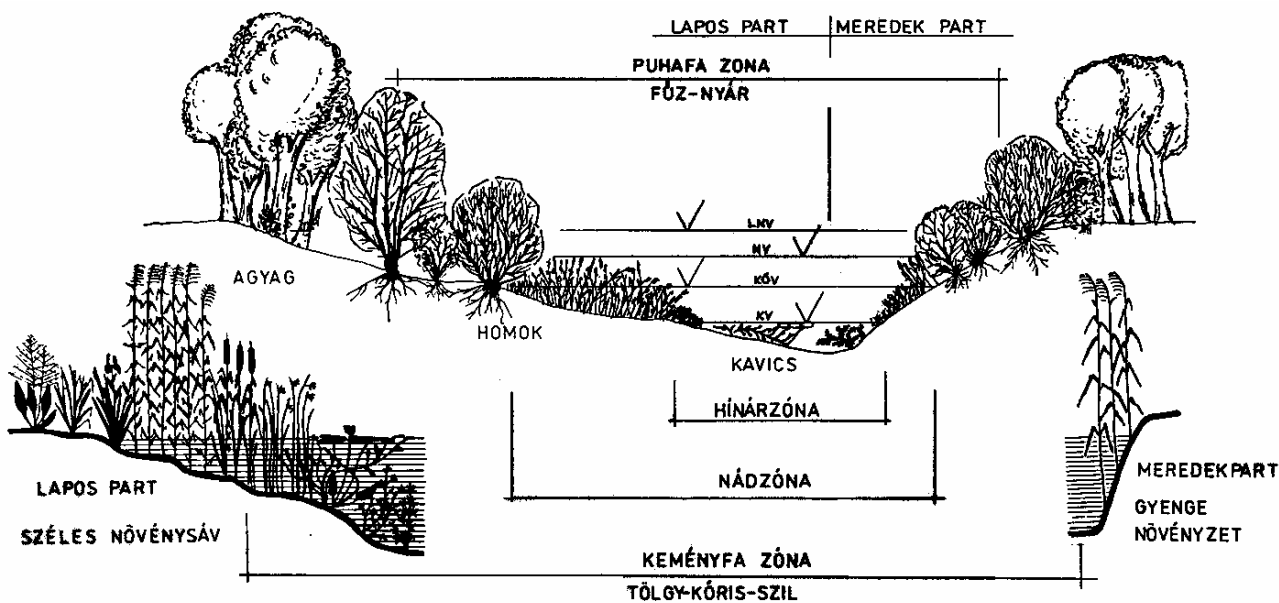
hasznosítású területek szegélyei (mezsgyék, fasorok, utak és csatornák a kísérő növényzettel stb.).

Szegélyek, a különböző tájelemek találkozási és határoló vonalai, valamint térfalai; ezek lehetnek horizontális és vertikális elemek. *Horizontálisak* a szántó- legelő, rét, kopár és vízfelület határoló vonalai és *vertikálisak* az erdő-szántó, település-mezőgazdasági terület, út és csatorna-kísérő növényzet, továbbá a térszíni kiemelkedések (domb és hegygerinc) határoló vonalai, illetve térfalai. Minden szegély fontos tájalkotó elem, különösen a vertikális elemek, melyek keretezik a tájképet, vagy lehetlenné teszik az átlátást. A szegélyek művi átalakítása, áttrajzolása, lebontása a táj esztétikai értékeit csökkenti, ezek hosszának növelése pedig azt javítja. A szegélyek más osztályozás szerint lehetnek természetes és mesterséges szegélyek.

Szegélyhatás, a táj sokoldalúsága és esztétikai értéke a szegélyek hosszán és milyenségén jut kifejezésre. A szegélyekben és azok viszonylag kis környezetében jelentősen eltérőek a benapozási, lég- és talajhőmérsékleti, lég- és talajnedvességi, légmozgási, hőtartóssági és élőhelyi viszonyok, melyek az élővilág szempontjából védelmet jelentenek. Sajátos viselkedésmódja alapján az ember (is) a különböző tájalkotó elemek találkozási helyeit kedveli, ezért némi túlzással szegélylakónak vagy szegélykedvelőnek tekinthető. A szegélyhatás érvényesítése fontos része a tájtervezésnek. Különös jelentősége van a vízrendezés szempontjából is, mivel a vízfolyások, csatornák, partvonalak a kísérő növényzettel fontos természetes és művi szegélyek

Egyedi tájértékek, olyan jelentős tájalkotó elemek, amelyek a gazdálkodással, a termeléssel, és a történelmi és a kulturális tevékenységekkel kapcsolatban keletkeztek, továbbá azok a jelentős természeti képződmények, amelyek tájjelleg szempontjából számottevőek.

Tájértékelés, a táj természeti, módosított és művi elemegyütteseinek elemzése, azok ökológiai, ökonómiai és esztétikai jelentőségének meghatározásával.



9. ábra. A vízfolyás és a kísérő növényzet szegélyhatása

2. A hazai síkvidéki vízrendezés fejlődéstörténete

A vízrendezést már az ókori Babilóniában, Kínában, Egyiptomban, Indiában is végeztek. Európában a görögök és rómaiak az idősámításunk előtti első évezredben mai szemmel nézve is jelentős vízrendezési létesítményeket építettek. Ezek a munkák általában a földművelést szolgálták, de végeztek települési és kert-építési célból is vízrendezéseket.

Becslések szerint a világon mára mintegy két millió km² mezőgazdaságilag művelt területen végeztek vízrendezést. Ennek ellenére jelenleg is hatalmas, terméketlen mocsarak, tőzeges, elvizenyősödött, nem művelhető területek vannak, amelyek egy részén ma is vízrendezési fejlesztéseket terveznek, illetve folytatnak. Ilyenek főleg a kedvezőtlenül csapadékos területek, a nagy folyók szabályozatlan deltái, a vízjárta síkságok és az egyéb olyan területek, amelyek a felszíni ráfolyás vagy a magas talajvíz miatt elvizenyősödtek.

A Kárpát-medencében vízrendezési létesítmények építetését a rómaiak kezdték meg, majd az avarok folytatták. Ezek közül a népvándorlás miatt sok befejezetlen maradt, de nyomaik még így is több helyen megtalálhatóak. Például ilyenek a Balaton (Pelso) szabályozásának nyomai, az Alföldön limesként szolgáló Csörsz-árok védelmi rendszer, a maitól keletebbre eső Sió-csatorna (XVI. századig működött), a Kis-Balatontól délnyugatra fekvő mocsár lecsapolására szolgáló Principális-csatorna stb.

2.1. A vízrendezések korabeli elvei

A jelenkor történései mind gyakrabban hangoztatják, esetenként elismerően is, hogy a vízrendezéseket megtervező és végrehajtó kultúrmérnökök fontosabb szereplői modern történelmünknek, mint a kor politikusai. E munkák megváltoztatták a táj arculatát és lehetőséget teremtettek a vízgyűjtőterület folyamatos, a korábbiakhoz képest sokkal intenzívebb hasznosítására. Ezek a környezet átalakító munkák évszázados hatással vannak a gazdaságra, a táj növény- és állatvilágára, az ott lakók életmódjára, egészségére, szociális helyzetére.

A ma mérnökének is fontos megismerni azokat a vízrendezési elveket, melyeket alkalmazva jött létre az a művi környezet, amit jó esetben eredeti természetes állapotnak, és rosszabb esetben pedig ún. kiindulási vagy nulla állapotnak érzünk. Ehhez, ebben a jegyzetben néhány tanulságos múltbéli elv felvillantásával járunk hozzá.

Vízi természeti törvények

Beszédes József: "*Vízi természeti törvény próbái*" című munkájában összefoglalja a vízrendezésekre vonatkozó természeti törvényeket. Az 1831-ben kelt munkájának legfontosabb idevágó mondatai a következők: "*Vízi természeti törvény (...) azon leghelyesebb ok, melly végett a' vizeknek legtöbb hasznát illőséggel vehetik az emberek. Vízi természeti fő törvény így szól: 1. A' vizek kevés földet foglaljanak.*" Magyarázata: "*A' vizeketet semmivé tenni nintsen természetöknél fogva hatalmunkban, de ha*

azok víz mennyiségökhöz képest mennél kisebb ágyban folynak, akkor kárt nem tesznek félre öntéseikkel, sőt ágyaikat is tisztán tartják az egyesült erővel, és minden gondolható haszon vételre alkalmassá tsak így lesznek; tehát a' ki partokat erősít és oltalmaz, a' ki mocsárokat szárít, a' ki víz-ágy kanyarokat átvág, a' ki fokokat és ágfolyásokat el zár, a' ki (...) öntéseket gátol, a' vízi természeti fő törvény szerint dolgozik, és így igaza van ezekben. Majd folytatja, 2. *Vízi természeti törvény: Minden víznek partja van.*" A part azért szükséges, mert e nélkül a víz nem használható, mivel megközelíteni sem lehet. Véleménye szerint a partvonal nélküli mocsarak az ember számára nem használhatók olyan jól, mint a parttal rendelkezők. Az idézett munkát *Beszédes* a Nádor csatorna megvalósításához dolgozta ki, ebből láthatjuk milyen szándékkal dolgozott, az adott példa esetében hogyan illesztette (máig is jól működő módon) a természeti környezetbe a Sárrét vízrendezését.

A földjavítások tudományos és társadalmi bázisa

Az egykori "vizes" témájú vitáitokból más általánosítást is tehetünk, nevezetesen, hogy minden kort végigkísér az egyszer aszályos és melegebb, máskor nedves és hűvösebb időjárás. Meglepő, hogy az időjárás-változás kapcsán az okok, a magyarázatok és érvek alig változnak, szinte szó szerint ugyanazokat lehet a mai vízgazdálkodási problémafelvetéseknél is visszahallani, mint például kétszáz éve, annak ellenére, hogy a gazdasági környezet viszont nagyon különböző.

A környezeti problémák jelentkezése azonban mindig közelebb visz a megoldásokhoz is. Szép és jellemző példa erre, ahogy a XIX. század negyvenes éveiben a francia Belgrand a "*meteorológia és geológia összefűzésével és a mérnöki s gazdasági ismeretekre való alkalmazásával egy új tudományágat állapított meg hydrologia név alatt*" — írja 1880-ban *Kvassay Jenő* a *Mezőgazdasági Vizműtan* című nagyhatású munkájában. Az új tudomány (...) "*érdeme annál nagyobb, mert a ferde irányban fejlődő vízi tanulmányokat, melyeket egészen matematikai alapokra akartak fektetni, visszaterelte tulajdonképpeni terére: a természet tudományokhoz*". Ez az analógia emlékeztethet bennünket az *ökológia*, a *környezetvédelem* stb. újabb tudományok megszületésére, illetve felvirágzására.

Kvassay említett nevezetes munkájában lefekteti: "*Minden földjavításhoz három társadalmi tényező közreműködése szükséges, úgymint a mérnöké, a gazdáé és az államférfié; az első a berendezést tervezi és foganatosítja (megépíti), a második azt fenntartja és hasznosítja, az államférfi pedig célszerű törvények és üdvös intézmények életbeléptetésével a földjavítások minél nagyobb elterjedését lehetővé teszi;*" Megállapításával a mai korban is egyet lehet érteni, azzal a kiegészítéssel, hogy a három társadalmi tényező mellett mára már szükség van egy negyedikre is, mégpedig a társadalmi közvélemény tá-

mogatására, vagy azt képviselő *nem kormányzati szervezetek* (angol mozaik szóval NGO-k) közreműködésére.

2.2. A vízrendezések oka, módja és eredményei

A *Kárpát-medence* mintegy 300 ezer km² kiterjedésű, hegyekkel körülhatárolt földrajzi egység. E medencének nagyjából a közepén — a lapos mélyebb részén — helyezkedik el a 93 ezer km² nagyságú *Magyarország*.

A *medencét* főleg a hegyvidékről lefutó folyók töltötték föl hordalékaikkal, kialakítva a jellemző síkságokat, találó megnevezéssel a mély- vagy „al-földeket”. Az *alföldek* felszíne alig lejt, így a vizek lefolyása lassú. Ennek következtében a vízrendezések előtt a síkságok jelentős része vagy vizenyős és mocsaras, vagy árvízjárta és árvízzel veszélyeztetett terület volt.

A medence éghajlatára egyaránt hatással van a nyugat-európai *óceáni*, a dél-európai *mediterrán* és a kelet-európai *kontinentális* időjárás, mégpedig váltakozóan. Klímája tehát szeszélyes, gyakoriak a kellemetlen szélsőségek. A medence átlagos évi csapadéka 700 mm; a hazai rész azonban ennél szárazabb, ezen belül különösen a Tiszavölgy. Az országos sokévi átlagos csapadék 620 mm. Az átlag csalóka, mert az adottságok miatt inkább a vízbő- és vízhiányos időszakok váltogatják egymást.

A jelenkori vízrendezések gyökerei

A XVIII. század első felében a töröktől visszafoglalt országrészeket hatalmas kiterjedésű puszták, bozótok, nádasok és vadvizek borították. Először a birtokaikat elfoglaló földesurak, majd az uralkodók igyekeztek elősegíteni az elpusztult országrész újratelepítését, és a mezőgazdasági termelés beindítását. Ekkor a betelepítések ellenére is országosan egy km²-re 14 fő jutott, a volt Hódoltságban pedig 9,6 fő/km² volt az átlag. A visszaszerzett területeken a kétnyomásos gazdálkodás (fele ugar, fele gabona) is kivételnek számított. A kimerült földeket egyszerűen újakkal váltották fel, amíg volt alkalmas terület. A század közepén megindult a termelőerők viszonylagos fejlődése. A sűrűn lakott északi országrészből, a kisebb adóterhek miatt is, a lakosság a néptelen vidékekre költözött. A betelepítésekkel mind nagyobb szerepet kaptak a műszaki munkák: a területek felmérése, felosztása, a vizek levezetése és a területek lecsapolása. A mocsarak lecsapolása az uralkodó érdekeit is szolgálta, mert ezek egyben az adóalap növelését is jelentették.

A mocsárvilág meghódításáért azonban a tulajdonosok mellett a műszakiak is sokat tettek. Ekkor dolgozott például *Mikoviny Sámuel* (1700-1750), aki forradalmasította és hosszú időre befolyásolta a magyar térképészetet. Egyik legfontosabb munkája a *Notitia Hungariae Novae historico geographica* (Magyarország történeti földrajza). *Mikoviny* kezéből több mint félezer munka került ki, melyből háromszáz a térképek száma, de sok jelentős lecsapolási munkát is végzett. Alkotásaiból megismerhető a töröktől felszabadult ország helytörténeti, vízrajzi, bányászati, közigazgatási arculata. Segítségükkel általánosítható áttekintést lehet kapni az ökológiai adottságok változásáról, az ember tájalakító szerepéről.

Tevékenysége alapján *Mikovinyt*, a tájépítészek egyik legnagyobb hatású elődjükként tisztelik.

Az ártéri- és fok-gazdálkodás

A vizenyős tájakon közel két évszázados időszakot ölel fel az ártéri gazdálkodás időszaka. Ennek alapelve az volt, hogy az ember megélhetéséhez felhasználta a növény- és állatvilág adta lehetőségeket, de még az árvizeket is szolgálatába állította azzal, hogy alkalmazkodott azokhoz. A települések a helyi magaslatokon helyezkedtek el, s földművelést, állattartást is csak ott folytattak, az ártereken pedig szervezett fok-gazdálkodás folyt. A folyókból ág-folyások és erek szakadtak ki, amelyeken árvíz idején a víz a távolabbi ártérbe jutott, majd az árhullám levonulása után ezeken a medreken jutott vissza a víz a vízfolyásba. Közben a víz elöntötte a nádasokat, a halászó mélyedéseket, tavakat, sőt megöntözte a réteket és legelőket is. (Ez utóbbi nem mindig volt előnyös, mert élőhelyet adott a törpe iszapcsigának, az állatok súlyos megbetegedését okozó májmételey gazdaállatának. Ma is ez az oka, hogy a hullámterekben nem folytatható legeltetés.) A lakosság a víz mozgásának elősegítésére, jövedelmének növelésére mesterséges fokokat (csatornákat) is ásott, hogy kiszámíthatóbbá tegye a vízgazdálkodást.

Megélhetéshez egyrészt a nádasok hasznosítása, másrészt pedig a vadon termő növények hasznosításából, továbbá a vadászatból származott jövedelem. Később a legfőbb kereseti ág a halászat lett, melyet a külterjes állattartás egészített ki, majd később a földművelés is. A fok-gazdálkodást folytatók nem segítették elő a Duna és mellékfolyóinak szabályozását. Az ártéri gazdálkodást sokáig életben tartotta, hogy a lakosság csekély számban emelkedett. Az életforma megszüntetése miatt, máig is tanulságos ahogy a Sárköz lakói tiltakoztak, amikor 1774-ben töltésépítésekre került sor. A faluközösségek, felvilágosítás és minden fejlődéssel kecsegtető példák ellenére is ragaszkodtak életmódjukhoz, nem bíztak abban, hogy a vizek szabályozása és az intenzív földművelés a korábbi jövedelmeiket biztosíthatja. Ma ez a táj Szekszárd vonzáskörzete, s ezen a területeken található Gemenc is a Duna-Dráva Nemzeti Park része.

A lakosság időközbeni megduplázódása önmagában is az ártéri gazdálkodás válságához vezetett, melynek orvoslása, illetve a válság kezelése további lökést adott az árvizek elleni munkák, majd később a belvízrendezés kibontakozásának.

A szervezett árvízvédelmi munkák megindulása

A hazai vízi munkálatok megindulásának idején a célkitűzés az volt, hogy területeket hódítsanak el a víztől a szántóföldi művelés számára (vízszabályozások, lecsapolások). Ezeket a munkákat kezdetben egymástól elkülönülve és egyedileg végezték.

1845-ben, a *Tisza-mappáció* befejezése után a szabályozási munkák elősegítésére sorra alakultak az ármentesítő társulatok. Az akkori törvények a munkákat azzal is segítették, hogy lehetővé tették a többség akaratának érvényesülését az ellenálló, elzárkózó birtokosokkal szemben. A társulatoknak az is perspektívát adott, hogy

1845-ben elkészült *Vásárhelyi Pál* utolsó munkájaként a Tisza-szabályozás műszakilag megalapozott, teljes folyóra kiterjedő terve. Ezt követően hozták létre az állam által támogatott *Tisza-völgyi Társulatot*, amely aztán elindította a lecsapolási munkákat. A történetírás a tiszai munkálatok megindításában *Széchenyi* szerepét külön is kiemeli, a "legnagyobb magyar" neve e műszaki munkának is mitikus jelentőséget adott.

Mielőtt a lecsapolási munkák eredményeit összefoglalnánk, szólni kell a munkát elvégző kubikusokról is. A kubikus szó onnan ered, hogy a munkabért a kiásott föld mennyisége szerint határozták meg. Egysége a köböl (öl³), kb. 6,86 m³ (a német kubik- a köb- előszavunk megfelelője). Ez a mennyiség könnyebb talajoknál egy munkás napi teljesítménye volt. A kubikusság a közép-tiszai megyék fontos társadalmi rétegévé vált. A vízmunkálatoknál teremtett munkalehetőség fontos volt az olyan területeken, ahol nem volt ipar, nem alakultak ki jelentősebb városok, és egyelőre nem vált belterjessé a mezőgazdaság, ami a növekvő lakosság számára megélhetést nyújtott volna.

Vízrendezési elv volt, hogy a folyók felső szakaszán lassították az árvizek kialakulását (ármentesítési módszerekkel), az alsó szakaszon pedig gyorsították az árvíz levonulását, illetve a meder kiürülését. Ennek megfelelően a munkákat alulról kellett volna elkezdni, de az árvízi érzékenységet figyelembe véve, a szabályozást *Széchenyi* javaslatára Tiszadobnál kezdték meg 1846-ban. A vízi munkálatok eredményeként a *Tisza* pályája 114 mederátvágással 1419 km-ről 964 km-re csökkent. A Tiszánál a korábbi 2-3 cm/km-es vízszínesés 3-4 cm/km-re nőtt. A *Chézy-képlet* segítségével megvizsgálva az átlagos sebesség 2,5 cm/km-es vízszín esésnél

$$v_{\text{régi}} = C\sqrt{RI} = kR^{2/3}I^{1/2} \approx kH^{2/3}I^{1/2} = \\ = 30 \cdot 2^{2/3} \cdot 0,000025^{1/2} = 0,24 \text{ m/s,}$$

és a szabályozás utáni, mélyebb levonulási vízmélységnél és 3,5 cm/km-es vízszín esésnél

$$v_{\text{mai}} = C\sqrt{RI} = kR^{2/3}I^{1/2} \approx kH^{2/3}I^{1/2} = \\ = 30 \cdot 3^{2/3} \cdot 0,000035^{1/2} = 0,37 \text{ m/s;}$$

vagyis az átlag sebesség kb. 1/3-dal nőtt meg a folyórövidülés következtében.

Összességében az árvizek ma gyorsabban vonulnak le a Tiszán, mint a szabályozás előtt, de nem olyan gyorsan mint a Dunán, mivel ez utóbbi esése kétszerese a Tiszáénak. Tehát a Tisza a Dunához képest lassú folyó, mégis gyakori a kritikai észrevétel ennek kapcsán.

1867, azaz a *kiegyezés* után a szabályozási munkák megújult erővel folytatódtak. Sor került a *Tisza* mellékfolyóinak (Szamos, Körös, Maros), valamint a *Duna* és mellékfolyóinak szabályozására és ármentesítésére is. A szabályozott medret néhány függőmedrű szakasztól eltekintve a folyók „elfogadták”, abban jól beágyazódtak, korrekciót, illetve javításokat ma sem igényelnek. A lecsapolások eredményeként sok helyen egyedi természeti és történeti, sőt műemléki táj jött létre.

A belvízrendezési munkák végrehajtása

Az árvízvédelmi gátak megakadályozták ugyan az árhullámok kiöntését, ezzel azonban a mentesített árterek

még korántsem váltak művelésre alkalmassá. Ezeken a földeken egy-egy csapadékosabb esztendőben a (kültüzzel növelt) belvizek, az ármentesítés előtti őslapotot állították vissza, és teljesen bizonytalanná tették a mezőgazdasági termelést. Amikor a az 1760-as években társulati formában az első belvízmentesítési munkákat megkezdték, ez az őslapot jellemezte a Tisza- és Duna-völgyi síkságainkat.

A társulatok a törvényben előírt kötelezettségük teljesítésére zsilipeket építettek az árvédelmi töltésekbe, azonban hosszan tartó árvizek idején ez nem bizonyult kielégítőnek. Ebben az időszakban vetődött fel első ízben a *szivattyús áttemelés* gondolata, és 1878-ban megépült az ország első belvízszivattyú-telepe *Sajfokon*. A műszaki emlékké nyilvánított több mint százéves telep megőrizte működőképességét.

A századfordulóra a *kultúrtechnológiai hivatalok* felügyelete alatt működő társulatok kiépítették azokat a levezető rendszereket, amelyek a kezdeti fél évszázadig a belvízrendezések alapjai voltak. A vízrendezési munkák a két világháború közötti időszakban csak a Duna völgyében folytak. Ekkor épült ki a Duna-völgyi rendszer. A Budapesttől Bajáig húzódó levezető rendszer gerince, a csaknem 150 km hosszú Dunavölgyi Főcsatorna. Kiépítése előtt a Duna-balparti síkságot nagyrészt mocsarak és nádasok borították. Egyoldalú szemlélettel csak a víz elvezetését oldották meg. A későbbi aszályos évek azokat igazolták, akik a vízrendezési munkákat feleslegesnek és károsnak ítélték, mert ezek miatt kiszárad területet. Ezért illeték nem sokkal a megépítése után a Dunavölgyi Főcsatornát (DVCS-t) „Átokcsatorna” névvel. (A táj problémáit tanulmányozva megállapítható, hogy a Duna-Tisza közti hátság vízgazdálkodása máig is időszakosan visszatérő megoldandó kérdés. A két legnagyobb folyónk közti terület rendszeresen vízhiányban szenved.)

Az 1940–42. évi katasztrófális belvizek ismét a vízrendezésre irányították a figyelmet. Ezekben az években több mint egy millió hektár szenvedett belvízkárt, a termelésből teljesen kiesett 200–300 ezer ha. A társulatok állami segítséggel támogatva kezdték meg belvízelvezető rendszereik bővítését. A síkvidéki vízrendezések ezt követően legnagyobb mértékben a 60-es és 70-es években fejlődtek.

Az ország területének 43%-a, azaz 41 ezer km² térben és időben elszórtan elhelyezkedő síkvidéki területet veszélyeztet a belvíz. Ez a térség 83 belvízrendszerhez (63 a Tisza és 20 a Duna vízrendszerében) tartozik, melyek további kisebb öblözetekre tagozódnak. A belvíz által veszélyeztetett területünk 80%-a (tehát mintegy 33 ezer km²) mezőgazdasági művelés alatt áll, nagy része szántó, a többi 20%-on települések, erdők, nádasok, természetvédelmi területek, közlekedési hálózatok vannak.

A második honfoglalás

A 2500 km hosszú elérő fővízfolyások mentén az ország árvizek elleni védelmét 4220 km elsőrendű védvonal (árvédelmi gát) szolgálja, ebből 1320 km hosszú töltés húzódik a *Duna*, és 2900 km pedig a *Tisza* völgyében. A gátak a veszélyeztetett területek 97%-át védik. Elvileg, ez a védelem városoknál átlagosan 100 éven-

ként, más területeken pedig a 60-80 évenként egyszer előforduló árvizek ellen véd. A *töltések*, melyeket az *árvízvédelem szerkezeti elemeinek* is nevezünk, fontosak, de nem elegendők. A védelemhez szükség van még a nem szerkezeti elemekre, azaz az emberi tudásra, ennek gerincét a vízgazdálkodási képzettségű szakemberek adják. Megfelelő szakmai tudás nélkül ugyanis ezek a művek önmagukban nem jelentenének elegendő biztonságot.

A vízimunkálatokat némi túlzással, „*második honfoglalásnak*” is nevezik, kifejezve azt, ahogy a betelepülő népesség a víztől mentesített területeket birtokba vette. A valóságban azonban nem egyszeri akcióról, hanem egy évszázados máig is tartó folyamatról van szó. Elegendő itt például arra utalni, hogy a lecsapolt területeken többnyire terméketlen szikes talajok foglaltak helyet. Ezért a használatbavételhez nagyon jelentős feladat volt a talajjavítás, melyet eleinte kémiai módszerekkel végeztek. E vonatkozásban ki kell emelni *Tessedik Sámuel* nevét, aki már a XVIII. században kidolgozta a mélyebb rétegekben felhalmozódott mésznek (sárgaföldnek vagy digóföldnek) a felszínre való terítésével való szikjavítás módszerét (digózás).

A réti és más hidromorf talajok vízgazdálkodását alagsóvezéssel javították, de ezt a módszert kezdetben csak a természetes eséssel rendelkező dunántúli területeken tudták alkalmazni (az első hálózat 1852-ben Vas megyében készült). Mára a talajcsővezett területek nagyobb része, mintegy 200 ezer hektár síkvidéken van. Évszázados munka eredményeként a lecsapolt talajok termőképességét fokozatosan a mezősi talajokat megközelítő szintre javították; az egykor gyéren lakott és ökológiailag gyenge- vagy közepes értékű tájakat értékeesebbé, sőt sok helyen különleges értékű kultúrtájává, sőt természetvédelmi tájjá fejlesztették. Ilyen fejlesztő munkák, illetve mai kifejezéssel élve programok és projektek (pl. Alföld program) napjainkban is folynak.

A magyar vízrendezési munkák területi kiterjedésük alapján — a hollandiai és USA-beli munkákat követően — a harmadik helyet foglalják el a világon. A vízimunkák méreteit mutatja, hogy ma *Magyarország* területének egynegyede, 23 ezer km², a folyók árvízszintjénél mélyebben, ún. *mentesített ártéren* fekszik. A védett ártéleteken 700 település van, ahol az ország lakosságának fele él. Itt van a mezőgazdaságilag hasznosított földek egyharmada, a természetvédelmi területek, illetve nemzeti parkok kétötöde. A mentesített területen található a vasutak 32%-a, a közutaknak pedig 15%-a. Az árvízi művekkel védett nemzeti vagyoni, illetve az itt termelt nemzeti jövedelem 30%-ot tesz ki.

A vízrendezés és vízhasznosítás

Széchenyi szerint: „*A vízbajok megszüntetésének természetes sorrendje, a szabályozással egybekötött ármentesítés és az azt követő lecsapolás, amiket utána az öntözésnek kell betetőznie*”. Az így megfogalmazott gondolat máig aktuális törekvése a magyar vízgazdálkodásnak, de részben adóssága is, különösen, ami a vízzel való ellátást illeti.

A lefolyás, pontosabban az országon átfolyó évi vízmennyiség vízbő években 200 km³, száraz években 60 km³. Az évi vízfelhasználások 2,5-3 km³-t azaz 2,5-3 milliárd m³-t tesznek ki. Különösen az *Alföld* éghajlatára jellemzőek az esős és szélsőségesen száraz évek ahol két-három esős évre hét-nyolc száraz esztendő jut, melyből kettő-három aszályos. Aszályos időszakokban a vízhiány okoz óriási károkat, például termésnövekedést a mezőgazdaságban, de a kedvezőtlen mikroklíma igénybe veszi az egészségünket és a környezetünk élővilágát is.

A Széchenyitől fentebb idézett célkitűzés szellemének megfelelően a vízrendezést fokozatosan a vízhasznosítási munkákkal együtt fejlesztik, mely utóbbira jegyzet témájának megfelelően csak utalni tudunk. A *Tisza* magyar szakaszán a Tiszalöknél és Kiskörénél duzzasztó művek és a hozzájuk tartozó tározók, szabályozó zsilipek, föcsatornák, szivattyútelepek stb. épültek. E művek főleg a vízhasznosítást: öntözést, víziúthálózat fejlesztést, vízellátást, energiatermelést stb. szolgálják. A síkvidéki víztározók és árvízvédelmi szükségtározók össz-térfogata meghaladja a 400 millió m³-t. A vízrendezés és vízhasznosítás összekapcsolásával a több mint egy évszázad alatt fokozatosan megteremtett *Tiszavölgyi Vízgazdálkodási Rendszer* különösen a települések és ipartelepek vízellátásában nélkülözhetetlen. Közismert a jelentősége az *Alföld* öntözésében, a *Körös-völgy* élővíz biztosításában, a természetvédelmi területek fenntartásában és az üdülésben is.

3. FELSZÍNI VÍZRENDEZÉS ÉS VÍZELVEZETÉS

3.1. A felszíni vízrendezési terv meghatározása

3.1.1. A vízrendezési és vízelvezetési feladatok fő típusai

Belvízrendezés. Hazánkban a felszíni vízrendezésnek, nevezetesen a belvízrendezésnek nagy gazdasági és környezeti jelentősége van, mert mint ahogy a történeti részben szerepelt, a 83 db síkvidéki belvíz öblözetben mintegy 41 ezer km² területet érint a belvíz. Egy-egy öblözetben összefüggő nyomvonalas művekkel, azaz nyílt felszínű csatornákkal és pontszerű létesítményekkel (zsilipekkel, belvízszivattyú telepekkel), vagyis belvízrendszerrel vezetjük el a káros felszíni vizeket. A belvízrendszerek közvetlenül magát a termőföldet nem víztelenítik, hanem csak fogadják a termő területeken, a településeken, a közlekedési felületeken stb., valamilyen módszerrel összegyűjtött káros vizeket.

A belvízrendszerek alapvetően meghatározzák és befolyásolják a területhasználatokat, a közlekedést, a települések fejlődését stb., vagyis nagy jelentőségűek a területrendezés szempontjából is. (A *területrendezés*, olyan alapvető műszaki tevékenység, amelynek munkái a társadalmi és az ökológiai céloknak megfelelően meghatározzák a létesítményeket és a kapcsolódásait az adott célok és szükségletek és a komplexitás figyelembevételével.) A területrendezéssel egybeeső célok miatt, ezért a belvíz öblözetek víztelenítését szolgáló munkákat a tágabb jelentésű belvízrendezésnek nevezzük. A településeknél, ahol hasonlóan alapvető tényező a felszíni víz elleni védelem, belterületi vízrendezésről beszélünk.

Felszíni vízelvezetés. A felszíni vízelvezetés a helyi területhasználók igényeinek megfelelően a felszíni káros víz összegyűjtése és befogadóba vezetése. Helyi vízérzékenység és más sajátosságok miatt a települések egyedi elemeit (lakó telkeket), a termőföldeket (gazdaságok és az egyedi természetű helyek), a közlekedési területeket stb. az időjárás függvényében káros felszíni víz veszélyeztetheti. Például ilyenek a kis területeket érintő nagy intenzitású nyári csapadékok, de általános veszély a helyi mélyedésekben összefolyó csapadék, a függő medrű vízfolyásokból kiszivárgó víz stb. is. A felszíni vízelvezetés célja az ilyen helyi (lokális) káros felszíni víz összegyűjtése árkok, csatornák, nyelők, céldrének stb. segítségével, és elvezetése a területről.

A vízrendezés és a víz elvezetése, néhány kivételtől eltekintve, mindig valamilyen fejlesztési feladathoz kapcsolódik, ez az oka, hogy a vízrendezési tervek általában komplex terv részeként készülnek. Ilyen komplex beruházás *mezőgazdasági területnél* a talajjavítás (melioráció), *belterületnél* a közlekedés és a közművesítés, *ipari területnél* az új technológia megvalósítása, *természetvédelmi területnél* az élőhely kialakítás és a védelem stb.

A gazdasági lehetőségektől és kényszerektől függően a környezetünket változtatjuk, fejlesztjük és ez sok esetben szükségessé teszi a meglévő művek felújítását vagy átalakítását, illetve új víztelenítő hálózat építését. Csatornák és műtárgyainak építése gyakori feladat, például csak csőátereszből több, mint két millió van az országban. E munkák lényeges hatással vannak környezetünkre, ezért is fontos, hogy részletesebben megismerjük ezeket. Ezt szolgálja ez a fejezet, mely a felszíni vízrendezés és vízelvezetés műveinek tervezését, üzemeltetését és fenntartását mutatja be.

3.1.2. A vízrendezési tervek típusai és tartalma

A síkvidéki vízrendezés kapcsán alapvetően két tervtípust különböztetünk meg:

- tanulmánytervet és
- kiviteli tervet.

A *tanulmányterv* célja, hogy egy nagyobb méretű vízrendezés megoldásáról és annak megvalósításáról tájékoztatást adjon. Ez a tervbecslést tartalmaz a feladatok mennyiségére, a költségekre, és ilyen módon segíti a *beruházót* a döntéshozatalban. Mint ahogy az elnevezése is mutatja, az ilyen koncepció jellegű tervek általában tanulmány formáját öltik. Tanulmánytervek főleg akkor készülnek, ha a beruházás nagy területet és több szervezetet érint, vagy ha a fejlesztés szakaszokban valósítható meg. Akkor is ilyen terv készül, amikor számos lehetséges megoldás közül szükséges választani, s a beruházás olyan nagy, hogy *környezeti hatásvizsgálat* készítésének szükségessége is felmerül. Tanulmányterv alapján kivitelezési munkákat nem végezhetünk.

A *kiviteli terv* az előzőhöz képest sokkal részletesebb. Célja, hogy konkrét adatokat szolgáltatson egy tervezett vízrendezés megvalósításához. Ahhoz, hogy egy tervdokumentáció alapján dolgozhassunk, el kell tudnunk igazodni benne, értelmeznünk kell azt. Ez sok esetben nem is egyszerű feladat, hisz még egy kisebb létesítmény dokumentációja is több szöveges és rajzi munkarészt tartalmazhat. A könnyebb eligazodás érdekében minden tervrészt úgy kell kidolgozni, hogy az önmagában is érthető legyen.

Hogyan készül, milyen lépésekből áll a felszíni vízrendezés tervezése? A feladatok megoldásának általános sorrendje a következő:

- a tervezés előkészítő munkái,
- vonalvezetések kidolgozása a táblásítással és az úthálózattal összefüggésben,
- csatornák magassági kialakítása,
- a kivitelre javasolt változat kiválasztása,
- fajlagos és mértékadó vízhozamok meghatározása,
- méretezési vázlat készítése,
- a hálózat hidraulikai méretezése,
- műtárgyak tervezése és méretezése,
- hossz- és keresztiszelvények kidolgozása,
- mennyiségi számítások és költségbecslés készítése,

- számítások összeállítása,
- műszaki leírás véglegesítése, tisztázása,
- a tervdokumentáció összeállítása,
- szükség szerint környezeti hatásvizsgálat elvégzése.

Milyen szöveges és rajzi tervrészeket kell a tervezés során általában készíteni? Általános esetben a felszíni vízrendezéshez a következő munkarészek szükségesek:

- műszaki leírás,
- helyszínrajz (áttekintő és részletes),
- vonalvezetési változatok,
- próba hossz-szelvények szükség szerint,
- méretezési vázlat,
- hossz- és mintakeresztszelvények,
- mennyiségi kimutatás és költségbecslés,
- hidrológiai számítások szükség szerint,
- hidraulikai méretezések szükség szerint,
- gazdaságossági vizsgálatokkal kapcsolatos adatok,
- szükség szerint környezeti hatástanulmány.

A következő pontokban a tervkészítés, építés és üzemelés sorrendjének megfelelően bemutatjuk a tervezés menetét egy kb. 20 km² nagyságú terület példáján. Ennek során felhasználjuk a hidrológia és hidraulika tárgyakban tanultakat, mely ismereteket röviden, inkább ismeretfrissítésként tárgyalunk.

A tervek formai előírásai és szabványos rajzjelei

Ebben a részben olyan általános és főleg technikai jellegű szempontokat foglalunk össze, amelyek minden kiviteli tervre érvényesnek mondhatók.

A tervek sorszámozott szöveges és rajzos részekből állnak. Minden munkarész első oldala vagy formátuma az ún. szabványos szövegmezőt tartalmazza, amelyen fel vannak tüntetve a tervrész fontosabb adatai, azaz címe, a tervező, a méretarány, a dátum stb.

A tervrajzok azért, hogy fénymásolhatók legyenek, sima pauszra vagy milliméterpauszra készülnek, régebben általában tussal vagy rostirónnal, és mind gyakrabban számítógépi tervező programokkal. Előfordul olyan szakhatóság, mely a terveket adathordozón kéri be.

A tervrészek szabvány szerint 21 × 29,6 cm-es méretre formatizáltak. A rajzpapír általában a formátum többszöröse, de előfordul a fél vagy annál nagyobb csonkaformátum is. Meg kell jegyezni, hogy az egészen kis csonkaformátumú rajz, tehát például egy 22 × 31 cm-es papírméret nagyon szerencsétlenül formatizálható, mert az oldalt és felül lévő 1–1 cm mindig visszapöndörödik. Ennek elkerülése céljából a legjobb már a rajzolás megkezdése előtt gondolni a hajtogatásra. A formatizálást azal kell kezdeni, hogy először függőlegesen hajtjuk össze a terveket (a 21 cm-es formátum szélességében), és ez után következik a vízszintes hajtogatás úgy, hogy végül az összehajtogatott tervrészek fedőlapja legyen a szabványos szövegmezőt is tartalmazó formátum.

A rajzok kidolgozásánál, feliratozásánál gondolni kell arra, hogy a munkák kivitelezésénél a tervrajzok jól használhatók legyenek. A kivitelező a terepen, például egy csatorna építésénél, nem adja oda a gépkezelőnek az egész tervdokumentációt, csak a kérdéses csatorna rajzát.

Ezért minden rajzi tervrészt (adott esetben a hossz- és kereszt-szelvényt) úgy kell feliratozni, adatokkal ellátni, hogy az önmagában is egyértelmű legyen. Ez azt jelenti, hogy minden rajzra fel kell írni a feladat címét, a jelmagyarázatot, a műtárgyak méreteit, a magasságokat, a sor-számokat, a megnevezéseket, az utalásokat más rajzrészletekre stb. Így biztosítható, hogy a tervrészek külön-külön is egyértelműen értelmezhetők.

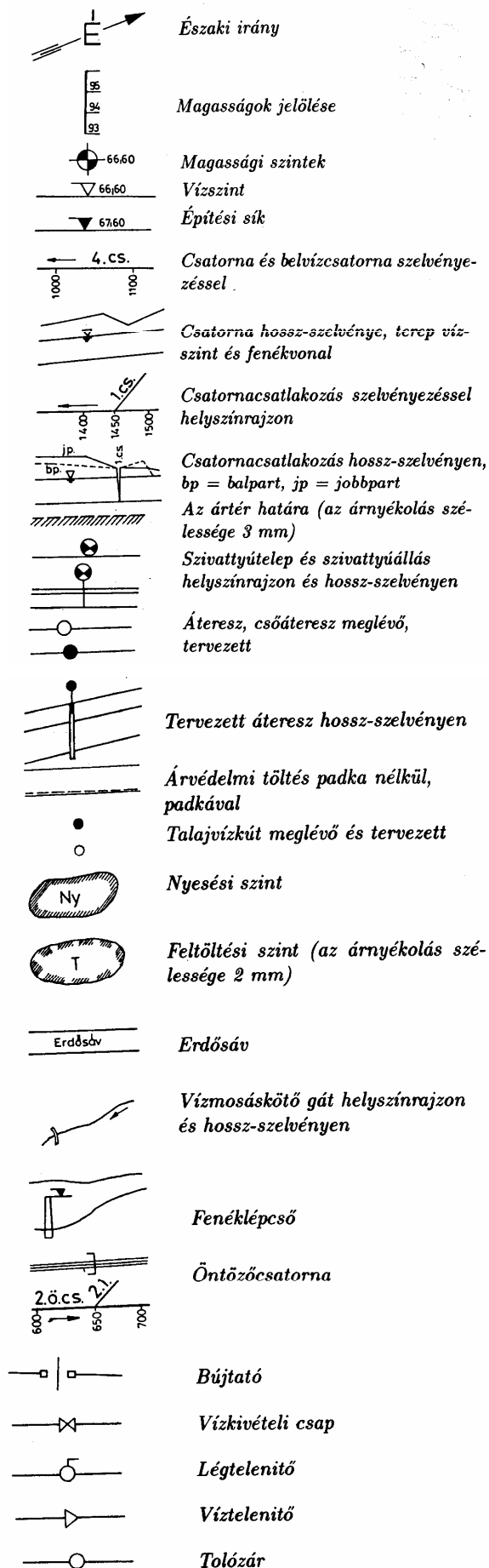
A tervek formai követelményei a gyakorlatban a megjelenítési technológiától függően meglehetősen szigorúak lehetnek. A tervezők egy része adathordozókon dokumentálja a terveket, de szóba jöhet a tervek elektronikus dokumentálása is. Ez utóbbi megkönnyítése céljából a papír minőségétől kezdődően a vonalvastagságig, a betűnagyság és típusig bezárólag mindent előírás szabályoz.

A tervek pontosabb értelmezhetőségét szolgálják a szabványos rajzjelek. A vízépítési tervek rajzjeleit, amelyek egyébként összhangban vannak más építési tervekével, különböző műszaki előírások tartalmazzák. A vonatkozó szabványok felhasználásával a 10. ábrán foglaltuk össze a vízrendezésre vonatkozó legfontosabb rajzjeleket és magyarázatukat. A rajzjelek közül a helyszínrajzon az Észak jel, a hossz-szelvényen pedig a magasság jelölése kötelező.

3.1.3. Felszíni vízelvezetés tervezésének előkészítő munkái

A tervezés előkészítő munkáinak más néven a tervezési előmunkálatoknak célja, az adott terület megismerése és a tervezési alapadatok összegyűjtése. Ez a munka a gyakorlatban irodai adatbeszerzésből, a helyszíni szemlélésből és adatgyűjtésből, valamint a gazdálkodási célok megismeréséből áll. Egy évközi feladatnál ilyen részletes feltárára nincs lehetőség, helyette ezeket az adatokat feltételezés útján vesszük fel, mely a következők elvégzését jelentik:

- a helyszínrajz tanulmányozása, a befolyásoló tényezők számbavétele;
- a domborzat és más természeti adottságok megismerése;
- a vízgyűjtő terület és a rendezendő terület határának megállapítása;
- a legjobban veszélyeztetett részek (mélyedések) kijelölése;
- a befogadók vizsgálata és a bevezetési hely vagy helyek megválasztása.



10. ábra. Fontosabb rajzjelek és magyarázatuk

A helyszínrajzi adatok megismerése

A vízrendezési munkák számbavétele az adott terület megismerésével és az alapadatok összegyűjtésével, helyszíni bejárással kezdődik. E munkafázisban kell a vízrendezést akadályozó, befolyásoló egyéb tényezőket is számba venni, például ilyenek a gyakorlatban lépten-nyomon előforduló elektromos lég- és földvezetékek, postai kábelek, víz-, gáz- és köolajvezetékek és más eltakart tereptárgyak, magasvezetési csatornák, áthelyezendő vízi létesítmények és utak stb., melyek mind valamilyen módon befolyásolhatják a tervezést. A gyakorlatban az ún. *szakhatósági egyeztetés* útján történik az érdekek egyeztetése. *E nélkül tervezést nem lehet sem elkezdni, sem végezni.*

A tervezési terület megismerésére különböző méretarányú helyszínrajzok szolgálhatnak. Kisebb területeknél 1:10000, nagyobbaknál esetleg 1:25000 méretarányt használunk. A térképet a domborzat megismerése, azaz a magaslakok és mélyedések hangsúlyozása céljából ceruzával, esetleg vízfestékkel kiszínezzük.

Úgy kell színezni, hogy a legalacsonyabb szintvonal alatti terület rész a legsötétebb zöld legyen. Ha például egy vízgyűjtőn a legalacsonyabb és legmagasabb szintvonal közötti különbség 3 m, vagyis 6 db 0,5 m-es szintvonalköz van, akkor 8 színárnyalatot célszerű használnunk (4 zöld és 4 barna). A tapasztalat szerint mindkét színből 5-5 jó árnyalat készíthető. Így olyan esetekben, melyeknél a legalacsonyabb és legmagasabb szintvonal közötti különbség 4,5-5 m, a legmagasabb terület részeket (2-3 szintvonalközt) egyformán a legsötétebb barnára célszerű színezni (festeni), ezekre a helyekre úgysem kerül levezetőcsatorna.

A tervezéshez a *legalacsonyabb terület részek érzékelte* a legfontosabb. Ezekre a helyeken, különös gondossággal, szintvonalközönként más és más zöld árnyalatot alkalmazunk.

A vízgyűjtő terület és a veszélyeztetett részek határainak megállapítása

A vízgyűjtő terület (öblözet) határai lehetnek természetes és mesterséges terepalakulatok. Síkvidéki vízgyűjtő terület esetén gyakran nincs lehetőség a természetes vízválasztó megszerkesztésére. Ilyen esetben a határt ott kell megjelölni, ahonnan még célszerű az általunk tervezendő hálózattal elvezetni a vizet. *A természetes vízválasztó szerkesztésénél ügyeljünk arra, hogy ez a vonal a nyeregponatokon áthaladjon, és a szintvonalakra merőleges legyen.*

A *vízgyűjtő határát*, ha a természetes vízválasztó, a fénymásolati helyszínrajzon *vastagabb fekete eredményvonalal jelöljük*, ha viszont mesterséges létesítmény (út, vasút, töltés stb.), akkor azt külön nem szükséges jelölni. A vízgyűjtő terület (a tervezési terület) kiemelésére a természetes és mesterséges *határok külső oldalára 3-5 mm széles piros sávot fessünk* vagy rostirónnal húzzunk.

Veszélyeztetett területek — a vízgyűjtő legmélyebb részein kívül — a talajhibás foltok (szikes sós talajok) akkor, ha mezőgazdasági hasznosításra kerülnek, a függő medrű *vízfolyásokkal határos területek*, valamint az árvédelmi töltések mellett fekvő táblák abban az esetben,

ha a mértékadó vízszintek meghaladják a terepmagasságot. A *domblábi területek* is esetenként veszélyeztetett területek. Ezekkel a feladatokkal általában csak a meliorációval együtt végzett felszíni vízvezetési tervezésnél szükséges foglalkozni.

A gyakorlati tervezésben általában *külön térképen ábrázolják a veszélyeztetett területeket*. Ezt egyszerűbb tervezési feladtnál külön nem készítjük el, de *feltételezzük, hogy a veszélyeztetett területek a vízgyűjtő legmélyebb részeivel azonosak*

Vízgazdálkodási adatfeltárás és az elvi vízjogi engedély

A vízgazdálkodási adatok feltárása hidrológiai és vízrajzi adatok megismerését, a *függőmedrű vízfolyások, magasvezetésű csatornák* hatásának számbavételét jelenti. Fontos továbbá megismerni a befogadó vízfolyások, a területen meglévő különböző csatornák adatait. A legfontosabb vízrajzi adatokat az illetékes vízügyi igazgatóság ún. *elvi vízjogi engedélyben* adja meg, mely egyben tartalmazza a tervezett munka elvi (nem kimunkált) megoldását is.

Egyéb alapadatok

A valós tervek kötelező melléklete a gazdaságossági vizsgálat, melynek alapját rendszerint a várható mezőgazdasági eredmények adják. Ezért egy vízrendezéshez a mezőgazdasági termelés adatait és a vízrendezés utáni várható termelési lehetőségeket is fel kell tárnunk.

A hazai tervezésnél a *geodéziai alapadatok* Balti feletti (m B.f.) viszonyító síkra vonatkoznak. Tudni kell, hogy a vízügyi adatok legnagyobb része viszont az Országos Alapsíkra, más néven az Adria feletti (m A.f.) viszonyító síkra vonatkoznak. Az átszámítás: $m \text{ B.f.} = m \text{ A.f.} - 0,675 \text{ m}$.

Adatfeltárás távérzékelés útján

Az előzőkből is látható, hogy a tervezési terület részletes megismerése, adatainak begyűjtése aprólékos, időigényes, esetenként költséges feladat. A légi fényképezés és más távérzékelési adatbeszerzés a vízrendezés tervezésében is hatékonyan alkalmazható módszer. Ez indokolja, hogy felhasználásukkal legalább vázlatosan foglalkozzunk.

A vízrendezés nagy területeket érint, melyek részletes bejárására rendszerint nincs mód. A helyszíni észlelést, a vízfoltok helyének, kiterjedésének megállapítását, a víz okozta károk becslését a sík terepen a rálátás hiánya, az esetleges magas növényzet, s a nagyméretű táblák is bizonytalanná teszik. A vízrendezés számára a légi felvételezéssel kapott információk és adatok a földön is beszerezhetők, de sokkal nehezebben.

A vízrendezés tervezéséhez nem feltétlenül szükséges metrikus adatokkal rendelkező ún. mérőkamarás légi felvételeket felhasználni. A célnak gyakran megfelelőek a kézi kamarás légi felvételek is, amelyek közel függőleges kameratengellyel készülnek a repülőgépről. Az ebből eredő torzulások a légi felvétel felhasználhatóságát, kiértékelhetőségét nem zavarják. Repülési magassággal kapcsolatos igények a megfigyelendő részletek méreteitől és

az áttekintendő terület nagyságtól függenek. Általában az 500–1500 m magasságból készült légi felvételezés ajánlható.

Vízrendezési jelenségek vizsgálatára a csapadékos tavaszi vagy a száraz nyári *időszak* a legalkalmasabb. Sokszor éppen a növényzet eltérő növekedése, elszíneződése vagy pusztulása mutat rá egy-egy hidrológiai vagy vízháztartási problémára. A inhomogenitás karakteresebbé tételére gyakran célszerű színhelyes színes és hamis színes felvételeket is készíteni, mivel az ilyen felvételek információ tartalma sokszorosa egy ugyanarról a területről készült fekete-fehér felvételének.

Általában elmondható, hogy a légi fényképek értelmezése (interpretálása) gyakorlatot igényel, mivel a tévedés lehetősége nagy (pl. víz, erózió vagy szikes folt a megvilágítástól függően azonosnak látszhat). Az értelmezéshez általában szükség van *helyszíni bejárásra* is, amit a felvételkészítéssel közel egy időben kell elvégezni. Ezt ún. referencia adatgyűjtésnek nevezzük.

Belvízmentes időszakban készült légi fényképekről megállapítható a csatornák állapota, a fenntartásukhoz szükséges padkák és járutak megléte, a csatornákból kikerült föld deponálása, a mérőműtárgyak megléte, az esetleges iszaplerakódások.

Belvízes időszakban készült felvételeken megfigyelhetők a vízállásos, túlnedvesedett és a vízkárt szenvedett területek. Látható a csatornák teltsége, esetleg a műtárgyak visszaduzzasztása. Többnapos időközben fényképezve követhető a belvíz összegyülekezése és a levezetés folyamata. A belvízfoltok alakulásából számítható a levezetendő belvízmennyiség.

Belvízfoltok fényképeinek interpretálásakor meg kell vizsgálni a megvilágítási viszonyokat is. A visszatükröződő, csillogó napfény egyértelműen vízfelület jelenlétére utal. Ha a vízen világos, fényes égbolt vagy megvilágított fehér felhők tükröződnek vissza, akkor a belvízfolt környezeténél világosabb színű. Sötét égbolt vagy visszatükröződő sötét felhők esetén a belvízfoltok a környezetüknél sötétebbek. Sekély foltoknál érvényesülhet a vízen keresztül a talaj színe. A foltokban lévő lebegőanyag-tartalom, esetleg algák jelentősen befolyásolják a foltok tónusát. Meg kell különböztetni a vízfoltokat az erodált talajfelszíntől is. Az erodált talajfelszín szinte mindig világosabb a környezeténél.

A vízállásos területeket általában elvizenyősödött vagy túlnedvesedett területsáv övezi. Vízbörítés vagy túlnedvesedés hatására a növényzet kipusztul, ritkul, vagy kevésbé sűrűsödik, elsatnyul, fejlődésben visszamarad. Ezek a jelenségek a belvíz levonulása után jelentkeznek, és tartósan megmaradnak. A növényzet károsodását nem mindig a belvíz okozza. Előfordulhat, hogy a légi fényképen látható egyes, környezettől eltérő folterózió, defláció, műtrágya-túladozás vagy műtrágyázásból kimaradt területfolt, az előző kaszálások boglyáinak helye, esetleg a talajművelésből kimaradt területrész.

A belvízes jelenségekhez hasonló képet mutatnak a szikes területek. Általában a szikes területek jellegzetes fehér színű márványos rajzolatukkal megkülönböztethetők a vízállásos területektől, de mint említettük, a víz is lehet egészen világos színű és akkor csak a rajzolat hiánya utal az összefüggő vízfelületre.

A vízrendezés tervezéséhez szükséges összes adat nagy része közvetlenül vagy műszeres feldolgozással közvetve leolvasható a légi fényképekről. Különösen sztereoképpáron látható a domborzat, a mélyvonulatok elhelyezkedése, a meglévő vízfolyás és árokhálózat. Egyértelműen megmutatkozik a mezőgazdasági táblaszerkezet és a terület hasznosításának módja, a művelési ág. Megfigyelhetők az egyéb vonalás létesítmények helyei, hogy hol húzódnak vezetékek vagy kábelfektetéshez kiemelt és visszatöltött munkaárkok. Ezen kívül interpretálással a talaj szerkezetére, a lefolyást és összegyülekezést befolyásoló adottságokra, a növényzet mennyiségére és minőségére, az erózió és defláció helyére és mértékére, a várható hordalék lemosódásokra is lehet következtetni.

3.2. A felszíni vízvezető csatornahálózat helyszínrajza

3.2.1. A csatornák vonalvezetése

A felszíni vízvezető csatornákra, funkciójuktól és elhelyezkedésüktől függően, a következő elnevezéseket használjuk:

- befogadó,
- gyűjtőcsatorna,
- táblacsatorna.

A táblacsatornáknál alacsonyabb rendűek a művelési egységeket víztelenítő barázda árkok és csatornák. A hálózat részei lehetnek még a csőátereszek, a zsilipek, a torkolati bevezető műtárgyak, az átemelők, az összekötő vagy árapasztó csatornák, a szivárgóárkok.

A csatornák műszakilag akkor jók, ha jól megfelelnek fő funkciójuknak, azaz a káros vizeket képesek elvezetni. A táblacsatorna nevének megfelelően olyan, hogy barázda árkok és csatornák, továbbá céldrének és meződrének segítségével vagy azok nélkül, összegyűjti és elvezeti a termőföldön időszakosan jelentkező káros vizeket. A gyűjtőcsatorna olyan, hogy minden táblacsatorna vizét más érdekek károsítása nélkül és szabályozottan képes továbbvezetni a befogadóba; a befogadó pedig minden esetben, ha szükséges átemelő műtárgy segítségével is, képes továbbítani a vizet az elvezető vízfolyásba.

Követelmény továbbá, hogy a csatornák a terület hasznosítását lehetőség szerint ne zavarják, a földmunka (költségek) szempontjából kedvezőek legyenek, jól illeszkedjenek a természeti formációkhoz és a birtokviszonyokhoz stb.

A felsorolt elvek és követelmények teljes betartására ritkán van lehetőség, mindig valamilyen kompromisszumra van szükség, s ennek kialakításában mutatkozhat meg a szakemberek felkészültsége, tehetsége.

A terület hasznosítását akkor zavarja a legkevésbé a csatorna, ha egyéb vonalás létesítmény mellé vagy azal együtt készül. Ilyenek az utak és a mezővédő erdősávok és a birtokhatárok. A probléma abból adódik, hogy ezek a "vonalak" nem a csatornák szempontjából kedvező mélyedésekben húzódnak, sőt az utak inkább a

magaspontokat összekötve haladnak. A vízrendezési beavatkozások a tájképi és a tájrendezési igényeknek akkor felelnek meg a legjobban, ha nem szögletes mértani alakzatúak, hanem a természetes formációkat követik. Ezért a csatornák vonalazásánál, amennyire azt a mértani alakzatú birtok-határok engedik, a természetes partvonalvezetésre kell törekedni. (Itt kell megemlíteni, hogy a birtokhatárok akár a múltban, jelenleg sem a természetes határvonalakat követik.)

A csatornák vonalvezetéséhez a következő iránymutatások adhatók.

Befogadó csatornák. A befogadó csatornák lehetőleg a mélyedések összekötésével vagy a mélyvonulatokban a terep esésével egyezően haladjanak és így a vizet a lehető legrövidebben vezessék a főbefogadóba. E csatorna nyomvonala térhet el viszonylag legjobban a szabályossági követelményektől. Azonban e csatornák is igazodjanak a közlekedési hálózathoz, tehát műúttal vagy vasúttal párhuzamosan vagy arra merőlegesen haladjanak, hogy túlzottan ne akadályozzák szabályosabb művelési egységek kialakítását. A befogadó vizének vízfolyásba vagy főcsatornába (recipiensekbe) továbbítása történhet szabályozó zsilippel gravitációsan vagy — árvédelmi töltéssel határolt befogadó esetén — szivattyúzással.

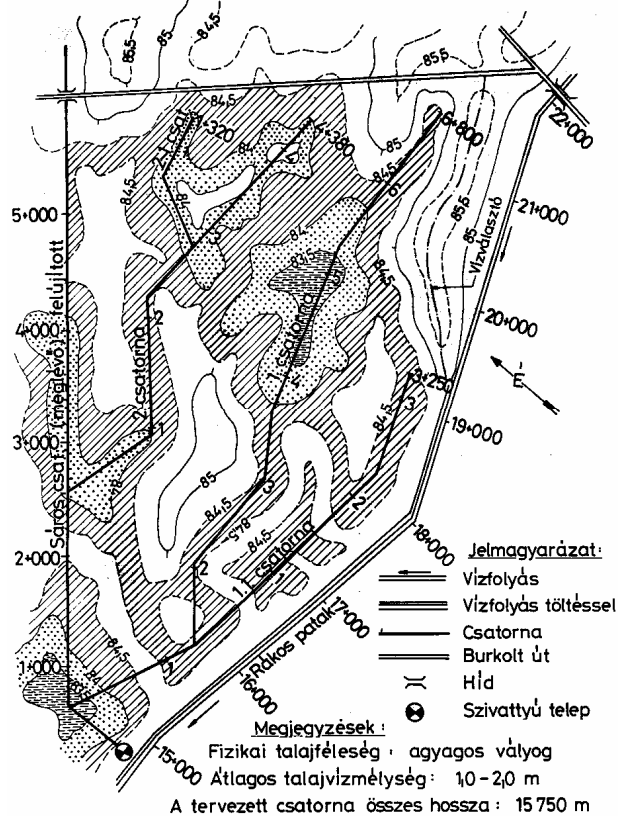
Gyűjtőcsatornák. A gyűjtőcsatornák a táblacsatornák, vagy sűrűbb kiépítés esetén a táblák felszíni vizét fogadják be és vezetik a befogadóba. Az egyes befogadó csatornához tartozó gyűjtőcsatornák általában egymással párhuzamosak. E csatornák esetén törekedni kell a szabályos vonalvezetésre, a lehetőleg derékszögű törésekre és csatlakoztatásokra. A gyűjtőcsatornák — ellentétben a befogadó csatornákkal — általában a terep esésvonalára közel merőlegesen, s a közlekedési hálózattal párhuzamos nyomvonalon haladnak.

Táblacsatornák. A táblacsatornák két tábla vagy két tulajdon határán húzódnak csatornák, amelyek termőföld víztelenítését szolgáló művek vizét és a táblák felszínéről érkező vizeket fogadják be. A táblacsatornák a mezőgazdasági művelési egységekhez, valamint a meglévő közlekedési hálózathoz igazodnak. Tehát vonalvezetésük szabályos és a mezőgazdasági úthálózattal azonos nyomvonalon haladnak, vagyis a táblacsatorna mellett általában földút is van. A táblacsatornákhöz kapcsolódnak a kisebb művelési egységek (egyéni gazdaságok) felszíni vízvezetését biztosító egyedi művek. Ezeket a termőhely sajátosságainak megfelelően a gazdálkodók maguk alakítják ki, sokszor ideiglenes jelleggel. Ezek tervezésével a jegyzetben nem foglalkozunk.

A helyszínrajzon a csatornákat számozni és szelvényezni célszerű. A befogadókat egyjegyű, a gyűjtőcsatornákat kétjegyű és a táblacsatornákat háromjegyű decimális számmal látjuk el. A csatornák szelvényezését a befogadótól kezdjük és rendszerint kilométerenkénti jelölést használunk, de a végszelvényt mindig ellátjuk szelvény számmal. A leírtakat a mellékelt helyszínrajzi példák szemléltetik. A helyszínrajzi vonalvezetés megoldására tekintünk a 11., 12. és 13. ábrákat példaképpen!

A 11. ábrán olyan vonalvezetési megoldás látható, amely nagyon jól illeszkedik a terep mélyvonulataihoz.

Hátrányának mondható, hogy kedvezőtlen egy később kialakításra kerülő úthálózat és táblásítás szempontjából. Földmunkaigénye a három megoldás közül valószínűleg a legnagyobb. Ez a megállapítás csak valószínűsíthető, mert a földmunka mennyiségének becslésére a helyszínrajzon kívül még szükség lenne a csatornák hosszszelvényére is.

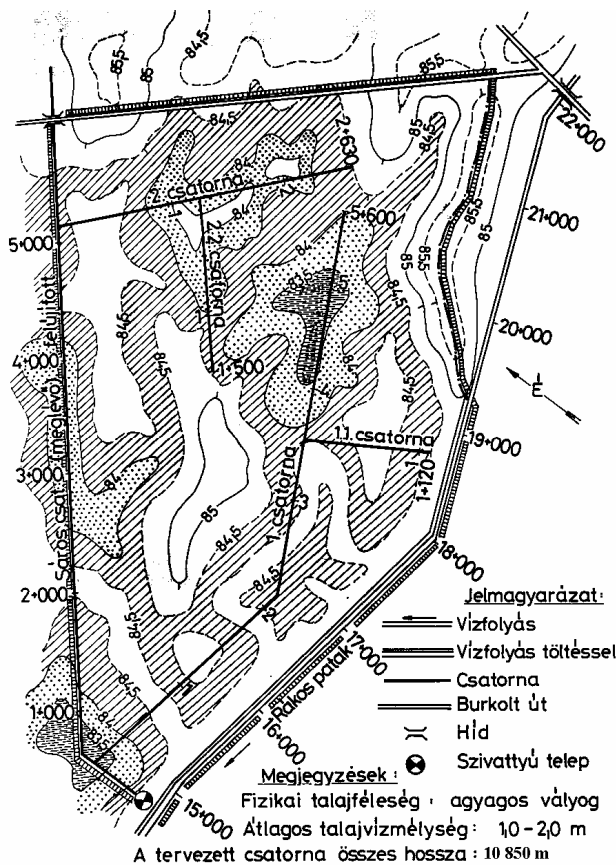


11. ábra. A terep mélyvonulataihoz túlzottan is igazodó hálózat

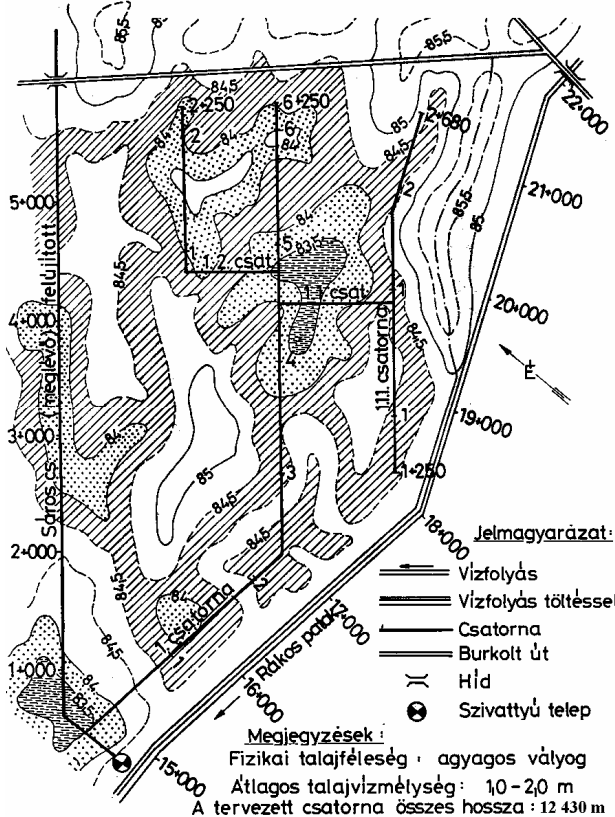
A 12. ábrán egy rövid és többé-kevésbé szabályos elrendezésű csatornahálózat helyszínrajza látható. A csatornák a mélyvonulatokhoz (ahová a felszíni víz összegyűlik) nem mindenütt igazodnak jól. Különösen szembeütően rossz az 1.1. csatorna helyzete, mert ez egy magaslatot metsz ketté ahelyett, hogy a mélyvonulatban húzódná. Egyéb vonatkozásban táblásítás szempontjából ez a változat elfogadható lenne.

Megállapítható, hogy a 13. ábrán látható hálózat csatornái, szinte minden tereptárgyhoz (meglévő csatorna, töltés és vízfolyás) és ugyanakkor a mélyvonulatokhoz is jól illeszkednek. A csatornák egymással párhuzamosak, illetve egymásra merőlegesek. Ahol ez nem így van, ott a töltések vonalával párhuzamos a csatorna nyomvonala. Vegyük észre, hogy a jó vonalvezetéshez nem volt elegendő a szabályos geometria. Arra is szükség volt, hogy a csatornák a mélyvonulatokban (a veszélyeztetett részekben) haladjanak.

A továbbiakban a 11. és a 12. ábrákat vonalvezetési változatoknak, a 13. ábrát pedig a kivitelezésre javasolt helyszínrajznak nevezzük.



12. ábra. A terep mélyvonulataihoz rosszul illeszkedő hálózat



13. ábra. A terephez is igazodó és a táblásítási szempontoknak is megfelelő hálózat

3.2.2. A mezőgazdasági művelési egységek és a földúthálózat

A káros felszíni víz elvezetésére szolgáló csatornák nyomvonalát a természeti adottságokon kívül a mezőgazdasági művelési egységek (föld-tulajdonok) és a meglévő és tervezett földúthálózatok nyomvonalai is megszabják. A csatornahálózatot ezért a tulajdonviszonyok figyelembevételével, valamint a földutakkal együtt tervezik és építik is meg.

A megfelelő földúthálózat a mezőgazdasági termesztés egyik fontos alapfeltétele. Jó minőségű földúthálózat kialakítása költséges feladat, a vízrendezés költségeinek nagy hányadát teszi ki. Ezek az infrastrukturális elemek nyomvonalai rendszerint megtalálhatók a területen, a vízrendezéseknél felújításukról kell gondoskodni. A mezőgazdasági utakat forgalmuk alapján a következő csoportokba lehet sorolni:

- táblaközi utak,
- gyűjtőutak,
- főgyűjtőutak.

A táblaközi utak időszakos vagy állandó jellegűek, az érintett táblák forgalmát szolgálják, egyéb utak becsatlakozása nélkül. A gyűjtőutak vagy korábbi elnevezés szerint dülőutak a velük határos táblák és táblaközi utak

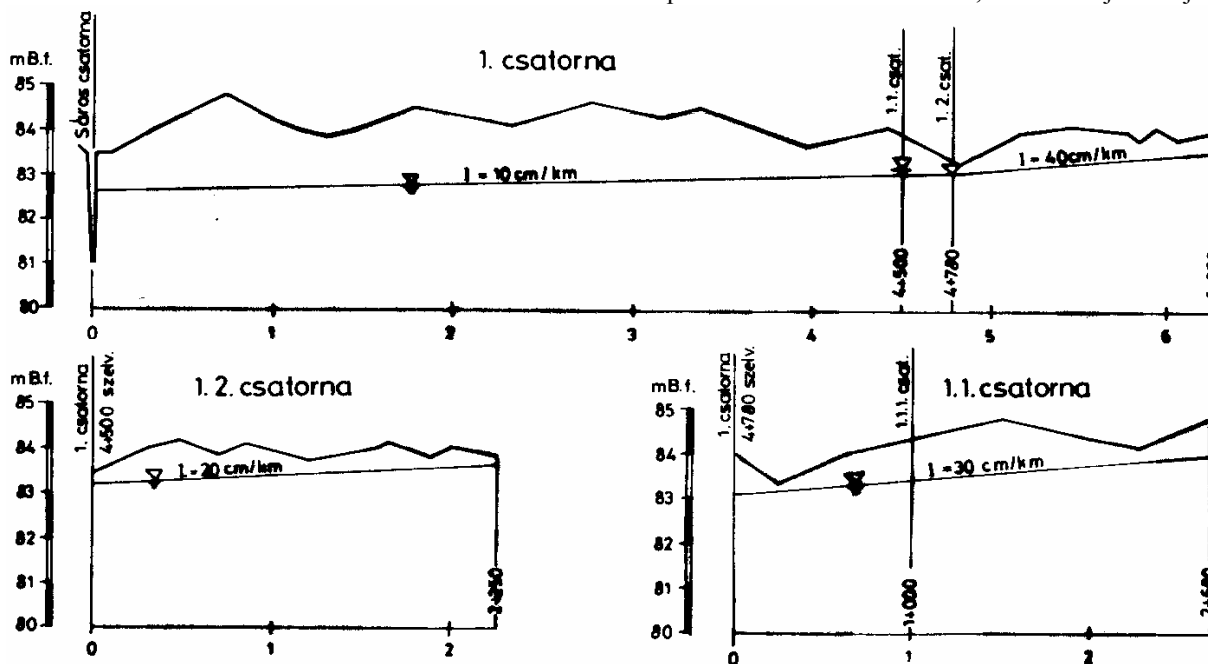
forgalmát továbbítják a főgyűjtőutakra. A főgyűjtőutak a mezőgazdasági üzemi úthálózat gerincét alkotó utak, amelyekre a gyűjtő- és táblaközi utak csatlakoznak. A főgyűjtőutak általában mindig, a gyűjtőutak pedig esetenként stabilizált kivitelben készülnek.

3.3. A csatornák próba hossz-szelvénye

A csatornák próba hossz-szelvényére a levezetési vízszint, azaz a vízfelszín megtervezése miatt van szükség. E hossz-szelvény megmutatja, hogy egy adott nyomvonalú csatornában a víz levezetéséhez szükséges vízszin esés biztosított-e.

Példaképpen tekintsük a 14. ábrát, mely a 13. ábrán látható csatornák hossz-szelvényét mutatja. A hossz-szelvény vízszintes léptéke megegyezik a helyszínrajz méretarányával, a magassági léptéke pedig 1:100, vagyis úgynevezett torzított ábrázolásról van szó.

A hossz-szelvényt kézzel (manuálisan) általában A/4 méretnek megfelelő magasságú milliméterpapírra (pauszra) készítjük. A hossz-szelvényen a terepvonalat és vízfelszint úgy látjuk, mintha a csatorna *bal partján* állnánk és egy képzeletbeli függőleges síkkal elmetszenénk a csatornát a tengelyén keresztül. A metszsvonalak a terepvonal és a vízfelszín vonala, ezt ábrázoljuk a rajzon.



14. ábra. A kivitelezésre javasolt változat csatornáinak próba hossz-szelvényei

A terepvonal a térképről (helyszínrajzról) leolvasható, *egyenesekből álló törtvonal*. A vízfelszint azonban nekünk kell megtervezni. A vízszin esést 10 és 50 cm/km között választjuk meg. A befogadó csatornáknál kivételesen az 5 cm/km esés is elfogadható. Helyenként nagy eséseket is lehet használni, de akkor már vizsgálni kell, hogy nem lesz-e mederkimosódás a nagyobb vízsebesség miatt. Tekintettel arra, hogy építési tervről van szó, az esés értékeit cm/km mértékegységben célszerű megadni, mert így a gépkezelő maga is leolvashatja a tervről az építéshez szükséges adatokat.

Síkvidéki területen gyakran előfordulhat, különösen hosszabb befogadó főcsatornánál, hogy a megadott 10 cm/km minimális esés nem érhető el az indokolatlanul nagy földmunka vagy egyéb objektív akadályok miatt. Ilyen akadályok lehetnek a meglévő műtárgyak, a kedvezőtlen, megcsúszásra hajlamos altalaj rétegződés, a nagy területvesztés, fenntartási és üzemeltetési problémák stb. Ez a magyarázata annak, hogy az árapasztó csatornákon kívül is sok olyan csatorna van az országban, amelynek vízszin esése csak néhány cm/km, fenékvonala pedig gyakorlatilag vízszintes.

A vízfelszín tervezését a táblacsatornákon kezdjük, mert így a gyűjtőcsatornán már kiadódik a táblacsatornák csatlakozási szintje. Ezt követően rajzoljuk meg a gyűjtőcsatorna vízfelszínét, ügyelve arra, hogy a földmunka is kicsi legyen, de a táblacsatornákból is zavartalanul befolyhasson a víz a gyűjtőcsatornába.

A mértékadó vízhozamhoz tartozó vízszin általában legalább 20 cm-rel a terep alatt maradjon. Ezt az értéket nevezzük biztonságnak. A vízszin tervezésénél ügyelni kell arra, hogy a csatornák a mértékadó (kiépítési) vízhozamot kiöntések nélkül vagy csak a terv szerint megszabott helyeken való kiöntéssel vezessék el. Néhány mélyedésnél azonban a földmunka minimumra törekvés érdekében, megengedhető egy kisebb mértékű kiöntés, hogy az egész hálózat vízszintje e miatt ne kerüljön mélyebbre, vagyis a földmunka ne legyen aránytalanul nagy. Ennek összességében kedvező környezeti hatásai is vannak.

Tervezéskor a vízszinteket a műtárgyak által okozott visszaduzzasztási magasságvesztések figyelembevételével kell megállapítani. Egy átereszt megengedhető visszaduzzasztása 5 cm, gyakorlatban azonban ennél nagyobb érték is kialakulhat uszadékok miatt.

A próba hossz-szelvények megtervezése után tehát már ismerjük a csatornák vízszínét és azok esését, de nem ismerjük a csatornák fenékvonalát. Ahhoz, hogy ezt megtervezhessük, szükségünk van a csatornák vízhozamára, mert ennek alapján tudjuk kiszámítani a levonulási vízmélységet, amely majd kijelöli a fenékvonalat.

3.4. A vízelvezető hálózat hidrológiai méretezése

A belvízhálózat és a felszíni víz elvezetésére szolgáló csatornahálózat hidrológiai méretezése a levezetésre kerülő vízmennyiségek, vagyis a mértékadó vízhozamok meghatározását jelenti. A mértékadó vízhozamokat a *fajlagos vízhozam* (q) alapján számítjuk, melynek mértékegysége l/s-ha vagy l/s·km²; ez olyan átlagos vízhozam, amely a vizsgált csatornaszelvényhez egységnyi területről egységnyi idő alatt érkezik.

A q fajlagos vízhozam több részből tevődik össze, mégpedig:

- a csapadékból,
- az öntözővíz csurgalékvizéből,
- a talajvíz hozzáfolyásból és
- a töltések alatt átszivárgó vízből.

Az egyes tényezők közül az egyidejűleg jelentkezőket kell figyelembe venni. Leggyakrabban azonban *csak a csapadékból származó felszíni vizet* vesszük számításba.

Általában elmondható, hogy a vízelvezető rendszerek mértékadó fajlagos vízhozamának meghatározására egyértelmű módszer nem alakult ki, illetve nincs. Ezért többféle módszert alkalmazunk, s a kapott eredmények összevetésével és mérlegetéssel választjuk ki a mértékadó értéket. A feladat jellegéből következik, hogy tökéletes pontosságot nem lehet elérni, de törekedni kell arra, hogy a tervezett rendszerünk se alulméretezett, se túlméretezett ne legyen. *Fontos mérlegetési szempont, hogy a belvízrendszer elvileg akkor megfelelően méretezett, ha a kiépítés (fejlesztés) és üzemeltetés költségei egy hosszabb időszak belvízkáraival együttesen a legkisebb összeget teszik ki.*

Azt is meg kell jegyezni, hogy — a gépi földmunkák miatt — sok esetben az építéstechnológia szabja meg a csatornaszelvény méretét, s nem pedig hidrológiai–hidraulikai szempontok. A gépi kivitelezésű csatorna ún. *minimálszelvénye* olyan, hogy kis esés esetén is alkalmas 3–400 ha nagyságú terület vízének elvezetésére. Mindezek ellenére a befogadó, a szivattyútelep, valamint a belvízgazdálkodás és vízkormányzás szempontjából a levezetendő mértékadó vízhozamok meghatározása alapvető feladat.

A fajlagos vízhozamok valószínűsége

Egy vizsgált szelvényben a Q vízhozamok összessége egyben valószínűségi változó is. Így például, beszélhetünk $p=1\%$ -os valószínűségű, azaz 100 éves visszatérési idejű vízhozamról, vagy például $p=50\%$ -os valószínűségű, azaz átlagban kétévénként várható vízhozamról. A számítási valószínűségnek olyannak kell lennie, hogy a méretezendő műtárgy gazdaságos is legyen és műszakilag is megfeleljen.

A gazdasági erőforrásoknak megfelelően korábban inkább kisebb vízhozamokra történt a méretezés. A területek értékének növekedése miatt is, napjainkban a földművek szempontjából a $p=5\%$ -os valószínűségű (átlagosan 20 évenként elforduló) *belvízhozam zavartalan elvezetését tekintik mértékadó vízhozamnak*. A vízelöntést jobban tűrő területeken (például zömmel legelővel borított vízgyűjtőn) megfelelő lehet a $p=10\%$ -os vízhozamra való kiépítés. A félévi tervezési feladatnál a mértékadó vízhozam valószínűsége:

- belvízrendszerrel vagy belvízöblözetnél, ahol a szelvény vízgyűjtője $A > 10 \text{ km}^2$, $p = 20\%$, azaz 5 éves visszatérési idejű vízhozam terhelésre méretezünk,
- egyszerű földcsatornáknál, ahol a szelvény vízgyűjtője $A < 10 \text{ km}^2$, $p = 5\%$, azaz 20 éves visszatérési idejű vízhozam terhelésre méretezünk,
- átjáró műtárgyknál (átereszt és táblabejáró), $p = 2\%$, azaz 50 éves visszatérési idejű vízhozam terhelésre méretezünk,
- települések csapadékvíz-elvezető műveit, $p = 3\%$, azaz 33 éves visszatérési idejű vízhozam terhelésre méretezünk.

Általános, hogy a fajlagos vízhozam meghatározására szolgáló segédletek csak egy bizonyos valószínűséghez tartozó értékeket adnak meg, ezért szükséges lehet azok átszámítása. Ha a $p=10\%$ -os előfordulási valószínűségű vízhozamot (szorzó-tényezőjét) 1,0-nek vesszük, akkor az ettől eltérő előfordulási valószínűségű vízhozamokat a 7. táblázat segítségével határozhatjuk meg. (A táblázatot az MI 10–451 jelű „Síkvidéki vízgyűjtők mértékadó fajlagos vízhozamának meghatározása” című műszaki irányelv alapján adtuk meg.)

A továbbiakban a fajlagos vízhozam meghatározási módszerei közül a következő eljárásokkal foglalkozunk:

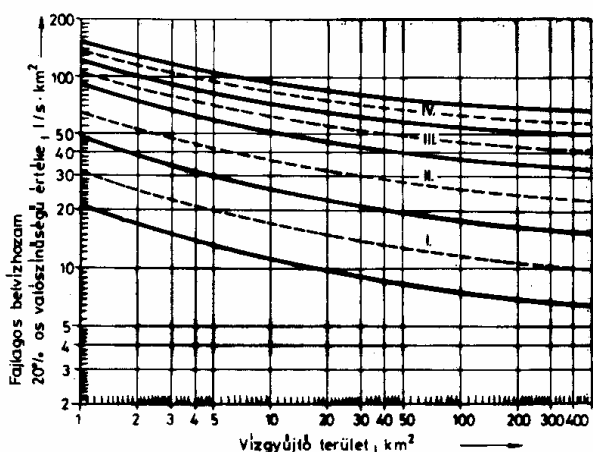
- a) *Fajlagos vízhozam meghatározása tapasztalati értékek alapján becsléssel;*
- b) *Fajlagos vízhozam számítása összegyűlekezési idő és tározás alapján;*
- c) *Fajlagos vízhozam számítása racionális méretezési módszerrel síkvidéki településekről érkező vízhozamok meghatározására.*

7. táblázat. Átszámítási szorzótényezők

Előfordulási valószínűség, %	Átlagos visszatérési idő, év	Szorzótényező
50	2	0,62
25	4	0,80
20	5	0,85
10	10	1,00
5	20	1,19
4	25	1,23
2	50	1,45
1	100	1,70

3.4.1. Fajlagos vízhozam meghatározása tapasztalati értékek alapján becsléssel

A becsléssel történő lefolyásszámításhoz a 15. ábra és a 8. táblázat szolgáltató módszert. Azon síkvidéki területeknél használható, amelyeknél a sokévi csapadékátlag a 600 mm-t nem haladja meg, ellenkező esetben a csapadéktöbblettel arányosan a kapott eredményt növelni kell. Először a vízgyűjtőt a talajterkép, a talajvízterkép (vagy talajvíz adatok) alapján be kell sorolni az I–IV. kategóriák valamelyikébe. Az egyes kategóriákat a fizikai talajféleség és a talajvízszint terep alatti mélysége szerint a 8. táblázat tartalmazza.



15. ábra. A 20%-os valószínűségű mértékadó fajlagos belvízhozam tájékoztató értékei

9. táblázat. A vízgyűjtő terület alakja, esése és kapcsolata a fajlagos vízhozammal

A vízgyűjtő hosszának és alakjának szélességének aránya	A vízgyűjtő elnevezése	A vízgyűjtő esése, m/km		
		kicsi (< 0,2)	közepes (0,2–0,4)	nagy (> 0,4)
> 2:1	elnyújtott	jelentősen csökkenti	csökkenti	–
1:1–2:1	normális	csökkenti	–	növeli
< 1:1	zömök	–	növeli	növeli

Megoldás:

Az adatok alapján megállapíthatjuk, hogy használható a 15. ábra és a 8. táblázat segítségével ismertetett becslési módszer. A vízgyűjtő kategóriája a táblázat szerint 25%-ban III. kategória és 75%-ban IV. kategória. Ezek alapján a 13,0 km² vízgyűjtő területéhez tartozó fajlagos lefolyási értékek az ábráról leolvashatók: a III.

8. táblázat. Síkvidéki vízgyűjtők kategóriái

A kategória jele	Fizikai talajféleség	Sokévi átlagos talajvízmélység, m
I.	Homok, homokos vályog	> 2,5
	Vályog	> 2,5
II.	Homok és homokos vályog	< 2,5
	Vályog Agyagos vályog	1,5 – 2,5 > 2,5
III.	Vályog	< 1,5
	Agyagos vályog Agyag	1,5 – 2,5 > 2,5
IV.	Agyagos vályog	< 1,5
	Agyag Szikes	< 2,5 bármilyen

A lefolyás értékét befolyásolja a vízgyűjtő alakja és esése. Ha a vízgyűjtő alakja ún. normális, a terepesés pedig közepes mértékű, akkor — a vízgyűjtő terület függvényében — a 15. ábrán a megfelelő kategóriasávok középvonalát (szaggatott vonal) kell leolvasni. Ellenkező esetben — a 9. táblázatban közölt tendenciákat figyelembe véve — a kategóriasáv alsó vagy felső részében kell a becslést végezni. A vízgyűjtő terület alakját a főcsatorna irányában mért hosszának és az erre merőlegesen mért szélességének aránya jellemzi.

Ha a vízgyűjtő talaj- és talajvízadottságai az I–IV. kategóriák valamelyikébe való besorolást egyértelműen nem teszik lehetővé, akkor a területet közel azonos nagyságú és egyöntetű adottságú részekre kell bontani és a becslést ennek megfelelően többször elvégezni, majd az eredmények középértékét venni. Ebben az esetben a vízgyűjtő terület nagysága és alakja mindig a teljes vízgyűjtőre vonatkozik.

2. példa. A mértékadó belvízhozam számítása becsléssel

Egy alföldi terület befogadó csatornájának tiszai torkolati szelvényéhez 13 km² nagyságú vízgyűjtő terület tartozik. A fizikai talajféleség a terület 25%-án (3,3 km²-en) agyag, a 75%-án (9,7 km²-en) pedig a nehéz agyag kategóriába tartozó szik. A talajvíz sokévi átlagos mélysége 2,0 m. Az évi csapadékátlag kb. 600 mm. A vízgyűjtő alakja a normális kategóriába sorolható, a felszín esése pedig a közepesbe. Határozzuk meg a torkolati szelvény 20%-os valószínűségű mértékadó vízhozamát és a vízgyűjtő fajlagos vízhozamát!



kategóriánál $q = 50 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$, és a IV. kategóriánál $q = 90 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$

A területnagyságokkal súlyozott átlagos fajlagos lefolyási érték a kb. 13,0 km²-es vízgyűjtőre:
 $q_{\text{atl}} = 0,25 \cdot 50 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2 + 0,75 \cdot 90 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2 = 80,0 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$,
 vagyis a kisebb nagyságú területeknél inkább használhatóbb mértékegységben $q_{\text{atl}} = 0,80 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$.

A torkolati szelvény vízhozama:

$$Q = 3,3 \text{ km}^2 \cdot 50 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 + 9,7 \text{ km}^2 \cdot 90 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 = 13,0 \text{ km}^2 \cdot 80 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 = 1040 \text{ l/s} \approx 1,0 \text{ m}^3/\text{s}.$$

3. példa. Belvízi szivattyútelep mértékadó vízhozamának meghatározása becsléssel

Egy belvízöblözet víztelenítésére szolgáló szivattyútelephez $A=80 \text{ km}^2$ nagyságú vízgyűjtő terület tartozik. A fizikai talajféleség változatos, általában agyagos vályog, vályog és agyag fordul elő a területen. A vízgyűjtő alakja a normális kategóriába sorolható. A terepesés, illetve a csatornák vízszín esése kicsi. A vízszállító csatornák karbantartottsága közepes, vagyis a belvíz a szivattyúzás ütemében a torkolathoz érkezik.

Határozzuk meg a belvízi szivattyútelep, azaz a torkolati szelvény 20%-os valószínűségű mértékadó vízhozamát és a vízgyűjtő fajlagos vízhozamát!

Megoldás:

A 8. táblázat alapján a vízgyűjtő a III. kategóriába sorolható, a 9. táblázat alapján pedig az átlagoshoz képest kisebb lefolyásra lehet számítani. Az adatok alapján megállapíthatjuk, hogy használható a 15. ábra, mely szerint a 80 km^2 vízgyűjtő területhez tartozó fajlagos lefolyási érték — figyelembe véve a kis terepesést — a III. kategóriánál $q = 36 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$, azaz $0,36 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$. A torkolati szelvény vízhozama, azaz a szivattyútelep mértékadó vízhozama:

$$Q = A \cdot q = 80 \cdot 36 = 2880 \text{ l/s} = 2,9 \text{ m}^3/\text{s}.$$

3.4.2. A fajlagos vízhozam az összegyülekezési idő és a tározás alapján

Az összegyülekezési elméleten alapuló módszer lényege, hogy a fajlagos vízhozamot az összegyülekezési idővel azonos időtartamú csapadékból kiindulva számítjuk, mert ez a csapadék adja a legnagyobb árhullám csúcsot. Ugyanakkor hangsúlyozni kell, hogy az összegyülekezési elmélet síkvidéki területek esetében — a kis terepesés és az emberi beavatkozások domináló volta miatt — csak korlátozottan alkalmazható. Figyelembe kell venni, hogy síkvidéki területeken a lefolyó víz nincs folyamatos mozgásban, hanem a területen hosszabb-rövidebb ideig tározódik és esetleg belvízi elöntéseket is okoz.

A lefolyás (L) és a csapadék (P) egymáshoz viszonyított arányát (hányadosát) lefolyási hányadnak nevezük. Ugyanennek az értéknek a neve, ha általános esetről és ha átlagértékről van szó, lefolyási tényező (α).

A csapadékból származó fajlagos vízhozam a csapadék összegyülekezési és levezetési idejét, továbbá a növények vagy az agrotechnikai munkák túrésai idejét figyelembe véve:

$$q = \alpha \frac{t \cdot i}{t + \tau} \text{ (mm/h)} \quad (3)$$

képlettel számítható, ahol

q — a fajlagos vízhozam, mm/h;

α — a lefolyási tényező;

t — a csapadék összegyülekezési ideje, h;

i — az összegyülekezési idővel azonos időtartamú csapadék átlagos intenzitása, mm/h;

τ — a terepen és a csatornában megengedett τ_1 tározási és τ_2 levezetési vagy levonulási idő összege, h.

A (3) összefüggés mm/h mértékegységű, amely a vízhozam számításokhoz eléggé nehézkes. Gyakoribb, hogy a q fajlagos vízhozamot l/s·km²-ben, a $(t + \tau)$ összes tározási időt napban és a h csapadékmagasságot mm mértékegységben szeretnénk megadni, illetve megkapni. A (3) képlet erre az esetre átalakított formában:

$$q = 11,57 \alpha \frac{h}{t + \tau} \text{ (l/s} \cdot \text{km}^2) \quad (4)$$

ahol tehát h mm, t és τ pedig d mértékegységű.

A mértékadó csapadék számítása

A 24 óránál rövidebb időtartamú csapadékok intenzitását az

$$i = a \cdot t^{-m} \quad (5)$$

és a lehullott csapadék mennyiségét pedig a

$$h = a \cdot t^n \quad (6)$$

képlettel számíthatjuk, ahol

i — a csapadékin tenzitás, mm/h, vagy csapadékhozam, l/s·ha;

h — a t időtartam alatt lehullott csapadékösszeg, mm;

t — a csapadék időtartama, h vagy 10 perc egységben;

a, m, n — függvényállandók.

A függvényállandók értékét a behelyettesítési mértékegységek szabják meg, értelemszerűen ez lehet l/s·ha (csapadékhozam), mm/h (csapadékin tenzitás) vagy mm (csapadékmagasság). A függvényállandók attól függenek, hogy milyen valószínűségű csapadékot akarunk meghatározni. A csapadék valószínűségi értéke, mint már korábban is szerepelt, megegyezik a keresett fajlagos vízhozam valószínűségi értékével.

Az (5) és (6) képlet állandóit 10–180 perc (3 óra) időtartamú csapadékokra vonatkozóan a 10. táblázat és a 3–24 óra időtartamúakét pedig a 11. táblázat tartalmazza.

10. táblázat. A 10–180 perc időtartamú csapadékmaximum függvény állandói

Visszatérési idő (gyakoriság) év	Intenzitás, i			Csapadékösszeg, h , mm	
	m	a l/s·ha	a mm/h	n	a
100	0,75	660	238	0,25	39,6
50	0,74	560	202	0,26	33,6
33	0,74	500	180	0,26	30,0
20	0,73	440	158	0,27	26,4
10	0,72	365	131	0,28	21,9
4	0,72	270	97	0,28	16,2
2	0,71	203	73	0,29	12,2
1	0,69	133	48	0,31	8,0

Figyelem! A t értékeit az (5) és (6) képletbe 10 percben kell behelyettesíteni! Például, ha a 35 perces időtartamú csapadék intenzitását keressük, akkor $t = 3,5$.

Az α lefolyási tényező

A 12. táblázat az α lefolyási tényező 50%-os valószínűségű (átlagos) értékét tartalmazza. A gyakorlatban a keresett vízhozam előfordulási valószínűségétől függetlenül, mindenféle számításához, ezeket az átlagértékeket

vesszük alapul, mert e jellemző az éppen aktuális környezeti állapottól nagymértékben függ, s ezért pontosabban nem tudjuk meghatározni.

t, összegyülekezési idő számítása

Az összegyülekezési időt elvileg a terepen és a csatornahálózatban való vízmozgás sebességéből, a megfelelő úthosszak alapján számítjuk ki. A terepen való vízmozgást a növénytakaró és a talajfelszín szezonális változása, a mikrodomborzati viszonyok eltérései miatt nehezen lehet becsülni. A csatornában való vízmozgás sebességét fokozatos közelítéssel, előre felvett csatornajellemzők segítségével, hidraulikai összefüggésekkel (például a Chézy-képlettel) viszont pontosabban lehet számítani. E mellett mérlegelni kell, hogy síkvidéki területen a víz egy része először a mikromélyedésekben gyűlik össze és onnan folyik a csatornába. Ezért az összegyülekezést a részvízgyűjtők összegyülekezési idejének valamilyen területnagysággal súlyozott átlagával lenne helyesebb számolni.

A gyakorlatban sokszor olyan egyszerűsítéssel élünk, hogy a csapadék összegyülekezési idejét, azaz a mértékadó csapadék időtartamát (t) igen egyszerű módon, a csatornahálózat hosszának arányában választjuk meg. Például a t értéket csatornahossz arányában 1–24 óra értéktartományban, becsléssel vesszük fel. Az 1 km-

nél rövidebb csatornahossznál t = 1 óra és a 8 km vagy ennél hosszabb csatornával rendelkező szelvénynél t = 24 óra összegyülekezési időt veszünk számításba. Az 1 és 8 km közötti csatornahosszakhoz pedig interpolálással számítjuk a t összegyülekezési időt.

Az egyszerűsítéshez az adja az alapot, hogy a különböző vizsgálatok szerint az Alföldön a kis vízgyűjtők (táblák, tömbök) mértékadó lefolyása az 1–24 órás ún. rövid időtartamú csapadékokból keletkezik.

11. táblázat. A 3–24 órás időtartamú csapadékmaximum függvény állandói

Visszatérési idő (gyakoriság) év	Intenzitás, i			Csapadékösszeg, h, mm	
	m	a	a	n	a
	l/s-ha			mm/h	
100	0,76	168	60,5	0,24	60,5
50	0,76	143	51,5	0,24	51,5
33	0,76	130	47,0	0,24	47,0
20	0,76	116	42,0	0,24	42,0
10	0,77	96	34,5	0,23	34,5
4	0,78	74	26,5	0,22	26,5
2	0,79	58	21,0	0,21	21,0
1	0,80	44	16,0	0,20	16,0

Figyelem! A t értékét a (4) és az (5) képletbe óra mértékegységben kell behelyettesíteni!

12. táblázat. Az α lefolyási tényező átlagos értékei

Fizikai talajféleség vagy talaj minőség	A sokévi átlagos talajvízmélység (H) a terep alatt m-ben											
	> 3,0			2,0–3,0			1,0–2,0			< 1,0		
	télvégi tavaszi	nyári	őszi	télvégi tavaszi	nyári	őszi	télvégi tavaszi	nyári	őszi	télvégi tavaszi	nyári	őszi
	időszak			időszak			időszak			időszak		
Homok	0,07	0,01	0,01	0,10	0,02	0,02	0,14	0,05	0,03	0,18	0,10	0,07
Homokos vályog	0,12	0,02	0,02	0,15	0,04	0,03	0,18	0,08	0,06	0,21	0,12	0,08
Vályog	0,18	0,04	0,03	0,20	0,07	0,05	0,22	0,11	0,07	0,26	0,15	0,11
Agyagos vályog	0,25	0,10	0,07	0,27	0,12	0,08	0,30	0,15	0,11	0,32	0,18	0,12
Agyag	0,35	0,15	0,11	0,36	0,17	0,12	0,37	0,18	0,13	0,40	0,20	0,14
Szikes	0,40	0,18	0,12	0,41	0,20	0,14	0,42	0,22	0,15	0,45	0,23	0,17
Terméketlen szik	0,46	0,25	0,17	0,47	0,27	0,18	0,48	0,28	0,20	0,51	0,30	0,21

τ tározási és levezetési idő

A számításokhoz a csapadék terepen való összegyülekezési idején (t) kívül szükség van a τ = τ₁ + τ₂ összegre, ahol a τ₁ tározási és a τ₂ levezetési vagy levonulási idő.

A τ₁ tározási idő meghatározására általános esetben használhatjuk a szabványos értékeket, melyek síkvidéki szántóföldi területeken:

- télvégi-tavaszi időszakban τ₁ ≤ 7,0 nap,
- nyári (tenyész-) időszakban τ₁ ≤ 0,5 nap,
- őszi (betakarítási) időszakban τ₁ ≤ 2,0 nap.

A τ₂ levezetési vagy levonulási idő a tározó hely térfogatától, a csatornában való vízmozgás sebességéből, valamint a megtett úthosszból számítható. Mivel az ár hullámok levonulásának kiszámítása eléggé bonyolult feladat, gyakran itt is megelégszünk a becsléssel és a τ₂ értékét 0,5–5 nap között választjuk meg a csatornák és az

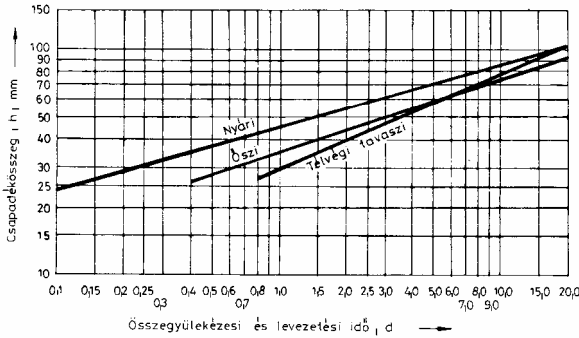
átemelő szivattyútelepek hidraulikai teljesítőképességének függvényében. A szigorúbb értékek tenyészidőszakban vannak, ilyenkor egy-egy szántóföldi táblánál a τ = τ₁ + τ₂ összegét 1 napnak, azaz 24 órának vesszük, ültetvényeknél vagy más értékesebb kultúráknál pedig τ = 0,5 napnak.

Grafikus megoldás

A 16. ábra segítségével a különböző évszakok 20%-os valószínűségű (5 éves visszatérési idejű) csapadék értékeit lehet meghatározni. Az ábra a nyári csapadékokra ugyanazt az értéket adja, mint a (5) és (6) képletek. Az ábráról leolvasott értéknek a (4) képletbe való behelyettesítésével a q, fajlagos vízhozam 20%-os értékét kaphatjuk meg.

Az előzőek alapján a fajlagos vízhozam számításának lépéseit röviden a következőképpen foglalhatjuk össze:

- az α lefolyási tényező meghatározása,
- az összegyülekezési időnek, a mértékadó csapadék időtartamának (t) kiszámítása,
- a mértékadó csapadékintenzitás (i) kiszámítása,
- a tározási és levonulási vagy levezetési idő (τ) felvétele, majd
- a meghatározott adatokból a q számítása.



16. ábra. A 20%-os előfordulási valószínűségű 0,5–20 nap időtartamú csapadékösszegek

4. példa. A fajlagos vízhozam meghatározása az összegyülekezés és tározás figyelembevételével

Adott a 17. ábra (lásd hátrább) szerinti extenzív hasznosítású terület (legelő) és az ennek víztelenítésére tervezett csatornahálózat. Ezen összesen hét szelvényt kívánunk méretezni. Példaképpen határozzuk meg az 1. és a 2. szelvényekhez tartozó t_1 összegyülekezési időket, majd a mértékadó csapadékot, α lefolyási tényezőt, τ tározási időt és ezek alapján a q_1 és q_2 mértékadó fajlagos vízhozamot! A hosszadatokat a helyszínrajzon kívül pontosabban még a 14. ábrán látható próba hosszszelvények tartalmazzák.

a) Összegyülekezési idő meghatározása:

Az 1 km-nél rövidebb csatornahosszaknál $t_1 = 1$ óra, a 8 km-nél hosszabbaknál $t_1 = 24$ óra, a közttes hosszaknál pedig lineáris interpolálással számoljuk a t_1 összegyülekezési időt.

Az L_1 hosszát az 1. csatorna 1–3 szelvényeinek távolsága (4,50 km) és az 1.1. csatorna hosszának (2,68 km) összege adja, azaz $L_1 = 7,18$ km. A t_1 értékeit, interpolálva az 1 és 24 óra között kapjuk, $t_1 = 3 \cdot 7,18 = 21,5$ h és $t_2 = 3 \cdot 2,68 = 8,0$ h.

b) A mértékadó csapadékok számítása:

Határozzuk meg a 10%-os valószínűségű, t_i időtartamú mértékadó i_i csapadékintenzitás értékeket, valamint a h_i csapadékösszegeket!

A számítást az (5) képlettel végezzük el, melynek függvényállandóit a 11. táblázatból nézzük ki.

$$i_1 = a \cdot t^{-m} = 34,5 \cdot 21,5^{-0,77} = 3,24 \text{ mm/h},$$

azaz $h_1 = 69,5$ mm, és $i_2 = 6,98$ mm/h azaz $h_2 = 55,7$ mm.

c) A lefolyási tényező meghatározása:

Az α értékét a 12. táblázat alapján határozzuk meg, figyelembe véve, hogy a vízgyűjtőn a talaj agyagos vályog, továbbá, hogy az átlagos talajvízmélység (H) 2,0–3,0 m között változik. A 12. táblázatból kiolvasható, hogy nyári (tenyészidőszak) esetén az $\alpha = 0,12$.

d) A 10%-os valószínűségű q_i mértékadó fajlagos vízhozam:

A számítást a (4) képlettel végezzük el. A tározási és levonulási időt a tenyészidőszakban $\tau = 1,0$ napnak vesszük fel.

$$q = 11,57 \cdot \frac{h}{t + \tau} \text{ (l/s} \cdot \text{km}^2\text{)},$$

vagyis $q_1 = 50,8$ l/s·km² és $q_2 = 58,0$ l/s·km².

5. példa. A fajlagos vízhozam számítása segédlet alapján

Egy kisebb $A_1 = 3,3$ ha nagyságú ültetvény jellegű területen egy mélyedés található, melynek közepére felszíni víznyelőket tervezünk. A mélyedésben a talajvíz a tenyészidőszakban általában 1,0–2,0 m között van. A terület fizikai talajfélesége agyag. A kiindulási adatok szerint a csapadék összegyülekezési ideje $t = 6$ óra, azaz 0,25 nap és a mélyedésben a víz megengedhető tározási és levonulási ideje, $\tau = 0,5$ nap.

Határozzuk meg az $A_1 = 3,3$ ha nagyságú vízgyűjtő 20%-os valószínűségű fajlagos vízhozamát!

Megoldás:

A vizsgált vízgyűjtő viszonylag kis terület. Ilyen esetben egy-egy helyi nagycsapadék a mértékadó, amelynek „szeszója” a nyári tenyészidőszak. A számítást ennek megfelelő adatokkal végezhetjük el.

A 16. ábra alapján a $t = 0,25$ nap értékhez $h = 31$ mm csapadékösszeg tartozik. (Ugyanezt az eredményt adja a (6) képlet is $t = 6$ óra értékhez.) A 12. táblázat szerint a lefolyási tényező $\alpha = 0,18$. A fenti adatok alapján a fajlagos vízhozam a (4) szerint

$$q = 11,570,18 \cdot \frac{31 \text{ mm}}{1,5 \text{ d} + 0,25 \text{ d}} = 86,11 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2, \text{ vagyis } 0,861 \text{ l/s} \cdot \text{ha}.$$

A $p = 50\%$ -os valószínűségű vízhozam:

$$Q_1 = A_1 q = 3,3 \cdot 0,86 = 2,85 \text{ l/s}.$$

3.4.3. Fajlagos vízhozam számítása racionális méretezési módszerrel síkvidéki településekről érkező vízhozamok meghatározására

A települési vízrendezési műveknek az a célja, hogy a csapadékot kármentesen elvezesse a településekről, amennyiben annak mennyisége, illetve jellemzői nem haladják meg a mértékadó szinteket. A csapadékvíz elvezetés a települések esetén gyakran elválaszthatatlan a talajvíz lecsapolásától.

A települési vízrendezés legtöbbször szerves kapcsolatban van a környező külterület vízrendezésével. A fél éves tervezési feladatnál ilyen értelemben foglalkozunk ezzel a kérdéssel, vagyis meghatározzuk, hogy a te-

lepülésről érkező mértékadó vízhozamot, s az azt elvezető csatornát erre a vízhozamra méretezessük.

A csapadékból keletkező kártételeket leggyakrabban a záporosemények (felhőszakadások) okozzák. Belterületeknél a mértékadó vízhozamon a települési vízgyűjtőterület összegyülekezési idejéhez (t) tartozó és a p valószínűségű modelleszapadékból keletkező elfolyás tetőző vízhozamát értjük. A modelleszapadékat az (5) képlettel számíthatjuk ki.

A mértékadó vízhozam meghatározásához leggyakrabban, főleg egyszerűsége miatt, a *racionális méretezési módszert* használják, s a félévi feladatnál is ezt célszerű alkalmazni. A tetőző vízhozam számításának képlete:

$$Q_p = \psi i_p A, \quad (7)$$

amelyben a ψ lefolyási tényező, dimenzió nélkül; i_p a p valószínűségű t összegyülekezési időhöz tartozó csapadékkintenzitás, l/s-ha és A pedig a vízgyűjtőterület nagysága, ha.

A lefolyási tényező meghatározására a

$$\psi = 0,14 + 0,65R \quad (8)$$

képlet javasolt, melyben az R a vízzáró felületek (tetők, utak, burkolatok) hányada (mértékegység nélkül).

A racionális nagy vízhozam-számításnál szükséges valamilyen mértékű késleltetést is figyelembe venni, ρ késleltetési tényező beszámításával. Ennek értéke a

$$\rho = 0,62^m \quad (9)$$

képlettel becsülhető, melyben az m hatványkitevő azonos az (5) képlet hatványkitevőjével. Mindezek alapján a településről érkező mértékadó vízhozam, melyre a külterületi elvezető szakaszt méretezni kell a

$$Q_m = \rho Q_p = \rho \psi i_p A \quad (10)$$

képlettel számítható.

Javított racionális módszernek nevezik azt a módszert, melynél a településnek csupán azt a részét veszik figyelembe a mértékadó vízhozam számításánál, melyről lefolyás valóban lehetséges. Ez esetben kihagyják a körkerítéssel körbevett temetőket, a lábazatos udvarokat, a ligeteket, a mezőgazdaságilag művelt kerteket stb. a vízgyűjtő nagyságának számításából.

6. példa. A belterületről érkező mértékadó vízhozam becslése

Határozzuk meg az $A_t = 90$ ha nagyságú településről érkező $p=3\%$ -os valószínűségű mértékadó vízhozamot! A kiindulási adatok szerint a csapadék összegyülekezési ideje $t = 1$ óra, a település $1/3$ -a burkolt, azaz $R=0,33$.

Megoldás:

A számítást a racionális méretezési módszerrel végzzük el. Az (5) képlet szerint — felhasználva a *11. táblázat* adatait — a mértékadó csapadékkintenzitás

$$i_p = a t^{-m} = 500 \cdot 6^{-0,74} = 132,8 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

A ψ lefolyási tényező a (8) szerint: $\psi = 0,14 + 0,65R = 0,14 + 0,65 \cdot 0,33 = 0,355$ és a késleltetési tényező pedig a (9) szerint

$$\rho = 0,62^m = 0,62^{0,74} = 0,70.$$

A mértékadó vízhozam a (10) szerint:

$$Q_m = \rho Q_p = \rho \psi i_p A = 0,70 \cdot 0,355 \cdot 132,8 \cdot 90 = 2970 \text{ l/s} = 3 \text{ m}^3 / \text{s}.$$

Vegyük észre, hogy mivel a településen a csapadékvíz nem lehet tározni (gyorsan el kell vezetni), a mértékadó fajlagos vízhozam $q_m = 33$ l/s-ha, sokszorosa a külterületen keletkező fajlagos értékeknek.

3.5. A vízvezető hálózat hidraulikai méretezése

A csatornák hidraulikai méretezésének célja, hogy meghatározzuk a csatornák *keresztmetszét*, a *vízmélységet* és a *hossz-szelvény* segítségével a *vízfelszint* és a *fenékvonalat*, azaz a csatorna teljes hosszában a *levonulási vízmélységet*. A méretezést csak az ún. *jellemző szelvényekre* kell elvégezni. A hidraulikai méretezés lépései a következők:

- a jellemző csatornaszelvények kijelölése a méretezési vázlaton,
- a jellemző szelvényekhez tartozó részvízgyűjtők lehatárolása és nagyságuk megállapítása,
- a jellemző szelvények mértékadó vízhozamának számítása,
- a mintakeresztmetszvények tervezése és a szelvények hidraulikai méretezése,
- a méretezett hossz-szelvény(ek) tervezése.

3.5.1. Méretezési vázlat készítése

A méretezési vázlat készítését a méretezendő hálózat lerajzolásával kezdjük. A vázlaton kijelöljük a méretezendő szelvényeket (sorszámmal látjuk el azokat). Méretezésére célszerűen a következő szelvényeket kell kijelölni:

- a torkolati szelvényeket,
- az egyes betorkolló csatornák fölötti szelvényeket,
- a vízfelszín esésváltásnál és a keresztmetszvény-változásnál lévő szelvényeket,
- a hosszú szakaszok egy-egy közbelső szelvényét.

Példát a méretezési vázlatra, a részvízgyűjtők meghatározására és a jellemző keresztmetszvények helyére a *17. ábra* mutat. Az ábrán hét szelvényt jelöltünk ki, ezekhez meghatároztuk a vízgyűjtő terület nagyságát. A *vízválasztók* berajzolása sík terepen többnyire egyenes vonalakkal történik, annak feltételezésével, hogy a víz a legközelebbi csatornába fog bejutni. Lejtős, illetve változatos területen a magassági viszonyok figyelembevételével kell a vízválasztókat megszerkeszteni. A rajzra fel kell írni a részvízgyűjtő területek nagyságát, melyek milliméterpausz segítségével, planimetrálással vagy elemi területekre bontással határozhatók meg.

A részvízgyűjtők ismeretében számítható az egyes szelvényekhez tartozó vízgyűjtő nagyság, amelyeket a *17. ábrán* szereplő méretezési vázlaton szelvényenként fel is tüntettük. Az egyes szelvények vízhozama a

$$Q_m = q_m \cdot A \quad (12)$$

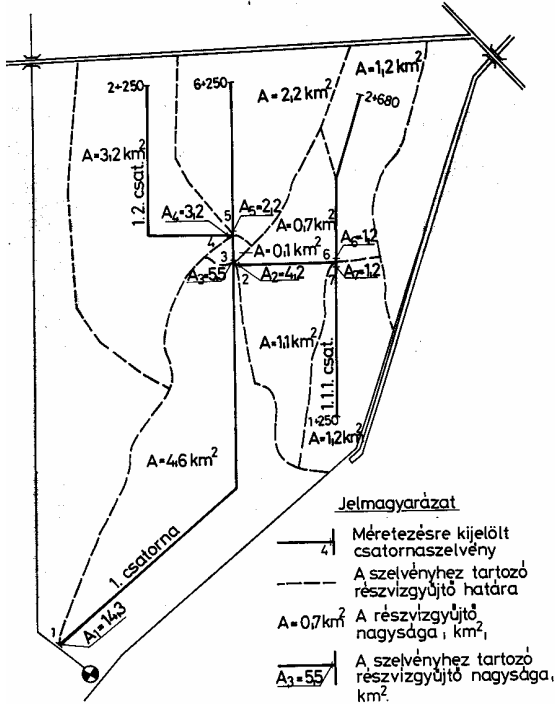
képlettel számolható, ahol

Q_m — a csatornaszelvény mértékadó vízhozama, l/s vagy m^3/s ;

q_m — a szelvényhez tartozó mértékadó fajlagos vízhozam, l/s \cdot km² vagy l/s-ha;

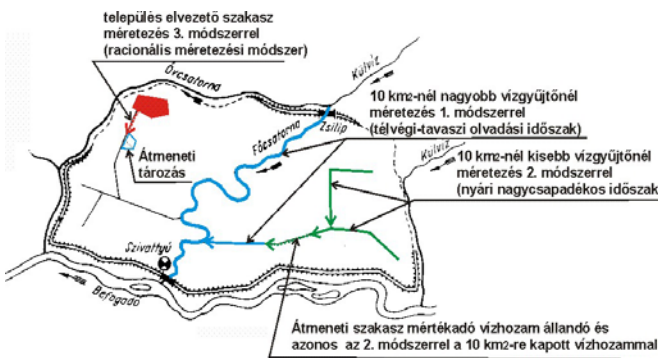
A — a szelvényhez tartozó vízgyűjtő nagysága, km^2 vagy ha.

A szelvények vízhozamát a fajlagos vízhozamon kívül befolyásolhatja az ún. *transzitivíz* (Q_{tr}) (pl. a más-honnan érkező települési, ipari stb. víz), ha van ilyen. Ebben az esetben $Q_m = q_m \cdot A + Q_{tr}$.



17. ábra. Példa a méretezési vázlat kidolgozására

A szelvényhez tartó vízgyűjtő terület nagysága alapján választjuk meg a mértékadó vízhozam számítás módszerét, ahogy azt a 18. ábra mutatja (lásd 3.4. pontnál a meghatározási módszereket).



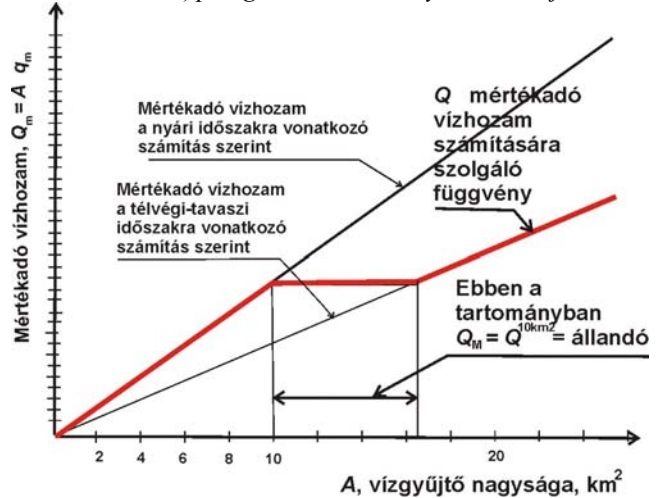
18. ábra. A mértékadó vízhozam meghatározási módszereinek megválasztása a szelvényhez tartozó vízgyűjtő nagysága alapján

A meghatározási módszerek eltéréseiből adódó el-entmondásokat a 19. ábrán bemutatott módszer szerint küszöböljük ki. Ennek lényege, hogy a vízhozam a torkolat felé haladva nem csökkenhet, amennyiben a számítási módszer ezt mutatná, erre a szakaszra állandó vízhozamot kell felvenni.

3.5.2. Mintakereszt-szelvények megválasztása

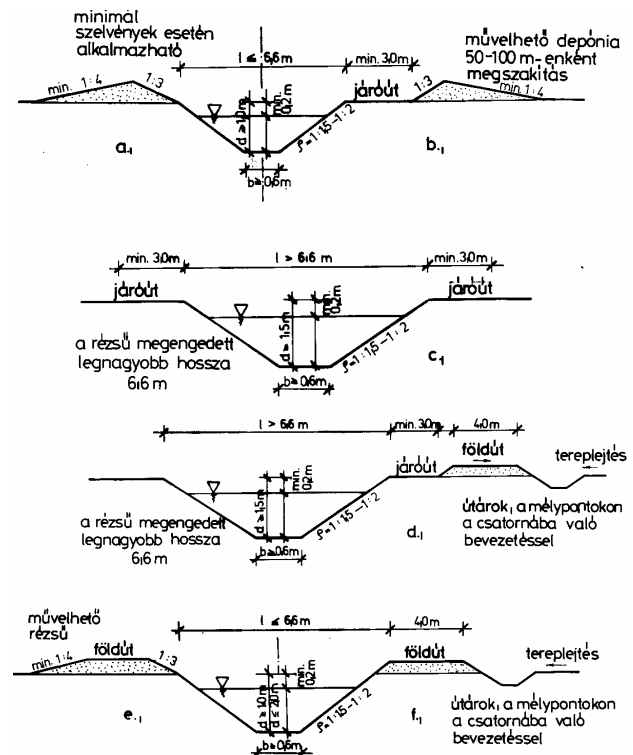
A csatornák kereszt- és hossz-szelvényének meghatározása egymáshoz kapcsolódó feladat. A kereszt-szelvények mérete, mint ahogy az a próba hossz-szelvény

tervezésénél is látható, a csatorna mentén a tereptől függően változik, az alakja azonban (fenékszélessége és részűhajlása) állandó. *A szelvények geometriai alakját a mintakereszt-szelvényeken, a vízmélységeket (a vízszint és a fenékvonalat) pedig a hossz-szelvényen ábrázoljuk.*



19. ábra. Az eltérő módszerek miatt adódó vízhozamok kiegyenlítése

A *mintakereszt-szelvény* meghatározása a megfelelő szelvénytípus kiválasztását jelenti a lehetséges típusok közül. Azért, hogy a csatorna géppel megépíthető legyen, a *legkisebb szelvény* (minimál szelvény) méreteit a munkagépek paraméterei szabják meg, ezért *fenékszélessége* $b = 0,6 \text{ m}$ és *mélysége* $d \leq 1,0 \text{ m}$. Ugyancsak kedvező, ha a hálózatot azonos, vagy csak 2–3féle szelvénytípusok alkotja. A leggyakrabban alkalmazott szelvénytípusokat a 20. ábra mutatja. Kisebb méretű (2,4 m-nél nem mélyebb) csatornák építésénél a legáltalánosabban (szinte kizárólagosan) használt mintakereszt-szelvényt az ábra a.) részlete mutatja.



20. ábra. A gyakoribb mintakereszt-szelvény-típusok

A mintakeresztmetszvényeken fel kell tüntetni:

- a fenékszélességet (b),
- a minimális fenékmélységet (d),
- a rézsúhajlást (ρ),
- a padkaszélességet és a depónia elhelyezést, ha a kikerülő talaj depóniába kerül,
- az egyik vagy mindkét oldalon húzódó földutat és
- utak elrendezését.

A minimál szelvélynél nagyobb szelvényt a fenékszélesség vagy a vízmélység, vagy mindkettő növelésével kaphatunk. A szelvény növelésének módját a hidraulikai szempontok mellett (hidraulikailag legkedvezőbb szelvény) és döntően a talajviszonyok határozzák meg. Például homokos altalajban nagyobb fenékszélesség és kisebb vízmélység a javasolt, mert így állékonyabbak a csatornák. Átlagos talajviszonyok esetén legtöbbször a 0,8, 1,2, 1,6 és esetleg a 2,4 m-es fenékszélességet alkalmazzuk.

A mintakeresztmetszvények rézsúhajlását a 13. táblázat szerint választhatjuk meg.

13. táblázat. A csatorna ρ rézsúhajlásának megválasztása

Talajnem	Csatorna jellege	Csatorna sebessége, m/s	A víz mélysége, m		
			0,8–1,2	1,2–2,4	2,4–5
homok,	állandó	$\leq 0,8$	1:1,75	1:2,0	1:2,25
		$> 0,8$	1:2,25	1:2,25	1:2,5
homokliszt	időszakos	$\leq 0,8$	1:1,5	1:1,75	1:2,0
		$> 0,8$	1:1,75	1:2,0	1:2,25
iszap, agyag	állandó	$\leq 1,0$	1:1,5	1:1,5	1:1,75
		$> 1,0$	1:1,5	1:1,75	1:2,0
	időszakos	$\leq 1,0$	1:1,5	1:1,5	1:1,5
		$> 1,0$	1:1,5	1:1,5	1:1,75

A csatorna rézsúhajlását leginkább a talaj mechanikai tulajdonsága szabja meg, de bizonyos esetekben döntő lehet a talaj kémiai összetétele is. Például erősen szikes talajnál a 13. táblázattal ellentétben az összefolyás elkerülése céljából akár 1:3 rézsűre (kivételesen burkolatra) is szükség lehet.

A csatornaszelvényből kikerülő földet, a talaj minőségétől függően használhatjuk:

- földút építésére,
- mélyedések feltöltésére,
- megszűnő árkok és csatornák betöltésére, továbbá kedvezőtlen esetben
- depónia kialakítására.

Például 1,8 m mély, 0,6 m fenékszélességű, 1:1,5 rézsúhajlású csatornából folyóméterenként 6 m³/fm föld kerül ki. A földúthoz 0,5 m pályaszint-kiemelés, 8 m koronaszélesség és 5% keresztirányú esés esetén 3,3 m³/fm föld szükséges. Az út rendszerint a csatornával párhuzamos nyomvonalon halad, víztelenítését egyik oldalról a csatorna, másik oldalról pedig utak biztosítja. Ez utóbiból is átlagosan 1,1 m³/fm talajmennyiség kerül ki. Mindezek alapján tehát az adott esetben folyóméterenként 3,8 m³ föld elhelyezését kell biztosítani. A példa

esetén ez azt jelenti, hogy 1000 m³/km² csatornasűrűség esetén 3800 m³ föld hasznosítását kell km²-enként, azaz egy 100 ha nagyságú táblánál megoldani.

A felesleges, illetve a megmaradó talaj hasznosítására a tervezőnek talajtani szakvéleményt kell készítenie. Ez a vizsgálat tartalmazza a humuszgazdálkodást, a megmaradó nyers talajjavítási eljárását, vagy kedvező esetben a hasznosítását (pl. szikes foltok javítása). Amennyiben a csatornából kikerülő földanyagot gazdaságosan hasznosítani vagy elszállítani nem lehet, azt deponálni kell. Ilyen esetben fontos szempont, hogy a depónia ne zárja el a víz útját a csatornához, s az ún. megnyitási helyeken a víz a mederbe tudjon jutni.

A tereprendezés látszólagos egyszerűsége ellenére bonyolult feladat. A legfőbb problémákat a humuszgazdálkodás, talajtiprás és tömörítés jelenti. Nehéz feladat a kedvező nyelés–feltöltés arány és az ülepedés mértékének a megállapítása, továbbá az építési pontosság betartatása.

3.5.3. Hidraulikai méretezés

Ezek után kerülhet sor a kijelölt csatornaszelvények hidraulikai méretezésére. Ehhez a következő adatokra van szükség:

- mintakeresztmetszvény (3.5.2. pont),
- a szelvény mértékadó vízhozama, Q_m (3.5.1. pont),
- vízszin esés, I (3.3. pont) és
- a meder érdességet jellemző simasági tényező, k .

A hidraulikai méretezés célja, hogy a méretezési vázlaton kijelölt jellemző csatornaszelvényeknek kiszámoljuk a levonulási vízmélységét és a vízsebességét. A számításához szükséges adatokat a megelőző oldalak, a Manning-féle k simasági tényező kivételével tartalmazza. A k értéket a tervezésnél sem nem régi, sem nem új, hanem átlagosan jó állapotú meder feltételezésével választjuk meg, azaz $k = 40$ (lásd 14. táblázat).

A csatornában folyó víz középsebességének számításához a Chézy-képletet használjuk. A képlet általános alakja és módosított formái a következők:

$$Q = A \cdot v, \quad (12)$$

ahol

$$v = C \sqrt{RI} = k R^{1/6} \sqrt{RI} = k R^{2/3} \sqrt{I} \quad (13)$$

és az egyes jellemzők jelentése:

Q — a csatorna vagy a meder vízszállító képessége, m³/s;

A — a nedvesített keresztmetszet, m²;

v — a csatornában, mederben folyó víz középsebessége, m/s;

C — a sebességi tényező, m^{1/2}/s;

R — a hidraulikai sugár, $R = A / K$, m;

K — a nedvesített kerület, m;

I — a hidraulikai esés, a vízszin esés, (–);

k — simasági tényező, m^{1/3}/s.

A hidraulikai feladatokból ismert, hogy a csatornánál a Q vízhozamhoz tartozó h levonulási vízmagasságot a Chézy-képlettel meghatározni csak fokozatos közelítéssel lehet. Ezt a számítást legkönnyebben gépi úton vagy grafikon segítségével végezhetjük el.

14. táblázat. A k Manning-féle simasági tényező értékei

Sorszám	A meder jellemzése	k értéke
1.	Jó minőségű terméskő burkolatú, vagy aránylag durva betonozású meder	60
2.	Középmínőségű terméskő burkolatú meder, vagy tömör talajban készült szabályos földmeder új állapot	50
3.	Földcsatorna átlagos fenntartási viszonyoknál, vagy természetes meder akadálytalan vízfolyásnál	40
4.	Az átlagosnál rosszabb állapotban lévő földcsatorna	35
5.	Elhanyagolt, elfajult vagy növényzettel erősen benőtt meder	25

Megjegyzés: Leggyakrabban az "átlagos fenntartási állapot" mederjellemező feltételezésével végezzük a méretezést, azaz a $k = 40$ értéket használjuk. Az elhanyagolt, növényzettel benőtt meder ökológiai szempontból nagyon kedvező lehet.

7. példa. Csatorna vízhozamának számítása és hidraulikai méretezése

Adott a 17. ábrán vázolt hálózatnak hét jellemző szelvénye, melyeket hidraulikailag méretezni szeretnénk. Példaképpen ezek közül határozzuk meg az 1. és 2. szelvények mértékadó vízhozamát, majd ezt követően a szelvény hidraulikai jellemzőit!

Megoldás:

A szelvényekhez tartozó részvízgyűjtő területek meghatározását és a részvízgyűjtők nagyságát a 17. ábra tartalmazza. Az egyes szelvények mértékadó vízhozamát ($Q_{m,i}$) a (12) képlettel számíthatjuk a 4. példában meghatározott q_i mértékadó fajlagos vízhozamok alapján.

$$Q_{m,i} = q_i \cdot A_i,$$

vagyis

$$Q_{m1} = 50,8 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 \cdot 14,3 \text{ km}^2 = 726,4 \text{ l/s}$$

$$Q_{m2} = 58,0 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 \cdot 4,2 \text{ km}^2 = 243,6 \text{ l/s}.$$

A hidraulikai méretezéshez mintakeresztelvény kell választani. A példához a legáltalánosabban használt szelvények közül a 20. ábra a) részletén látható szelvény ($b = 0,6 \text{ m}$ és $d \leq 1,0 \text{ m}$, $\rho = 1,5$) választottuk ki.

A csatornáknak a vízszín esését a már korábban megtervezett próba hossz-szelvényekről lehet leolvasni, melyeket a 14. ábra tartalmaz. E szerint $I_1 = 10 \text{ cm/km} = 0,0001$ és $I_2 = 30 \text{ cm/km} = 0,0003$. A méretezést jó állapotú földmederre végeztük el, ennek megfelelően a simasági tényező, $k = 40$. Határozzuk meg a tervezett szelvényekben a h levonulási vízmagasságot!

Megoldás:

A tervezett csatornák trapéz szelvényűek, fenékszélességük $b = 0,6 \text{ m}$ és rézsúghajlásuk $\rho = 1,5$. Az 1. szelvénynél a csatorna esése $I = 0,1\text{‰}$ azaz $I = 0,0001$ esésű, átlagos jó állapotú földmeder, $k = 40$, melynek tervezett vízszállító képessége $Q = 0,73 \text{ m}^3/\text{s}$.

Példánkban a fenékszélesség $b = 0,6 \text{ m}$, melyhez $h = 1,2 \text{ m}$ levonulási vízmélység, illetve vízmagasság tar-

tozik. A számítások szerint a nedvesített keresztmetszet $A = 2,7 \text{ m}^2$, az R hidraulikai sugár tengelyen $R = 0,58 \text{ m}$ és a középsebesség $v = 0,28 \text{ m/s}$.

Ugyanezek az értékek $Q_2 = 0,24 \text{ m}^3/\text{s}$ esetén, amennyiben $b = 0,6 \text{ m}$ és $h = 1,2 \text{ m}$ levonulási vízmélység: $A = 0,79 \text{ m}^2$, az $R = 0,295 \text{ m}$ és a középsebesség $v = 0,30 \text{ m/s}$.

3.5.4. Műtárgyak tervezése és méretezése

A felszíni víz elvezetésére szolgáló csatornák műtárgyait funkciójuk szerint az alábbi csoportokba sorolhatjuk:

- keresztelési műtárgyak, amelyek általában vízszintes jellegű csöves műtárgyak: csóátereszek, tiltós csóátereszek, bújatatók, csőzsilipek;
- a vízkormányzás és vízszintszabályozás műtárgyai: tiltók, zsilipek, átemelők, szivattyútelepek;
- az esést összpontosító és hidraulikai átmenetet biztosító műtárgyak: fenékküszöbök, fenéklepcsők, fenék bordák, burkolatok, bukók.

A síkvidéki vízrendezés esetén a c) csoportba sorolt művek csak kivételes esetben fordulnak elő, ezért ezekkel a tananyagban nem foglalkozunk.

Átereszek

Csóátereszek vagy átereszek, továbbá hidak (2 m-nél szélesebb keresztmetszések) változó hidraulikai feltételek mellett üzemelnek. Ezek közül a leggyakoribb a nyomás alatti átfolyás. A keresztelő műtárgyakat hidraulikailag rövid (cső)vezetéknek méretezzük, azaz a magasságvesztés:

$$h_v = h_{vh} + h_{vs} = \sum \xi \frac{v^2}{2g} + \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}, \quad (14)$$

ahol

h_{vh} — helyi veszteség, m;

h_{vs} — súrlódási veszteség, m;

$\sum \xi$ — a be- és kilépési és más helyi veszteségtényezők összege;

v — az átereszben áramló víz középsebessége, m/s;

λ — az áteresz súrlódási tényezője;

d — az áteresz átmérője (tojás-szelvényénél esetenként $d = 4R$, ahol R — a hidraulikai sugár), m.

A be- és kilépési veszteségen kívül helyi veszteség keletkezhet a mederszűkülésből is. Az ilyen jellegű veszteségtényező

$$\xi_k = \left(\frac{A_1}{A_2} - 1 \right)^2 \quad (15)$$

képlettel számolható, ahol A_1 a szűkebb és A_2 a bővebb szelvény keresztmetszeti területe.

Az átereszek vagy csóátereszek a leggyakrabban alkalmazott vízépítési műtárgyak. Az átereszek az igényektől függően kiegészíthetők bukóval vagy szabályozási célból zsilippel is.

Az átereszeket az úthálózat és a földhasználat kívánalmainak megfelelően kell elhelyezni. A gyakorlatban ezért a csatornákon közlekedési célból átlagban 1,0–1,5 km-enként van egy áteresz. A terület adottságaitól füg-

gően a távolság lehet nagyobb, de kisebb is. Ugyancsak átereszt (táblabejárót) kell elhelyezni a táblákat elválasztó csatornákon is a munkagépek átjárásának biztosítására, ha közöttük más úton közlekedni nem lehet. Az áteresz hossza rendszerint 8–12 m között változik, *táblabejárók* esetén általában a nagyobb méret szükséges, mert a munkagépek üzem közben szélesebbek.

Az átereszeket lehetőleg hosszú egyenes csatornaszakaszon kell elhelyezni, küszöbszintjük a csatorna fe nékszintjével egyezzen meg, hosszirányú esésük legfeljebb 5% legyen. Az eltérő vízszintű csatornák csatlakozásánál a torkolati csőátereszt bukóval együtt kell megépíteni. A műtárgyak felett teherelosztási célból megfelelő földtakarást kell biztosítani.

Különösen nagyobb csatornák esetén még iker műtárgyakkal sem lehet megfelelően biztosítani a levezetést. Ilyen esetben hidakat célszerű építeni, ez azért is előnyös, mert (a kerethidat kivéve) később is mód van a fe nékvonal esetleges süllyesztésére.

Az átereszek hidraulikai ellenőrzését 2%-os valószínűségű vízhozamra végezzük, mert ezek későbbi bővítése lényegesen bonyolultabb. A műtárgy méreteit úgy kell megválasztanunk, hogy a csatorna esésétől függően a visszaduasztásuk ne haladja meg a 3–7 cm-t. Irányelvekben megfogalmazott követelmény, hogy kör keresztmetszetenél a minimális átmérő legalább 0,6 m legyen, négyszögszelvényénél pedig a műtárgy kisebbik mérete legalább 0,8 m. Ezek a méretek, különösen alacsonyabb rendű csatornáknál és magánterületeknél általában nem

tarthatók meg, ilyen helyeken például egy táblabejárónál 0,3 m-es átmérőjű betoncsőt alkalmaznak, ha ez egyébként hidraulikai szempontból megfelel.

Az átereszek visszaduasztásának ellenőrzésére, amennyiben az áteresz hossza nem haladja meg a 10–15 m-t, a 20. ábrán látható közelítő hidraulikai számításon alapuló nomogramot használhatjuk.

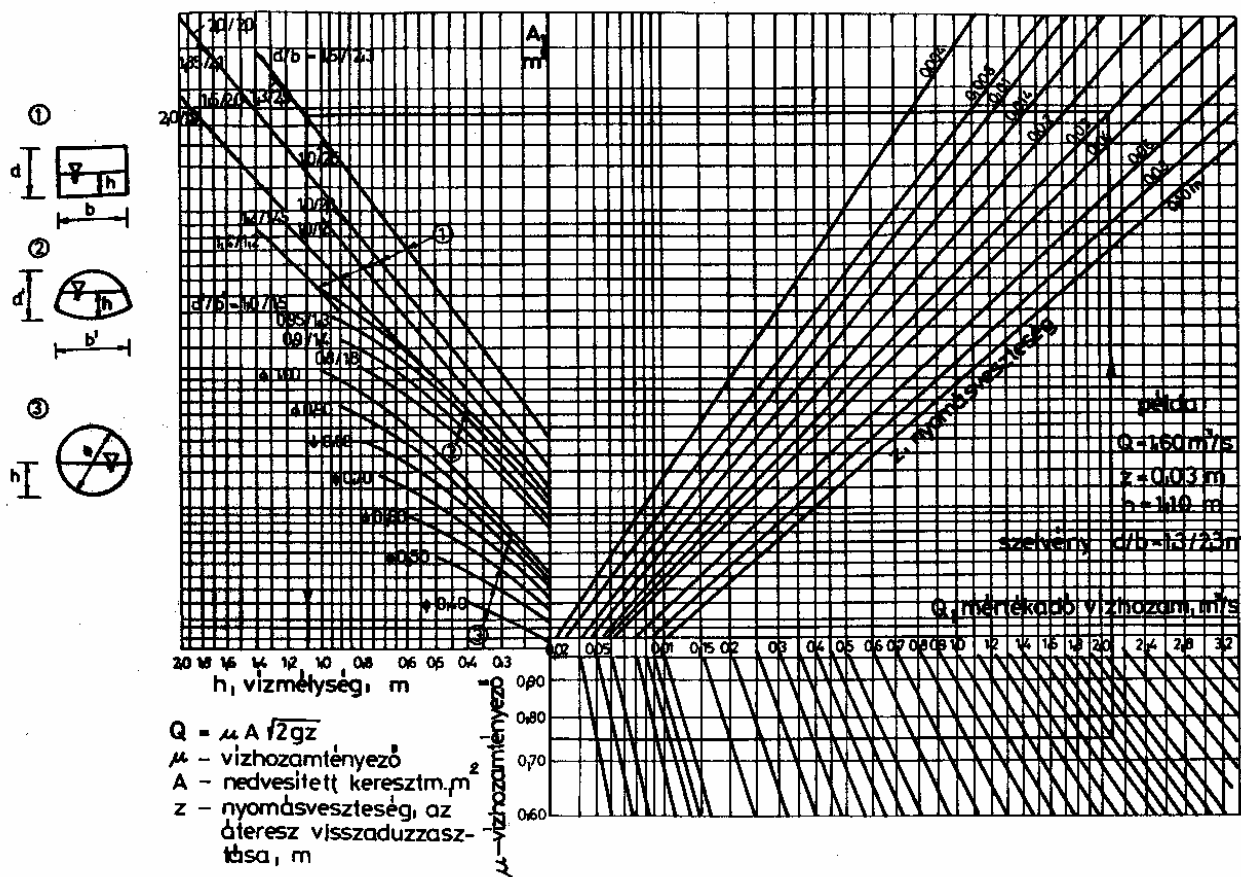
8. példa. Áteresz hidraulikai ellenőrzése

Adott a 17. ábrán látható 1.1. jelű csatorna, a 6. példában szereplő $Q_{m2} = 243,6$ l/s torkolati vízhozammal. Végezzük el a csatorna torkolati szelvényébe tervezett áteresz hidraulikai ellenőrzését, figyelembe véve, hogy a műtárgyknál nem a 10%-os, hanem a 2%-os valószínűségű vízhozam a mértékadó. További kiindulási adatok: az áteresz μ vízhozam tényezője kb. 0,75; a megengedett visszaduasztás max. 5,0 cm.

Megoldás:

A 2%-os valószínűségű mértékadó vízhozamot a 10%-osból a 7. táblázatból vett szorzótényező segítségével becsülhetjük. A táblázat szerint a szorzótényező 1,45, vagyis a $Q_{2\%} = 1,45 \cdot 243,6 = 353$ l/s.

A hidraulikai ellenőrzést a 21. ábra segítségével végezzük el. A nomogramról leolvasható, hogy $\varnothing 0,80$ m csőáteresz esetén a levonulási vízmélység 0,55 m és $\varnothing 0,90$ m csőátereszé pedig 0,45 m. megépítésre a kisebb átmérőjű javasolt, de természetesen a nagyobb szelvényű is megfelelő, de a túlméretezés miatt kevésbé gazdaságos.



21. ábra. Nomogram átereszek közelítő hidraulikai ellenőrzéséhez

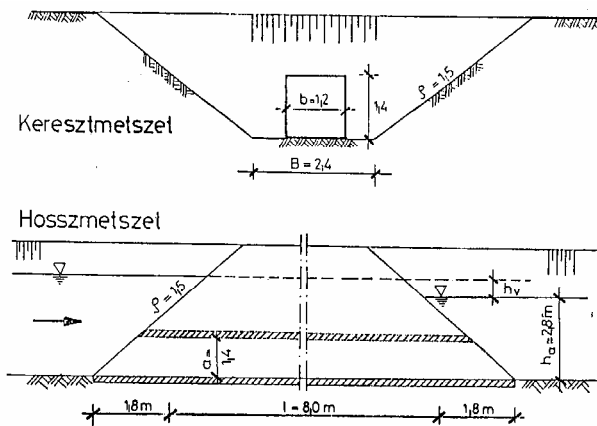
9. példa. Átereszes duzzasztásának számítása

Határozzuk meg a 22. ábrán látható csatorna és a földút kereszteződésében levő lekerekítés nélkül készült $b \times a = 120 \times 140$ cm-es négyszög keresztmetszetű áttereszes által okozott duzzasztás mértékét! A b az áttereszes szélessége és az a pedig a magassága. Állapítsuk meg a duzzasztás határát is!

Adatok:

- az áttereszes vízhozama, $Q_{3\%} = 2,2 \text{ m}^3/\text{s}$,
- a vízfelszín esése, $I = 1,5\%$ ezrelék, azaz $I = 0,0015$,
- beton esetén, $\lambda = 0,019$,
- az áttereszes hossza, $l = 8,0 \text{ m}$,
- a trapézcatorna fenékszélessége, B kb. $2,4 \text{ m}$,
- az alvízi mélység, h kb. $2,80 \text{ m}$,
- az áttereszes be- és kilépési veszteségi tényezőjének összege $\xi_0 = 1,50$.

Megjegyzés: A csóáttereszesek és az áttereszesek típusait és a be- és kilépési helyi veszteségek összegét a hidraulikai példatárak alapján határozhatjuk meg pontosabban.



22. ábra. Az áttereszes számítási adatai

Megoldás:

Az áttereszes duzzasztását a (14) szerint számoljuk, azaz

$$h_v = \xi_0 + \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} \approx \frac{v^2}{2g} \left(\xi_0 + \lambda \frac{l}{4R} \right)$$

Az áramlási sebesség:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{2,2 \text{ m}^3/\text{s}}{1,2 \text{ m} \cdot 1,4 \text{ m}} = 1,31 \text{ m/s}$$

A hidraulikai sugár:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{1,2 \text{ m} \cdot 1,4 \text{ m}}{2 \cdot (1,2 \text{ m} + 1,4 \text{ m})} = 0,32 \text{ m}$$

A h_v teljes energiavesztés (vízduzzasztás):

$$h_v = \frac{(1,31 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} \left(1,5 + 0,019 \frac{8,0 \text{ m}}{4 \cdot 0,32 \text{ m}} \right) = 0,14 \text{ m}$$

Az áttereszes által okozott duzzasztás tehát $\Delta h = h_v = 14,0$ cm. A duzzasztás határának számítása a következő közelítő összefüggéssel állapítható meg:

$$L = \frac{2\Delta h}{I} = \frac{2 \cdot 0,14 \text{ m}}{0,0015} = 187 \text{ m}$$

A duzzasztás visszahatásának számítására szolgáló képletet azzal a feltételezéssel vezették le, hogy a felszín görbe másodfokú parabola. A képlet szerint a duzzasztott vízszint az eredeti vízszinttel az átteresztől 187 m-re egyezik meg.

Átemelők és szivattyútelepek

Ahol a gravitációs víztovábbítás vagy levezetés a befogadó magas vízszintje miatt nem lehetséges, ott gépi vízemelést, azaz szivattyúkat alkalmazunk. Szivattyútelepet általában $1,5\text{--}2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ -nál nagyobb vízhozamnál, megfelelően nagy kihasználási óraszám (minimum évi 200 óra üzem) esetén építünk. Ennél kisebb vízhozamoknál *automatikus üzemű belvízi átemelő* telep vagy ideiglenes szivattyúállás létesítése célszerű. A szivattyútelep egy-egy gépegyesége legalább $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ vízhozamot tudjon továbbítani, mert ellenkező esetben túl sok szivattyút és automatika-rendszert kell beépíteni, amelyek az amúgy is költséges műtárgy árát tovább növelnék.

A belvízi szivattyútelepek gépegyeségeinek száma általában 2–4 db között változik. Ez lehetővé teszi a szivattyútelep szimmetrikus kialakítását, illetve 3 gépegyeség alkalmazását akkor, ha a szivattyútelepen keresztül nincs gravitációs átvezetés. A belvízáttemelő szivattyútelepeken általában — az azonos szerelvényezés és alkatrészellátás érdekében — azonos típusú és nagyságú szivattyúkat alkalmaznak. Ez a megoldás azonban hidraulikai szempontból nem mindig előnyös, mert így az azonos teljesítményű szivattyúk miatt, a csatornák változó vízhozamához viszonylag nehezen lehet igazodni.

A főbefogadó élővízfolyásokba emeléséhez rendszerint épületbe helyezett (fedett és stabil) többegyes szivattyútelepet üzemeltetünk. Teljesítményük leggyakrabban $2\text{--}12 \text{ m}^3/\text{s}$ között van, az évi üzemidő eseténként az 5500 órát is meghaladhatja, energia ellátásuk elektromos.

Kisebbs jelentőségű csatornák vízének átemeléséhez (főleg társulati csatornák) eseténként részleges kiépítésű szivattyútelepet használunk. Ennek több változata is lehetséges, előfordul, hogy a szivattyúállás van csak kiépítve, és a szivattyút és a meghajtó robbanómotort szállítják szükség szerint a helyszínre, s van olyan eset is, amikor csak a motor szállítható, illetve mozgatható.

A belvízáttemeléshez leggyakrabban ún. *örvényszivattyút* használunk, melyeknél a víz továbbítását járókerék végzi. Nagyobb teljesítményeknél főleg a függőleges tengelyű *turbina szivattyút* alkalmazzuk. Kisebbs vízhozamoknál — elsősorban mert jól automatizálhatók — mind gyakrabban a *búvárszivattyúkat* építjük be. Néhány régebbi (ipari műemlék) telepnél előfordul még dugattyús szivattyú is. Az uszadékos, zagyos vizek továbbítására különösen alkalmas a *csiga szivattyú*, ilyen telepek is létesülnek az utóbbi időben.

Vízkezelés és vízszintszabályozó műtárgyak

Vízkezelés és vízszinttartás céljára a belvízcsatornában különböző szerkezetű *zsilipeket* alkalmaznak. A kisebb méretű zsilipeket tiltónak nevezzük. Szerkezetileg a zsilipek két főrészből, az elzárási szelvényt kialakító és a szükséges szivárgási úthosszat biztosító betonműtárgyból, és a mozgatható elzáró szerkezetből állnak.

Vízkezelés alatt a csatornában lefolyó belvíz olyan irányított levezetését értjük, ami a legkisebb károkat okozza. A lefolyás mesterséges szabályozásával a vizet visszatartjuk értéktelenebb területeken, átírányíthatjuk egy szomszédos belvízrendszer főcsatornájába (árapasztók), vagy irányíthatjuk tározóba való vezetését.

Árvíz idején az árvédelmi töltésekhez közel eső csatornáknál, a talajrétegek állékonyságának biztosítása érdekében magas vízszintet tartunk (ellennyomó vízálás), ehhez is zsilipek alkalmazására van szükség.

3.5.5. A csatornák kivitelezési (építési) hossz-szelvénye

A kijelölt csatornaszelvények hidraulikai méretezése után következik a kivitelezési hossz-szelvény tervezése. A hossz-szelvényeken, mint a 23. ábrán látható, a következőket tüntetjük fel:

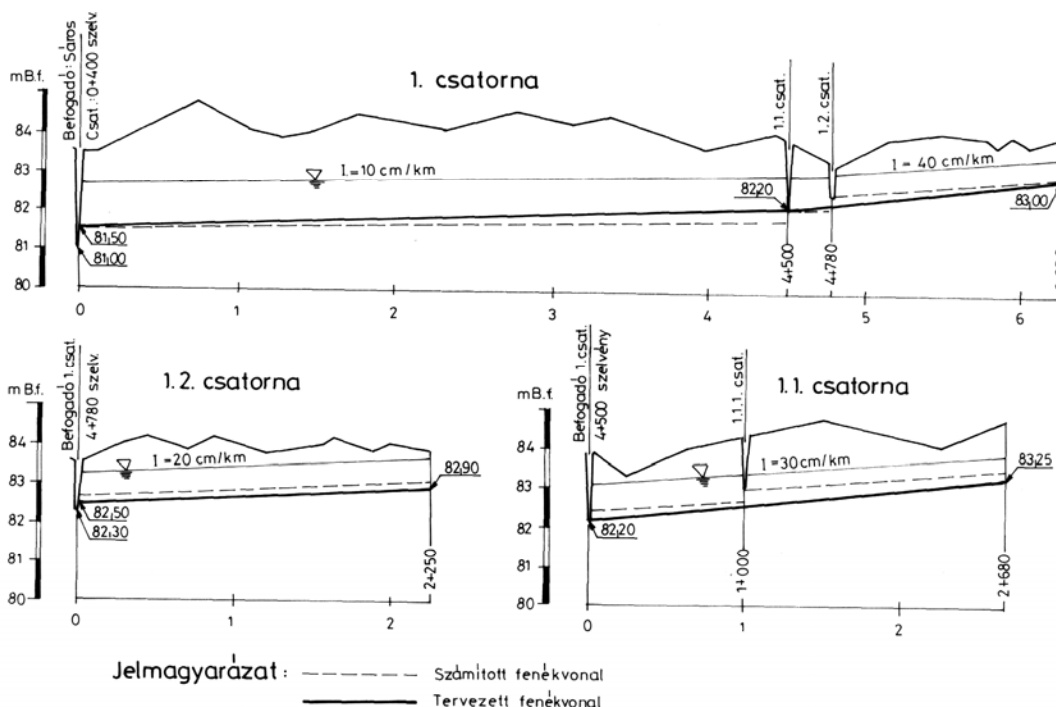
- a csatorna neve vagy száma,
- a befogadó megnevezése,
- a befogadó fenékszintje,
- a terepvonal,
- a csatorna szelvényezése és magassági jelmagyarázata,
- a folyási vízszin és esés cm/km mértékegységben,
- a betorkolló csatornák jele és szelvény száma.

A hossz-szelvény szerkesztése a próba hossz-szelvény terep és vízszin adatainak átvételével kezdődik.

Ezt követően a h levonulási vízmélységek ismeretében a csatorna fenékvonalának megrajzolása következik. A számított fenékvonalat úgy rajzoljuk meg, hogy a jellemző csatornaszelvényeknél a vízfelszíntől lemértük a kiszámított h levonulási vízmagasságokat, majd ezeknek megfelelően egy párhuzamos vonalat (szaggatott) húztunk a tervezett vízszínnel.

Mivel a csatorna méretezésénél abból a feltételből indultunk ki, hogy a vízmozgás permanens és egyenletes, így egy lépcsős vonalat kapunk, minden méretezett szelvénynél egy-egy lépcsővel (lásd a 23. ábrán a számított fenékvonalat). Dombvidéki vízrendezés esetén fenéklépcsőre vagy surrantóra lehet szükség mederváltozásoknál. Ilyen megoldás síkvidéki területeken csak kivételesen jöhet szóba. Síkvidéki területeken a számított mederfenékek kiegyenlítésével kapjuk meg a tervezett fenékvonalat. A kiegyenlítést becsléssel kell elvégezni, hogy a meder vízszállítása ne csökkenjen, azaz a vízszállító-képesség a torkolat felé haladva egyenletesen növekedjen (lásd az említett 23. ábrán a tervezett fenékvonalat). E mellett az építéstechnológiai követelményekre is tekintettel kell lenni, miszerint a minimális csatornamélység, rövidebb szakaszoktól eltekintve legalább 1,0 m legyen.

A felsoroltakon kívül a hossz-szelvényen a tervezett közlekedési hálózatnak megfelelően bejelöljük még a csatornák műtárgyait (jelét, szelvény számát) is.



23. ábra. Csatornák kivitelezési hossz-szelvénye

A tábla- és gyűjtőcsatornák torkolatának kialakítása. A csatornák torkolati vízszintje általában nem egyezik meg a befogadó csatorna mértékadó vízszínnel. A betorkolló csatorna vízszíne vagy magasabb, vagy alacsonyabb, mint a befogadóé. Ennek megfelelően gyakrabban leszívás és ritkábban pedig visszaduzzasztás keletkezik. Abban az esetben, amikor a betorkolló csatorna fenékszintje magasabb van, mint a befogadóé, általá-

ban ún. bukós-szabályozó műtárgyat építünk a torkolati szelvénybe. A bukós-szabályozó átérés alkalmazása költséges, de mégis előnyös, hogy szabályozni lehet a víz bevezetését és a műtárggyal átjárást lehet biztosítani a csatornán. Az eltérő vízszinű torkolatoknál lehetőleg ezt a megoldást alkalmazzuk, de indokolt esetben e helyett elfogadható a vízsziniek kiegyenlítésére a torkolati kb. 500 m-es szakasz fokozatos fenékmélyítése is.

3.6. A felszíni vízlevezető hálózat építése és fenntartása

3.6.1. Földmunkák kivitelezése

A földmunkák kivitelezése szempontjából nagyon fontos a legkedvezőbb időszak kiválasztása. Az építésnél a gazdálkodás és a természeti környezet zavarása elkerülhetetlen, ezért törekedni kell ennek minimalizálására.

A rét–legelő gazdálkodás a legkevésbé érzékeny a kivitelezési munkákkal szemben. A szántóföldi művelési ág esetén a júniusban betakarításra kerülő gabonák területe a legkevésbé érzékeny. Az ültetvények (gyümölcs, szőlő) érzékenysége a legnagyobb. *A kivitelezés optimális időszaka általában a betakarítás utáni időszak.* Természetvédelmi területeken döntő, hogy a munkavégzés rövid ideig tartson, és ne zavarja a reprodukciót.

A *földmunkagépek* olyan erőgéppel hajtott munkaeszközök, amelyekkel a föld kitermelését és beépítését hajtják végre. A gépeket az erőgép fajtája, a munkaterület, a járószerkezet, a felhasználás stb. szerint csoportosíthatjuk. Egy–egy főtípuson belül gépek széles skálája található meg a géppiacon, ezért alkalmas géptípus kiválasztása elsősorban anyagi kérdés.

A csatornák minden esetben, bevágásban készülnek, ezért az építés száraz kotróval, vagy elegendő víz esetén úszókotróval esetleg kombinálva egyéb csatornakotró géppel végezhető. *A forgó felsővázaz szárazkotrók* önjáró földmunkagépek, az anyag kitermelését és elhelyezését egyetlen munkaeszkővel, álló helyzetben végzik úgy, hogy a felső váz a megtöltött kotróedénnyel együtt a kijelölt lerakóhelyre fordul.

A munkavégző szerszám lehet vonóveder, markoló, hegybontó vagy mélyásó szerelék. Vizenyős munkahelyeken gyakran a vonóveder szerelékű kotrógépet alkalmazzzák, annak ellenére, hogy ezzel megfelelő profil kialakítása viszonylag nehéz.

A száraz kotró a kisebb csatornákat egy menetben készíti el, nagyobb csatornák esetén mindkét parton végighalad. A csatornaszelvényekből kiemelt földet hasznosítani, elszállítani kell, vagy ha ez nem lehetséges, akkor úgy kell elhelyezni, hogy a part menti terület felszíni vizeinek csatornába való jutását ne akadályozza. Ennek formája a depónia, amelyet legalább 3,0–4,0 m széles padka szabadon hagyásával, a meder felőli oldalon 1:1,5, az ellenkező oldalon pedig 1:10–1:20 rézsűhajlással, mezőgazdasági művelésre alkalmasan kell kialakítani, és annak vonalát a felszíni víz bevezetése érdekében 50 m-enként meg kell szakítani. A kiemelt földanyag elteregetését, eligazítását rendszerint tologéppel kell elvégezni.

Amennyiben a tervezett csatorna közvetlenül a befogadóhoz csatlakozik, és abban elegendő víz van, akkor a kiviteli munkák úszókotróval is elvégezhetőek. Erre különösen akkor van szükség, ha a csatorna vizenyős, lápos területen halad keresztül, ahol a szárazkotró nehezen mozogná, elsüllyedne. Kisebb méretű csatornákból az úszókotró egyenesen a depóniába tudja az anyagot rakni. Az úszókotró által kiemelt árok vízteleníti a területet úgy, hogy később a száraz kotró rá tud menni a rézsűk kialakítása céljából.

Akarmilyen építési módszert is alkalmazunk a csatornák építését mindig a magasabb rendű csatornával a torkollattól felfelé indulva, kell kezdeni. Ez a sorrend a biztonság érdekében szükséges, ugyanakkor hátránya, hogy a megépített medret felülről az érkező víz feliszapolhatja.

3.6.2. Műtárgyak építése

A műtárgyak építésénél igen nagy jelentősége van az előregyártásnak. Az előregyártás lényege, hogy a műtárgyakat olyan rész-elemekre bontjuk, amelyek előregyárthatók, szállíthatók és helyszíni kézi vagy gépi munkával összeépíthetők. Az előregyártás általában üzemi, de lehet helyszíni is.

A kisebb elemeket előregyártó telepeken, üzemekben készítik el, s készen szállítják a távolabb levő építési helyekre. Helyszíni (a beépítési helyekhez közeli) előregyártással készülnek azok a nagy tömegű elemek, amelyeknek hosszabb távolságú helyszíni szállítása nem oldható meg. A felszíni vízrendezéseknél alkalmazott műtárgyak általában kisebb és közepes méretűek, ezért rendszerint a helyszíni szállíthatók az előregyártó telepekről. Legnagyobb tömegben a burkolatelemeket (különböző méretű és kialakítású betonelemeket és lapokat) gyártják előre. Ugyancsak több változatban és kivitelben gyártanak átereszeket, aknákat, csövezetéseket, mind a hagyományos normál vasbetonból, mind elő- vagy utófeszítéssel.

3.6.3. Fenntartás, karbantartás

A síkvidéki vízrendezési létesítményeket is csak akkor tudjuk megfelelően üzemeltetni, ha a műveket rendszeresen és tervszerűen karbantartjuk.

A meder vízszállító képességének megtartása

A *csatornahálózat* vízvezető képessége idővel a növényzet elszaporodása és a meder eliszapolódása miatt folyamatosan csökken. A mederbe növekvő fűfélék, gyomok, valamint a vizes szelvényben kifejlődő vízínövények jelentősen, akár 40–80%-kal is lecsökkenthetik a csatorna vízszállítását. A növényzetnek lényeges pozitív szerepe van a víz öntisztulási folyamatában, az élővilág megőrzésében, a táj arculatának kialakításában. A növényzet szerepe műszakilag is fontos, mert ez a földmű "bőre", amely megvédi azt a mechanikai hatásoktól. Ezért a csatornákat hidraulikai szempontból úgy méretezzük és építjük (többlet-költségekkel), hogy ezeket a szempontokat is figyelembe vesszük. Ugyanakkor fontos a csatornák fő funkciójának megtartása is, ezért a vízszállítás biztosítására, rendszeres fenntartási munkák keretében, a növényzet egy részét évente többször is el kell távolítani (gaztalanítás). A gaztalanítást legalább évente kétszer (kora tavasszal és ősszel) kell elvégezni, de a jobb levezetés érdekében belterületeken a gyakoribb tisztogatás is indokolt lehet.

A növényzet csökkentése, kaszálása és irtása történhet mechanikai, vegyi és biológiai módszerekkel.

A *mechanikai* gaztalanítást emberi erővel, kaszálással végzik, de munkaigényessége miatt ezt általában ritkábban alkalmazzák. A kézi kaszálás kellő minőségben

való elvégzetése helyett gyakrabban gépi kaszással (motoros kaszával) végzik a gaztalanítását.

A *vegyszeres* növényirtást rendkívül erőteljes hatása miatt (elpusztul csaknem az egész vízi flóra és fauna) sokan nem tartják alkalmazhatónak. A vegyszeres gyomirtás után az elhalt növényi részeket a mederből el kell távolítani. A növényzet, takarmányozásra nem használható fel, legcélszerűbb az összegyűjtött és megszáradt növényi maradványok elégetése. A tapasztalatok azt mutatják, hogy jól megválasztott vegyszerekkel, a technológiai betartásával kedvező lehet ez a módszer is, ennek ellenére a környezetvédelem érdekében és az esetleges károsodások megelőzése céljából *előnyben* részesítjük a mechanikai gyomirtást.

Nagyméretű állandó vízzel rendelkező belvízcsatornáknál a vízi növényzet irtására, különösen bevált a biológiai módszer, azaz növényevő halak telepítése. (A kisebb méretű belvízcsatornáknál a kis keresztmetszet és a sekély vízmélységük miatt halasításra általában nem alkalmasak.) Ez a módszer kedvező a holtágakban és a széles természetes medrek hasznosítása esetén is. A több száz méter széles náddal, sással benőtt medrek növényzettől való megtisztítása a növényevő halak alkalmazása előtt szinte megoldhatatlan feladat volt. A fenntartás e módszerének az előnyök mellett vízminőségi hátránya is van, mégpedig a növényevő halak által bejuttatott anyagcsere végtermék az eutrofizációt fokozza.

A meder iszaptalanítása

A csatornák feliszapolódása részben a felületi erózióból, a deflációból, a rézsű deformáció miatti hordalékból, és részben az elhalt növényi részekből keletkező szerves iszapból származik. A növényzettel benőtt csatornáknál az áramlás annyira lelassul, hogy a lebetegtetett hordalék mind lerakódik. Ezek eltávolítása a síkvidéki területeken általában 4–5 évenként, a gyorsabb vízfolyásoknál pedig ritkábban szükségessé. Ez azt jelenti, hogy évenként a belvízcsatorna-hálózat 20–25%-át meg kellene tisztítani.

A fenntartási feladatok tipikus műveleti sorrendje a következő:

- a járót kaszálása,
- a rézsű kaszálása,
- a lekaszált anyag eltávolítása a rézsűről,
- a mederfenék kaszálása,
- a meder iszapolása (iszap, nád, sás kiemelése),
- a kiemelt iszap kezelése, elszállítása és elterítése, illetve hasznosítása,
- a műtárgyak karbantartása, rongálódások helyreállítása,
- a fémszerkezetek rendszeres korrózióvédelme.

A fenntartási munkák elvégzésére világszerte sok gyártó cég készített alkalmas gépeket. A felszínen közlekedő kotrógépekre, illetve a vízen úszó gépre a megoldások széles skálája ismert. A csatornák karbantartása leggyakrabban különböző rendeltetésű gépekből álló géplánccal végezhető el.

A csatornák és a *műtárgyak* állapotát minden évben a rendszeres őszi felülvizsgálatokon ellenőrizni kell. A bejárások alkalmával észlelt kezdődő és ki nem javított

hibákat haladéktalanul ki kell javítani, mert amíg egy elő- vagy utóburkolat kezdődő kimosása néhány kő helyreállításával könnyen javítható, a hiba elhanyagolása esetén a kimosás rohamosan továbbfejlődik, és magának a műtárgynak az állékonyságát veszélyeztetheti. Fontos a fémrészek korrózió elleni védelme is, az acélszerkezetek (zsilip, tok, cső) legalább kétévenkénti mázolása, esetleg aktív (elektromos) korrózióvédelme, a mozgó szerkezeteknek pedig zsírozása szükséges.

3.7. Vízvezetési létesítmények üzemeltetése belvízvédekezésnél

A belvízrendezési művek (csatornák, műtárgyak) nem a várható legnagyobb vízterhelésre, hanem egy hidrológiai és gazdaságossági számítások alapján meghatározott mértékadó helyzetre készülnek, ezért mindig fel kell készülni az ezt meghaladó rendkívüli belvizek elhárítására is.

A *belvízvédekezés* a mértékadó helyzetet megközelítő vagy azt meghaladó hidrológiai viszonyok között végzett operatív üzemelési tevékenység. Célja a belvízi elöntések okozta károk és a védekezési ráfordítási költségek összegének minimalizálása. A belvízzel összefüggésben két fő időszak különíthető el:

1. *Belvízmentes időszakban* feladat a belvíz megfelelő levezetéséhez szükséges műszaki, szervezési és igazgatási teendők ellátása, a rendkívüli helyzetre való felkészülés. Például ilyenek: vízrendezési művek fejlesztése, műszaki tervezés, adatszolgáltatás, karbantartás, készenléti állapot biztosítása.
2. *Belvízes időszakban* előre elkészített szabályzat szerint a belvíz-védekezési feladatok ellátása, azaz a készülségi fokozatnak megfelelő *aktív védekezés*. Például ilyenek: készenléti fokozatok elrendelése, a figyelőszolgálatok működtetése, tiltók és zsilipek, továbbá szivattyúk kezelése, vízkormányzás végzése.

3.7.1. Belvíz-védekezési teendők a készenlét előtt

A védekezésre való felkészülés időszakában készül el a több munkarészből álló *belvíz-védekezési terv*. Ennek nyilvántartás jellegű részei a következők:

- műszaki leírás,
- általános helyszínrajz,
- részletes helyszínrajzok,
- főcsatornák hossz-szelvényei,
- csatorna-kimutatások,
- szivattyútelepek kimutatása,
- zsilipek és tiltók kimutatása.

A belvíz-védekezési munkák végrehajtására vonatkozó munkarészek:

- a) Az *üzemelési leírás* a belvízrendszerek működésének rövid, szabatos ismertetését, a szivattyútelepek beindítására, a zsilipek és tiltók kezelésére vonatkozó utasításokat, a belvíz-visszatartási és a tározási lehetőségeket, a lokalizáló vonalakat, a gyakran víz alá kerülő és a hosszabb ideig elborított területeket és a csatornákból esetleg kilépő vizek elvezetési módját tartalmazza.

- b) A vízlevezetési, a vízviszatartrási és -tárolási terv a feladatot 1:10 000 vagy 1:100 000 méretarányú vonalas vázlat alakjában tartalmazza.
- c) A kiürítési (visszatelepítési) és mentési tervek — az azonos jellegű árvízvédelmi tervekhez hasonlóan — az igazgatóság adatszolgáltatására támaszkodva, a megfelelő önkormányzatok rendkívüli helyzetben szükséges feladatait tartalmazzák.

3.7.2. A belvízvédekezés szervezeti felépítése

A védekezés feladataival az *árvíz- és belvízvédekezésről szóló 10/1997. (VIII. 17.) KHVM* rendelet foglalkozik. A belvízvédelem előírásait az *Országos Árvízvédelmi és Belvízvédelmi Szabályzat* határozza meg. A legnagyobb műszaki felkészültséget igénylő feladatokat az *Árvízvédelmi és Belvízvédelmi Központi Szervezet (ÁBKSZ)* különlegesen kiképzett és felszerelt osztagai végzik.

A kiépített védvonalakon és *belvízrendszerekben a védelmi tevékenységet a helyi vízügyi igazgatóság* látja el állami feladatként. Több önkormányzatot érintő, helyi jelentőségű közcélú művek üzemelési feladatát általában a *vízgazdálkodási társulatok* látják el. Az egyes gazdaságokon belüli védekezés az érintett gazdálkodók feladata.

Az igazgatóság belvízvédelmi szervezete központi szolgálatra és külső szolgálatra oszlik, területe pedig belvízvédelmi szakaszokra van osztva. A belvízvédelmi szolgálatok feladata, hogy a csatornák befogadóképességét folyamatosan biztosítsák, és a vizet folyamatosan elvezessék. Kezeljék a vízlevezetést, a vízviszatartrást és a vízkormányzást szolgáló fővédvonalai zsilipeket, esetenként üzembe állítsák a csatornák vízzállításának fokozására az esésnövelő szivattyúkat és a főbefogadó magas vízállása esetén pedig, a torkolati szivattyútelepeket.

A lakott területek elöntés elleni védelme és vízmentesítése a helyi feladat és a *helyi önkormányzatokra* hárul. Az árvédekezéshez hasonlóan a belvízvédekezés során is az önkormányzatok feladata a kiépített rendszerek védelméhez szükséges közterő kiállítása, a kiürítés és mentés, egészségügyi ellátás, élet- és vagyónbiztonság.

3.7.3. Belvízvédelmi készütségi fokozatok

A mértékadó belvízi helyzetet megközelítő vagy azt meghaladó helyzetre a belvízvédekezés kérdéseit az *Országos Árvíz- és Belvízvédekezési Szabályzat* tartalmazza. A belvízi helyzettől függően különböző készütségi fokozatokat kell elrendelni, mégpedig *I. fokú készütséget* a belvíz megjelenésekor, *II. fokú készütséget*, ha a védelmi körzetben a főcsatorna vízszintje a mértékadó értéket meghaladja, és *III. fokú készütséget* kell elrendelni, ha a víz a csatorna medréből kilépett, továbbá, ha a védelmi körzetben olyan belvizek jelentkeznek, amelyek károkozás nélkül sem gravitációsan, sem szivattyúzással nem vezethetők le és emiatt a vizek ideiglenes visszatartrása szükséges, végül, ha a belvíz lakott területeket, ipar-telepeket, közlekedési vonalakat, mezőgazdasági területeket veszélyeztet. Ez utóbbi fokozott védekezési tevékenység.

Az I., II. és III. fokozatú védelmi készütséget a területileg illetékes igazgatóság vezetője, a *rendkívüli ké-*

szültséget kormánybiztosi jogkörben a miniszter rendeli el, majd szünteti meg.

3.7.4. Belvíz-védekezési módok

A szokványos belvízvédekezés, az árvízvédekezéstől eltérően, nem jellegzetesen baleset-veszélyes tevékenység. Előírás, hogy a gépi és villamos berendezések kezelői és a szakszemélyzet megfelelő munkavédelmi képzettséggel rendelkezzenek. Ezért a balesetvédelmi oktatási és ellenőrzési teendők elsősorban a védelmi munkában csak alkalmilag résztvevőkre (segédőrök, közterő) vonatkoznak. A szakképzetlen munkaerőt oktatás után is csak egyszerű munkafolyamatokkal szabad megbízni és egyszerű eszközökkel felszerelni, ezért nem végezhetik gépek, berendezések és járművek kezelését.

A belvíz elleni védekezés módjai

a) A belvízrendszer vízlevezető képességének fokozása

A gravitációs vízlevezetés legfontosabb műtárgya a főcsatorna torkolatánál az árvízvédelmi töltésbe épített zsilip. *Amint a befogadó vízállása megközelíti a belvíz szintjét, a zsilipet le kell zárni, és az árhullám levonulásáig zárva kell tartani.* A zsilip zárásakor egy időben intézkedni kell a belvízrendszer szivattyútelepeinek indításáról.

Belvízvédekezés során a csatornák és műtárgyak terv szerinti vízzállító képességének biztosítására szükség szerint kaszálást, gaztalanítást kell végezni, és el kell távolítani a lefolyási akadályokat. Ugyanígy fel kell számolni az engedély nélkül létesített áttöltéseket, amelyeket a mederben az átjárás érdekében földből készítettek.

A csatornák vízzállítása növelhető, és ugyanakkor a felsőbb szakaszokon kialakult magas vízállások csökkenthető esésnövelő szivattyúzás alkalmazásával. Ennek érdekében célszerűen valamelyik műtárgynál a medret elzárják, és a gravitációs lefolyást szivattyúzással segítik.

A szivattyútelepes belvízrendszereknél a szivattyúkat a károk és költségek figyelembevételével üzemeltetik, melynek megállapítása bizonyos kompromisszumok alapján történik. Azokon a helyeken, ahol nincsenek kiépített szivattyútelepek, és ritkán kell vizet emelni, ott hordozható szivattyúkat kell üzembe állítani.

b) A levezetendő vízmennyiség csökkentése

A levezetendő vízmennyiség csökkentésének két változata van:

- vízátvezetés más vízrendszerbe;
- vízviszatartrás (tározás) a rendszeren belül.

A belvízvédekezés során nagy jelentősége van a *vízkormányzásnak* melyhez a hálózat megfelelő pontjain műtárgyak (zsilipek, tiltók) szükségesek, hogy a levezetendő vízmennyiségek különböző irányokba legyenek terelhetők. Előnyös, ha egyes csatornaszakaszokon két irányú vízvezetési lehetőség is biztosított, ezeket a szakaszokat a köznyelv árapasztó csatornának nevezi.

A belvízgazdálkodás és a belvízvédelem egyik alapvető feltétele, hogy a lefolyó vízmennyiségek fogadására megfelelő tározók álljanak rendelkezésre. Ezek segítségével a tározott vízmennyiség hasznosítható, vagy esetleg hasznosítás nélkül levezethető a belvízcsúcsok levonulása után.

c) Belvízkárok minimalizálása

Amennyiben a terület a belvízi elöntésektől semmiképpen nem menthető meg, akkor a védekezés fő feladata, hogy a keletkező károk a legkisebbre korlátozódjanak. Mindenekelőtt a *települések* víztelenítése a legfontosabb, még olyan áron is, hogy e helyett jelentős mezőgazdasági területek kerülnek elöntésre. A településeken belüli elöntések értékben ki nem fejezhető egészségügyi károsodásokat is okozhatnak.

Az elsősorban védendő létesítmények közé tartoznak a *közlekedési utak és művek is*. A létesítményi károkon túlmenően a közlekedési korlátozások, terelőutak, a személy- és áruszállítás kiesése nehezen felmérhető, jelentős károkkal jár.

A *mezőgazdasági területek* mentesítési sorrendje az adott évi vetéstervtől és az évszaktól függ. Általános szabály az, hogy előbb kell mentesíteni a szántóterületeket, majd ezt követően a rét- és legelőterületeket. Előfordul, hogy a helyi igények ettől eltérő ütemet indokolnak. A szántóterületeken belül a hazánkban leggyakrabban előforduló tavaszi (hóolvadási) belvíznél először az őszi gabonavetések, majd az évelő takarmányokat, végül a vetésre előkészített őszi szántásokat, illetve még szántatlan területeket kell mentesíteni. Nyári-őszi belvizeknél a mentesítési sorrendet a várható károk mérlegelésével általában egyedileg határozzák meg.

d) Mentés, kitelepítés

Amennyiben lakott területek, gazdasági épületek, állattartó telepek belvízi elöntését semmiképpen sem sikerül elkerülni, akkor a belvízvédekezés keretében gondoskodni kell a lakosság, az állatállomány és az ingóságok veszélyeztetés nélküli területre való ideiglenes áttelepítéséről.

A belvíz levezetése utáni teendők

A belvíz-védekezési készenlét megszüntetése, a veszélyek csökkenésének függvényében, szakaszonként és fokozatonként történik.

A készenlét megszünte után a védelemvezető haldéktalanul számba véteti a védekezés céljára más szervektől igénybe vett anyagokat, eszközöket és felszereléseket és ezeket visszajuttatja eredeti telephelyére. A védekezés során tönkrement anyagot, eszközt és felszerelést selejtezteti, a hasznavehetőket jó állapotba hozatja és elraktározatja.

3.8 Felszíni vízrendezés és vízvezetés összefoglalása

Az előző részekben részletesen foglalkoztunk a felszíni víz elevezetésére szolgáló csatornahálózatok fejlesztésének tervezési kérdéseivel, továbbá tárgyaltuk a vízvezető művek építését, fenntartását és üzemeltetését. Összefoglalásaként ismerjük meg milyen munkarészekből áll a fenti célú munkák kiviteli tervdokumentációja. Ennek részei általában:

- műszaki leírás,
- helyszínrajzok (általános, elrendezési és részletes),
- hossz-szelvények,

- kereszt-szelvények,
- műtárgy és részlettervek,
- kitűzési terv, esetleg kitűzési vázlat,
- méret- és mennyiség-kimutatás,
- költségvetés vagy becslés,
- kivitelezési ütemterv,
- üzemeltetési és fenntartási leírása vagy terv.

Műszaki leírás: A műszaki leírás összefoglalja az előzményeket, az alapadatokat, a tervezett munkák lényegét, a költségeket, az engedélyeket és a tervjegyzéket. A vízrendezési műszaki leírására példát a következő oldalon találunk.

Helyszínrajzok: Az általános elrendezési helyszínrajz a létesítmény méreteitől függően 1:10 000 – 1:50 000 méretarányban készül. Megmutatja, hogy a beruházás hogyan illeszkedik a környezetéhez. A részletes helyszínrajz 1:1000 – 1:10 000 méretarányú, részletesen tartalmazza a tervezett munkák adatait.

Hossz- és kereszt-szelvények: A hossz- és kereszt-szelvények a bonyolultabb csatornákról készülnek. A hossz-szelvény mindig torzított méretarányú, láthatók rajta a partélek, a fenékvonal és a vízszintek magassági adatai, továbbá a meglévő és a tervezett műtárgyak és vezetékek is. A kereszt-szelvény általában torzítás mentes méretarányú, segítségével számba vehetők a földmunkák és egyéb pl. út és fenntartási művek.

Műtárgy- és részlettervek Értelmszerűen olyan részletes kidolgozott terv, mely alapján megépíthető a szóban forgó létesítmény. Rendszerint felülnézetből, hosszmetsetből és keresztmetsetekből áll.

Kitűzési terv: Tartalmazza a kivitelezéshez szükséges kitűzési adatot, a vízszintes és a magassági alappontokat, az alapvonalat töréspontjaival, valamint a létesítmény helyeit, meghatározó adatokat. A kitűzési helyszínrajz gyakran helyettesíthető a részletes helyszínrajzzal, ilyenkor elég lehet kiegészítésként egy kitűzési vázlat.

Méret- és mennyiség-kimutatás: A méret- és mennyiség-kimutatás a részlettervek számszerűsítése, részben az anyagok és munkák mennyiségét mutatja, de egyben a költség-számítás alapját is képezi. A vállalkozók rendszerint e munkarész alapján készítik el a saját adottságaiknak megfelelő költségajánlatukat.

Költségvetés: Az egyes elvégzendő munkák költségeit tartalmazza. A költségvetés, készüljön az bármilyen részletességgel és alaposággal, mindössze csak tájékoztató jellegű a várható kivitelezési összegről. A tényleges vállalási, illetve építési költség leggyakrabban árajánlaton alapuló versenytárgyaláson kerül megállapításra.

Ütemterv: A természetben végzett munkák az időjárástól és vízjárástól függhetnek. Ezért a kiviteli tervek az építési munkáktól függően megadják, hogy az egyes munkafolyamatok milyen körülmények között és sorrendben végezhetők. Ez utóbbira közhelyeszerű példa, hogy egy csatornát mindig a befogadótól kezdve kell megépíteni.

Üzemeltetési és fenntartási terv: A fenntartási és karbantartási munkák a felszíni víz elevezetésére szolgáló csatornák funkciójának megőrzése miatt nélkülözhetetlenek. Ezeket a feladatokat tartalmazza ez a munkarész. A rendkívüli helyzetekre belvízvédelmi tervdokumentáció kidolgozásával készülnek fel, mely nyilvántartási jellegű részekből, és operációs jellegű részekből (üzemelési leírás, a vízvezetési terv, kiürítési és mentési terv) áll.

4. TERMŐFÖLDEK VÍZRENDEZÉSE

4.1. A vízrendezési munkák kapcsolati rendszere

A hazai értelmezés szerint a termőföld és a mezőgazdasági környezet szorosan összetartozó fogalmak. A mezőgazdaság, korábbi elnevezés szerint a földművelés szavunk a latin *agrikultura* kifejezésből az *ager* és *cultura*, vagyis a föld és művelés szavakból származik. Az eredeti szóösszetételből felismerhető, hogy e tevékenység a használatba vett környezet, nevezetesen az egész nem települési élő környezet művelését és gondozását foglalja magába.

A fejlődési tendenciák szerint a földművelés fogalmába mindinkább beletartoznak a környezeti elemek (a talaj, a víz, az élővilág és a gazdálkodó ember), a mezőgazdaságilag művelt táj, a városi, falusi kiskert a maga dísz- és haszonnövényeivel és a gazdasági hasznosításon kívüli földterület is a maga természetes élővilágával. Egyre inkább a civilizáció fejlettségi mutatójává válik, hogy egy társadalom mennyi figyelmet szentel a tájfenntartásra, a természetgazdálkodásra, és milyen módon műveli és ápolja az általa birtokolt földterületeket. A fejlettséget tehát mindinkább a táj kulturáltsága, az elmárodottságot pedig a földművelésnek csupán élelmiszertermelésre való szűkítése jelenti. A jegyzet e részében a mezőgazdasági területek, beleértve a termőföldeket és környezetüket, vízrendezési feladataival foglalkozunk.

A földműveléssel kapcsolatos, röviden agronómiai vízrendezések, méretben és minőségükben térnek el a belvízrendezési feladatoktól. Míg az utóbbiak nagy területeken a vonalak menti (csatornák) és a pontszerű művek (műtárgyak, szivattyútelepek) létesítésére és üzemére vonatkoznak, az agronómiai vízrendezések a termőföld egyedi hasznosítását szolgálják azzal, hogy a földhasználatnak megfelelően javítják a vízgazdálkodási viszonyokat.

A termőföldek és környezetük vízrendezése a következő részfeladatok, illetve tevékenységek kombinációjából áll:

- gazdálkodási, szervezési feladatok,
- agrotechnikai, települési, természetvédelmi, környezetvédelmi stb. tevékenységek,
- mérnöki (műszaki) tevékenységek.

Az egyes feladatok egymást kiegészítve alkotják a társadalmi, gazdasági és természeti környezettel harmonizáló megoldást. Különösen nagy jelentősége van a vízrendezésben az első két tényezőnek, mert ezek ún. szelíd és környezetkímélő beavatkozási módok. Mivel még a területhasználathoz is szorosan kapcsolódnak, segíthetik a fenntartható fejlődés elvének jobb érvényesülését. A műszaki módszerek erőteljesebb beavatkozások, de megfelelő kombinációban ugyanúgy szolgálhatják a környezet védelmét, mint a kombináció másik két eleme.

A különböző szakterületek egymásrataltságot szemléletesen kifejezi az erózióvédelem példája. A sikeresen végzett erózióvédelmi munkákra az a jellemző,

hogy azt a legmagasabb részeken az erdészek kezdik, majd az alacsonyabb és enyhébb lejtőkön a mezőgazdászok folytatják, s végül a síkságon és a vízfolyások mentén a műszakiak fejezik be. Vagyis minden módszernek megvan a mással nem helyettesíthető maga szerepe, ezek együttesen alkotnak egy egészet, az egyik vagy másik kizárólagos favorizálása hátrányokat okoz a természeti erőforrások hasznosításában.

Gazdálkodási, szervezési feladatok és a vízrendezés kapcsolata

A gazdálkodási és a szervezési feladatok erősen hatnak a vízrendezésre. A feladatokból adódóan nem mindig teljesíthető, az adottságokhoz való igazodás elve. Amennyiben csak a környezeti adottságokhoz választanánk meg a hasznosítási formát, akkor alkalmazkodás által a környezetben alig adódna használatot zavaró vízrendezési probléma. Tipikus alkalmazkodás az ún. szárazgazdálkodás, a maga több mint, 95%-os arányával. Még nagyon hosszú ideig ilyen öntözési munkát nem igénylő gazdálkodás lesz a jellemző, azaz az éghajlathoz való alkalmazkodás választása.

A gazdálkodási célok és sokszor kényszerek miatt az alkalmazkodás helyett sok vonatkozásban változtatunk a környezeten, melynek vízrendezést befolyásoló következményei vannak. Tipikusan ilyenek a települések, ahol az értékek és javak, illetve a kockázatok csökkentése érdekében végzünk vízrendezést, bár ugyanezt megfelelő biztosítások kötésével is el lehetne érni (nyilván más költséggel). A vízkár elleni vagyonvédelmet és kármérséklést gyakran gazdasági módszerekkel nevezetesen hitellel, állami támogatással, adókedvezménnyel stb. (nem szerkezeti elemekkel) és vízrendezéssel (szerkezeti elemekkel) kombinálva oldjuk meg. Ezek aránya határozza meg a vízrendezési munkák mértékét. Például, ha növekszik az adókedvezmény vízkár esetén, úgy csökken a munkák iránti igény, és fordítva.

Síkvidéki településeknél a vízrendezésnek jelentős szerepe van az életvédelem és a környezet egészségügy terén is. E vonatkozásban megfelelő területrendezés érvényesítésével lehet a vízrendezést kiváltani, illetve ennek fordítottja is fennáll, egy meglévő települési környezetet vízrendezéssel lehet egészségesebbé formálni. Ebben a költségek már kevésbé játszanak szerepet, sokkal inkább a kulturális örökség szempontjai, ilyen esetben szinte kizárólag ezek határozzák meg a települési vízrendezéseket.

Területhasznosítási tevékenységek és a vízrendezés kapcsolata

Az agrotechnikai, a települési, a természetvédelmi, a környezetvédelmi stb. tevékenységek vízrendezés szempontjából legfontosabb feladata a csapadék helyben való hasznosításának vagy visszatartásának elősegítése és a vízminőség javítása. *Termőföldeken* ezt a célt a talaj hasznos vízbefogadó képességének növelése útján, megfelelő talajművelési mód, növénytermesztési rend és talajjavítási módszer alkalmazásával törekednek megoldani.

ni. *Településeken* ezt a célt a beépített és zöldterületek megfelelő arányának biztosításával, a csapadékvíz elvezetés, tározás és hasznosítás megoldásával, továbbá a település alatti — csökkent evapotranspiráció miatti — talajvízdomb biológiai módszerekkel való csökkentésével érhetik el. *Természetvédelem és környezetvédelem* által érintett területeknél az ökológiai kiegyenlítő felület megvédése és megerősítése az, mely az itt jelentkező vízrendezési munkákat nem műszaki oldalról segítik, esetleg helyettesíthetik. Hasonlóan az előzőekhez, szempontokat lehetne megfogalmazni a közlekedés, az ipar, a vízgazdálkodás terén is, melyek az ilyen hasznosítású területeken a vízrendezési módra hatnak.

Mindenféle területhasználatnál fontos feladat (lenne) a vízminőség védelem, vagyis a helyben maradó, továbbá a nem hasznosítható káros és ezért elvezetésre kerülő víz minőségének javítása, megvédése. Ehhez is hozzájárul a vízrendezés például azzal, hogy elősegíti a vizek öntisztulását.

A vízrendezés mérnöki (műszaki) módszerei

A mérnöki (műszaki) módszerekre és beavatkozásokra akkor kerül sor, amikor a jobb vízgazdálkodás érdekében az előző két pontban felsorolt módszerek nem eléggé hatékonyak, vagy túl költségesek, vagy nem megfelelően orvosolják a bajokat, vagy ideiglenes hatásúak.

A termőföldek és környezetük javítására, a jobb vízállapot előállítására előírható felszíni vízrendezést (leggyakrabban vízelvezető árok, céldrén, drénfűrt, nyelőrakat, nyelőkút) és felszínalatti vízrendezést (leggyakrabban lecsapolás, mezőszerű drénezés, szivárgó árok, mélykutas víztelenítés).

Mindkét típusú vízrendezés megfelelő arra, hogy a termőföldről csapadékat, külső területekről származó ráfolyó vizeket, talajvizet, és ha van, akkor nyomás alatti talajvizet vezessünk el, illetve hasznosítsuk. Tendencia, hogy előnyben részesítjük a felszínalatti műveket, mivel ezek környezetbe (tájba) kedvezőbben illeszkednek, valamint azért is, mert a terület hasznosítását kevésbé zavarják.

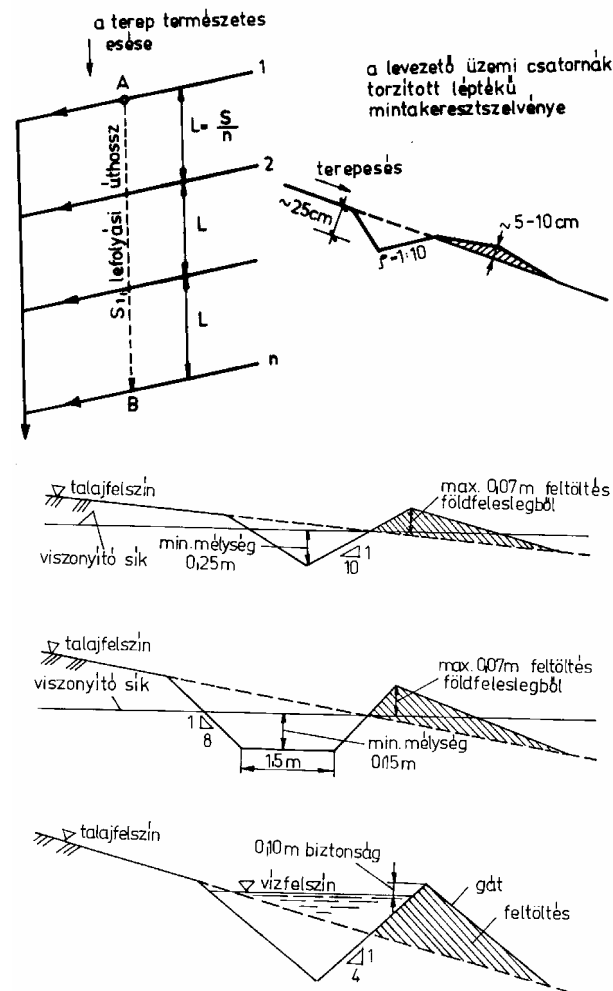
A következőkben a termőföldek és környezetük vízrendezésére szolgáló fontosabb műszaki létesítményeket és tevékenységeket ismertetjük.

4.2. A felszíni csapadékvíz elvezetése

4.2.1. Csapadékvíz elvezető árok és nyílt felszínű csatornák

Az árkokat, és azok nagyobb méretű változatait a nyílt felszínű csatornákat, közvetlenül a szántóföldek víztelenítésére ritkán alkalmazzuk, mert akadályoznák és zavarnák a föld használatát. Ezek inkább táblaszéli befogadóul szolgálnak a már valamilyen módon összegyűjtött víz elvezetésére. Árok, szántóföldi művelésű területeknél nem, hanem csak réteknél és legelőknél jöhetnek szóba. Ott használhatók, ahol a talaj kötött és nagy agyagtartalma, a felszín egyenletes eséssel rendelkezik, és a csapadék mennyisége időszakonként káros mennyiségű. Az árkok elrendezési vázlatát és mintake-

resztszelvényét a 23. ábra mutatja. A munkagépekkel átjárható árkok a terep esésirányára közel merőlegesek (keresztirányú elrendezésűek) és egymással párhuzamosak. Az *S* teljes lefolyási úthossz olyan nagyságú *L* szakaszokra kell osztani, hogy a csapadékvíz az előírt víztelepítési idő alatt elvezethető legyen.



23. ábra. A vízelvezető árok és csatornák távolsága, és az árok torzított léptékű mintakeresztmetszvénye

Az árok távolságának meghatározására a 15. táblázat adatai az irányadók. A táblázat szerint a terepesés növekedésével arányosan csökken az ároktávolság. Ennek oka, hogy a meredekséggel együtt csökken a csapadék összegyülekezési ideje, emiatt növekszik a csúcsvízhozam, s ezért kell az adott kapacitású árkokat sűríteni.

15. táblázat. Az ároktávolság és a lejtés kapcsolata

terepesés, %	L távolság, m
< 0,3	400
0,3 – 0,6	200
0,7 – 1,0	130
1,1 – 1,5	100

4.2.2. Csapadékvíz elvezetés céldrénnel és drénfűrttel

A mélyedésekbe összefolyó káros csapadék elvezetését a földhasználat legkisebb zavarásával, felszín alatti csőhálózattal (dréncső hálózattal) oldhatjuk meg. Az ilyen mélyedésekbe helyezett csapadékvíz elvezető drénezés sajátossága, hogy csak a vizet vezeti el, s talajjavító hatása elhanyagolható. A részleges, a mélyedésekre korlátozódó drénezés tehát csak egycélú, vagyis csak a víztelenítést szolgálja, ezért a melioratív (talajjavító) hatású talajcsövezés megkülönböztetésére — egycélú drénezésnek, vagy *céldrénezésnek* is nevezik. A céldrén, sajátos magyar kifejezés, a száldrén szinonimájaként használjuk, vagyis amikor egy mélyedésben mindössze egy vagy két drénvezeték van, a drénfűrt kifejezést pedig gyűjtővel rendelkező hálózat esetére.

Gyakori ellenvetés a drénezéssel kapcsolatban, hogy kiszárítja a talajt. Párhuzamos jelenség alapján azt is mondhatnánk, hogy egy virágcserep alján lévő lyuk kiszárítja a cserépben lévő földet. A hétköznapi életben tapasztalható, hogy a cserép alján lévő lyuk eltömődése milyen végzetes egy alkalmatlan locsolás esetén a cserépben lévő növény számára (pedig itt még csak lehet szabályozni a locsolóvíz mennyiségét odafigyeléssel). Ezért mondható az, az előbbi hasonlattal élve, hogy a dréncsővön lévő lyuk (perforáció sor) termőföldi viszonyok között olyan a növények számára, mint a virágcserep alján lévő lyuk. Nagycsapadékok esetén a drénezés menti meg a növényzetet a károsodásoktól, s csak azt a vizet tudja elvezetni, mely gravitáció hatására kifolyik a porusokból. Az ilyen víz azonban károsít és rosszabb esetben a növény gyökérfulladását okozza.

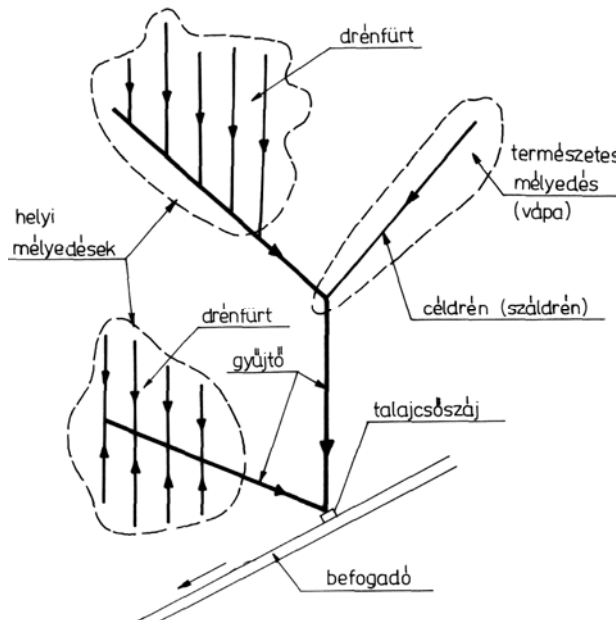
A vízelvezető hálózat kialakítása

A részleges drénezés általános helyszínrajzi elrendezését a 24. ábra mutatja. A *céldréneket* (száldréneket) a terep mélyedéseibe és a terephajlatokba (vápákba) kell tervezni, oda ahol a csapadék összefolyik, a nagyobb kiterjedésű mélyedésekbe pedig *drénfűrt* kerül. A drénváz rendszerint táblacsatornába vagy belvíz elvezető hálózatba folyik.

A száldrének hossza megfelelő természetes esésnél tetszőleges lehet, ha pedig nincs esés, akkor 400 m a felső határ. A megfelelő vízszállító képesség biztosítása érdekében átmérőjüket — csőhidraulikai méretezés szerint — 80–200 mm között választjuk meg. A talajcső esése általában 1–3 ‰, de a terepeséstől függően kisebb esések alkalmazása is szükséges lehet. Ez utóbbi esetben felhasználjuk a közlekedő edények elvét, melyeknél a víz mozgását a nyomáskülönbségek szolgáltatják, vagyis ha vízmagasság van a kifolyóval rendelkező csőben, akkor a víz ki is folyik belőle, még ha nincs is lejtése a csőnek.

A felszíni víz elvezetésére szolgáló talajcsövet a felszín közelébe, de a teherelosztás érdekében min. 0,8 m földtakarással kell építeni, hogy a beszivárgó víz minél kisebb hidraulikai ellenállással juthasson a belépőnyílásokon keresztül a dréncsőbe. Növelni kell a drénmélységet, ha számítani lehet a talaj roszakására (szerves talajok), ha geodéziai pontatlanságok voltak,

vagy ha a terepen defláció (talaj elfúvás) van. Talajtól függően — kis fektetési mélység esetén is — különösen a céldrénnekél szükség lehet a drénárok víznyelő képességének növelésére (pl. nyelőrakattal) és csakis a drén hatótávolságán belül mélylazításra annak érdekében, hogy a káros csapadéktöbblet minél könnyebben a dréncsőbe szivároghasson.



24. ábra. A részleges drénezés általános elrendezése

A részleges drénezés méretezése és hatótávolsága

A céldrén működésénél feltételezzük, hogy a csapadéktöbblet a szántott rétegen keresztül a szükséges idő alatt a drénárokhoz juthat és a drénárok olyan, hogy ezt a vizet képes a dréncsőbe vezetni, mely azt tovább szállítja.

A céldrén tervezésénél feltételezzük, hogy:

- a céldrén hatótávolsága L ;
- a céldrén felszíni vizet vezet el, s a talajvíz-megcsapoló szerepe elhanyagolható;
- a víztöbblet, vagyis a káros víz „belefér” a fedőréteg gravitációs hézagterébe;
- a terepesés olyan, hogy a víztöbblet a szántott rétegen keresztül gravitációs úton, az L hatótávolságból a dréncsőhöz tud szivárogni.

E feltételekből a naponként elvezetendő vízmenyiséget a

$$q = \frac{\mu h_{sz}}{t} - E_n \quad (16)$$

összefüggéssel lehet számítani, ahol

- q — az átlagos elvezetési intenzitás, m/d,
- h_{sz} — a szántott vagy lazított talajréteg vastagsága, m,
- μ — a vízteleníthető hézagter (gravitációs hézagter) a szántott rétegben (–),
- t — a víztelenítés előírt időtartama, d,
- E_n — a tényleges napi evapotranszpiráció, m/d.

A μ vízteleníthető hézagtér és a k szivárgási tényező között viszonylag szoros korreláció mutatkozik, amely lehetőséget ad, hogy a szivárgási tényezőtől számítsuk a vízteleníthető hézagtér értékét. Ilyen például az 1. fejezetben megismert (2) jelű *van Bears* egyenlet.

A céldrén L_h hatótávolságát, m-ben az

$$L_h = \frac{1,48 k h_{sz}}{q} \approx 300 k \quad (17)$$

képlettel becsülhetjük. A képlet alapján a leggyakoribb értékeket ($q = 3$ mm/nap, $h_{sz} = 0,6$ m) figyelembe véve a céldrén hatótávolságára, $L_h \approx 300 k$ adódik. A drénárok közelébe jutott víz a 0,3 m széles drénárkon keresztül szivárog le a dréncsőhöz. A víz érkezik egy oldalról (lejtőmegszakító drén) és két oldalról (vápa közepén húzódó drén) a céldrénhez. A tapasztalatok szerint ahhoz, hogy a két oldalról a drénárokhoz érkező víz megfelelően le tudjon szivárogni a dréncsőhöz, az árokviszatatöltés legalább háromszor nagyobb vízvezetőjű legyen, mint a művelt réteg. Ha ez a feltétel nem teljesül, akkor a hatótávolságot csökkentjük, hogy a drénárok vízterhelése is csökkenjen.

A céldrén (egyszál talajcsövet) keskeny mélyedések víztelenítésére lehet jól használni, a széles lapos mélyedésbe viszont több egymással párhuzamosan haladó csőre van szükség. Itt is tekintettel vagyunk arra, hogy a csövek ne kerüljenek túl mélyre, mert akkor a csapadéktöbblet nehezen jut a dréncsőhöz. Előfordulhat, hogy ilyen lapos helyen nemcsak a felszíni víz okoz kárt, hanem időnként a talajvíz is. A talajvíz viszont csak akkor vezethető el vagy szabályozható, ha a csövek lejjebb vannak a talajvíz felszínénél. Ezen okból a dréncsövek ilyenkor mélyebbre kerülnek, kb. 1,2–1,6 m-re, és emiatt a felszíni víz könnyebb bejutását a drénárokba helyezett nyelőkkel segítjük. Ugyanígy megfontolásból a drénfűrttel érintett területet vakonddrénezük, mert ezekben a csőszerű járatokban, a víz könnyebben jut a drénárokba. A drénfűrtben a dréntávolságot a hatótávolságból kiindulva határozzuk meg, de figyelembe vesszük, hogy a lapos és esés nélküli felszín miatt a víz nehezebben jut az árokhoz, ezért a csőtávolságot általában 25–35 m közé tervezzük.

A dréncsövek hidraulikai méretezése

A dréncsövek átmérőjét és esését úgy kell megválasztani, hogy a dréncső képes legyen túlnyomás nélkül elvezetni a belépőnyílásokon érkező vízhozamot. A lejtésből származó magasságkülönbség egyezzen meg vagy legyen nagyobb a súrlódásból származó h_v nyomásvesztéségnél.

A csővezetékek nyomásvesztését a *Darcy-Weisbach*-alapösszefüggéssel számíthatjuk:

$$h_v = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} = B l Q^2 \quad (18)$$

ahol:

λ — ellenállási tényező, dréncsőveknél $\lambda = 0,03$,

l — a dréncső hossza, m,

v — a középsebesség, m/s,

d — a belső átmérő, m (bordázott dréncső esetén a belső legkisebb átmérő),

Q — szállított vízhozam, m³/s,

B — az állandók összevonásából adódó mennyiség, s²/m⁶ és

$$B = \frac{16 \lambda}{d^5 \pi^2 2g} \quad (19)$$

A (18) képlettel a dréncső súrlódási veszteségeit akkor számítjuk, ha méretezési segédletek nem állnak rendelkezésünkre. (A jegyzetben a hátrább található 40. ábrán adunk ilyen segédletet.) Ez a képlet permanens állandó (időben változatlan és a cső mentén állandó) vízhozamot feltételez. Ugyanakkor a drénbe a víz a belépő nyílásokon (perforáción) keresztül jut be és a vízhozam ennek megfelelően a torkolat felé haladva fokozatosan növekszik vagyis permanens, fokozatosan változó vízmozgás van, hasonlóan a szennyvízgyűjtő csatornákhöz.

A permanens, fokozatosan változó vízmozgás esetén, az i esésű csövek vízhozamának számítására a következő közelítő képlet szolgál:

$$Q = \sqrt{\frac{3i}{B}} = \sqrt{\frac{3i d^5 \pi^2 2g}{16 \lambda}} \quad (20)$$

10. példa. Dréncsövek vízszállító képességének számítása

Határozzuk meg egy 0,8‰ eséssel tervezett gyűjtő vízszállító képességét (víz-hozamát), ha a dréncső névleges (katalógusban szereplő) átmérője NA 160 mm. Ennek megfelelően a $\lambda = 0,03$, $i = 0,0008$, $d = 0,1485$ m.

a) eset:

Feltételezzük, hogy a dréncsőre nem csatlakozik szívó, s perforálva sincs, tehát a csőben a vízhozam állandó. A méretezést permanens állandó vízmozgás *Darcy-Weisbach* képlet (18) szerint lehet végezni. Először a (19) szerint számítjuk a B segédváltozót

$$B = \frac{16 \lambda}{d^5 \pi^2 2g} = \frac{16 \cdot 0,03}{0,1485^5 \pi^2 \cdot 2 \cdot 9,81} = 34,32 \text{ s}^2/\text{m}^6$$

A (18) átalakításával

$$h_v = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} = B l Q^2$$

ahonnan

$$Q = \sqrt{\frac{h_v}{l} \cdot \frac{1}{B}} = \sqrt{\frac{0,0008}{34,32}} = 0,00483 \text{ m}^3/\text{s} = 4,8 \text{ l/s}$$

b) eset:

Feltételezzük, hogy a gyűjtőbe L m-enként n db szívó csatlakozik, egy szívó vízhozama Q/n . A méretezést permanens, fokozatosan változó vízmozgás szerint a (20) képlettel számítjuk.

$$Q = \sqrt{\frac{3i}{B}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 0,0008}{34,32}} = 0,0084 \text{ m}^3/\text{s} = 8,4 \text{ l/s}$$

A számításból megállapítható, hogy fokozatosan növekvő vízhozamnál a cső vízszállító képessége $\sqrt{3}$ -szor, kb. 1,7-szer nagyobb, mint állandó vízhozam esetén. Ezt a többletet, csakúgy mint a szennyvízgyűjtőknél, általában a biztonság javára elhanyagoljuk.

A drénhálózat műtárgyai

A hálózatot az üzemelési, a fenntartási és esetenként könnyebb megépítés érdekében műtárgyakkal kell ellátni. A leggyakoribb műtárgyak: talajcsőszáj, akna és drénvíz áttemelő.

Csőszáj — céldrének esetén — egyszerű fényálló PVC műanyagcső, a nagyobb drénfűrtök kitorkollásánál viszont betonműtárgyat kell építeni a nyílt befogadóba való becsatlakozásoknál. Fenntartási okokból a műtárgyakat *jelölni is kell*, olyan módon, hogy az külön műszaki akadályt ne jelentsen. A jelölés lehet a fenntartó sáv és tábla szélére állított árbo, de jó egy tájhoz, kis lombosított fa telepítése is (mivel élővíz mellett nem szabad növény védőszert kipermetezni, a fa megmaradása e szempontból biztosított).

Aknákat kell építeni ott, ahol a talajcsövek egymáshoz csatlakoztatása idomokkal nehezen vagy bizonytalanul oldható meg. Az ilyen csomópontoknál főleg *vakaknát* (rejtett aknát) használunk. Akkor is szükség van aknára, ha szabályozni kívánjuk a víz lefolyását. Korábban a tisztítás és ellenőrzés érdekében a gyűjtőkön 500 m-enként építettek aknákat, ilyen célból jó kivitelezés esetén már aknát nem építenek. A drénhálózat működését szemrevételezéssel ellenőrizzük, hibára utaló jelek esetén a hibákat először a cső kibontásával kísérjük meg kijavítani. Amennyiben a csövek feliszapolódását tapasztalunk, dréncső mosógéppel lehet a tisztítást elvégezni.

4.2.3. Nyelők

Nyelőkkel abban az esetben vezethetjük el a vízállásos foltokról a vizet, ha a szántott rossz vízgazdálkodású talajréteget az alsóbb jó vízvezető rétegtől egy vékonyabb vízzáró réteg választja el. Ilyen módon — ha egyéb vízelvezetési lehetőség nincs — a kisebb lefolyástalan mélyedések vizét az alsóbb, nagy vízbefogadó képességű homokos-kavics vagy kavicsrétegbe szívárogtatjuk. A káros felszíni víz elvezetésére a hagyományos kialakítású nyelő akkor használható, ha a befogadó réteg nemcsak a vizet képes elnyelni, hanem azt képes a hasznosítás érdekében tovább is vezetni. Ellenkező esetben a talajvíz fokozatosan felgyülemlik, károsan magasra emelkedik, azaz nem érhető el a kívánt víztelenítés. Amennyiben ez a kedvezőtlen eset állna fenn, a nyelőt talajcsővezéssel kombináljuk, s ezzel elősegíthetjük a csapadék termőföldön való hasznosítását is.

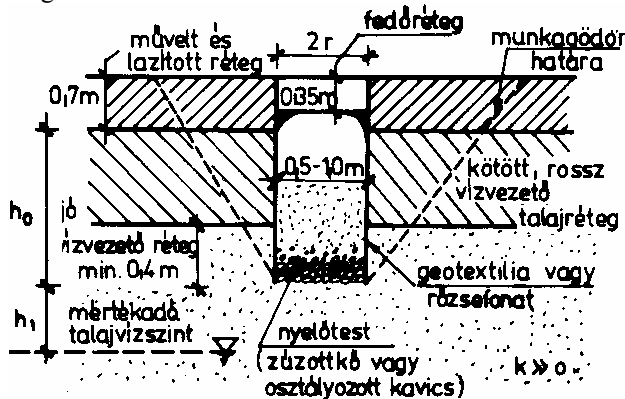
A nyelőknek több változatuk van, a jegyzetben a nyelőrakat, a nyelőkút, a fedett víznyelő és a felszíni víznyelő kérdéseivel foglalkozunk.

Nyelőrakat

A nyelőrakat hagyományos kialakítási módját a 25. ábra mutatja.

Az ábrán látható megoldásnál a legalább 40 cm-t a vízvezető rétegbe lenyúló munkagödörbe kerül a kb. 50 cm fenékátmérőjű nyelőtest. A nyelőtest geotextília zsákba, esetleg más, pl. rőzsefonat hengerbe töltött közüzalék vagy osztályozott kavics. Az elválasztó anyag egyrészt mint szűrő védi a szivárgó testet a feliszapolódástól, másrészt lehetővé teszi a kitöltőanyaggal való takarékos-

kodást, ugyanis így a nyelőtest kisebb térfogattal építhető meg.



25. ábra. A hagyományos kialakítású nyelőrakat

A nyelőrakat a felszíni vizet megszűrve engedi az alsóbb rétegbe, emiatt a „szikkasztás” lassú és ezért kicsi a rakatok vízemésztése is. Vízemésztésük az idő folyamán csökken, mivel a kolmatáció (eltömődés) előbb-utóbb bekövetkezik. A várható vízemésztést éppen ezért nehéz számolni. A nyelők vízemésztését a

$$Q = 2r\pi \cdot k \cdot h_0 \quad (21)$$

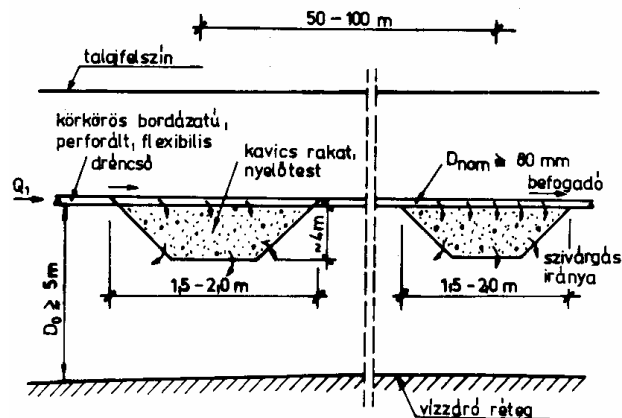
tapasztalati képlettel becsülhetjük, ahol

Q — a nyelő vízemésztése, m^3/d ,

$2r\pi$ — a nyelő kerületének hossza, m ,

k — a nyelőközeg (alsóbb réteg) szivárgási tényezője, m/d .

A nyelőrakatok a 26. ábrán látható módon kombinálhatók talajcsővezéssel.



26. ábra. Nyelőrakat és talajcsővezés kombinálása

Ahogy az ábrán látható, a drén összegyűjti az átmenetileg túlnedvesedett talajszelvények víztöbbletét, a nyelőrakat pedig ezt a vizet a terület kevésbé nedves részein az ún. mikromagaslatok környezetében elszivárogtatja. A nyelőrakatokat egymás hatásterületén kívül kell elhelyezni. Ilyen módon nedvesséskiegyenlítőds jöhet létre és ez kedvező a csapadék termőföldön tartása érdekében is.

Fedett víznyelő

A fedett víznyelők vízelvezetőhöz, például céldrénekhez vagy drénfűrtökhöz csatlakozó víznyelőra-

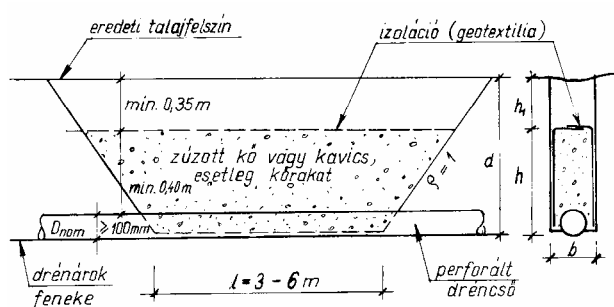
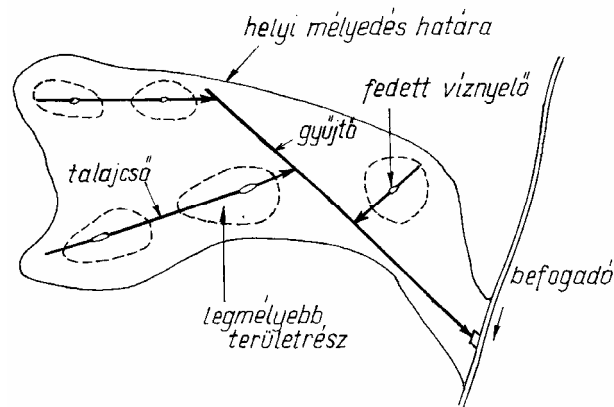
katok. Az ilyen víztelenítési módot *francia rendszerű drénezésnek* is nevezik.

A vízvezető talajcsőhöz csatlakozó fedett víznyelő többféleképpen is kialakítható. Maga a nyelőtest lehet:

- kő- vagy homokos kavics rakat,
- műanyag szivárgó test,
- szivárgó lemez.

Műszaki víztelenítésre alkalmazott változatait nevezik síkdrénnel is. Ez üreges vízbefogadó műanyag szivárgótestből vagy függőleges szivárgó lemezből és az ezekhez csatlakozó dréncsőből áll. Az utóbbi megoldást szemléletesen vitorlás drénnek is hívják, a függőleges rész mintegy "befogja" a vizet és a dréncső pedig elvezeti azt.

Egyszerű kivitelezhetősége miatt leggyakrabban a 27. ábrán látható homokos kavicsból készült nyelőtestet használjuk. A felszíni víz hozamától függően a víznyelő 3,0–6,0 m hosszúságban zúzott kőből vagy kavicsból áll. A víznyelőnek nem kell külön munkagödör, azt közvetlenül a drénárókba lehet helyezni. Az ábrán látható kialakítás szerint először a nyelőhöz csatlakozó drénárók földvisszatöltése készül el szakaszokban és azután a két szakasz között kimaradó 3–6 m hosszú teknőbe öntik a homokos kavicsot. Építéstechnológiai szempontból ennek fordítottja esetenként praktikusabb lehet, ekkor a rakat nem teknőformájú, hanem gúla vagy kupac formájú lesz. A drénárók tetejére 0,35 m vastag termőtalaj kerül.

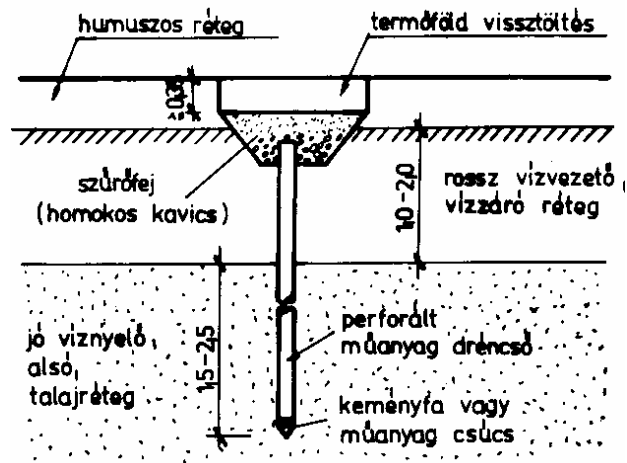


27. ábra. A hagyományos kialakítású fedett víznyelő

Nyelőkút

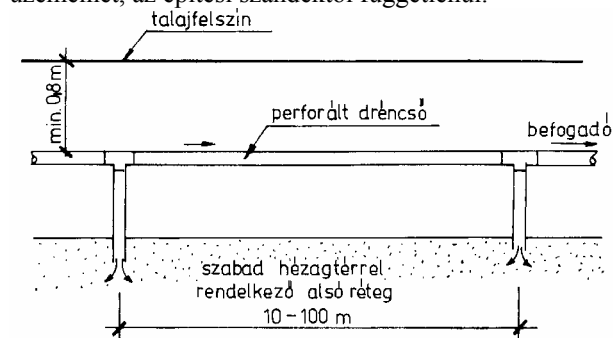
A nyelőkút a felszíni 1–2 m vastag rossz vízgazdálkodású talajréteg áttörésével vezeti a káros víztöbbletet az alsóbb és jobb vízvezető rétegbe. A beszivárogtatást az alsóbb rétegbe nyúló 1,5–2,5 m hosszú perforált műanyagcső biztosítja. A nyelőrakattól eltérően a nyelőkút nincs szűrőanyaggal kitöltve. Előfordul, hogy a kút egy-

szerű talajfurat. Ilyen megoldással is lehet beszivárogtatni, azonban ezek egy szezonra szóló élettartamúak. A hagyományos nyelőkút-kialakítási módot a 28. ábra mutatja.



28. ábra. A hagyományos kialakítású nyelőkút

A nyelőkutak a nyelőrakatokhoz hasonlóan jól kombinálhatók talajcsőhálózattal. Erre példát a 29. ábra mutat. Itt kell megjegyezni, hogy esetenként egy fenék-lemez nélküli drénakna is nyelőkútként vagy kútként üzemelhet, az építési szándéktól függetlenül.



29. ábra. A nyelőkút és talajcsővezetés kombinálása

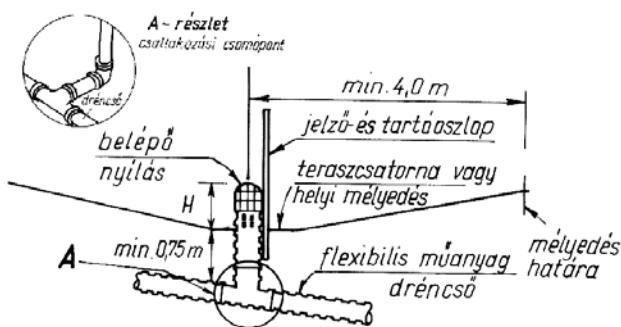
Felszíni víznyelők és összefolyók

Változatos felszíni vagy lejtős területeken ahol gyakoriak a helyi mélyedések, ott gazdaságos lehet felszíni víznyelők alkalmazása. Ezek a művek a burkolt utak vízvezetésénél használt összefolyókhoz hasonlósak. E művek az árkokhoz képest kis helyigényűek, s alig zavarják a művelést. Hátrányuk, hogy az eltömődés miatt fokozott ellenőrzést és fenntartást igényelnek. Több ország példája is mutatja, hogy értékes és intenzíven hasznosított területeknél a felszíni víznyelőt gyakran használják.

Többféle felszíni víznyelő és összefolyó létezik. A megoldások közös jellemzői: a felszíni víz összegyűjtésére alkalmas mélyedés, a felszín fölé emelkedő bevezető csőhálózat. Az összefolyót ezen kívül a víz helybetartására vagy a hordalék visszafogására alkalmas tározótérrel, esetleg iszapfogóval is ki lehet egészíteni. A felszíni víznyelők feltűnő színűek, hogy láthatók legyenek, ha ez

nem lehetséges, minimum 2,5 m-es jelzőárboccal meg kell jelölni helyüket.

A felszíni víznyelőre példát a 30. ábrán láthatunk. A víz bevezetése a víznyelőbe a felszín fölé 0,5–0,6 m-re kiemelkedő, felül és oldalt vízbevezető nyílásokkal ellátott, 10–15 cm átmérőjű csövön történik. A vízbevezető nyílások méretének döntő szerepe van a zavarmentes működésben. A helyesen kialakított bevezető cső legfelső része egy kb. 2 × 2 cm-es rozsdamentes fémhálóból vagy műanyaghálóból készült sapkából és perforált műanyagcsőből áll. A \varnothing 2 cm lyukbőségénél kisebbnek már jelentős belépési ellenállása van, a nagyobb átmérőjű lyuk pedig olyan méretű uszadékot is beengedhet, amely öntisztulás útján az elvezető csőből már nem tud eltávozni a befogadóba. Az öntisztítás javítására léteznek olyan gyűjtőaknás változatok is, melyeknél a nagyobb vízsebesség érdekében a vízvezetés aknából szivornyával, tehát lökészerűen, illetve szakaszosan történik.



30. ábra. Példa a felszíni víznyelő kialakítására

4.3. A talajvízszint csökkentése felszínalatti vízrendezéssel

A talajvízszint csökkentés célja a talajtestben, pontosabban a talaj gravitációs pórusaiban lévő káros vízfeleslegek elvezetése. Mivel ez jellege szerint felszínalatti víz, ezért az elvezetésére szolgáló megoldást gyakran felszínalatti vízrendezésnek nevezik. Mint ahogy az 1. fejezetben szerepelt, ennek többféle módja (látható és eltakart létesítménye) lehet, például *lecsapoló csatorna, mezőszerű talajcsövezés, szivárgó csatorna, mélykutas víztelenítés*. A különböző víztelenítési műveket gyakran kombinálva használjuk, de mindig figyelembe vesszük, hogy melyik mire alkalmas.

A felszínalatti vízrendezésnél mindig létrejön egy víztömeg kiegyenlítődés. Általánosan elmondható, hogy minél nagyobb egy hálózat, annál nagyobb az egyes részek közötti víztömeg kiegyenlítődés. Ez fordítva is fennáll, vagyis minél kisebb például egy drénfűrt, annál kisebb az összegyülekezési idő, s ennek következtében a nedvesség kiegyenlítődés és a tározódás is. Vagyis egy nagy hálózatban a drénvízhozam (drénvíz kifolyás) kiegyenlített, nem mutat nagy ingadozást, gyakorlatilag nincsenek csúcsok, viszont egy kis drénfűrt esetében ennek éppen a fordítottja áll fenn. Tehát két teljesen azonos műszaki megoldásnál, ha a területek nagyságban különböznek, különbözőek lesznek a drénvízhozamok és a kifolyó vízmennyiségek is. Ha a drénhálózat egyes elemeit vizsgáljuk, úgymint *belépő nyílás, szívó, gyűjtő, befoga-*

dó, ugyanez a jelenség áll fenn. Belátható, hogy minden egyes elemet — összegyülekezési időtől, vagyis a csapadékterheléstől és tározódástól függően — *más-más mértékadó vízhozamra kell méretezni*.

4.3.1. Lecsapoló csatorna

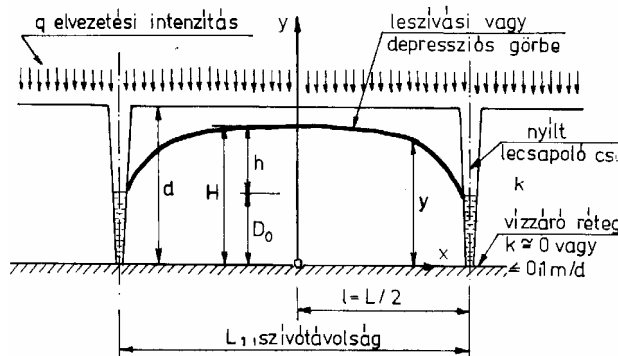
A lecsapoló csatornák formailag a belvízelvezető csatornához hasonlatosak, ámde funkciójuk lényegesen különböző, mert a *lecsapoló csatorna* magából a talajból (a talaj pórusaiból), a *belvízcsatorna* pedig a felszínről vezeti el a káros víztöbbletet. Ezért a lecsapoló csatornát jó vízvezető képességű talajvizet talajoknál, mint például lápterületeken használjuk, a belvízcsatornát viszont a belvizes helyeken üzemeltetjük.

A hazai lápok (vizenyős területek) kiterjedése az ország egy százalékát teszik ki, azaz 93 ezer hektárt. Ezen, biológiai szempontból értékes területek egy részén is szükség van a vízgazdálkodási folyamatok szabályozására, például vizenyős terület vízellátására, vagy nedves periódusban a víztöbbletek elvezetésére. A lápok sajátossága, hogy a bennük zajló folyamatok nagyon vízzérékenyek. Amennyiben gyorsan történik a víztelenítés, a szerves anyag gyorsan oxidálódik (esetleg öngyulladás is lehet). Az oxidálódott anyag (kotu) talajbiológiai tevékenység által humifikálódik, amihez idő kell. Ha a kotuképződés túl nagy a gyors víztelenítés miatt, akkor a képződött kotut a szél elfújja. Ez a szerves anyag veszteségen túl még környezetszennyezést is okoz. Ezt a folyamatot ismerve, a lápokon mindig stabil vízviszonyokat állítunk elő a vízszintek tartásával, illetve kis ingadozással.

A lecsapoló csatornák tervezésénél több, egymással kapcsolatban lévő jellemzőt kell meghatározni. A legfontosabbak a csatornamélység, a szívótávolság vagy hatótávolság, a depressziós görbe magassága, az elvezetési intenzitás, továbbá a rézsúhajlás.

A lecsapolás szivárgáshidraulikai folyamatát permanens és nempermanens állapot feltételezésével vizsgálhatjuk. A lecsapoló csatornák méretezését általában és a jegyzetben is, a permanens, vagyis az időben állandó hidraulikai feltételek figyelembevételével számítjuk.

A hidraulikai számítás jellemzőit a 31. ábra mutatja. E szerint látható, hogy a lecsapoló csatorna a vízzáró rétegig ér, a víztelenítési intenzitás q , a talajtest szivárgási tényezője pedig k .



31. ábra. A lecsapoló csatornák jellemzői

Az ábra jelöléseit figyelembe véve a szívótávolság:

$$L = \sqrt{\frac{8 k D_0 h}{q} + \frac{4 k h^2}{q}} \quad (22)$$

A (22) képletet *Hooghoudt*-egyenletnek nevezzük, ezt a formáját 1906-ban vezették le. A képlet átrendezhető, ilyenkor *Donnan*-egyenletről, vagy *Rothe*-képletről beszélünk. A (22) egyenlet párhuzamos nyílt csatornák szívótávolságának (hatótávolságának) meghatározására szolgál. Az egyenlet azonban értelemszerűen átrendezhető q elvezetési intenzitásra vagy más változóra is, s akkor a lecsapolás más paramétere is számítható vele.

4.3.2. Mezőszerű talajcsőhálózat

A gazdálkodás intenzifikálására elterjedten használják a talajcsővezést, azaz a mezőszerű drénezést. A talajcsővezés ezt a hatást a talaj vízháztartásának javításával éri el. A talajcsővezés segíti a nedvesség kiegyenlítését a termőföldön, növeli a talaj vízbefogadó képességét; ezek következménye a hőviszonyok javulása, s ezzel együtt a tenyészidőszak meghosszabbodása. Mindezekkel párhuzamosan a műveléshez jó talajállapotot biztosít, intenzívebb lesz a talajban a mikrobiológiai élet, lényeges talajszerkezet-javulás is bekövetkezik, melynek eredménye a korábbiakhoz képest nagyobb terméshozam és -biztonság.

Mint ahogy a részleges drénezésnél említettük, a talajcsővezés nem szárítja ki a talajt, mivel csak azt a vizet vezeti el egy hasonlattal élve, mint ami egy virágcserep fenekén lévő lyukon elfolyik. Köztudomású, hogy ez a víz káros, melyet szemléletesen bizonyít, hogy ha a cserep alján nincs lyuk, túllocsolás esetén a növény gyökérzete megfullad, s a növény elpusztul. Termőföldnél a lyuk szerepének a dréncső perforációja felel meg.

A talajcsővezést nemcsak a termőföldek vízháztartásának javítására, hanem egyéb speciális esetekben is alkalmazzák; úgymint szennyvízhasznosítással összefüggően szűrőmezőnek, szélsőséges időjárási viszonyok esetén vízpótlásra, továbbá településeknél különféle műszaki víztelenítési feladatokra. A speciális esetek mellőzésével a következőkben csak a mezőgazdasági célú talajcsőhálózatok tárgyalásával foglalkozunk.

A gyakorlatban a mezőszerű talajcsőhálózatokat *meződrénnek* is nevezik, de gyakran szerepel a régies *alagcsővezés* elnevezés is.

Ebben a fejezetben — egy tervezési feladat bemutatásával — a talajcsővezéssel kapcsolatos ismereteket foglaljuk össze. A talajcsővezési terv a gyakorlatban általában nem önálló kiviteli terv, hanem a *meliorációs kiviteli terv* része.

Hogyan készül, milyen lépésekből áll a drénhálózat tervezése?

A feladatok és a munkák általános sorrendje a következő:

- a tervezés előkészítő munkái (előmunkálatai),
- a hálózat jellemző adatainak számítása és meghatározása,
- a helyszínrajzi elrendezés kialakítása,
- a gyűjtő(k) hossz-szelvényének elkészítése,

- csőhidraulikai méretezés és ellenőrzés,
- a részletes helyszínrajz kidolgozása,
- a műszaki leírás kidolgozása és véglegesítése.

Az elkészült terv részei a következők:

- műszaki leírás,
- általános elrendezési helyszínrajz,
- részletes helyszínrajz,
- gyűjtők hossz-szelvénye,
- műtárgytervek, műtárgykimutatás,
- kitűzési vázlat,
- méret- és mennyiségszámítás,
- költségvetés,
- számítási összefoglaló.

A következő pontokban a tervezés menetét egy kb. 50 ha nagyságú terület példáján mutatjuk be. Az ismertetésnél feltételezzük, hogy a hallgatók a 3. fejezetben szereplő „*Felszíni vízrendezés és vízelvezetés*” című feladatot már megismerték.

4.3.2.1. Drénezés tervezésének előkészítő munkái

Az előkészítő munkák célja a korábban már megismertekhez hasonlóan a terület megismerése és minden olyan adat beszerzése, mely hatással van a tervezésre. A talajcsővezés tervezése függ a talaj minőségétől, a hasznosítási módjától és a talajjavítási igényektől. A műszaki tényezők olyan mértékben dominálhatnak, hogy a mérnök egy megalapozottabb tervezés érdekében előzetesen egy ún. *vízrendezési talajcsővezési szakvéleményt* készítet, melyet állami támogatás igénybevétele esetén a jogszabályok is előírnak. A szakvélemény megadja azokat az adatokat, melyek a terv elkészítéséhez szükségesek. Ilyen adatok általában a terület természeti adottságai, a művelés módja, a talajjavítási igény, a talajkémiai adatok, a fizikai talajféleség, a szivárgási tényező, a vízzáró réteg mélysége, az agrohidrologiai adatok és a javasolt hálózat adatai és méretei.

Egy oktatási feladatnál ilyen előkészítő munkákra nincs lehetőség, a hallgatók ezek egy részét kiindulási adatként megkapják, vagy feltételezés útján felveszik. A tanulmányi feladatoknál az előmunkálatok keretében a következőket javasolt elvégezni:

- a helyszínrajz tanulmányozása, a domborzat megismerése,
- a mélyedések (veszélyeztetett területek) kiszínezése, a magaslatok kijelölése,
- a tervezési terület lehatárolása,
- a drénvíz bevezetési helyének vagy a drénvíz át-emelő helyének megválasztása.

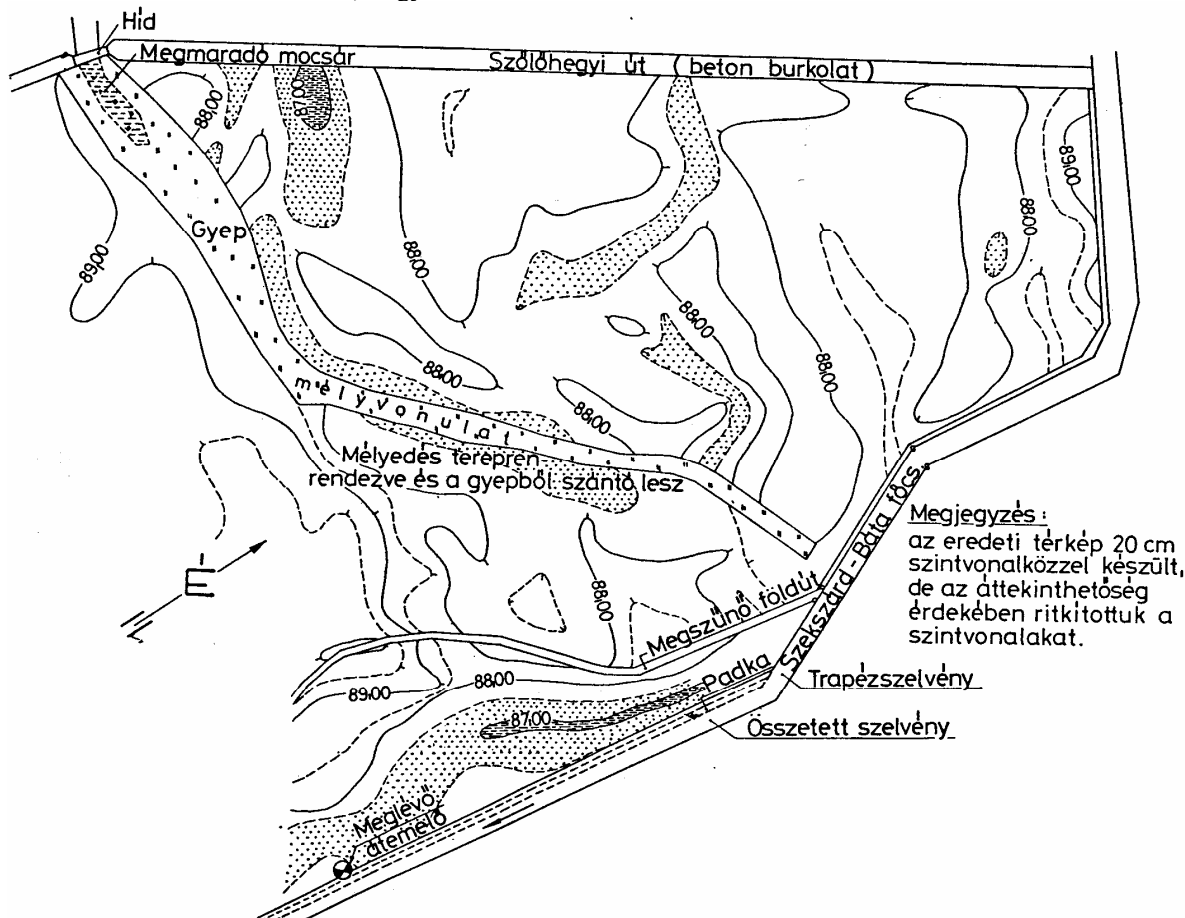
Az alaptérkép előkészítése

A tervezés megkönnyítése céljából hasznos, ha a szintvonalas térképen színezéssel kiemeljük a legmélyebb és legmagasabb részeket. Elegendő, ha a helyszínrajzon a legmélyebb részeket zöld, a legmagasabbakat pedig barna ceruzával színezzük ki. Ezek szemléltetésére példaképpen a 32. ábrát mutatjuk be.

A befogadó kiválasztása

A legtöbb mezőgazdasági területen található befogadó, vagyis belvízcatorna, vízfolyás vagy tározó. Az évközi feladatoknál azt feltételezzük, hogy ezekbe köz-

vetlenül, gravitációsan is bevezethető a drénhálózatok vize, vagy azt, hogy drénvíz áttemelő szivattyútelepet kell alkalmazni. Ez utóbbi tervezése főleg gépészeti feladat, ezért ennek tervezési részleteivel nem kell foglalkozni.



32. ábra. A veszélyeztetett területek lehatárolása, a gyűjtők nyomvonalának meghatározása és a drénvíz áttemelő helyének kijelölése

A gyűjtők helyének kijelölése

A gyűjtők a szivók vizét fogadják be és bizonyos feltételek esetén osztják szét (nedvesség kiegyenlítés). A gyűjtő lehet meglévő nyílt csatorna vagy zárt föld alatti csővezeték. Az első esetet *nyílt gyűjtős*, a másodikat *zárt gyűjtős rendszernek* nevezzük. A zárt gyűjtő készülhet perforált és perforáció nélküli csőből is. Homoktalajoknál a feliszapolódás miatt általában perforáció nélküli gyűjtőt használunk.

Nyílt gyűjtőt csak a terület szélén és olyan helyeken tervezünk, ahol egyébként is szükség van árokra, például utak mentén. Zárt gyűjtőt ezzel szemben korlátozás nélkül lehet tervezni. A szabdalt, nyugtalan domborzatú helyeken nyílt gyűjtőt általában nem építünk, mert ezzel csak tovább szabdalnánk a területet.

Nyílt gyűjtős elrendezést sík, ún. egyhangú terepnel alkalmazunk gyakrabban, ugyanis az árok — ha egyébként nem zavarja a művelést — kedvezőbb lehet az építés és egy esetleges vízvisszatartás szempontjából. Az előmunkálatok során — a fentiek figyelembevételével — ki kell jelölni a gyűjtők nyomvonalát. Ha zárt gyűjtőt tervezünk, akkor általában a mélyedéseket összekötve sokszögvonalszerűen rajzoljuk meg azt, ha nyílt árkot irányunk elő, akkor pedig a tábla szélén jelöljük ki a

gyűjtő nyomvonalát. Ha perforáció nélküli a zárt gyűjtő, akkor a mélyedésekkel párhuzamosan vezetjük a gyűjtőt, hogy a mélyedéseket ilyen módon a szivók keresztezhesék és megcsapolhassák. A gyűjtő nyomvonalának kijelölésénél figyelembe kell venni azt, hogy a derékszögben csatlakozó gyűjtő-szivó elrendezés adja a legrövidebb hálózatot.

4.3.2.2. A szivóhálózat jellemzői

A drénhálózatok kiviteli tervezéséhez meg kell határozni a talajvíz szabályozását szolgáló létesítmények műszaki jellemzőit, például a meződrének szivótávolságát (L , m), a talajcsövek fektetési mélységét (drénmélységet) (d , m), a csövek átmérőjét (NA , mm), esését (I , ‰) és hosszát (l , m). A talajvízen kívül rendszerint szükséges a felszínen összefutó csapadékvíz elvezetése is, ezzel kapcsolatban a céldrének jellemzőit, a nyelőrakatok méreteit, a műtárgyak építési adatait stb. lehet meghatározni. Ezeket a paramétereket, figyelembe véve a megvalósult referenciák tapasztalatait, a természeti adottságok (táji adottságok) alapján, valamint hidraulikai összefüggésekből számítással becsüljük. A felvett és részben számított adatokat a továbbiakban hidraulikai vizsgálatokkal ellenőrizzük.

Az átmérő

A kereskedelmi forgalomban talajcsövezéshez 50, 80, 100, 125, 160 és 200 mm névleges átmérőjű (NA) flexibilis PVC-csövek szerezhetők be. Ezekon kívül kaphatók más átmérőjű KPE (kemény polietilén) dréncsövek is.

Szívóként $l < 200$ m szivóhossznál NA 50 mm, $l < 2-300$ m-es szivóhossz esetén NA 65 mm, és ennél nagyobb szivóhossz esetén pedig NA 80 mm-es flexibilis PVC-csöveket alkalmazunk. Előfordul, hogy a csőátmérőt a vízhozam arányában „teleszkóposan” változtatjuk a hossz mentén. Zárt gyűjtőnél a dréncső — a hidraulikai méretezéstől függően — általában NA 160 vagy 200 mm-es flexibilis PVC-cső.

A szivók és gyűjtők megengedhető hossza

A szivók hossza, mint az átmérő megválasztásánál láttuk, kapcsolatban van a csőátmérővel, pontosabban a cső vízszállító képességével. Ahhoz, hogy a cső képes legyen a dréncvizet a gyűjtőbe vezetni, lejtésben kell lefektetni. Ha a terepnek van természetes lejtése, akkor a dréncsövet is ugyanilyen lejtésben vezetjük, és így a dréncmélység a cső mentén állandó. Ilyen szerencsés természeti adottság esetén a szivó hosszát nem korlátozza semmi sem, vagyis tetszőleges hosszú lehet, csak az átmérőjét kell a dréncvízhozamnak megfelelően szakaszosan növelni.

Amennyiben nincs természetes terepesés vagy elenesés van, akkor a szivót *mesterséges esésben* (a tereptől független esésben) kell vezetni. Ilyenkor korlátozzuk a hosszakat, nehogy a szivó túlzottan mélyre ($d > 1,8$ m) kerüljön. A szivók célszerű legnagyobb hossza vízszintes terep esetén az átmérőtől függően a következő:

NA 65 mm esetén 2–300 m,

NA 80 mm esetén 3–500 m.

Az alsó határértéket feliszapolódásra hajlamosabb, a felső értékeket pedig a feliszapolódásra kevésbé hajlamos talajoknál javasolt használni. A szivó minimális hossza a szivótávolság (L) másfélszerese.

Összefoglalva az előző magyarázatokat, megállapíthatók: a gyűjtők tetszőleges hosszúságúak lehetnek, tisztítóaknákat nagyon ritkán, és csak akkor, ha szabályozási funkciójuk is van, irányzunk elő.

A talajcsövek esése

A talajcsövek esése vagy lejtése (I) a terep esésének függvénye. A megengedhető minimális esés általában 1‰ (ezrelék), a maximális esés nincs korlátozva. Gyűjtők esetén, hogy takarékoskodjunk a földmunkával, ennél kisebb (0,5–0,7‰) esést is használhatunk. A gyűjtők vízszállító képességének mindig megfelelőnek kell lennie, ezért előfordulhat, hogy nem egy, hanem kettő egymás mellé fektetett dréncsőből áll a gyűjtő.

A szivók mélységének és távolságának meghatározása

A továbbiakban a szivók mélységével (d) és az egymástól való távolságukkal (L) kapcsolatos szempontokat tekintjük át. A hálózat e két paramétere szorosan összetartozik, ugyanis nagyobb fektetési mélység esetén a szivótávolság is nagyobb lehet.

A szivók mélysége

A szivók mélységét elsődlegesen a növénytermesztés igényei határozzák meg, de vannak egyéb szempontok is. Így például a minimális földtakarást a teherelosztás és a fagyhatár adja, mely 0,8 m, tehát a legkisebb fektetési mélység, figyelembe véve a csőátmérőt is, kb. 0,9 m.

A növénytermesztés szempontjából kedvező talajvízmélység a szántóföldi növények zöménél 0,9–1,4 m között van. Ennek megfelelően a talajvízmélység átlaga az *általános fektetési mélység*, azaz 1,15 m. Az 1,15 m csak átlagos mélység, vagyis egy-egy szivómélység a terep változékonyságától függően 0,9–1,4 m között változhat. Ezt az értéket nem tudjuk minden esetben betartani, de törekedni kell rá. Bizonyos terepviszonyoknál egy-egy szivószakaszon megengedhető még az 1,8 m-es fektetési mélység is.

A szivók távolságának meghatározása

A szivók távolságának meghatározása történhet tapasztalati úton, kísérleti telepek mérései alapján és szivárgáshidraulikai számításokkal.

A *szivók távolságát* a tanulmányi feladatoknál, de a gyakorlatban is a tervező kiindulási adatként kapja meg, például a vízrendezési talajcsövezési szakvéleményben. Amennyiben szükség van a dréntávolság számítására, az általában szivárgáshidraulikai képletekből számítjuk. Több módszer is ismeretes, a legerteljebbet, a módosított *Hooghoudt*-képletet és annak használatát a következőkben ismertetjük.

A módosított Hooghoudt-összefüggés

$$L = \sqrt{\frac{8 k_2 h_e h}{q} + \frac{4 k_1 h^2}{q}} \quad (23)$$

ahol

L — a szivótávolság, m,

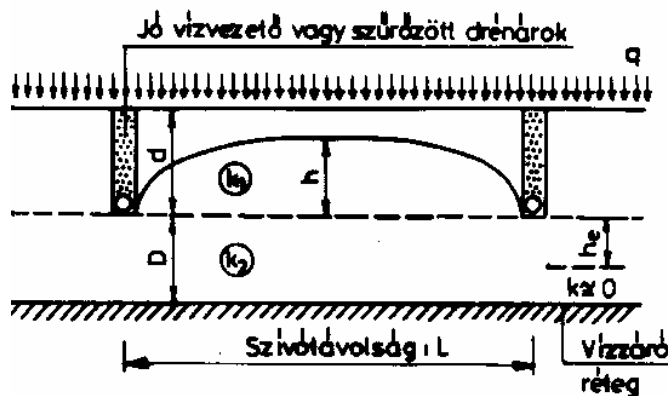
k_1, k_2 — a szivó felett, illetve a szivó alatt lévő talajréteg vízvezető képessége, m/d,

h — a tervezett depressziós görbe középpontja a talajcsövek fektetési síkja felett, m,

q — a mértékadó elvezetési intenzitás, egyúttal a vízterhelés, m/d,

h_e — egyenértékű rétegvastagság, m.

Az egyes változók jelentését a 33. ábra mutatja.



33. ábra. A dréntávolság számítási jellemzői

A módosított *Hooghoudt*-képlet számításának me-
nete analitikusan a következő:

Az egyenértékű rétegvastagság meghatározása

$$h_e = \frac{L}{8(W_r + W_h)}, \quad (24)$$

ahol

$$W_r = \frac{1}{\pi} \ln \frac{0,7 D}{r_0} \quad (\text{radiális tag}), \quad (25)$$

$$W_h = \frac{(L - 1,4D)^2}{8 D L} \quad (\text{horizontális tag}). \quad (26)$$

Az egyenértékű rétegvastagság fokozatos közelítés-
sel határozható meg, mert a számításához ismerni kell a
keresett szívótávolságot. Az összefüggésekhez szükség
van továbbá a d_0 hatékony átmérő, illetve az r_0 hatékony
sugár értékére. A hatékony sugár általában nem egyezik
meg a talajcső tényleges sugarával. Az eltérés abból adó-
dik, hogy a talajcső közvetlen környezetében a visszatöl-
tött talaj vagy a betöltött szűrőréteg mindig lazább, s
ezért több gravitációs hézagot tartalmazhat, mint a ter-
mett talaj. Ezt az állapotot a számításoknál úgy vehetjük
figyelembe, hogy a névleges átmérőnél valamivel na-
gyobbat, ún. hatékony átmérőt használunk. A d_0 hatékony
átmérőt a 16. táblázat alapján határozhatjuk meg.

16. táblázat. A szívó hatékony átmérőjének értékei

Sor- szám	a talajcsővezetés körülményei	d_0 , hatékony átmérő
1.	talajok, melyekben a feltöltött drén-árok újratömörödésétől nem kell tartani	a drénárok szélessége, kb. 0,3 m
2.	árokiszűrő esetén	a szűrőtér átlagos átmérő- jének 70–100%-a
3.	védőszűrővel ellátott szívó ese- tén	a szívó külső átmérőjének 70%-kal növelt értéke
4.	szűrő nélküli szívó esetén, kö- zepesen tömörödő talajoknál	a szívó külső átmérőjének 10–50%-kal növelt értéke
5.	tömörödéssre hajlamos talajnál és nagyon nedves talajba fekte- tett szívónál	a szívó külső átmérőjének 10%-kal növelt értéke

A (23) képlethez szükséges a h érték, azaz a leszi-
vási görbe (depressziós görbe) tetejének, drének feletti
magassága. Erre vonatkozó irányelvek szerint, ha a szí-
vók fektetési mélységét d (m) jelöli, akkor

$$\begin{aligned} \text{rét esetén} & \quad h = d - 0,5 \text{ m,} \\ \text{szántó esetén} & \quad h = d - 0,6 \text{ m,} \\ \text{kertészet esetén} & \quad h = d - 0,7 \text{ m.} \end{aligned}$$

11. példa. A L szívótávolság számítása

A szívótávolság számításához adottak $k_1 = k_2 = 1,1$
m/d, $D = 2,5$ m, $h = 0,4$ m, $q = 0,007$ m/d és
NA = 80 mm. Első lépésként határozzuk meg különböző
feltételek esetén a hatékony sugarat (r_0), ha a drénárok
szélessége $b = 0,30$ m!

a) Határozzuk meg a hatékony sugarat közepesen kötött
talaj esetén, szűrőzés nélküli szívónál! A 16. táblázat

4. esete szerint $d_0 = (1,1-1,5)$ NA, átlagértékkel szá-
molva $d_0 = 1,25 \cdot 80 \text{ mm} = 100 \text{ mm}$, azaz $r_0 = 0,05 \text{ m}$;
b) A 16. táblázat 1. esete szerinti feltételek esetén $r_0 =$
 $b/2 = 0,15 \text{ m}$;
c) Határozzuk meg a hatékony sugarat árokiszűrő esetén!
Az árok szélesség 0,30 m, a szűrőzés átlagos magas-
sága 0,25 m. A 16. táblázat 2. esete szerint számolha-
tunk. A szűrőzött keresztmetszet, $A = 30 \cdot 25 \text{ cm} =$
 750 cm^2 . Az ekkora területű kör sugarát keressük, ez
lesz a hatékony sugár, ennek értéke $r_0 = 0,154 \text{ m}$.

Határozzuk meg az L dréntávolságot, figyelembe
véve, hogy $r_0 = 0,05 \text{ m}$! A számítást fokozatos közelítés-
sel (iterációval) végezzük el. Felvesszünk egy kiindulási
szívótávolságot, ez legyen $L_1 = 30 \text{ m}$. Ezt követően szá-
mítjuk az egyenértékű rétegvastagságot (24) szerint,
melynek két összetevője (25) és (26) a következő:

$$W_r = \frac{1}{\pi} \ln \frac{0,7 D}{r_0} = \frac{1}{\pi} \ln \frac{0,7 \cdot 2,5}{0,05} = 1,13 \text{ és}$$

$$W_h = \frac{(L - 1,4D)^2}{8 D L} = \frac{(30 - 1,4 \cdot 2,5)^2}{8 \cdot 2,5 \cdot 30} = 1,17.$$

Az egyenértékű rétegvastagság:

$$h_e = \frac{L}{8(W_r + W_h)} = \frac{30}{8(1,13 + 1,17)} = 1,63 \text{ m.}$$

A szívótávolság a (23) szerint

$$\begin{aligned} L &= \sqrt{\frac{8k_2 h_e h}{q} + \frac{4k_1 h^2}{q}} = \\ &= \sqrt{\frac{8 \cdot 1,1 \cdot 1,63 \cdot 0,4}{0,007} + \frac{4 \cdot 1,1 \cdot 0,4^2}{0,007}} = \sqrt{819,7 + 100,2} = 30,3 \text{ m.} \end{aligned}$$

A felvett és a kapott érték egy méteren belül van, ezért a
számítást a kapott értékkel nem kell újra elvégezni. A
számítás szerint a kivitelezésre javasolt szívótávolság, $L =$
 30 m . A számítás részeredményeit vizsgálva láthatjuk,
hogy a szívótávolságot döntő hányadban a drének alatti
talajréteg jellemzői szabják meg. Amennyiben árokiszűrőt
terveznénk, s a c) szerint alakulna a hatékony sugár, ak-
kor kb. két méterrel lehetne növelni a dréntávolságot.

4.3.2.3. A talajcsőhálózat helyszínrajzi és magassági kialakítása

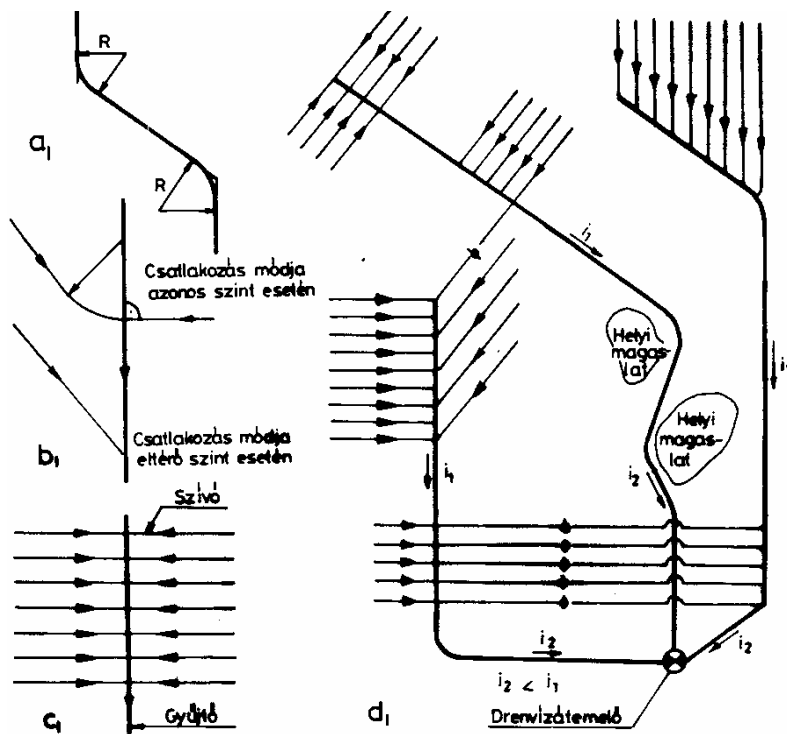
Helyszínrajzi elrendezés

A drénhálózatokat helyszínrajzuk alapján két nagy
csoportba lehet sorolni, úgymint

- nyílt gyűjtős rendszerekre és
- zárt gyűjtős rendszerekre.

A továbbiakban a helyszínrajzi elrendezéshez
adunk szempontokat, melyek egyaránt jól hasznosíthatók
a tervezésnél és a kivitelezésnél is.

—A hálózat elrendezésénél célszerű figyelembe venni,
hogy a PVC dréncsővek hajlíthatók, a fektetőgépek
pedig általában 15–30 méteres sugarú ívben képesek
dolgozni. Tehát a szögletes vonalvezetés helyett, ahol
lehet, íves nyomvonalat tervezzünk (34. ábra a és b
részlete), így az iránytörésekhez szükséges idomokat
elhagyhatjuk. Ezzel a csatlakoztatási hibaforrást kiik-
tadjuk, s a kivitelezést is könnyítjük.



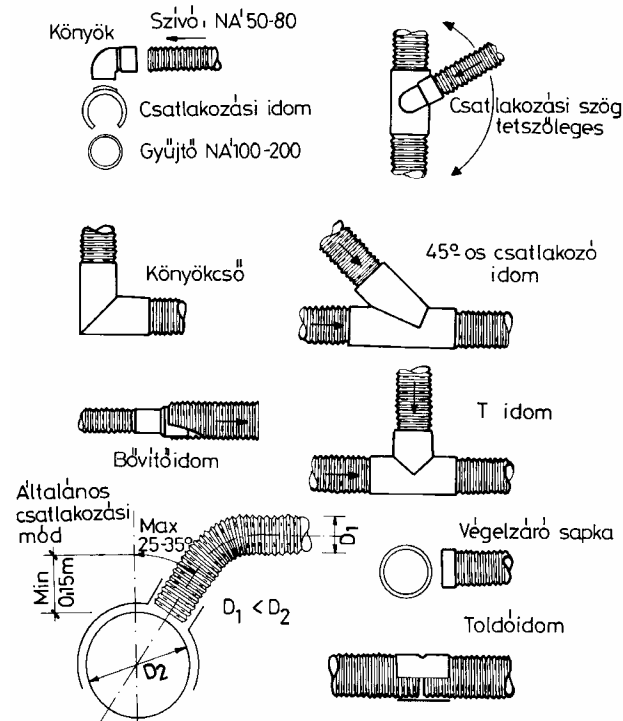
34. ábra. A kivitelezést egyszerűsítő vonalvezetési megoldások

Magassági elrendezés

- A zárt, illetve a nyílt gyűjtő mélysége a szivók becsatlakozási szintjétől, a befogadó csatorna magassági helyzetétől és a terep esésétől függ. Nyílt gyűjtős elrendezés esetén törekedni kell arra, hogy annak mélysége ne haladja meg a 2,0 m-t.
- A befogadó (ami rendszerint belvízcsatorna) akkor megfelelő, ha a saját vízhozamát és a talajcsőrendszer vizét káros mértékű duzzasztás és kiöntés nélkül az adott tűrési időn belül el tudja vezetni. Ha ez a feltétel nem biztosítható, drénvíz átemelő szivattyútelepet kell alkalmazni.
- Amennyiben a hálózatot csak szivattyúzással lehet vízteleníteni, a szivóaknáknál — az automatika-rendszer üzembiztonsága érdekében — legalább 15 perces üzemeletést lehetővé tevő tározóteret kell létesíteni. A tározó (felszíni vagy felszín alatti) térfogata úgy is növelhető, ha a gyűjtők torkolati szakaszát (minél hosszabban) a bekapcsolási vízszint alatt csatlakoztatjuk a szivóaknába. Ilyen esetben a gyűjtő perforáció nélküli legyen (34. ábra *d* részlete). Általában az üzembiztonság és a szabályozhatóság szempontjából a szivattyús rendszerek lényegesen jobbak, mint a gravitációsak.
- Ha a szivó földutat keresztezne (ez műszaki szempontból megengedett), statikai okok miatt legalább 1,2 m-es földtakarást biztosítsunk!
- Az egyszerűbb építéstechnológia érdekében a hálózat egyes elemeit eltérő szintben fektessük, így a keresztezéseknel a talajcsövek nem zavarják egymást (34. ábra *d* részlet).
- A keresztirányban csatlakozó drénscövek ne legyenek azonos átmérőjűek, ugyanis ezek a jelentős gyengítés miatt könnyen tönkremennének, s ezzel a hálózat kritikus pontjaivá válnának.

- A drénfektető gépek holtidejének csökkentése érdekében a hidraulikailag egyenértékű helyszínrajzi megoldások közül a kivitelezés szempontjából az egyszerűbbet használjuk, vagyis azt, ahol a drének nyomvonalai egyenesbe esnek (*c* és *d* ábrarészlet).
- A nyílt csatornával párhuzamosan haladó szivót vagy perforált gyűjtőt egyszeres szivótávolságra fektessük a csatorna partjától. A perforált gyűjtőket egymástól egyszeres szivótávolságra fektessük, vagy ha nem perforáltak, akkor egymástól 2–4 m-re.
- A szivó ne keresztezen közutat, vasutat, nyílt csatornát, földgáz- vagy olajvezetékét! Ha a keresztezés nem kerülhető el, akkor a szivókat gyűjtővel kell összefogni, és azt kell védőcsőben a fent említett létesítmények alatt átvezetni.
- Egyenetlen és szabdalt terep esetén a terület magasabb részei a talajcsővezésből kihagyhatók.

- A szivók a gyűjtőhöz lehetőleg felülről csatlakozzanak! Így a hálózat primer vagy elsődleges, azaz építés közbeni feliszapolódása nagyon nagymértékben csökkenthető. Kedvezőtlen, nedves talajviszonyok esetén való építésnél kizárólag csak felülről szabad a szivót csatlakoztatni a gyűjtőhöz.



35. ábra. Csatlakoztató idomok

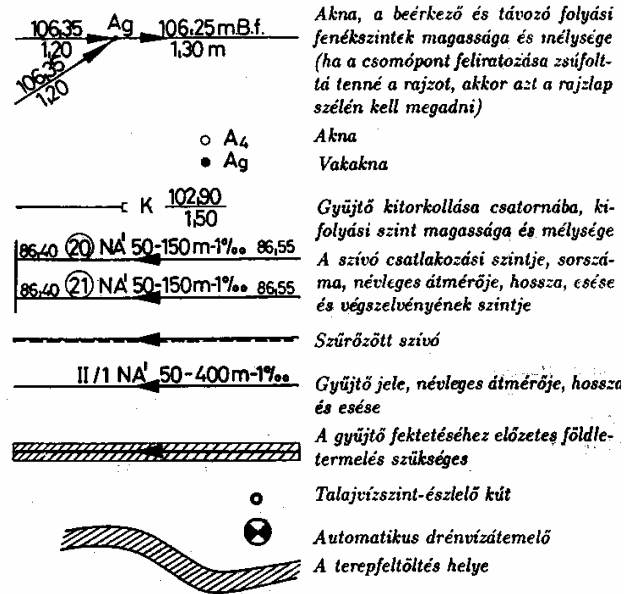
A talajcsövek egymáshoz való csatlakozását szolgáló idomokat a 35. ábra mutatja. Hangsúlyozni kell, hogy a gyártmányok többségét csak a műszaki célú víztelenítéseknél használjuk. Mezőgazdasági területeken a 35.

ábrán „általános csatlakozási mód” felirattal szereplő kialakítást alkalmazzuk.

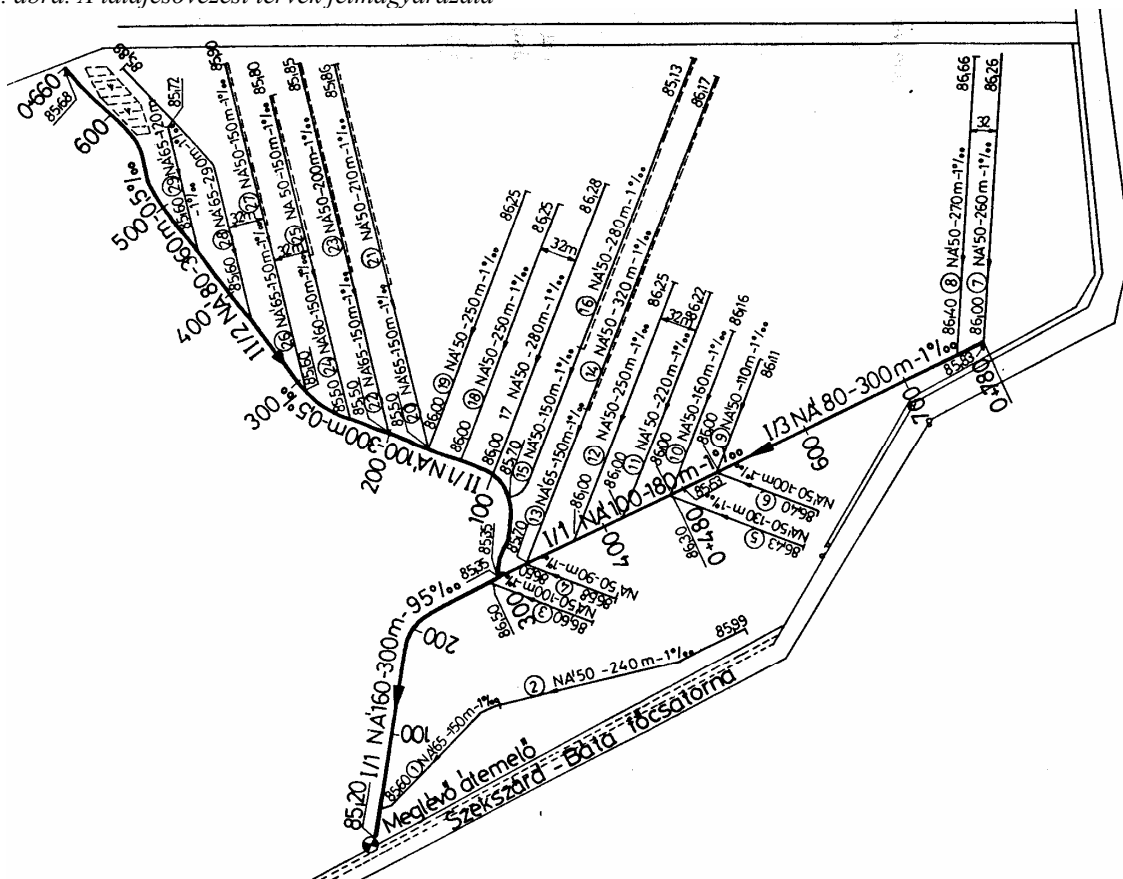
A drénhálózatok ábrázolása

Helyszínrajz

A drénhálózatok helyszínrajzát általában 1:2000 méretarányban készítjük. A helyszínrajzokon a szivókat az építési adatokkal együtt ábrázoljuk. Minden szivó sorszámot kap, egy helyszínrajzon értelemszerűen két azonos számú szivó vagy gyűjtő nem szerepelhet, mert ez félreértésre adhat okot. Egy lehetséges jelmagyarázatot a 36. ábra mutat.



36. ábra. A talajcsövezési tervek jelmagyarázata



37. ábra. A talajcsőhálózat részletes elrendezési helyszínrajza

Példát a kidolgozott helyszínrajzra a 37. ábrán láthatunk.

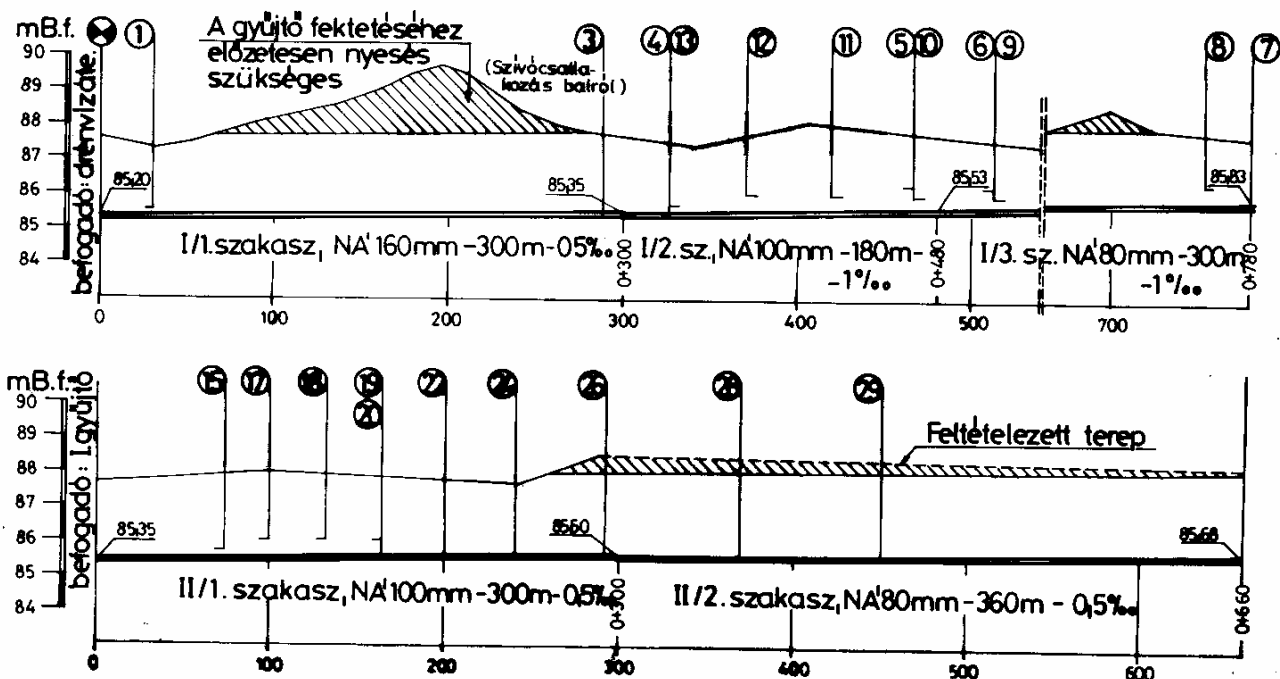
Hossz-szelvények

A talajcsövezési terveknél rendszerint csak a leg-hosszabb gyűjtők hossz-szelvényét adjuk meg. A hossz-szelvény vízszintes léptéke a helyszínrajz méretarányával megegyező, magassági léptéke 1:100. A rajzot A/4 magasságú, mm beosztású pauszra célszerű elkészíteni. A kivitelezési hossz-szelvényre mintát a 38. ábra mutat.

A hossz-szelvényben a következőket tüntetjük fel:

- a gyűjtő jele,
- a befogadó megnevezése,
- ha a befogadó nyílt csatorna, akkor annak mértékadó vízszintje és fenékszintje,
- a magassági beosztás,
- a gyűjtő szelvényezése,
- a gyűjtő esése,
- a gyűjtő névleges átmérője,
- a terepvonal és a szükséges tereprende-zés,
- a betorkolló szivók jele a csatlakozási magassággal,
- a gyűjtő műtárgyai és azok sorszáma,
- a gyűjtő töréspontjainak magassága,
- nyílt gyűjtő esetén a tervezett vízszint.

Egyes esetekben, különösen egyenletes terepnél és nagy drénfűtöknél jó megoldás rajz helyett a hossz-szelvény adatait táblázatba foglalni, ilyenkor írott hossz-szelvényről beszélünk.



38. ábra. Dréngyűjtők hossz-szelvénye

4.3.2.4. Csőhidraulikai méretezés és ellenőrzés

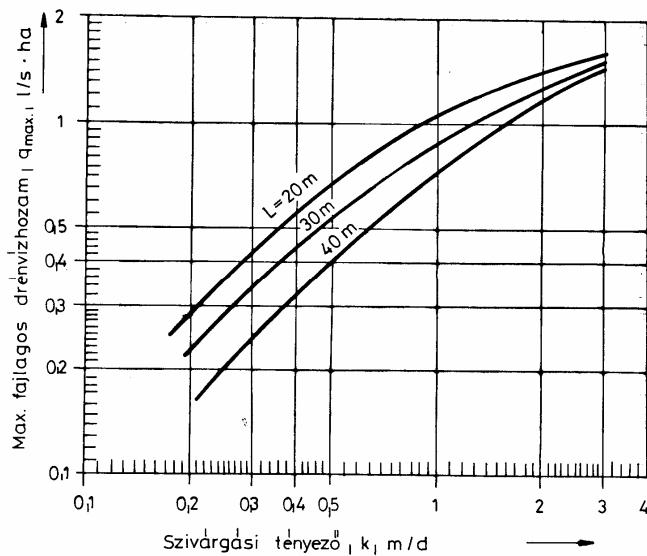
A hálózat különböző részeinek más és más a mértékadó vízhozama. A teljes drénhálózatot a dréntávolság és a befogadó szempontjából általában a következő értékekre méretezzük:

- rét esetén $q = 2 \text{ mm/d}$,
- szántó esetén $q = 3 \text{ mm/d}$ és
- kertészet esetén $q = 4 \text{ mm/d}$.

Ezek a vízmagasság értékek irányszámok, s megadják a hálózat vízterhelését. Különleges ültetvény vagy más intenzív kultúráknál ennél nagyobb vízterhelésekkel is számolhatunk.

A csőhidraulikai méretezés alapja is a drénvízhozam, de a fentiekől eltérő. A szívó vízhozamát a fajlagos vízhozam és a vízgyűjtő nagysága szorzataként kapjuk. A maximális fajlagos drénvízhozamot a vonatkozó szabvány szerint a 39. ábra segítségével becsülhetjük meg. Ennek kapcsán is megemlítjük a víztömeg kiegyenlítődést. Ez azt jelenti, hogy a gyűjtő vízhozamát nem a szívók vízhozamának összegzésével kapjuk, ugyanis a gyűjtő vízhozama, a nedvességkiegyenlítődéssel miatt a fűrt nagyságától függően, kb. fele-harmada ennek az összegnek.

A drénhálózat szívóinak átmérőjét a hosszuk és a vízhozamuk alapján választjuk meg. A súrlódási veszteséget a (18) jelű Darcy-Weissbach-képletet szerint, vagy a 40. ábra segítségével is meghatározhatjuk. A kedvező hossz-szelvény érdekében mérsékelt túlnyomás (20 cm/km) a gyűjtőknél megengedhető.



39. ábra. Grafikon a maximális fajlagos drénvízhozam meghatározására

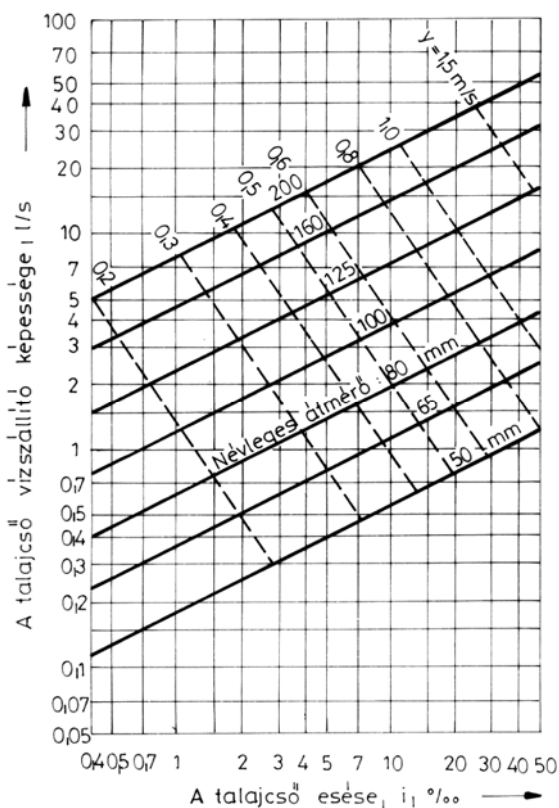
12. példa. Gyűjtő hidraulikai méretezése

Adott a 41. ábrán látható talajcsőhálózat. Méretezzük a drénfűrt gyűjtőjét! Határozzuk meg szakaszonként a gyűjtő átmérőjét és az átmérőkhöz tartozó szakaszhosszakat! A számítási eredményeket ábrázoljuk!

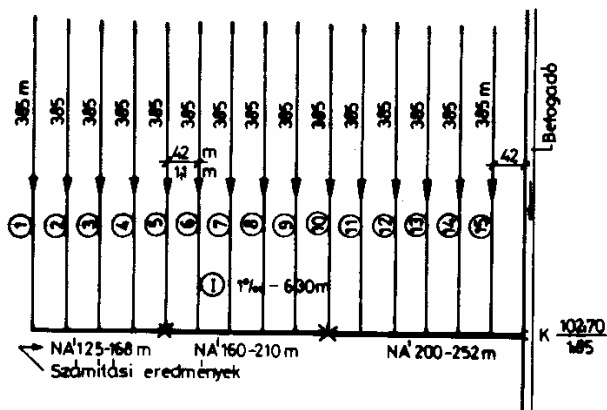
Kiindulási adatok:

- a szívó hossza: 385 m, a szívók száma: 15,
- a szívók átlagos vízgyűjtő területe: 1,65 ha,
- a gyűjtő teljes hossza: 630 m,
- a gyűjtő esése: 1,0 ‰,
- a túlnyomás (20 cm/km) miatt figyelembe vehető eséstöbblet: $I_t = 2,0 \text{ ‰}$,

az alkalmazható névleges átmérők: NA 125, NA 160 és NA 200 mm.



40. ábra. Grafikon a dréncsövek hidraulikai méretezésére



41. ábra. Méretezési vázlat gyűjtők tervezéséhez

A méretezési vízhozam:

A szivók fajlagos vízhozama $k = 1,1$ m/d érték esetén a 40. ábra szerint 0,8 l/s·ha. A gyűjtő vízhozama kisebb, mint a szivók vízhozamának összege. Ezt a grafikus érték redukálásával vesszük figyelembe, s kétharmaddal csökkentjük a gyűjtő vízhozamát, vagyis 0,8 l/s·ha helyett 0,53 l/s·ha fajlagos vízhozammal számolunk.

A szivó vízgyűjtője 1,65 ha, így a szivó vízhozama 0,88 l/s.

A gyűjtő teljes vízhozama: $Q_{gy} = 15 \cdot 0,88 \text{ l/s} = 13,2 \text{ l/s}$.

A gyűjtő hidraulikai méretezése:

A gyűjtő számításba vehető esése: $\bar{I} = I_t + 2,0 \text{ ‰} = 3,0 \text{ ‰}$.

Az egyes átmérőkhöz tartozó vízszállító képességek a 40. ábra alapján a következők:

- NA 125 mm esetén 4,0 l/s,
- NA 160 mm esetén 8,0 l/s,
- NA 200 mm esetén 14,0 l/s.

A gyűjtő átmérőjének meghatározását a felső szakaszon kezdjük. Az NA 125 mm-es gyűjtőszakasz $(4,0 \text{ l/s}) / (0,88 \text{ l/s}) = 4,5$ azaz 4 szívó befogadására alkalmas. Az NA 160 mm-es szakasz $(8,0 \text{ l/s}) / (0,88 \text{ l/s}) = 9,09$ azaz 9 és az NA 200 mm-es szakasz $(14,0 \text{ l/s}) / (0,88 \text{ l/s}) = 15,9$ azaz 15 szívó vízhozamának elvezetésére megfelelő. A 630 m hosszú gyűjtő háromféle átmérő csőből készül, az egyes szakaszok hossza:

- NA 125 mm szakasz hossza: $4 \cdot 42 \text{ m} = 168 \text{ m}$,
- NA 160 mm szakasz hossza: $5 \cdot 42 \text{ m} = 210 \text{ m}$,
- NA 200 mm szakasz hossza: $6 \cdot 42 \text{ m} = 252 \text{ m}$.

4.3.2.5. Méret- és mennyiség-kimutatás

A kivitelezéshez a tervekben (a helyszínrajzon vagy külön szöveges összefoglalóban) meg kell adni kigyűjtve az építéshez szükséges anyagok jegyzékét. Ennek módjára példát a 17. és 18. táblázatok mutatnak, amelyekben a 37. ábrán látható hálózat cső- és idomkimutatását adjuk meg.

17. táblázat. Csőkimutatás

Sor-szám	Gyűjtő jele, száma	Perforált szűrő-zött NA 50	Perforált szűrő nélküli,		Perforáció nélküli,		
			NA 50	NA 65	NA 80	NA 100	NA 160
1.	I/1.	–	340	150	–	–	300
2.	I/2.	320	850	150	–	180	–
3.	I/3.	–	750	–	300	–	–
4.	II/1.	710	930	600	–	300	–
5.	II/2.	–	–	410	360	–	–
Összesen:		1030	2870	1310	660	480	300

4.3.2.6. Drének szűrőzése

A dréncsűrőzés a legtöbb esetben gazdaságossági kérdés. Főleg gazdaságossági alapon kell dönteni hidraulikai és élettartamot érintő szempontok között. Például 20 vagy 50 év múlva milyen hasznosítású lesz a termőföld és milyen termőhelyi igények lesznek (ugyanis 20 éves élettartam szűrőzés nélkül is biztosítható).

A szűrőzéssel (néhány ritka kivételtől eltekintve) növekszik a drénhálózat üzembiztonsága. Sokkal kevésbé iszapolódnak fel a csövek, és javul hidrológiai hatékonyságuk is. Az alkalmazás hátránya, hogy a szűrőzés akár meg is duplázza a beruházási költségeket, és ugyanakkor ennek előnyei termőföldek esetén gyakran feleslegesek. Előfordulhat az is, hogy éppen a szűrőzés miatt a hálózat összegyülekezési ideje kicsi, ezért szinte azonnal elvezeti a csapadékvizet, s így nem marad idő a

nedvesség kiegyenlítésére. Műszaki célból végzett víztelenítéseknel (pl. sportpálya, reptér, kiállító területek stb.) ez hasznos lehet, de termőföldek esetén nem.

18. táblázat. Idomkimutatás

Sor-szám	Gyűjtő jele, száma	Szűkítők		Bekötő idomok						T idom	Végelzáró		
		65/50	100/80	50/80	50/100	50/160	65/80	65/100	65/160		160/100	50	65
1.	I/1.	1								1	2		
2.	I/2.	1	1		5						6		
3.	I/3.			2							2		1
4.	II/1.	5	1		4						8		
5.	II/2.							2				2	1
Összesen:		7	2	2	9	1	2	3	1	1	18	2	2

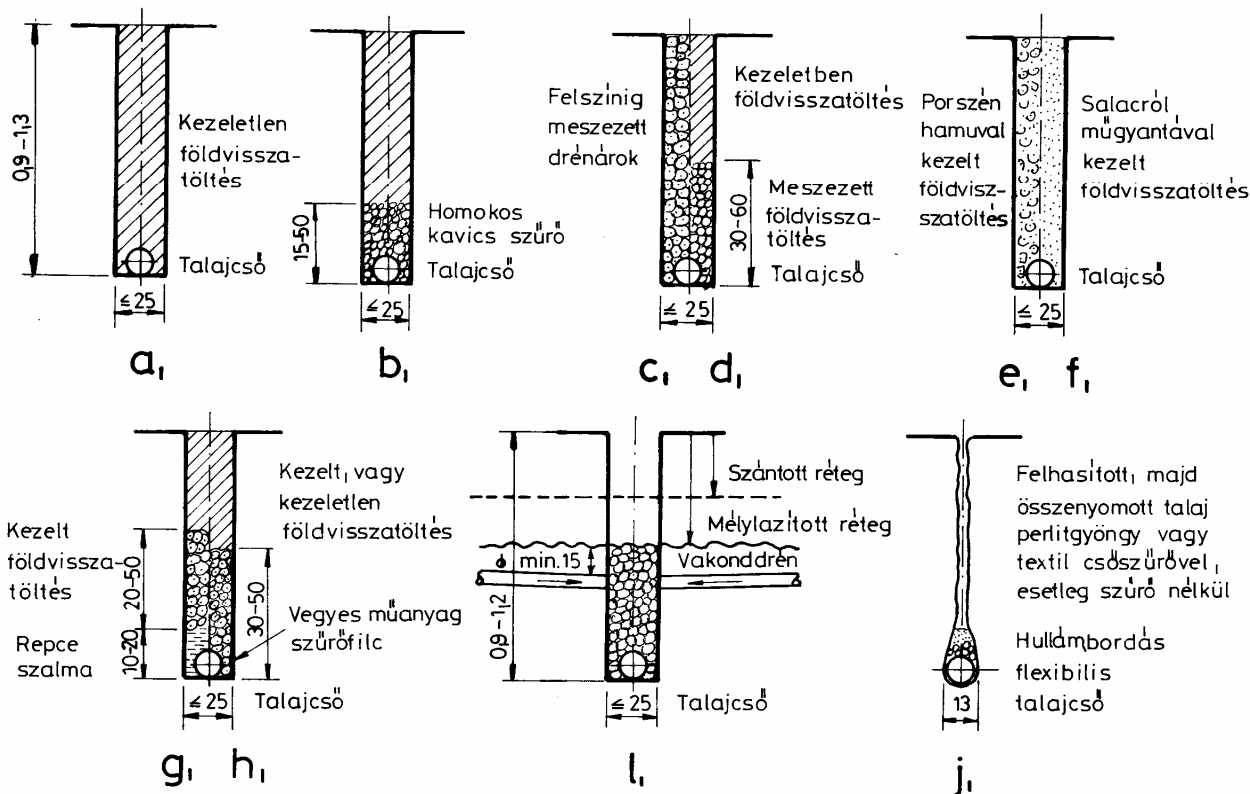
A szűrőzés alapfogalmai

Hidrológiai szűrőzésnek nevezzük azt az eljárást, mellyel a talajcső lecsapoló (víztelenítő) hatékonyságát növeljük. A hidrológiai szűrőzés kialakítása szerint árok-szűrőt képez az általában 0,25–0,30 m széles függőleges falú, lefelé szűkülő drénárokba helyezett szűrőanyag. Szűrőanyag lehet talajjal kevert homokos kavics, homok,

kőzuzalék, továbbá rostos tőzeg, szalma, rőzse, lombtalanított gally, forgács, fűrészpor, fakéreg, porszén-hamu, salak, styrogöngy stb. Az árokszűrő leggyakrabban ún. kémiai szűrőzés, azaz a drénárok talajának meszezése (lásd a 42. ábra részleteit).

Védőszűrőzésnek nevezzük azt a szűrőzést, amelynek elsődleges célja — a szuffózióra hajlamos, nem stabil szerkezetű talajoknál — megakadályozni a talajcső feliszapolódását. A védőszűrő kialakítása szerint csőszűrőt általában a csőre tekert vagy helyezett textíliából, esetleg szalmából készítenek. Talajhasítósos építéstechnológia esetén szóba jöhet ezen kívül a hasítékba juttatott apró szemű osztályozott kavics, durva homok stb. is (lásd a 42. ábra részleteit).

A talajcsövek feliszapolódhatnak az építésnél és azt követően. A működés közbeni időszakot két részre oszthatjuk: az ún. „start-hatás”-ra, az első nagy lefolyás okozta feliszapolódásra, és az ezután következő 10–30 év vagy még hosszabb időszak alatti lassú feliszapolódásra. A hazai kötött talajok esetén a talajcsövek általában védőszűrő nélkül is megfelelnek 20–50 évi üzemre, azonban településeknél és laza vagy sok homoklisztet tartalmazó talajoknál szükség lehet alkalmazásukra.



42. ábra. Drének szűrőzése

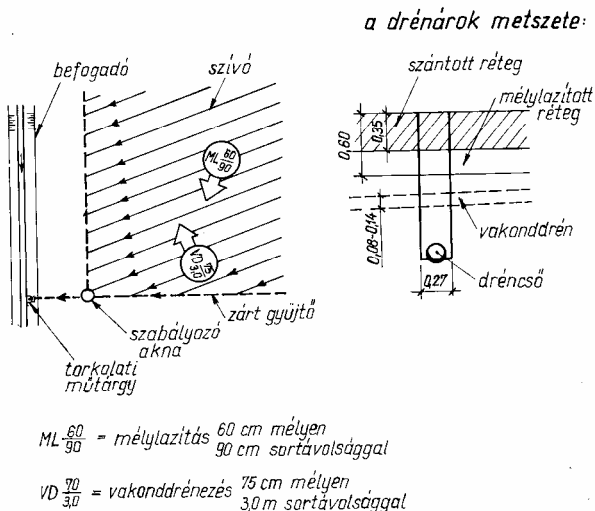
4.3.2.7. Kombinált talajcsővezési eljárás

A talaj víztelenítésére és vízháztartási tulajdonságainak javítására szolgáló talajcsővezés, mélylazítás, vakonddrénezés és kémiai talajjavítás együttes alkalmazását összefoglaló néven kombinált talajcsővezésnek nevezzük. A felsorolásból látható, hogy az egyes beavatkozások élettartama különböző. Például a mélylazításé 1–5

év, a vakonddrénéé 3–8 év, a talajcsővezésé pedig 25–50 év. Együttes használatukat mégis az teszi előnyössé, hogy hatásukra igen rövid idő alatt olyan intenzív talajjavulás indul meg, illetve következik be, amely után már a kívánatos állapotot már egy ritkább kiosztású talajcsővezéssel is biztosítani lehet.

A kombinált talajcsövezés helyszínrajzi elrendezését, valamint a szívó, a vakond-drénezés és a mélylazított réteg kapcsolatát a 43. ábra mutatja.

A kombinált talajcsövezés tervezésére leginkább gyakorlati tapasztalatokon alapuló módszereket lehet javasolni, melyet *referencia módszernek* is neveznek. Ennek lényege, hogy figyelembe veszi a vízgyűjtő más hasonló helyein működő hálózatok (ún. referenciák) tapasztalatait és ezek alapján tervezik a meliorációt és a vízteleltető hálózatokat.



43. ábra. A kombinált talajcsövezés elrendezése

4.3.2.8. A talajcsövezési ismeretek összefoglalás

Az előzőekben ismertetett mezőszerű talajcsövezés a tervezés szempontjából, annak munkarészei által, kitérve a formai és tartalmi követelményekre is, a következőképpen foglalható össze.

Műszaki leírás:

A műszaki leírás elkészítésének általános szempontjait a 3.8. pont tárgyalja. Ugyancsak ebben a pontban található egy tartalomjegyzék is, melyet drénezési feladatnál értelemszerűen módosítani kell. A műszaki leíráshoz rajzi mellékletek tartoznak, melyeket sorszámozzva ismertetünk.

1. Elrendezési helyszínrajz:

Ezen a helyszínrajzon — általában 1:2000 méretarányban — feltüntetjük az építéshez szükséges valamennyi adatot. Példát a 37. ábra mutat.

2. Hossz-szelvény és írott hossz-szelvény:

Hossz-szelvény általában A/4 magasságú milliméterpapírra (pauszra) készül. Tartalmazza a gyűjtő(k) építési adatait, a magassági adatokat, a szelvényezést. Zárt gyűjtőnél az átmérőket, az esést, a terepvonalat, a betorkolló szívók jelét és csatlakozási magasságát, valamint nyílt gyűjtők esetén a tervezett vízszín vonalát. Ezen kívül fel kell tüntetni a szívók sorszámaát, a balról csatlakozókat balra, a jobbról csatlakozókat jobbra lévő nullkörbe írva. A hossz-szelvények magassági léptéke 1:100,

vízszintes léptéke vagy azonos a helyszínrajzéval, vagy annál kisebb. Példát a 38. ábra mutat. Ugyanilyen jó megoldás lehet rajz helyett a hossz-szelvény adatait táblázatba foglalni, ilyenkor írott hossz-szelvényről beszélünk.

3. Méret- és mennyiség-kimutatás:

A helyszínrajz adatai alapján készül. E munkarészben táblázatosan összefoglaljuk az építéshez szükséges csömennyiségeket átmérőnkénti bontásban, továbbá a csatlakozási idomok mennyiségét és típusát. Ezeket a táblázatokat közvetlenül a részletes helyszínrajzra is rászerkeszthetjük, de külön szöveges munkarészként is mellékelhetők. Példát a 17. és 18. táblázatok mutatnak.

4. Számítások:

Tartalmazzák a tervezés kiindulási adatait, továbbá azokat a jellemzőket, melyeket feltételezés útján vettünk fel és azokat, melyeket számítással határoztunk meg. Ebben a munkarészben adjuk meg a csőhidraulikai méretezést is.

Iratgyűjtő:

Az elkészült feladatrészeket praktikus hajtogatós iratgyűjtőbe tenni. Az iratgyűjtő borítójára kívülről egyszerű szabványos szövegmezőt rajzoljuk, belülről pedig a tartalomjegyzéket írjuk fel.

4.3.3. Szivárgóárok és -csatorna

Magasvezetésű csatornákból, függőmedrű vízfolyásokból, magas vízszintű tározókból stb. az altalajon vagy a töltéseken átszivárgó káros víz felfogására, összegyűjtésére és elvezetésére szolgáló csatornát szivárgóároknak nevezünk. Az ilyen csatorna rendszerint kis mélységű, ezt fejezi ki az árok elnevezés. Az árok egyik funkciója a termőréteg vízmentesítése (az átszivárgó víz felfogása), de emellett fontosabb feladata a töltés állékonyságának biztosítása és árvédelmi feladatok szolgálata is.

A szivárgó víz elleni védelem tervezése egy sajátos *optimumkeresési feladat*. A szivárgóárokcal a magas vízszintű csatornából, mederből, tározóból stb. kiszivárgó víznek csak egy részét — csak a károsító részét — vezetjük el. Ennél több víznek az elvezetése a szivattyúzás miatt olyan többletköltséggel és töltés állékonysági kockázattal járna, amelyet az üzemeltetők nem akarnak és nem is tudnak vállalni. A átszivárgó víz hasznosítható része tehát továbbszivároghat, ez azonban az eltérő érdekelttség miatt gyakran vitára ad okot. Bizonyos kedvezőtlen feltételek esetén ez a víz az, mely másodlagos szikesedést okoz, ha tartósan megemeli a talajvíz szintjét.

A szivárgó víz elleni védelemnek alapvetően két típusát különböztethetjük meg: a rövid és a hosszú időtartamú átszivárgás eseteit. A *rövid időtartamú* (időszakos) átszivárgás az árvédelmi töltések mentén jelentkezhet árvíz esetében. A helyi körülményektől függően egy bizonyos vízhozamnál nagyobb átszivárgás esetén már nem szivárgó vízről, hanem *fakadó vízről* beszélünk. Ilyenkor a fő cél a töltés állékonyságának biztosítása és a mező-

gazdasági károk mérséklése. Az elvezetendő vízhozam klasszikus (múlt századi) tapasztalati összefüggése, amely a szivárgó és fakadó víz együttes értékét adja meg:

$$Q = \delta \cdot H \cdot L_{sz} \quad (27)$$

ahol:

H — a tartós vízszint magassága a szivárgást megindító vízszint (általában a töltésláb szintje) fölött, m,

L_{sz} — a vizsgált szivárgóárok hossza, km,

δ — tapasztalati vízhozam értékek, l/s·km·m (lásd a 19. táblázatot).

19. táblázat. A δ tapasztalati vízhozam értékek

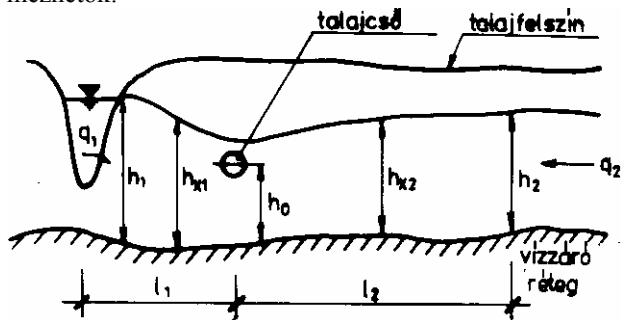
Fedőréteg megnevezése	δ l/s·km·m
homokos talaj	45–60
közepesen kötött talaj	30–35
kötött talaj	10–15

A szivárgó víz elleni védelem általánosabb esete a *tartós*, azaz hosszú időtartamú magas vízállásból származó *elnedvesedés*. Ilyen helyzetek adódnak tavasszal az öntözőcsatornák üzembe helyezése után vagy a tározók környezetében. Ezekon kívül vannak olyan vízszállító főművek is, amelyek egész évben magas vízszinttel üzemelnek.

Általános esetben a szivárgóárok vagy -csatorna hidraulikai méretezését kétirányú vízbeszivárgásnál az ún. *Dupuit*-egyenlet (levezetve 1857-ben) alkalmazásával végezzük:

$$Q = Q_1 + Q_2 = k \frac{h_1^2 - h_0^2}{2 l_1} + \frac{h_2^2 - h_0^2}{2 l_2} \quad (28)$$

A (28) egyenlet jellemzői a 44. ábra alapján értelmezhetők.



44. ábra Szivárgódrén és -árok méretezése

A szivárgócsatorna méretezéséhez szükség van az l_1 és l_2 méretek számítására. Az l_1 méret — szivárgóárok esetén — általában adott, mert a csatornanyomvonal rendszerint a tábla és töltés határvonalával azonos.

Hidraulikai szempontból törekedni kell arra, hogy l_1 minél nagyobb legyen.

Az l_2 leszívási hatótávolság (egyébként elméletileg végtelen) a gyakorlatban *Sichardt* tapasztalati képletével becsülhető:

$$l_2 = 3000 \cdot s \sqrt{k} \quad (29)$$

ahol:

l_2 — a hatótávolság, m,

s — az ún. lehúzás mértéke, m ($s = h_2 - h_0$),

k — szivárgási tényező, m/s (!) mértékegységben.

A (29), habár tapasztalati képlet, kifejezi, hogy a hatótávolság nem függ a vízhozamtól, a szivárgási tényezővel pedig négyzetgyökös arányban van.

A (28) képlet a szivárgó csatorna vagy árok egy folyóméterének vízhozamát adja. A teljes szakaszét a $\Sigma Q = L_{sz} (Q_1 + Q_2)$ egyenlet szolgáltatja, ahol L_{sz} a szivárgóárok hossza m-ben. Ha a kiszivárgáson kívül más vízterhelés is van (pl. ráfolyás), a ΣQ értékéhez ezeket is hozzá kell adni, amennyiben a teljes vízhozamát akarjuk meghatározni a szivárgó ároknak.

4.3.4. Szivárgódrén

Olyan vízgyűjtőkön, ahol a termőföld vízháztartásának javítására talajcsövezési munkákat terveznek, és van szivárgó víz, előnyösebb szivárgóárok helyett szivárgódréneket létesíteni. A szivárgódrének alkalmazását az építéstechnológia fejlődése tette lehetővé. Ennek következtében nemcsak üzemképes árkot lehet vízszintes fenékkal építeni, hanem drént is. A szivárgódrének párban készülnek flexibilis, körkörös bordázatú műanyag dréncsővekből és nagy pontosságú lézeres fektető gépekkel. Ezek már kevésbé hajlamosak a feliszapolódásra, mint korábban az égetett agyag csövek voltak, s mivel kis esésűek, sík terepnél sem kerülnek olyan mélyre, hogy nagymértékben leszívják a talajvizet.

A szivárgó árok és szivárgó drének — a szivárgó víz felfogása tekintetében — azonos értékűnek vehetők, de mivel a drének kevésbé zavarják a terület hasznosítását, esetenként még előnyösebbek is. A szivárgó víz megfogása tipikusan két drénnel (szivárgó drénpárral) történik. Az első drén a szivárgóárokkal azonos feladatot lát el, a második pedig az első drén alatt átszökő víz (lényegében nyomás alatti talajvíz) felfogására szolgál.

Az *első drén* (a szivárgódrén) tervezésére a szivárgóárokhoz hasonlóan a (28) *Dupuit*-egyenletet használjuk. Ez a drén a csatornával párhuzamos és nagyjából a víztügyi határra kerül, vagy ha ez kicsi, akkor a termőföld széle közelébe. A drén feladata, hogy a csatorna üzemi (feltöltött) állapotában meginduló vízszivárgását megcsapolja. Amennyiben ezt a drént mélyre, a víz-záró rétegre fektetnénk, a teljes átszivárgó vizet felfoghatná, de még a teljes természetes talajvizet is. Ez sem gazdaságos, sem nem célszerű, ezért ezt a drént nem tesszük mélyre, így a víz egy része alatta tovább tud szivárogni. Ezt szabályozzuk egy második drénnel, melyet az elsőől 6–20 m távolságra fektetünk le.

A tapasztalat azt mutatja, hogy homogén talaj esetén a két drén távolsága nem függ a talaj k szivárgási tényezőjétől. A dréntávolság a vízzáró réteg mélységének arányában négyzetgyökösen nő, illetve csökken. A drének távolságát erőteljesen csökkenteni kell azokon a helyeken, ahol a vízvezető réteg valamilyen okból elvékonyodik.

4.3.5. Nyomás alatti talajvíz elvezetése

Nyomás alatti talajvíz esetén a víztelenítő hálózat feladata a *piezometrikus szintek csökkentése*. A nyomás alatti talajvíz fogalmát különféleképpen lehet értelmezni. Az e fejezetben tárgyaltak olyan esetekre vonatkoznak,

ahol a megütött és a nyugalmi talajvízszint között legalább 100 cm különbség van, s a piezometrikus nyomás miatt a növénytermesztés akadályoztatva van. Ezt leghatékonyabban közvetlenül a nyomás alatt lévő rétegvíz megcsapolásával, vagyis *mélydrénezéssel vagy függőleges drénezéssel* lehet megszüntetni.

A mélydrénezésnek és a függőleges drénezésnek gazdasági okai vannak, ugyanis egybefüggő nyomás alatti talajvíznél a hagyományos drénezés a sűrű szívóhálózat miatt nagyon költséges és nem is mindig megoldás (pl. csúszó domboldalaknál). A mélydrénezés és a függőleges drénezés, mint ezt több példa mutatja előnyös, de technikai okokból (speciális mélydrénező gépek hiányában) nem mindig valósítható meg; ilyenkor pótmegoldásként, kényszerűségből is hagyományos mezőszerű talajcsőhálózatokat alkalmazunk. Nyomás alatti talajvíz esetén a víztelenítés *súlyos probléma*. Mind tervezési, mind adatbeszerzési szempontból munkaigényesebb feladat, mint az előző fejezetekben ismertetett problémák.

Mélydrénezés

Mélydrénezésről akkor beszélünk, ha a talajcsőhálózatot — az általában vastag és rossz vízvezető képességű — fedőréteg alá fektetjük. A drének mélysége általában 3 m és 6,0 m között van. Az ilyen nagy drénmélységnek alapvetően két előnye van:

- a drén a jobb vízvezető alsóbb rétegbe kerül, ezért hidrológiai hatékonysága eleve jobb és hosszú távon is biztosított;
- a nagyobb drénmélység következtében a talajcsőnek nagyobb a hatótávolsága.

A fenti előnyök kihasználása céljából az ideális eset az lenne, ha a dréneket a felső gyengébb vízvezető képességű réteg alá legalább 0,3–0,5 m-re a jó vízvezető talajrétegbe helyeznénk. Erre a már említett technikai okok miatt ritkán van lehetőség, ilyenkor hagyományos, de mélyebbre fektetett ún. *süllyesztett drénhálózatokat* létesítünk.

Állandó nyomás alatti talajvíz esetén — különösen, ha a piezometrikus túlnyomás 0,4–0,7 m értékkel meghaladja a terepet — talajcsőhálózatok alkalmazása kedvezőtlen, mert túl sűrű szívó hálózatot kell alkalmazni, ilyenkor szóba jöhet helyette a gazdaságosabb függőleges drénezés vagy mélykutas víztelenítés alkalmazása.

Függőleges drénezés vagy mélykutas víztelenítés

A függőleges drénezés vagy más néven a mélykutas víztelenítés lényege az, hogy a nyomás alatti vízáadó réteget kutakkal megcsapoljuk, hogy erőteljesen csökkentjük a piezometrikus nyomás szinteket, és ezzel mentesítjük a felső réteget a felfelé szivárgó víztől. Ez a víztelenítés formailag hasonlít a csőkutas vízkitermelésre, de a mélykutas víztelenítéssel a piezometrikus nyomást (nyomásszintet) csökkentjük, a csőkúttal pedig a szabadfelszínű talajvízszintet.

A függőleges drénezés (víztelenítés) különösen akkor előnyös alkalmazni, ha egy rossz vízvezető képességű és vastag fedőréteg alatt jó vízvezető és nyomás alatti réteg van. Ilyen helyeken a mélydrénezés műszakilag nehezen kivitelezhető ezért költséges. Függőleges

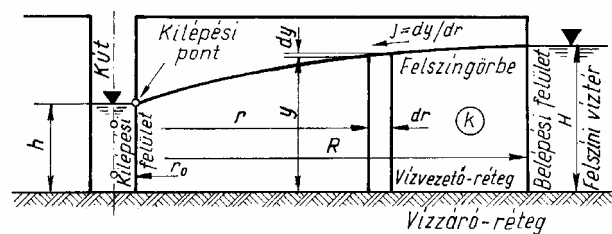
drénezést szabadfelszínű talajvíznél csak akkor használjuk, ha több méterrel szükséges a vízszintet csökkenteni. Amennyiben csak talajvízszint-szabályozásra lenne szükség, akkor inkább a talajcsővezést használjuk.

Hazánkban mélykutas víztelenítést főleg külszíni bányászat érdekében létesítenek. A tapasztalatok szerint hatékony és gazdaságos víztelenítési módszer; ezért alkalmazásánál különösen körültekintően kell eljárni. Akár egyetlen kúttal is viszonylag nagy területen lehet, szélsőséges esetben akár 10–20 m-rel is csökkenteni a talajvíz nyomásszintjét, melynek jelentős környezeti hatásai lehetnek.

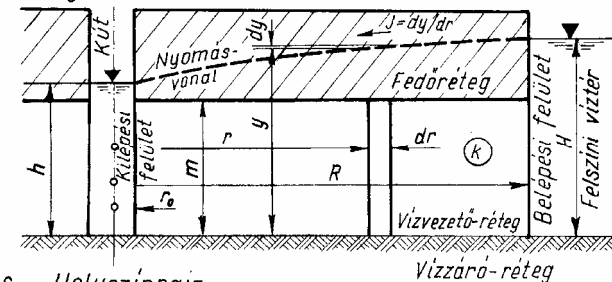
A kutakból a vízkitermelés bűvárszivattyúval történik, amely a vizet nem szívja, hanem nyomja. A víz a kútba a kavicsszűrő-rétegen (kavicsoláson) és szűrőcsővön keresztül lép be. A kavicsolás a kút teljes hosszában készül. A szűrőcső hossza a bűvárszivattyú alatt legalább 2-3 m és felette legalább a tervezett leszívási szintig terjed. A szivattyú és a kút alja között általában 3–5 m biztonsági magasságot kell hagyni, nehogy az esetleg beszűrülő homok magát a szivattyút iszapolja körül; e szakasz legalja perforáció nélküli beléscső.

A kutak hidraulikai számítása szerint megkülönböztethetünk szabadfelszínű és nyomás alatti áramlást. Ez utóbbiak feszített tükrű kutaknak is nevezzük, mert a piezometrikus szint meghaladja a fizikai vízszintet. Attól függően, hogy a milyen a kutak mélysége, leér-e a vízzáró rétegig vagy nem, beszélhetünk lebegő vagy nem teljes kútról és ún. teljes kútról. A továbbiakban a tengelyszimmetrikus áramlás permanens állapotra és teljes kútra vonatkozó esetét tekintjük át a 45. ábra alapján.

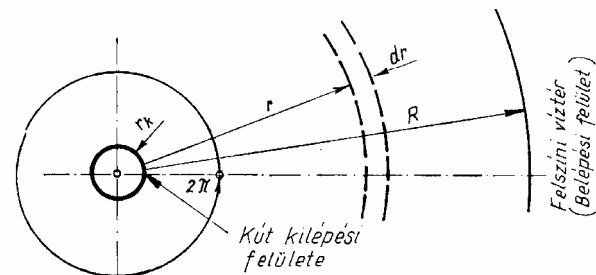
a, Szabadfelszínű áramlás



b, Nyomás alatti áramlás



c, Helyszínrajz



45. ábra. A mélykutak (függőleges drének) számítási jellemzői

A szerint a Dupuit–Thiem-féle kútegyenlet a következő:

$$Q = \frac{k\pi(H^2 - h^2)}{\ln \frac{R}{r_k}} \quad (30)$$

ahol:

Q — a kút vízhozama, m^3/d ,

k — a talaj szivárgási tényezője, m/d ,

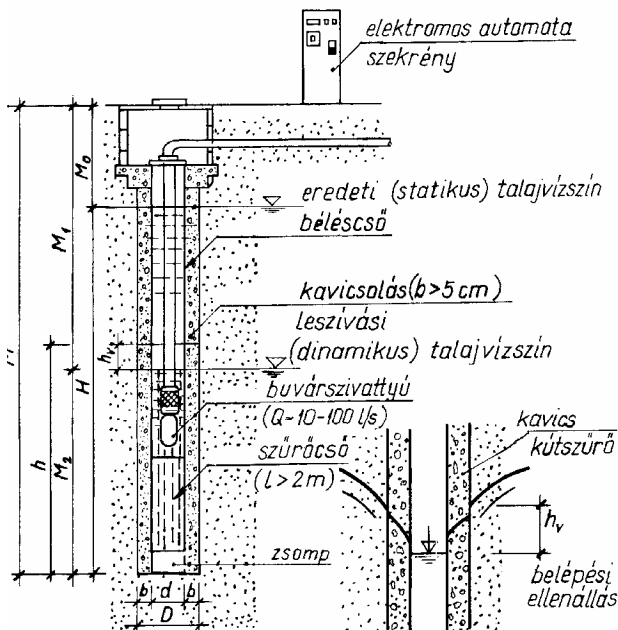
H — az eredeti talajvízmagasság a vízzáró réteg felett az R sugarú körön, m ,

h — a vízmélység a kútban, m ,

R — a kút ún. hatótávolsága (meghatározás például a (29) képlettel lehetséges), m ,

r_k — a kút (belépési felületéhez tartozó) sugara, m .

A vízhozam képlet szerint ugyanazon leszívás esetén a szállított vízmennyiség csak jelentéktelen mértékben változik a kútátmérő változásával. Ezért gazdaságosság szempontjából ésszerűbb kisebb átmérőjű, s egymás mellé telepített kutakkal megcsapolni a területet, mint a kútátmérő növelésével fokozni a kút vízhozamot. Például két 0,5 m átmérőjű, azonos szűrőhosszúságú kút vízadása kb. egy darab 1,0 m átmérőjű kútval azonos. Az előbbieket fűréssal az utóbbiakat aknasüllyesztéssel lehet építeni és jelentős költségtöbblettel.

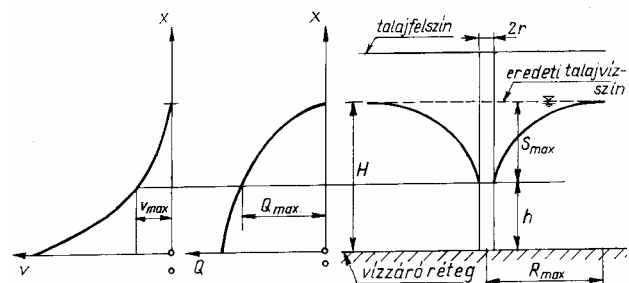


46. ábra. A függőleges drén (mélykút) általános kialakítási módja

A kutak kialakítását a 46. ábra szemlélteti. A függőleges drén (mélykút) mélysége 20–50 m és átmérője (D) 0,4–1,0 m között van általában. A kútpalást kavicsszűrővel van körbevéve, s az alsó szakasz pedig, vagyis a vízvezető vagy vízadó rétegnél, perforált szűrőcső van, hogy a víz a kútba könnyebben beszivároghasson. Szabad felszínű áramlás esetén általában a kút 1/3 részét lát-

juk el szűrővel. Nyomás alatti talajvíz áramlás esetén a kút a vízadó réteg 70-80%-ig szűrőzzük. A kedvező módon kialakított kútszerkezet esetén a megengedhető maximális virtuális sebesség $v = 0,01$ m/s, esetleg még ennél nagyobb is lehet.

A kutak méretezésénél szerepet játszó legfőbb jellemzők közötti kapcsolatot a 47. ábra mutatja, melyből a grafikus méretezés elve is megismerhető.



47. ábra. A kutak grafikus méretezésének elvi vázlata

Önmagában egy kút — miután hatósugara 300–350 m — ritkán elegendő egy konkrét területrészt víztelenítésére, ezért rendszerint csoportosan alkalmazzák azokat. A kutakat lehet egy sorba és hálósan elhelyezni, de lehet azokat a víztelenítendő terület peremére is telepíteni.

13. példa. Mélykút hidraulikai vizsgálata

Adott a 43. ábra jelölései szerint: $M_0 = 1,1$ m; $M = 30,0$ m; $H = M - M_0 = 28,9$ m; $D = 0,5$ m; $s = H - h = 15,0$ m; $h = H - s = 13,9$ m; $k = 1,47$ m/d, azaz $k = 0,000017$ m/s. Határozzuk meg a függőleges drén főbb jellemzőit!

Megoldás:

A mélykút elméleti vagy közvetlen hatótávolságát a Sichardt-féle (29) képlettel becsülhetjük

$$l_2 = 3000 \cdot s \sqrt{k} = 3000 \cdot 15,0 \sqrt{0,000017} = 185,5 \text{ m}$$

A vízhozamot a Dupuit-féle kútegyenlet (30) szerint számítjuk:

$$Q = \frac{k\pi(H^2 - h^2)}{\ln \frac{R}{r_k}} = \frac{1,47 \cdot 3,14(28,9^2 - 13,9^2)}{\ln \frac{185,5}{0,25}} = 449,2 \text{ m}^3/d$$

Következtetés: A kút becsült hatótávolsága 185 m, ami kb. 10 hektár nagyságot tesz ki. Az évi elvezethető vízhozam kb. 200 folyamatos üzemmél számolva kb. 90 ezer m^3 , ami 10 hektár esetén 900 mm elvezetett vízoszlopnak felel meg. Ilyen vízmennyiséget csak sokkal nagyobb területről lehet összegyűjteni, vagyis a tényleges hatóterület lényegesen nagyobb 10 hektárnál.

5. DOMBVIDÉKI VÍZRENDEZÉS

5.1. A dombvidéki vízrendezési munkák jellege

A lejtős dombvidéki vízgyűjtők hazánk területének mintegy 55%-át teszik ki. Dombvidéki kategóriába soroljuk a *hegyvidéki*, továbbá a *völgyfenéki* területeket is. Ebből az osztályozási módból jól látható, hogy a lejtős területeken együtt jelentkezhetnek hegyvidéki meredek, dombvidéki lejtős és esés nélküli síkvidéki vízgazdálkodási problémák. Gondoljunk csak a *történelmi borvidékek* (Tokaj, Badacsony, Szekszárd, Sopron stb.) szőlőteraszaira!

A dombvidéki vízgyűjtő fejlesztési munkákra az is jellemző, hogy ezek alig választhatók el más munkáktól. Arról van szó, hogy a lejtős területeken csaknem *minden beavatkozás egyben vízgazdálkodást befolyásoló munka is*. Például egy útépités azért, mert egy út egyben köves vízlevezető is. Ha az út nyomvonala nem esésirányú, akkor viszont lejtőmegszakító szerepet játszik a víz visszatartásában vagy az erózióvédelemben. Ugyanígy, egy látzólag tisztán mezőgazdasági munkának is, mint például a szántásnak, lényeges vízgazdálkodási kihatása van. Közismert, hogy a szintvonal irányú művelés igen nagymértékben csökkenti a lefolyást és ez úton a vízeróziót.

A területi vízgazdálkodással összefüggő vagy ehhez kapcsolódó műszaki jellegű munkák felsorolása, a teljesség igénye nélkül, a következő:

- felületi (réteg-) erózió csökkentése a felszín alakításával, a csapadék visszatartásával, a lefolyó vízbességének csökkentésével;
- mélységi (vonalas) erózió csökkentése a vízmosások megkötésével és lefolyásszabályozással, a hordalék visszatartásával, a vízfolyások szabályozásával és rendezésével;
- átmeneti víztöbbletekkel való gazdálkodás, vízhasznosítási tározók létesítése és üzemeltetése;
- területrendezés, a talajvédelem és területhasznosítás érdekeinek és egyéb szempontoknak megfelelően;
- környezetvédelem, főleg a vízminőség és vízkészletek védelme, a természetes élőhelyek védelme, a roncsolt területek helyreállítása (rekultiválása), egészségesebb lakóhelyi környezet (ármentesítés, mikroklima) létrehozása, illetve védelme.

A vázlatos felsorolásból is látszik egyrészt, hogy a dombvidéki területeken egy beavatkozás mennyire szer-teágazó feladat, másrészt pedig, hogy a feladatok szakterületekre bontása vízrendezésre, vízhasznosításra, környezetvédelemre stb. mennyire vitatható álláspont. Tanulmányaink során többször is tapasztalhattuk, hogy ilyen csoportosításra elsősorban didaktikai szempontokból van szükség. A tényleges gyakorlati munkáknál ezek a kategóriák összemosódnak, egy *komplex megoldásnál* már nincs értelme csak vízrendezésről, vagy csak vízhasznosításról beszélni. Az elmondottak szellemében tehát vegyük észre, hogy e fejezetben a dombvidéki vízgyűjtők környezetfejlesztéséről és környezetgazdálkodás-

ról lesz szó, melyeket a tantervnek megfelelően vízgazdálkodási szempontból fogunk tárgyalni.

Még egy további jelentős korlátozást kell említeni. Nevezetesen azt, hogy a következőkben csak néhány gyakrabban előforduló kisebb részfeladatról lesz szó. Az előző fejezetektől eltérően főleg csak arra szorítokunk, hogy egy adott esetben *melyik* módszert, *miért* és *hogyan* alkalmazzuk. Az így szerzett ismereteink általános jellegűek, hogy a tananyagban nem szereplő esetekben is alkalmazhatók legyenek.

5.2. Az erózió megjelenési formái

A dombvidéki vízgyűjtőterületeket az jellemzi, hogy a víz összegyülekezése és a lefolyása gyors, ezért eróziós károk lépnek fel. Rendezésüknél elsőrendű cél az erózió elleni védelem (erózióvédelem), ezért a vizsgálatok elsősorban a felszíni lefolyás és az eróziós folyamatok tanulmányozására irányulnak.

Az erózió a víz, a szél és a jég földfelszínre kifejtett tevékenysége, melynek lényege a felszín lepusztulása és elhordása, valamint a lepusztított anyag más helyre való szállítása és felhalmozása hordalék formájában. A vízgazdálkodási gyakorlatban az erózió általában a csapadékvíznek a talajra gyakorolt károsítását értjük.

Az erózió óriási károkat okoz világszerte. Lejtős területeken a természetes növénytakaró úgy fejlődött, hogy az évi csapadék, a növényzet és a talaj között egyensúly alakult ki. Jóllehet egy-egy nagy zápor néha és helyenként az egyensúlyt megbontotta, de a dinamikus egyensúlyi állapot később újból helyreállt. Az emberi beavatkozások (erdők kivágása, lejtős területek művelésbe vétele) a kialakult egyensúlyi állapotot maradandóan megzavarták, új feltételeket teremtettek. A víz a legértékesebb talajalkotó (szerves és ásványi) anyagokat szállítja el, a domboldalal állandóan kopnak, a völgyek és a medrek pedig feliszapolódnak.

A lesodort talaj, mint hordalék azonban nem csupán mennyiségével okoz problémát. A vegyi anyagok (műtrágyák, növényvédő- és rovarirtó szerek) a környezet elszennyeződését is okozzák. Az erózió elsősorban a mezőgazdaságot érinti, hiszen a talaj termékenységét csökkenti, de ezen túl a vízfolyásokat, tározókat, vízlevezető csatornákat eliszapolja, a kotrási és iszaptalanítási munkák pedig költségesek; a tározók eliszapolódása miatt a tározható vízmennyiség csökken, így a víz önköltsége emelkedik: az erózió vasúti és közúti töltések kimosásával, máshol pedig eliszapolásával tetemes károkat okoz.

Az erózió folyamatában szerepet játszó tényezőket leegyszerűsítve két részre csoportosíthatjuk:

- a) Milyen erős a *csapadék erodáló képessége?*
- b) Milyen értékű a *vízgyűjtő erodálhatósága?*

Az első a csapadék energiájával mérhető, a második a talaj fizikai jellemzőivel, a lejtő méreteivel és a területen folyó gazdálkodás jellemzőivel.

Ezeket a jellemzőket használják fel az erózió mértékére, pontosabban az évi talajpusztulás mennyiségének becslésére szolgáló összefüggések is.

Eróziós forma.

Az eróziót a csapadék váltja ki, azonban a vízgyűjtő erodálhatóságától, valamint az emberi tevékenységtől függően különböző alakban jelenhet meg, melyet *eróziós formának* nevezünk. Jegyezzük meg, az eróziós formák a következő két kérdéskörbe sorolhatók:

- felületi (réteg) erózió,
- mélységi (vonalas) erózió.

Tehát az első esetben a fedőréteg pusztul, a másodikonál pedig koncentráltan (árkok, barázdák, vízmosások formájában), vonalszerűen van pusztulás. Ez a csoportosítás egyben a védekezési módszerek csoportosítását is magába foglalja.

A *felületi (réteg) erózió* jellemzője, hogy csupán a művelt talajrétegre korlátozódik. A termőtalaj viszonylag egyenletes, vékony rétegben pusztul le. A lejtőn lepcszerűen mozgó víz energiatartalma kicsi, ezért általában csupán a kisebb méretű talajrészecskéket képes magával sodorni. A felületi erózió egy időben általában nagyobb, esetenként több száz négyzetméteres területen fejt ki hatását és a talajlehordás a felszínen egyenletes.

A *mélységi (vonalas) erózió* jellemzője, hogy a csapadékvíz a lejtőn koncentráltan, nagy rétegvastagsággal mozog, így nagyobb a mozgási energiája, ennek következtében hatása nagyobb mélységre terjed ki. Kialakulását elősegítik a lejtőirányú keréknyomok, vízerecskék, terephajlatok.

A felületi erózió formái a következők:

— *Rejtett erózió* abban az esetben alakul ki, ha a vízkapacitásig telített talajra újabb csapadék hullik. A többlet csapadék hatására a felső talajréteg pépszerű állapotba kerül, eredeti helyéről elmozdulva vékony rétegben csúszik az esés irányában, a helyi erózióbázis felé haladva. A folyamat szemmel nem észlelhető. Előfordulására az ország legcsapadékosabb vidékein számíthatunk, olyan talajokon, amelyek feltalajának nagyobb a vízáteresztő képessége, mint az alsóbb rétegé.

— A *csepperóziót* az esőcseppek váltják ki. A hatás jellege a talajfelszín nedvességállapotától függ. Ha az esőcseppek száraz talajszemcsékre hullnak, a pórusokon lévő levegő összeszorul, így térfogata csökken, a nyomás megnő és ennek következtében a talajmorzsa robbanásszerűen esik szét kisebb részecskékre. Ez a *morzсарobbanás* jelensége. Az így létrejött apróbb talajrészecskéket a víz könnyebben el tudja szállítani.

— A *lepelerozió* a lejtős talajfelszínen kialakuló lepcszerű vízmozgás hatására alakul ki. A lefolyó víz a talajfelszínen, közel azonos rétegvastagságú. Mozgási energiája a rétegvastagságtól és a lejtőhajlástól függ. A lepcszerűen mozgó víz a talajfelszínen lévő átázott és szétiszapolódott talajrészecskéket magával ragadja és a lejtő alá szállítja, majd a kisebb esésű részekben — energiájának jelentős részét elvesztítve — a hordalék egy részét lerakja (*szedimentáció*). A vízlepel vastagsága a mikrodomborzat miatt változhat. Így a kisebb helyi mélyedésekben a rétegvastagság nagyobb lehet. Ezekben a helyeken nagyobb a lefolyó víz energiája, így nagyobb mélységre terjed a talaj lemosása,

és ún. *vízerecskék* alakulnak ki a talaj felszínén, amelyek később elősegíthetik a mélységi erózió különböző formáinak kialakulását.

A *felületi (réteg) erózió fokozatait* a talajpusztulás %-os értéke alapján határozzuk el. Az egyes fokozatokat a területre jellemző nem erodált talajszelvényhez viszonyítjuk. Ezek figyelembevételével *gyengén erodálnak* tekintjük a talajt, ha az eredeti szelvénynek legalább 70%-a, *közepesen erodálnak*, ha 30-70%-a és *erősen erodálnak*, ha csupán 30%-a maradt meg.

A mélységi (vonalas) erózió megjelenési formái a következők:

A *barázdás erózió* a mélységi erózió kezdeti formája, melynek mélysége meghaladja a művelt réteget. Általában a kisebb vízerecskék egyesülésével jön létre úgy, hogy a nagyobb energiatartalmú víz a laza felső talajréteget elhordja. Kialakulását elősegíthetik a lejtőirányú keréknyomok. A barázdák mélysége nem haladja meg a 0,5 m-t. Sekély művelésnél nem tűntethetők el, de a vízszintes talajművelést még nem akadályozzák, azonban elősegíthetik az árkos erózió kialakulását.

Az *árkos erózió* a barázdás erózióból alakul ki annak következtében, hogy a koncentráltan mozgó víz igen nagy energiatartalma lehetővé teszi mind a nagyobb mélységben, mind az oldalirányban bekövetkező talajlepusztást. Az árkok mélysége már elérheti a 0,5–3,0 m-t, szélessége 0,5–8,0 m között változhat. Az árkok a területet felszabdaltják, így már a vízszintes művelést is akadályozzák és elősegítik a vízmosások kialakulását.

A *vízmosás* a mélységi erózió legfejlettebb formája. Kereszt-szelvénye az alapközettől függ. Alluviális vályogtalajban és vastag rétegű porüledékben U kereszt-szelvény alakul ki. Ha a szántott réteg alatti talajrétegek ellenállóbbak, mint a felső rétegek, akkor V kereszt-szelvényű vízmosás képződik.

A vízmosás hossz-szelvényét vizsgálva két fő részt különböztethetünk meg. A felső erodálódó szakasz a *katlan*, melynek legmagasabb része a *fej*. Az alsó kiesésű szedimentált része a *hordalékkúp*. A kettő közötti átmeneti (inflexiós) szakasz a *torok*. A vízmosásra jellemző, hogy a fejnél hátrarágódással fejlődik. A meredek falakon gyakran következik be suvadás, fogyás vagyis a falak beomlása. Ezek eredményeként a vízmosás szélesedik, illetve mellékvízmosások alakulnak ki. A vízmosásokban a csapadékvíz nagy sebességgel, koncentráltan mozog, így a lehordott talaj a völgyfenéki vízfolyásokat feliszapolja és ugyanakkor a vízmosás a lejtőt felszabdaltja, így az mezőgazdasági művelésre alkalmatlanná válik.

Az előzőekben tárgyalt eróziós formák általában nem önmagukban fordulnak elő, hanem a különböző formák vegyesen találhatók meg egy adott területen.

5.3. Az eróziót kiváltó és befolyásoló tényezők

A napjainkban is lejátszódo gyorsított eróziós folyamatok kialakulásában természeti, illetve társadalmi (emberi) tényezők játszanak szerepet. A természeti tényezők közül a csapadék és lejtő szerepe meghatározó jellegű, ugyanis ezek azok az elemek, amelyek nélkül az

erózió nem alakulhat ki. E tényezőket az eróziót kiváltó tényezőknek nevezzük. Szerepet játszanak az eróziós folyamatok kialakulásában olyan tényezők is, amelyek az erózió formáját, az erózió intenzitását határozzák meg. Ilyen tényezők a geológiai felépítés, a talaj, a növényzet. Ezeket a tényezőket eróziót befolyásoló tényezőknek nevezzük. A társadalmi (emberi) tényezők közül az erdőirtás, a helytelen talajhasználat és a legeltetés befolyásolja kedvezőtlen irányban az eróziós folyamatokat.

a) A csapadék szerepe az erózió kiváltásában

Az éghajlati tényezők közül a csapadék hatása a legjelentősebb az erózió kiváltásában. Az eső már lehullása pillanatában szerepet játszik az erózió kialakulásában, a hó azonban csak az olvadást követően válik eróziót kiváltó tényezővé. Az erózió kiváltásában az eső intenzitása és időtartama, valamint az ezek által meghatározott mennyiség játszanak elsődleges szerepet. A hó esetében a mennyiség és az olvadás intenzitása a meghatározó.

Az *intenzitás* elsősorban a talajfelszínre érkező esőcseppek mechanikai ütéhatásán keresztül érvényesül. Ismeretes, hogy az intenzitás és az esőcseppek átmérője, illetve a különböző átmérőjű cseppek eloszlása között összefüggés áll fenn. A nagyobb átmérőjű cseppek nagyobb sebességgel érkeznek a talaj felszínére, ugyanakkor tömegük is nagyobb, így egy-egy esőcsepp kinetikai energiája is nagyobb, mint a kisebb átmérőjű esőcseppé.

A csapadék *mennyisége* az intenzitás és az időtartam függvénye. A hosszabb idő alatt lehulló kis intenzitású, de nagy mennyiségű csapadék előkészítő jellegű a talaj telítésével. Általában a 20 mm/d értéket meghaladó csapadékú napokon várható erózió.

b) A lejtő szerepe az erózió kiváltásában

A csapadék mellett a lejtő (domborzati viszonyok) játszik szerepet az erózió kiváltásában. A lejtő alakja, meredeksége, hossza, tagoltsága és kitétsége nem csak az erózió kialakulása, hanem a talajhasználat szempontjából is meghatározó jelentőségű.

Alak szerint egyenes vonalú, domború, homorú és összetett lejtőt különböztetünk meg. A lejtő alakja előre megmutatja, hogy melyik részén fog kezdődni a talaj eróziója.

A *meredekség* a lefolyó víz energiataralmát és ezáltal a talajpusztulás mértékét határozza meg. Minél meredekebb a lejtő, annál nagyobb a lefolyó víz energiataralma és ezáltal erodáló hatása. A lejtők meredekségét a talajvédelem gyakorlatában %-ban adjuk meg. Gyakorlati okokból célszerű bizonyos szempontok alapján lejtő kategóriák kialakítása.

A besorolás azért célszerű, mert egy-egy csoportnál azonos lehet a hasznosítás és művelés módja, vagy azonos törvényszerűségekkel írható le az eróziós folyamat. A gyakorlatban a következő kategóriákat különböztetjük meg.

0–5,0% lejtőhajlás között *sík* területről beszélünk. E területeken a felszíni vízmozgás kicsi, így energiataralma is minimális.

5,1–12% lejtésnél a terület *enyhén lejtős*. A felszíni vízmozgás ebben a kategóriában már jelentős lehet, energiataralma közepes, így már gyakran fordulhat elő felületi vagy rétegerózió. Ennek mértéke a talaj vízgazdálkodási tulajdonságainak függvénye.

12,1–17,0%-os kategóriába tartozó területeket *közepes lejtésűeknek* nevezzük. E területeken, különösen ha a talaj kedvezőtlen vízgazdálkodási tulajdonságai miatt a csapadék nem képes a talajba szivárogni, a lefolyás jelentős. A terep meredeksége miatt a viszonylag nagy tömegű lefolyó víznek jelentős az energiataralma, így ebben a kategóriában a felületi rétegerózió mellett már a vonalas (barázdás) erózió is megjelenik, sőt helytelen talajhasználat esetén vízmosások kialakulása is előfordulhat.

17,1–25,0%-os kategóriába tartozó *erősen lejtős* területeken a lefelszerű vízmozgás mellett már megjelennek a koncentrált vízmozgások, a mozgó víz energia tartalma igen jelentős, ezért a felületi rétegerózió mellett már gyakrabban alakul ki mélységi erózió és ennek legfejlettebb formája, a vízmosás.

25%-nál nagyobb esésű *meredek lejtőkön* a legnagyobb az erózió mértéke, melynek hatására kis ellenállású (könnyen erodálható) talajon a talajképző ún. alapkőzet is a felszínre kerülhet.

Hazai vonatkozásban a lejtőkategóriák az alábbiak:

I. lejtőkategória	< 5%
II. lejtőkategória	15,1 – 12%
III. lejtőkategória	12,1 – 17%
IV. lejtőkategória	17,1 – 25%
V. lejtőkategória	> 25%

A *lejtő hossza* a lefolyó víz tömegét és sebességét befolyásolja. A lejtő hosszával arányosan nő a lefolyó vízlepel rétegvastagsága és ezzel a tömege. A tömeggel egyenes, a sebességgel négyzetes arányban nő a lefolyó víz energiataralma, így a lejtőhossz növekedésével fokozódik az erózióveszély.

— A lejtők hosszának vizsgálatánál beszélhetünk:

— megszakítás nélküli és

— megszakítással védhető és hasznosítható lejtőkről.

A *megszakítás nélkül védhető és hasznosítható lejtő* rendszerint rövid, rajta a vizek nem tudnak úgy lefolyni, hogy jelentős eróziós kárt okozzanak.

A *lejtő kitétsége* alatt azt értjük, hogy a lejtő mely égtáj felé néz. Ez a tényező a különböző kitétségű lejtők eltérő csapadék és sugárzási viszonyai miatt játszik szerepet. Azokon a lejtőkön, amelyeken a szélirány és a kitétség egybeesik, a heves záporok ütő hatása nagyobb, mivel az esőcseppek merőlegesen érik a talajfelszínt. A sugárzási viszonyok elsősorban a déli lejtőkön gyakorolnak kedvezőtlen hatást, mert a nagyobb mértékű besugárzás miatt nagyobb mértékű a talaj kiszáradása és felmelegedése.

c) Az eróziót befolyásoló tényezők

Az eróziót befolyásoló tényezők közé soroljuk azokat a természeti tényezőket, amelyek közvetlenül nem okoznak talajpusztulást, azonban kedvező vagy kedvezőtlen irányban befolyásolják az erózió kialakulását, a ta-

lajlepusztulás mértékét. Ide tartoznak a geológiai viszonyok, a talajviszonyok és a növényzet.

A talajviszonyok hatása az erózióra

Az erózió kialakulását, intenzitását jelentős mértékben befolyásolják a talajviszonyok. A talaj genetikai típusa, fizikai, kémiai tulajdonságai az erózió mértékével és intenzitásával közvetlen kapcsolatba hozhatók. Az adott talaj nedvességállapota, vízgazdálkodása és szerkezete általában csak közvetetten befolyásolja az eróziót.

A *talajok szemcseösszetétele* jelentős mértékben befolyásolja az erózió mértékét. A szemcseösszetétel vagy talajszerkezet (textúra) azt fejezi ki, hogy a kőzetben vagy a talajban milyen arányban találhatók a különböző méretű szemcsék.

A *talaj vízgazdálkodása* — közvetett módon — a felszíni vízképződésen keresztül befolyásolja az erózió kialakulását. A vízgazdálkodási jellemzők közül a talaj víznyelő-, vízáteresztő- és víztartó képessége játszik e vonatkozásban szerepet.

A növényzet szerepe az erózió kialakulásában

A növényborítottságnak az eróziót befolyásoló tényezők között kiemelkedő fontossága van. Az erózió kiváltásában meghatározó csapadék hatásának befolyásolásában a növénytakaró sokrétű feladata az alábbiak szerint foglalható össze:

- a csapadék felfogása,
- a hótakaró felhalmozása,
- a csapadék beszivárgásának és tárolódásának segítése,
- a talajnedvesség megőrzése,
- a felszín érdességének növelése.

E faktorok közül a *csapadékfelfogó* szerepe tekinthető elsődlegesnek. A növényállomány mérsékli az esőcseppek mechanikai ütését és kinetikus energiáját, s az eső szétszóródva, permetszerűen hull a talajra, kímélve a felszíni talajrészecskéket, s ezáltal csökken vagy megszűnik a talaj pusztulása.

d) Az eróziót befolyásoló társadalmi tényezők

Az erózió mindmáig pusztító, „gyorsított” formájának kialakulásában a társadalmi magatartásnak volt és van ma is a legnagyobb szerepe. Az utóbbi évszázadokban mind nagyobb méreteket öltő talajpusztulás elsősorban a szántóterület növelésére történt erdőirtásnak, sok, ún. feltétlen gyepterület feltörésének, valamint a mértéktelen és kíméletlen legeltetésnek az eredménye.

5.4. A talajvesztés becslése

A *talajpusztulás* intenzitásának vizsgálatára számos módszert és eljárást dolgoztak ki. Ezek közül bemutatjuk *Wischmeier*-nek és *Smith*-nek azt a *talajvesztésbecslést* elősegítő képletét, amelyet 30 évi kutatómunka eredményeképpen állapítottak meg. A munka során 45 kutatóállomás évente több mint 10000 vizsgálati parcellájának felszíni lefolyási körülményeit, valamint talajvesztését figyelték meg és értékelték. Ezt az eljárást

sokan átvették és átdolgozták, így pl. a magyar körülményekre is.

Az egyenlet

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad [t/ha \cdot \text{év}] \quad (31)$$

ahol

- A* — az évi átlagos talajvesztés, t/ha-év,
- R* — a csapadék eróziós potenciálja, t/ha-év, mely az egyes esők kinetikus energiataralmából és intenzitásából állapítható meg,
- K* — az erodálhatósági tényező, kísérleti úton meghatározható talajvesztési érték,
- L* — a lejtő hosszát kifejező tényező,
- S* — a lejtő hajlását kifejező tényező,
- C* — a vetésszerkezet tényezője, a növényi takarás alapján vehető fel,
- P* — a művelési mód tényezője.

Ez az egyenlet a beavatkozás előtti eróziós kárt, illetőleg a terv szerinti beavatkozások utáni kárcsökkenést évi átlagos értékben adja meg. Viszonylagos hátránya, hogy egyidejűleg túl sok tényezőt vesz figyelembe, a szélsőséges folyamatokat időben átlagolva jellemez és az egyes tényezők belső fizikai kapcsolatára nem ad tájékoztatást.

Az *eső tényező* (*R*) a helyileg várható záporok eróziópotenciálja. A szerzők megfogalmazása szerint a talajerózió mechanikai folyamat, amelyhez energia szükséges. Ennek az energiának nagy részét az esőcseppek szolgáltatják, ezért szükséges a várható talajelsodrás nagyságának meghatározásához a lehulló záporok kinetikai energiájának ismerete. Megállapították, hogy a zápor 30 perces maximális intenzitása szoros korrelációt mutat a tényleges talajpusztulás és a kinetikai energia között.

A *talaj erodálhatóságát kifejező tényező* (*K*) a talajra jellemző tulajdonság. Értéke több talajjellemzőtől függ; elsősorban a *szemcseösszetétel*, a *humusztartalom*, a *szerkezet* és a *víznyelés* alapján határozható meg.

A *lejtőhosszúság* és *lejtőhajlás* tényezője a lejtő geometriai jellemzőitől függ. Egyenes lejtőnél egyszerű négyzetgyökös függvény (függvény kitevő $m=1/2$), más esetben az m értéke 0,3–0,6 között van.

A *növénytermesztés és gazdálkodás tényezője* (*C*) különböző növényfajok talajvédő hatását, a növényi maradványok mennyiségét, a kezelés módját és a termesztési módot (monokultúra vagy vetésváltás) fejezi ki. Értéke arra utal, hogy valamely mezőgazdasági termelésbe vont területen milyen a talajvesztés a természetes állapothoz viszonyítva.

A *talajművelés tényezője* (*P*) a művelés módját (lejtőirányú, vízszintes, melioráló) fejezi ki. A vízszintes szántás hatása a lejtőirányú műveléshez viszonyítva a 12%-os lejtőig jelentős. Például lejtőirányú talajművelésnél 1, és pl. 7–12%-os lejtőn szintvonalas művelésnél 0,6, szintvonalas sávos művelésnél 0,3, sáncolásnál 0,15.

A bemutatott összefüggés csak empirikus összefüggésnek tekinthető, amely jól mutatja azonban azt, hogy az átlagos talajvesztés milyen tényezőktől függ, alkalmas az egyes vízgyűjtők talajvédelmi berendezésének sürgősségi sorrendje meghatározására, lehetőséget nyújt a különböző talajvédő beavatkozások hatásának

már a tervezés időszakában történő előre becslésére, s ezzel alapot nyújt a helyes megoldások kiválasztására.

Alapvető célkitűzés, hogy átlagos természeti viszonyok esetén — a gazdaságosság szempontjainak megtartásával — a talajvesztés ne haladja meg a 7–12 t/ha-év mennyiséget. Ilyen esetben a természetese úton keletkező talajmennyiség még ellensúlyozni tudja a veszteségből származó káros hatásokat. További tervezési szempont a talajpusztulással sújtott vagy veszélyeztetett területek és a hordalékkal feltöltődő területek, szennyeződő vízfolyások, tavak és tározók károsodásának megelőzése s a meglévő károk megszüntetése, illetve mérséklése.

Az általános talajvesztés-becslési egyenlet tényezőinek kapcsolatát és az egyenlet használatát a 48. ábra adja meg.

14. példa. A talajvesztés-becslési egyenlet alkalmazása

Kiindulási adatok:

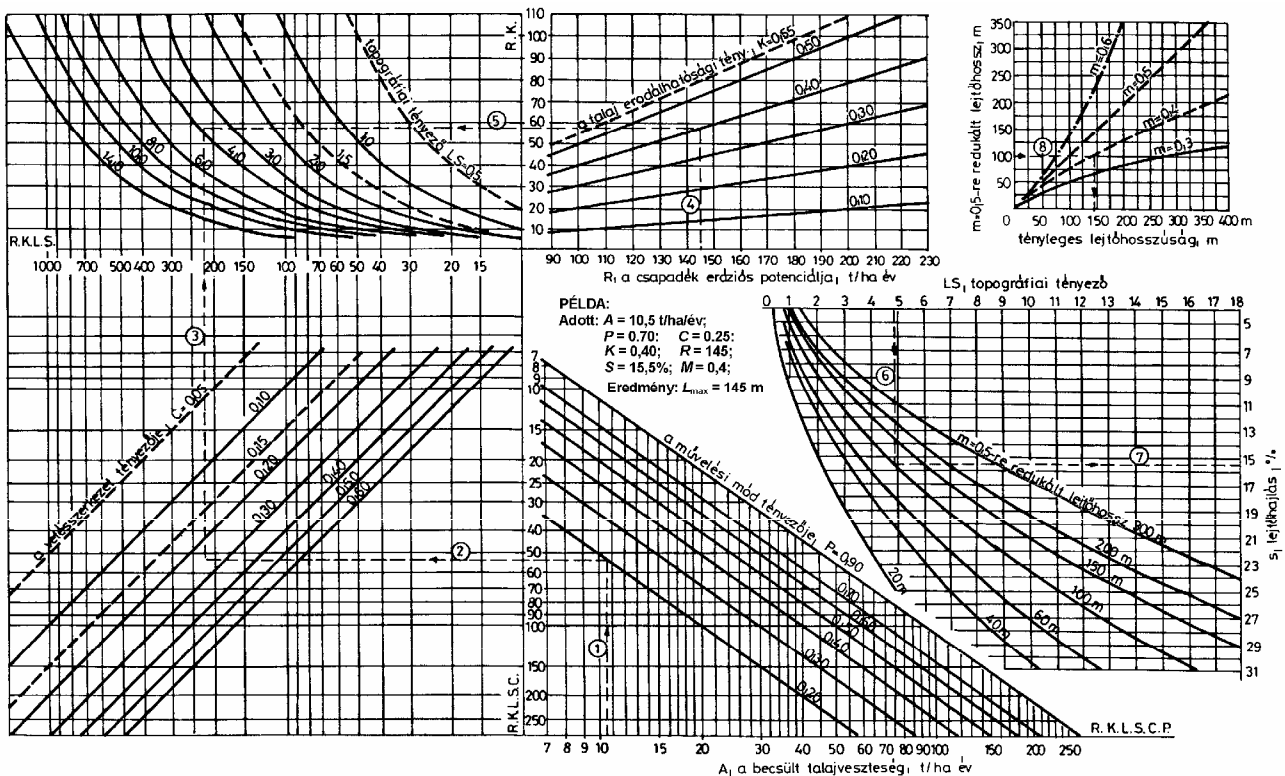
A vizsgált esetben megengedhető, illetve előírt talajvesztés $A = 10,5$ t/ha/év. A vízgyűjtő a Balaton felvidék dombos része, ahol a lejtőhajlás $S = 15,5\%$. A 30 perces záporok intenzitása alapján a csapadék eróziós potenciálja $R = 145$. A talaj víznyelése közepes, szerkezete

finom szemcsés, humusztartalma nagy, ennek megfelelően az erodálhatósági tényező, $K = 0,4$. A területen szigorúan csakis szintvonalirányú művelést folytatnak, a sorok között sok helyen a talajt sem mozgatják, ennek megfelelően a művelési mód tényezője $P = 0,20$. A területen gyümölcsstermesztést folytatnak, mely rossz védőhatású növény, ennek megfelelően a vetésszerkezet tényezője $C = 0,25$. A viszonylag kedvező talajszerkezet és a lejtőfelület mikro-hullámossága miatt a lejtőhosszúság tényező (L) hatványkitevője az átlagosnál ($m = 0,5$ -nél) kedvezőbb, vagyis a vizsgált esetben $m = 0,4$.

Határozzuk meg a megadott feltételek esetén a megengedhető lejtőhosszt!

Megoldás:

A megoldás menetét a 48. ábra mutatja. Az első meghatározandó érték az $L \cdot S$ szorzat, melyet az 1,2,3 és a 4, 5 vetítővonalak metszéspontja határoz meg. Az ábra szerint az $L \cdot S = 4,95$. A szorzat ismerete alapján a 6 és 7 vetítővonal metszéspontja szerint $m = 0,5$ (átlagos esetben) a megengedhető lejtőhossz $L = 100$ m. A vizsgált esetben a lejtőhossz hatványkitevője $m = 0,4$, ennek megfelelően a 8 vetítővonal határozza meg a keresett maximális lejtőhosszat, mely $L_{max} = 145$ m-nek adódott.



48. ábra. Az általános talajvesztés-becslési egyenlet grafikus számítása

5.5. Az erózióvédelem feladatai

A dombvidéki vízrendezési munkák legfőbb célja az erózió elleni védelem és a hozzá kapcsolódó más munkák eredményeképpen a tartós és hatékony talajvédelem megteremtése. Azok a módok és eszközök, me-

lyekkel a talajvédelmet megvalósítjuk, többféleképpen is csoportosíthatók. Az egyik ilyen felosztás a következő:

- agrotechnikai talajvédelem,
- talaj védelmének fokozása növénytakaróval,
- felületi lefolyás szabályozása,
- vízmosások, csuszamlások biztosítása,
- vízfolyások szabályozása.

Fontos, hogy a talajvédelem gyakorlati végrehajtásánál a módszereket összefüggő, oszthatatlan és egymásra épülő egységnek tekintjük. Valamennyinek pontosan behatárolt védelmi célja van, melyek kölcsönösen kiegészítik, sőt egyes esetekben nem is nélkülözhetik egymást. Sikeresen végzett vízrendezési munkák kiértékeléséből az a gyakorlati megállapítás vonható le, hogy az erózióvédelmet a legmagasabban fekvő lejtőkön az *erdész kezdi*, majd az alacsonyabb s enyhébb lejtőkön a *mezőgazdászok folytatják* és végül a vízfolyások mentén és a völgyfenekekben a *műszakiak fejezik be*. Az ilyen felosztás szerint az erózióvédelem módszereinek csoportosítása a következő:

- erdészeti talajvédelem,
- agrotechnikai talajvédelem,
- műszaki talajvédelem.

Az első kettőt összefoglalóan *agronómiai talajvédelemnek* nevezzük. Az erózióval szembeni talajvédelem a következő feladatok elvégzését jelenti:

- a talaj helytelen, vagy nem megfelelő használatával és művelésével kapcsolatos eróziós okok megszüntetése vagy mérséklése,
- a talaj erózióval szembeni ellenállásának növelése,
- a talaj erózió elleni védelmének biztosítása, a már bekövetkezett eróziós károk megszüntetése műszaki létesítményekkel.

5.5.1. Agronómiai talajvédelem lényege

Az agronómiai talajvédelem a következő feladatok tartalmazza:

- művelési ágak megválasztása,
- terület táblásítása,
- talajjavítás,
- talajfedettség kialakítása,
- területhez igazodó agrotechnikai rendszer alkalmazása.

Az agronómiai talajvédelem a környezetvédelmi célkitűzésekkel is összhangban van, ez úton is törekszik megvalósítani a termőtalaj védelmét.

Művelési ágak megválasztása szántó, ültetvény (szőlő, gyümölcsös), gyepek és erdők közül lehetséges. *Szántó* a 17%-nál kisebb lejtésű területeken lehet, ennél meredekebb (17–25% között) helyeken szántó és gyepek váltógazdálkodását alakítjuk ki. Szőlő és gyümölcsös 30% alatti lejtésű lejtőkön lehetséges. Szőlőtelepítésnél 12%-nál, gyümölcsösnél általában 17%-nál meredekebb lejtőket teraszozni szükséges.

Gyepterületeknek a 17–35% lejtőkategória, valamint az ennél lankásabb, ámde erősen szabdaltnak terület, továbbá az északi lejtők alkalmasak. A 35%-nál meredekebb lejtőket feltétlenül erdősíteni szükséges, továbbá az ennél kisebb lejtésűeket is, ha más művelési ág létesítésére nem alkalmasak.

A szántóföldek táblásítása. Egyöntetű, homogén talajadottságú, közel azonos nagyságú, lehetőleg szabályos alakú termőhelyek táblásítással alakíthatók ki. Ezek dombvidéken az erózióvédelmi célok előtérbe helyezésével teljesíthetők. A táblák alakja, azaz a szélesség és hosszúság aránya a síkvidéki 1:1 és 1:2 arányhoz képest dombvidéken 1:4 és 1:10 között van.

Talajjavítás dombvidéki területeken kémiai, fizikai javítás lehet. A kémiai javítás elsősorban meszesítés, mellyel megállítható a savanyodási folyamat, továbbá a szerves anyag pótlása. A fizikai javítás a talaj vízháztartásának javítását célzó mélylazítás lehet.

A megfelelő *talajfedettség kialakításával* lényegesen csökkenthető az erózió mértéke. A legnagyobb mértékű talajpusztulás a parlagon (növényzet nélküli területen) van; ehhez képest

- kapásnövényeknél 75–90%,
- gabonaféléknél 25–25–50%,
- füves keverékek alatt <25%.

A szántóterület *agrotechnikai védelmi lehetőségei* közül a *talajművelés* emelhető ki, amelynek elsőrendű védelmi funkciója a talaj vízbefogadó és vízáteresztő képességének a fokozása. A talajművelés alapvető jellemzője a lejtésre merőleges (közel vízszintes) irányú művelés.

Az előzőnél kisebb jelentőségű, de ugyancsak fontos a *trágyázás*. Dombvidéki területek tápanyag ellátása is főleg a *műtrágyázásra* épül, holott a szerves trágyázás előnyösebb lenne. Ennek helyettesítésére alkalmazható az ún. *zöldtrágyázás* (a növények beforgatása) is.

Dombvidéki területeken fontos a célnak megfelelő *talajművelő gépek* alkalmazása. Ilyenek a barázdaszeleket felfelé forgató (váltva forgató) ekék, továbbá az általajlazító munkagépek, illetve eszközök.

A termőtalaj védelmében különösen fontos szerepe lehet az *erdők* telepítésének. Az erdők funkciói a következők lehetnek:

- természet- és tájvédelem,
- erózióvédelem,
- vízháztartás javítása,
- levegő szennyezettségének csökkentése,
- zajártalmak mérséklése.

5.5.2. Műszaki talajvédelem lényege

A dombvidéki vízrendezés műszaki módszerei a következők:

- lejtők sáncolása,
- teraszozás,
- vízlevezető árkok és műtárgyak, valamint
- gyepes és burkolt (köves) vízlevezetők,
- hordalékfogó gátak, továbbá
- tározók és a
- talaj víztelenítése.

A műszaki jellegű erózióvédelem közvetlen célja a csapadék elfolyásának szabályozása, s mindazoknak a káros hatásoknak a kiküszöbölése, amelyeket a lefolyó víz előidézhethet. Ezeknek a műveknek az építése az agrotechnikai és biológiai módszerek alkalmazásával együtt történik, sok esetben az egyes tevékenységek nem is választhatók szét. Különösen ilyen az erdészeti jellegű erózióvédelmi tevékenység, illetve ezeknek a műveik (pl. a rőzsefonatos gátak és biztosítások).

A *műszaki módszerek hatásukat* az agrotechnikai módszerekhez viszonyítva lényegesen *gyorsabban fejtik ki*, ugyanakkor sokkal költségesebb megoldások is. Az egyes módszerek megválasztása, vagy kombinálása a he-

lyi viszonyoknak megfelelően lehetséges. A sáncolást és teraszolást tipikusan a szántóföldek, szőlők és gyümölcsösök céljaira használt területeken alkalmazzuk. Vízvezető és felfogó árkokat és barázdákat önmagukban más módszerek nélkül főképpen csak gyepesített vagy erdősített területeken használhatunk. A talaj víztelenítése (lecsapolása) akkor indokolt, ha a talaj káros mértékben elnedvedett, s ez csuszamlást idézhet elő vagy a terület hasznosítását akadályozza.

5.6. A dombvidéki vízrendezési munkák tervezése

Hazánkban ősállapotban lévő vízgyűjtő vagy vízfolyás nincs. Így csaknem minden tervezett vízgyűjtő-fejlesztési munkákhoz rendelkezésre áll egy régebbi terv. A vízgazdálkodási feladatok meghatározását a beavatkozás céljának megismerésével, a korábbi tervek tanulmányozásával, illetve az eddig végzett munkák hatásának értékelésével kezdjük. Sokféle típusú feladatot magába foglaló fejlesztéseknél összefoglalóan és röviden a *beruházás* kifejezést használjuk.

A beruházások fajtái

A vízgazdálkodási beruházásokat általában a következő csoportokba sorolhatjuk:

- közvetlen termelő célú, mint öntözés, halastó-létesítés, vízerő-hasznosítás, víztározás stb.;
- közvetve termelő, mint vízvezetés, ár- és belvízrendezés, területrendezés, folyó- és tószabályozás stb.;
- nem termelő vagy szolgáltatási célú, mint ivóvíztermelés és -szolgáltatás, csatornázás és szennyvíztisztítás stb.

A beruházások mellett megkülönböztetünk *fenntartási* munkákat is, melyek egy korábbi jó állapot helyreállítását vagy ennek a kívánatos állapotnak a megtartását szolgálják (például új műtárgyak).

A tervek típusai

Dombvidéki vízgyűjtő területeknél a munkák megvalósításához a tervdokumentáció

- tanulmányterv,
- beruházási program és
- kiviteli terv

fokozatokban készül. Mint az előző fejezetekben láttuk, síkvidéki munkáknál csak tanulmány- és kiviteli terv készül. Dombvidéken azonban a munkák bonyolultsága miatt még szükség van a beruházási programra is.

A beruházási program célja a tanulmánytervben vizsgált megoldásváltozatok közül egy megoldás olyan részletes kidolgozása és elemzése, hogy annak és a *járvulékos beruházásainak* költsége megállapítható legyen. A gazdasági és pénzügyi adatokon kívül részei a műszaki leírás, helyszínrajz, létesítménytervek, mennyiségszámítás és költségbecslés.

A beruházási program ismerteti a megelőző és a végrehajtás utáni helyzetet, a gazdasági cél szükségességét és időszerűségét. Részletezi a környezeti hatásokat és a komplex hasznosítási lehetőségeket, beleértve a mezőgazdaság, természet- és környezetvédelem, ipar, közlekedés, vízgazdálkodás és település szempontjait. Megad-

ja a létesítmények funkcióit, az építési technológiát és egy jegyzéket a főbb építési anyagokról.

Tervezési feladatok

A dombvidéki területek vízgazdálkodás fejlesztése, mint ahogy a bevezető is érzékelteti, többirányú feladat, mely többféle érdek (például mezőgazdasági, környezetvédelmi) együttes figyelembevételével történik. Ezeknek az érdekeknek egy része egymástól különböző, más részük pedig azonos. Általános érdek az erózió elleni védelem.

Az erózióvédelmi módszerek többféleképpen is csoportosíthatók. Az egyik felosztás a következő:

- agrotechnikai talajvédelem,
- talajvédelem fokozása növénytakaróval,
- felületi lefolyás szabályozása,
- vízmosások megkötése, csuszamlások biztosítása,
- vízfolyások szabályozása.

A következő szakaszokban a felsorolt munkákból ismertetünk részfeladatokat.

5.6.1. Előmunkálatok, geodéziai felmérés

A dombvidéki vízrendezéshez pontosan ismerni kell a rendezésre kerülő területen a tervezett termelésfejlesztési és területhasználati célt és módot, valamint a termesztés-technikai követelményeket. Pontosán meg kell határozni a munkálatok *célját* (talajvédelem, ültetvény telepítés, felszíni víz visszatartás, táblásítás), *módját* (teraszolás, lejtő megszakítás, lankásítás, sáncolás, vízvezetés) és *helyét*. Figyelemmel kell lenni az általános üzemgazdasági szempontokra is, különös tekintettel a vízgazdálkodásra, a korszerű mezőgazdasági művelés igényeire, valamint új úthálózat építésére. Ezeket a feltárásokat összefoglaló néven előmunkálatoknak nevezzük.

Helyszíni bejárás

Bármilyen fokozatú terv készítéséről van szó, a helyszíni gyalogos bejárás nem kerülhető el. A bejárás-hoz lehetőség szerint meg kell ismerni a korábbi terveket, a különféle térképeket (szolgálati használatú 1:10000, kataszteri 1:1000 — 1:5000 méretarányú) és a természeti adottságokat ismertető kiadványokat (például Magyarország Éghajlati Atlasza és hidrológiai atlasza).

A térképi megismerés után következik a részletes helyszíni bejárás olyan időszakban, amikor a terep lomboszat és hófedettség nélküli. Kiviteli terv készítése esetén számításba kell venni, hogy egy *dombvidéki terület* domborzati szempontból az *erózió következtében rövid idő alatt megváltozhat*, így a terv érvényessége, pontossága korlátozott. A bejáráshoz *szükséges felszerelések*: térképlapok, vázlattömb, mérőszalag, fényképezőgép, képfelvevő és felirattal ellátható tábla a felvételekhez.

A talajvédelmi munkákhoz szorosan kapcsolódó eróziós viszonyok feltárása a következő feladatokból áll:

1. A területhasznosítási módok meghatározása.
2. A geodéziai felmérési alapvonalak helyének tervezése.
3. A vízvezetők lehetséges helyeinek kijelölése, a meglévő vízvezető hálózat felújítási munkáinak

felmérése és az ezekkel kapcsolatos helyszíni feltárások.

4. Az erózió intenzitásának megállapítása, a csúszásos, suvadásos területek lehatárolása, a vízmosások állapotának részletes vizsgálata.
5. A tereprendezési munkák meghatározása és felmérése.
6. Az utak nyomvonalvezetésének, illetve vonalvezetési változatainak közelítő meghatározása.
7. A talajvédelmi műszaki létesítmények típusának és helyének kijelölése.
8. A lejtő esetleges öntözési lehetőségeinek feltárása, kijelölése.
9. Feljegyzések készítése irtási munkákhoz, a terület állapotáról, rézsúvsuvadásokról, az elvizenyősödött területekről.
10. A területen látható és eltakart tereptárgyak (különféle vezetékek) és vízépítési műtárgyak adatainak feljegyzése.

Az erózióvédelmi feladatok meghatározása után kerül sor a rendeletekkel is előírt tervezői szakhatósági egyeztetésre. A meghívottak véleményt nyilvánítanak, adatokat szolgáltatnak, elmondják igényeiket és feltételeiket.

Az összegyűjtött tervtári és helyszínelési adatokon kívül a vízrendezési munkákhoz különféle *helyszíni geodéziai felmérésekre, felvételekre és talajfeltárásokra*, továbbá talajtani *laboratóriumi vizsgálatokra* is szükség van.

A geodéziai felvételkor kell összegyűjteni a tervezést érintő egyéb adatokat is. Így, be kell mérni a művelési ágak határait és a jellemző tereptárgyakat (utak, tanyák, csatornák, cserjések stb.). A felvételhez tartozik még a területen lévő fáknak a pontos megszámlálása és átmérőjük 5 cm-es osztályközök szerinti becslése.

A geodéziai felvételt a földhivatali (esetleg vízügyi) alappontokról kiindulva a Balti alapsíkra vagy EOMA vonatkozóan vesszük fel. Vízfolyásoknál hossz- és keresztmetszvények felvételére, az egész területet érintő tervezésnél pedig kótált projekciós térkép készítésére van szükség. Ez utóbbi feladat például teraszok létesítésénél szükséges. Kótált projekciós felvételt (kótált térképet) szemléltet a 49. ábra.

A legtöbb *problémát* a tervezői és kivitelezői munka merev szétválasztása és ennek következtében a *geodéziai felvétel és a kivitel közötti hosszú idő okozhatja*. Ezt a hibát végső soron úgy csökkenthetjük, ha a tereprendezés közvetlenül megelőzi az építést. Még így is kell bizonyos eróziós folyamatok miatt változással számolni.

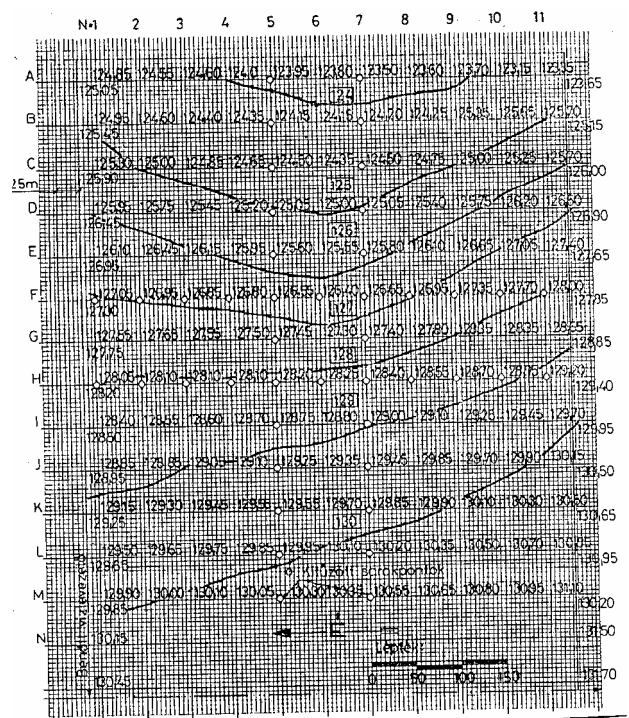
5.6.2. Irtási és területrendezési munkák

A talajvédelem műszaki munkáinak első lépése a talaj felszínének akadályoktól való megtisztítása és a terep felszínének rendezése. E műveletek fő lépései az irtás, tereprendezés és ezek érdekében tereptárgyak megszüntetése. Ezeket a munkákat akkor szükséges tervezni, ha a terület felszíne kövekkel vagy kőtömbökkel, bokrokkal, fákkal vagy tuskókkal borított, továbbá vízmosásos, szakadékos, vízfolyásokkal szabdalta terület. Az ilyen akadályok különösképpen a táblásítást nehezítik

meg, mert megszakítják a mezőgazdasági művelés egységét és megnehezítik a területen való közlekedést.

Az irtási munkák facsoportok, elvadult bozótok, kivitelezést akadályozó növényi maradványok megszüntetéséből állnak.

A fákat, bokrokat a területről úgy kell eltávolítani, hogy az minél kisebb felszíni bolygatással járjon együtt. A talaj megtisztítása során meghagyjuk azt a növényzetet, amely esztétikailag értékes, az élővilág védelmét, mint menedéket nyújtó növényzet, hatásosan szolgálja, vagy ahol a kialakítandó egységes művelést nem zavarja.



49. ábra. Kótált projekciós térkép

5.6.3. Tereprendezési munkák

Lejtős területeken a tereprendezési munkák célja a vízmosások, különböző tereplépcsők, agyaggödörök, kedvezőtlen terepalakulatok megszüntetése, esetenként a felszint borító kövek elhelyezése, továbbá felszíni vízvezetés céljából folyamatos felszíni esések kialakítása.

A tereprendezési munkák típusai:

1. Egyszerű tereprendezés (terv szerinti nyesés, feltöltés és földmozgatás),
2. Durva tereprendezés (terv nélkül a halmok, buckák, gödörök, katlanok megszüntetése),
3. Finom tereprendezés (az egyszerű tereprendezés pontosítása),
4. Terepsimítás, terepegyengetés (a terepfelszín rajzolatát meghagyó kisebb egyenetlenségek eltüntetése),
5. Homokronázás (homokterületeken domborzat átalakítás például fagyvédelmi célból),
6. Teraszolás (tereplépcsőzés),
7. Sáncépítés, sáncolás (víztartó vagy vízvezető földhullámok kialakítása nyeséssel és feltöltéssel),
8. Bakhátalás (a felszín nyesésével kapott földanyagból kisméretű földhullám kialakítása, mely kétoldali vízelvezetést eredményez),

9. Depónia rendezés (bevágásból kikerülő föld profilba rendezése),
10. Terület feltöltés (mélyedések átlagszintre hozása),
11. Takaró töltésezés (eltakart létesítmények feletti földfeltöltés a zavartalan használat érdekében).

A felszíni vízvezetés céljára végrehajtott tereprendezés egyúttal a táj formálásával jár együtt. Törekedni kell arra, hogy tájrendezési szempontból előnyösen változzék a felszín, megszűnjenek a durva egyenetlenségei, de a terep nagymértékben ne különbözzék a környezetétől és ne keletkezzenek nagy és a tájba nem illő mesterséges síkok. A víztelenítés céljára szolgáló mezőgazdasági tereprendezésnél, eltérően a műszaki célú tereprendezéstől, nem szükséges az egész területen azonos lejtést kialakítani. A lejtés változhat, mindössze a víztelenítéshez szükséges esést kell biztosítani, törekedve a legkisebb földmunkákra. A felszín lejtését a csatornák irányába kell kialakítani, ennek minimális értéke 0,05%, maximális értékét az erózióvédelmi szempontok szabják meg.

A tereprendezés tervezésénél, illetve végrehajtásánál törekedni kell arra, hogy a nyesés és feltöltés a felszín minél kisebb részét érintse.

A dombvidéki vízrendezésnél, amennyiben felszíni tereprendezést alkalmaznak, a kétirányban eső nem sík műterepet használják leggyakrabban.

5.6.4. Az út- és földúthálózat kialakítása

Dombvidéki területeken az úthálózat és a vízvezető hálózat szoros egységet képez, sőt egyes esetekben maga az út lát el vízvezetési funkciót.

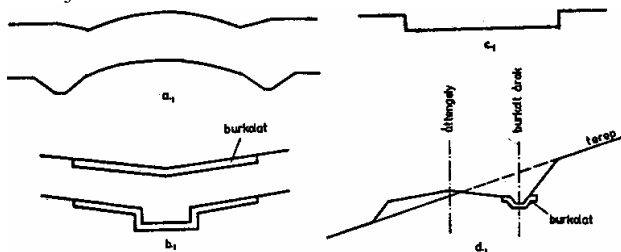
A mezőgazdasági üzemi utak *hosszirányú elrendezésük szerint* lehetnek:

- szintvonalakkal közel párhuzamosak,
- vegyes elrendezésű vagy átlós irányúak.

Az utak *keresztmetszeti elrendezésük szerint* lehetnek:

- bogárhát,
- vápa,
- mély és lapos, továbbá
- vegyes szelvényűek.

Az utak keresztmetszeti kialakítását a 50. ábrán láthatjuk.



50. ábra. Az utak keresztmetszeti típusai: a – bogárhát szelvény; b) – vápa szelvény; c) – mély, lapos szelvény; d) – vegyes szelvény.

A bogárhát szelvényű út esetén az útárok kisebb mennyiségű vizet is vezethet, s így az út egyben lejtő megszakító mű is lehet. Az útárok egy- vagy kétoldali elrendezésben háromszög vagy trapéz szelvennyel készülhet.

A lejtős területeken *esésirányban vezetett utak* egyúttal vízvezetők is, ezért beton vagy esetleg természetes burkolattal kell ellátni őket. Az ilyen utak koronaszélessége általában 4,0 m és 0,2 m vápa alakú profillal készül. (Amennyiben vízvezetés szempontjából ez a profil nem lenne elegendő, úgy középen még egy további lecsüllyesztett vályút lehet kialakítani.) A vápa alakú útszelvényt különösen ültetvények esetén célszerű használni, mert az ilyen *árok nélküli utakon a sorművelő gépek szabadon átjárhatnak*, s nem kell a művelési hossz forduló sávokkal megszakítani.

A *mély és lapos keresztmetszetű utakat* rendszerint régi bemélyült utak nyomvonalán célszerű létesíteni. Az új útprofil kialakítása során gondoskodni kell a külvizek kizárásáról, hogy csak az útfelületre hulló csapadékot kelljen az útszéli mélyedéseknek tározni, illetve elvezetni.

A *vegyes szelvényű utak* általában teraszos területeken alkalmazhatók, ahol az utak hosszirányú esése tetzés szerint szabályozható. Az útarkot kisebb eséseknél gyeppurkolattal, a nagyobb eséseknél pedig kő vagy betonlap burkolattal kell a kimosódástól megvédeni.

Az utak *nyomvonalvezetésénél* a következőkre kell tekintettel lenni:

- Az utak nyomvonalát célszerű a vízválasztón vezetni, mert ebben az esetben külön külvízi ráfolyás nem terheli az útarkokat.
- A vízválasztóra felvezető, lejtő irányú utakat a legkedvezőbbben a nyereg mentén csatlakoztathatjuk a szintvonal irányú utakhoz.
- A lejtő irányú utak esésének felső határértéke 7–12%, ennél meredekebb lejtőn az utat a lejtőirányra átlósan kell vezetni. Gondoskodni kell az útra folyó felszíni víz elvezetéséről.
- Útcsatlakozásoknál a mezőgazdasági gépek minimális fordulási sugarát biztosítani kell.

Az utak *hossz- és keresztjelvényének kialakításánál* a következőket kell figyelembe venni:

- Az utak pályaszintje lehetőleg a terepet kövesse, a bevágások és feltöltések egyenlegben legyenek.
- Átlagos körülmények esetén a legkisebb hosszirányú esés 0,2%, a legnagyobb, figyelembe véve a járművek jellemzőit is, 7–12%.
- Kis sugarú ívben az út meredekségét a szállító járművek biztonsága érdekében csökkenteni kell.
- Az út védelmét kisebb vízhozamok esetén hatékonyan szolgálhatja a hullámbordás útkiképzés. Ebben az esetben 30–50 m-enként magán az úton hullámokat képezünk ki, azaz a hullám tetején vízszintes szakaszokat iktatunk be, s a borda két oldalán a víz tárolására vagy elszívárogtatására mélyedést képezünk ki.

Az utak *keresztmetszeti jellemzői*:

- Az útkorona szélessége a táblaközi utaknál általában 5,0 m, egy nyomsávú gyűjtő útnál 6,0 m, két nyomsávúnál 8,0 m, a főgyűjtő utak 8,0 m szélesek.
- Általában a táblaközi utak 1 sávval, a gyűjtőutak a forgalomtól függően 1 vagy 2 sávval, a főgyűjtő utak pedig 2 sávval készülnek.
- A keresztjelvények magassága a kis földmunka érdekében lehetőleg ne haladja meg az 1,5 métert. Az utat előnyösebb töltéseken vezetni, mint kis mélye-

désben vagy a felszínen. A földmunkák rézsűjét a talaj állékonyságának, a látótávolságnak és a hővédelemnek megfelelően kell megválasztani.

A zavartalan közlekedéshez különböző műtárgyakra, a munkagépek üzeméhez táblabejárókra és fordulásávokra van szükség.

A leggyakrabban alkalmazott műtárgyak az átterszek. Teraszok esetén a legfontosabb közlekedési csomópont a *terasz fel- és lejáró*, továbbá a teraszok közötti átjáró. A táblák végein a munkagépek fordulásához általában gyepes fordulásávokat létesítünk.

5.7. Lejtőmegszakítás terepalakítással

Az erózió veszélyének, illetve mértékének csökkentésére alkalmazott terepalakítások a következők:

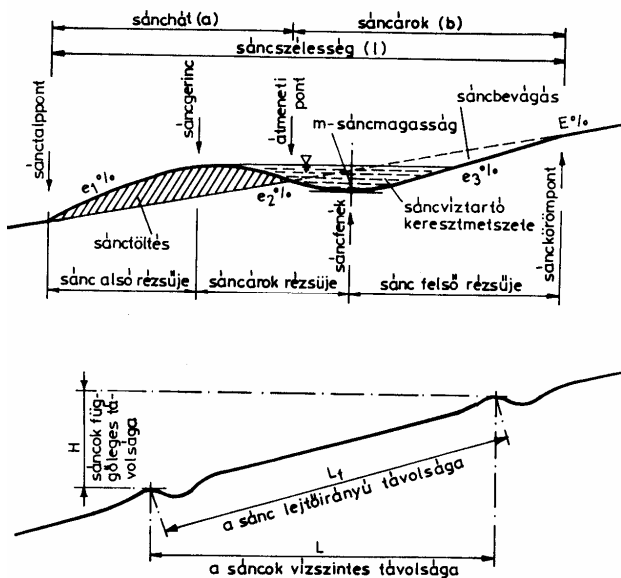
- sáncolás,
- teraszozás.

5.7.1. Sáncolás

Sáncolásnak nevezzük a terep olyan mesterséges hullámosítását, vagy bordázását, amelynek célja a felszíni víz visszatartása, vagy a befolyó csapadék kártétel nélküli elvezetése. A sánc szerepe ennek megfelelően kettős:

- a lejtőn mozgó víz útjának megszakítása,
- az összegyülekező víz beszivárogtatása és a többletnak gyepes vagy burkolt vízvezetőbe továbbítása.

A hagyományos hullám alakú sánc részeit és az egyes elemek megnevezését az 51. ábra mutatja.



51. ábra. A Kund-féle hullám alakú sánc jellemzői

A földmunkák gépesítésének fejlődésével megfigyelhető a sáncok méretének növekedése és alakjának megváltozása. E fejlődés eredményeként sáncolással esetenként teraszokat is ki lehet alakítani. Az ilyen sáncot terasz sáncnak nevezzük.

A sáncok típusai

A sáncok hossz-szelvényük alapján lehetnek: vízszintes és lejtős sáncok. A vízszintes sánc a szintvonalak

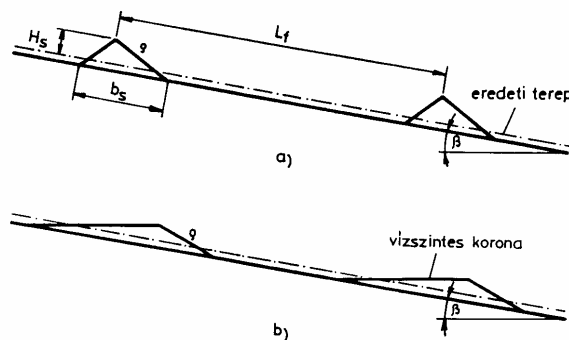
irányában halad, így a sáncnak nincs esése, ezért a fölötte lévő területről lefolyó vizet tározza. A lejtős sánc esésben halad és vízlevezetőhöz csatlakozik. A víz visszatartása érdekében a sánc lehet duzzasztott vízszintű is. A sáncárok azonban ez esetben is rendelkezik valamilyen vízlevezetési lehetőséggel.

A mezőgazdasági művelés szerint a sáncok lehetnek átművelhetők (a sáncrézsű hajlása ne haladjon meg a 25%-ot) és nem átművelhetők.

A hagyományos *Kund-féle* sánc 4–5% lejtőhajlásig építhető meg a szokásos 0,4 m-es sáncmagassággal, ennél meredekebb lejtőn a sánc már nem átművelhető.

A nem átművelhető sáncok, más néven terasz-sáncok a tábla szélén épülnek. A sánchát meredekebb felé cserjésíteni is lehet, amelynek típusait a 52. ábra mutatja.

A terasz-sáncok ajánlatos rézsűhajlása 3–4% lejtőhajlásnál 1:6, 5–6%-nál 1:5, és ennél meredekebb lejtők-nél pedig 1:4. A széles alapú sáncokat, miután nem rendelkeznek a víztározásra alkalmas árokkal, jó vízvezető képesség és kisebb lejtőhajlások esetén célszerű alkalmazni.



52. ábra. Teraszsánc-típusok: a – keskeny alapú terasz-sánc, b – széles alapú terasz-sánc

5.7.2. Teraszozás

A teraszok osztályozása

A teraszozás olyan lépcsős műterep kialakítását jelenti, amellyel a terepesést a mezőgazdasági művelés igényeihez alakítjuk. A teraszozással szabályozzuk a csapadékvíz lefolyását és lényegesen csökkenthetjük a talajpusztulást. A teraszokat általában szőlő vagy gyümölcsös telepítése céljából építjük. Különleges esetben, meredek terepnél, erdőtelepítés céljából is létesülhetnek. A lejtős területek potenciális termőhelyi adottságainak — a kedvező benapozás és jobb hőháztartás — kihasználásával, valamint a csapadék egy részének helybetartásával a mezőgazdaság hatékonyságát lényegesen javíthatjuk. Különösen a történelmi borvidékeken a síkvidéki művelést megközelítő, esetenként ezt meghaladó eredményes-gű gazdálkodás érhető el ezzel a módszerrel.

Gyümölcsös és szőlőültetvények számára *lépcsős teraszokat* alakítunk ki. Ezek rendeltetésük szerint

- eséscsökkentő,
- víztartó,
- vízvezető teraszok lehetnek.

Az eséscsökkenő teraszok hosszirányú esése (művelési irányba eső) zérus, keresztirányú esésük pedig ennél nagyobb.

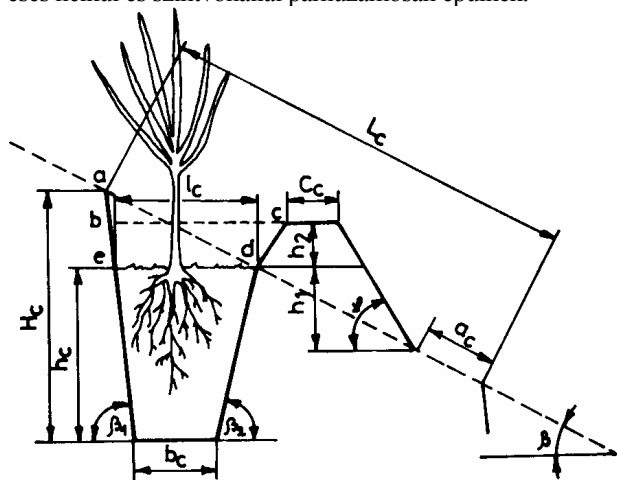
A víztartó teraszoknak úgyszintén nincs hosszirányú esésük, keresztirányú esésük azonban vagy nulla, vagy ellenesésű (befelé lejt).

A vízvezető teraszok hosszirányú esésük és keresztirányban ellenesésük is van.

- A lépcsős teraszok a megtámasztás módját illetően — rézsűs és
- támfalas teraszok lehetnek.

A teraszozott terület lehet folyamatos és megszakított. Szőlők esetén 12%, gyümölcsösnél pedig 17% lejtőmeredekség felett folyamatos teraszokat építünk.

A csatorna- és tányérteraszok rendszerint erdősítés céljából meredek lejtőkön kialakított, vizet visszatartó, csatorna vagy tányér alakú földművek (53. ábra.). Hosszirányú esés nélkül és szintvonallal párhuzamosan épülnek.



53. ábra. A tányérterasz kialakítása

A terasz koronaszélessége. Üzemszervezési szempontokat is figyelembe véve szőlő ültetvényénél meredekebb lejtőn (>17%), vastagabb humusztakaró esetén a háromsoros elrendezés illeszthető harmonikusan a tájba. Gyümölcsös esetén — meredekebb lejtőn az egysoros elrendezést, — lankásabb lejtőn a kétsoros elrendezést használjunk. Ezek a szabályok nem merevek, s az elrendezéseket a terephez igazodva vegyesen is lehet alkalmazni. Figyelembe kell venni, hogy kisebb koronaszélesség esetén a terasz állékonysága jobb és a földmunka is kevesebb.

Meg kell jegyezni, hogy a széles teraszokra vonatkozó törekvések nem mindig hozták meg azt a gazdasági eredményt, amelyet vártak tőlük, sőt a széles teraszok lerontják a lejtős területek kedvező természeti adottságainak (benapozás, jobb felmelegedés) érvényesülését, melynek következtében a széles teraszok a fajlagos terméseredményeket tekintve sok esetben alulmaradnak a keskeny (két-három-soros) teraszokkal szemben.

A terasz esése. A terasz kereszt- és hosszirányú esését legnagyobb mértékben a csapadékviszonyok, a talaj beszivárgási viszonyai és a művelés igényei szabják meg.

Csapadékszegény területeken, ahol az állomány fejlődéséhez valamennyi csapadékra szükség van, a koronát ellenesésben kell kialakítani.

Amennyiben a csapadék mennyisége évi átlagban éppen elegendő, a terasz korona esését a talaj víznyelő képességének függvényében kell megszabni.

Amennyiben a csapadék évi mennyisége meghaladja a növényzet vízigényét, a teraszokat keresztirányú és hosszirányú eséssel kell megtervezni. A keresztirányú esés leggyakrabban 7–11% között van. A keresztirányú esést a kritikus lejtőhossz és a művelés kritikus esésének figyelembevételével ellenőrizni kell.

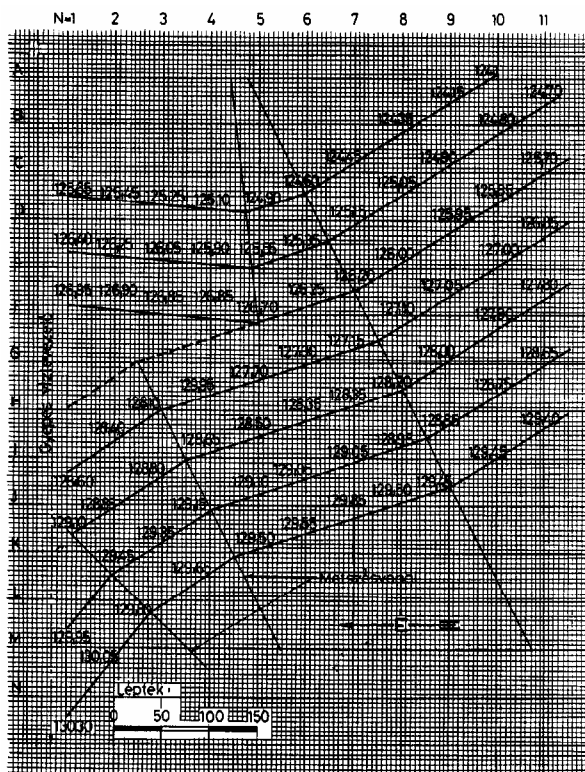
A terasz bevágásának és töltésének hajlásszöge. A terasz mértékadó igénybevétele — abban a vonatkozásban, hogy megcsúszik vagy suvad — az építés idején van. Ha a terasz víz elleni védelme megoldott, akkor később a terasz állékonysága a tömörödés és a növényzet megkötődése következtében javul.

A viszonylag meredek hajlás ellenére is a bevágások rézsűi ritkán mennek tönkre. A napenergia minél jobb hasznosítása érdekében ugyanakkor kívánatos is a nagyobb hajlásszögek alkalmazása. Szivárgó talajvíz vagy rétegvíz esetén a bevágást övdrenek alkalmazásával védeni kell, ugyanis a teraszok tönkremenetelét csaknem mindig a víz miatti stabilitásvesztés okozza.

A teraszok tervezése

A felsorolásból látható, hogy teraszok tervezésénél és kivitelezésénél sok szempont együttes figyelembevételére van szükség.

Az 54. ábrán paralel, egymással párhuzamos mikroteraszok tervezésének első lépéseit láthatjuk. A tervezés alapját az 49. ábrán bemutatott, kóttalt projekciós térkép adja.



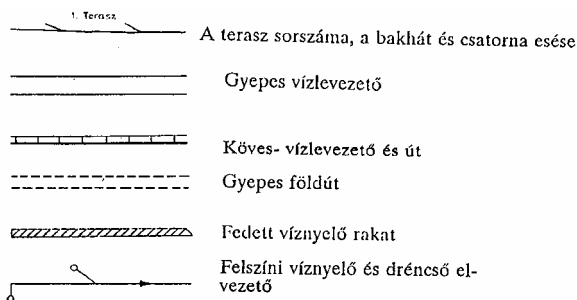
54. ábra. Paralel vagy párhuzamos teraszok tervezése

Az ábrán szereplő teraszok hossz- és keresztirányú eséssel rendelkeznek. A rajzon fel vannak tüntetve az

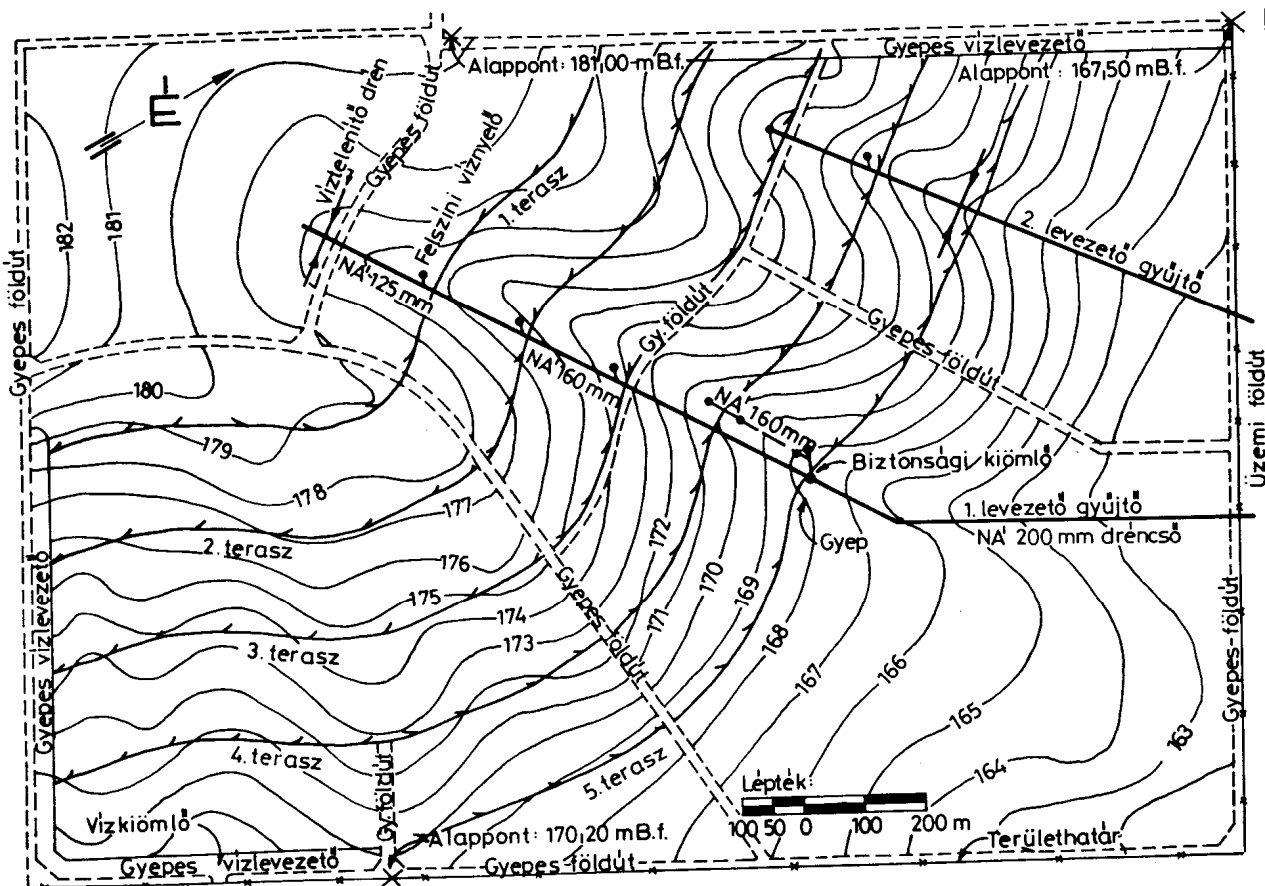
azonosan futó teraszmezők határvonalai is. A teraszok tervezésének további lépései:

- vízvezetők helyének és az
- utak nyomvonalának kijelölése, továbbá
- a kiegészítő munkák tervezése. Ilyenek a bakhátak alakjának és földmunkájának számítása és
- az építési sorrend és mód megtervezése.

Tekintsük át az 55. ábra segítségével a talajvédelmi teraszok építési tervénél alkalmazott rajzjeleket és magyarázatukat!



55. ábra. Talajvédelmi tervek jelmagyarázata



56. ábra. Teraszozás részletes elrendezési helyszínrajza

Az 56. ábrán a teraszozás részletes elrendezési helyszínrajzára láthatunk példát. A terv az 54. ábrán szereplő jelmagyarázat segítségével értelmezhető. A rajzon az öt teraszon kívül a hajlatokba és a területhatárokra telepített gyepes vízvezetők, a magaslatokon vagy magaspontokon futó gyepes földutak, továbbá a felszíni vizek koncentrált elvezetését lehetővé tevő felszín víznyelő hálózat látható. A teraszlépcsőket a sáncokhoz hasonló bakhátak alkotják.

5.8. Vízkár elleni védelem és a lefolyás szabályozása

Dombvidéki területeken a vízvezető hálózat, a víz elvezetése útján, egyben lejtőmegszakító mű is. A terület víz elleni védelme a káros és felesleges víz kártétel nélküli és szabályozott elvezetését szolgálja. A vízvezető hálózatoknak a talajvédelemben kiemelkedően fontos

szerepük van. A hiányzó, vagy rosszul megoldott vízvezetés az erózióvédelmi beavatkozások hatékonyságát lerontja, ezért a lejtős területek hosszú távú mezőgazdasági hasznosításához elengedhetetlenül szükséges a jó vízvezető hálózat.

A dombvidéki terület víztelenítését nyílt felszíni vízvezetés és zárt felszín alatti vízvezetés (talajcsövezés) valamilyen mértékű kombinálásával oldjuk meg. A hálózat általános elrendezését az 57. ábra mutatja.

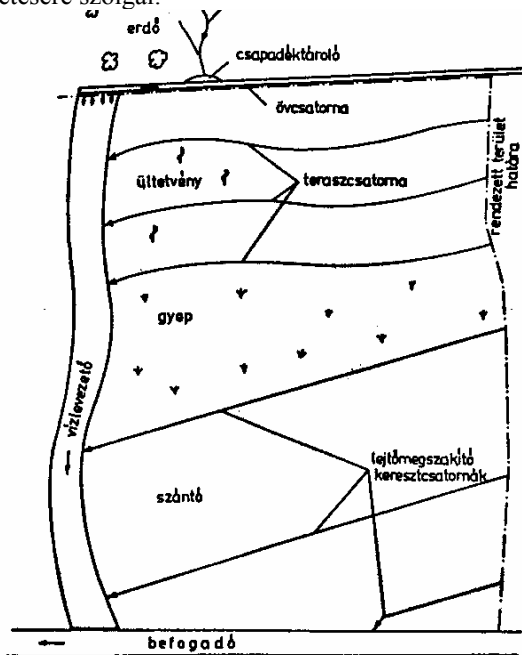
A felszíni vízvezető hálózat lehetséges elemei a következők:

- övärcok és övcsatornák,
- teraszcsatornák,
- lejtőirányú keresztcsatornák,
- vízvezetők,
- befogadó és vízvezető csatornák.

A felszín alatti víztelenítő hálózat részei és elnevezésük a lejtőn elfoglalt helyzetük szerint a következők:

- övdren,
- teraszdrén,
- övdrensor és
- mezőszerű talajcsőhálózat.

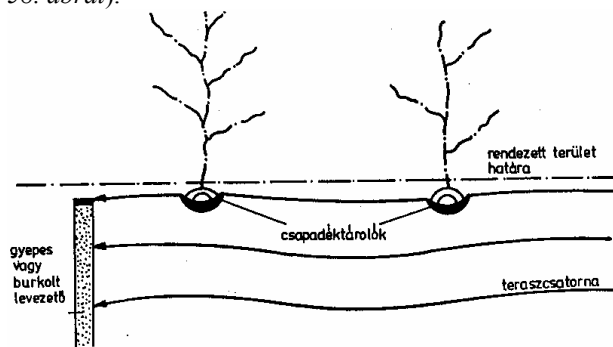
A felszín alatti vízlevezető hálózat célja és feladata, valamint a területen való elhelyezkedése a felszíni vízlevezető hálózatéhoz hasonló. Azonban nem a felszíni, hanem a talajba beszivárgott csapadékvíz, vagy a talajvíz mezőgazdaságilag és műszakilag káros többletének elvezetésére szolgál.



57. ábra. A felszíni vízlevezető hálózat részei

5.8.1. Övcsatornák

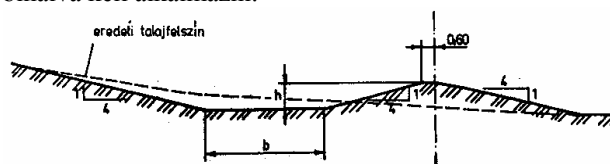
Az övcsatornákat rendszerint a rendezendő terület határvonalain kell elhelyezni, hogy a meredekebb területekről lefolyó csapadékvizeket felfogják. Rendszerint a terület legmagasabb határvonalain húzódó, szintvonallal közel párhuzamosan haladó csatornák. Az övcsatorna *gyepes vízlevezetőkhöz* vízszétosztó műtárgyon keresztül csatlakozik. Az övcsatornákat, ha nagyobb vízgyűjtő területtel rendelkeznek, és különösen akkor, ha nagy értéket képviselő műszaki, illetve mezőgazdasági létesítményeket védenek, a lefolyás késleltetése érdekében, *csapadéktároló* medencékkel is célszerű kiegészíteni (lásd 58. ábrát).



58. ábra. Teraszolt terület övcsatorna rendszere

A *keresztmetszvények* és a *csatorna hosszszelvényének* kialakítása egymáshoz szorosan kapcsolódik. Az övcsatornák legáltalánosabb mintakeresztmetszvényét mutatja az 59. ábra. Ez a szelvény általában 5% esésig alkalmazható, ennél nagyobb esésnél rendszerint burkolatra van szükség.

A *burkolatokat* gazdaságossági okokból csak a csatorna középvízszintjének magasságáig kell megépíteni. A földcsatornákat és burkolt szakaszokat egymással kombinálva kell alkalmazni.



59. ábra. Övcsatorna mintakeresztmetszvénye

5.8.2. Teraszcsatornák

A maximum 12%-os keresztirányú eséssel rendelkező teraszlapokat, különösen nagyobb rézsúmagasság esetén, teraszcsatornákkal kell vízteleníteni. A teraszon hosszirányban vezetett árkot legcélszerűbben a terasz körömpontjában (a rézsú lábánál) vezethetjük. Kisebb teraszfelületek esetén megengedhető, hogy csak minden második vagy harmadik teraszon létesítsünk elvezető csatornát.

A teraszcsatornák méretezését szőlő és gyümölcs hasznosítás esetén az 50 éves visszatérésű csapadéokra indokolt elvégezni. A mértékadó vízhozamot, tekintettel arra, hogy kis vízgyűjtő területről van szó, a *racionális méretező módszerrel* célszerű meghatározni.

A *racionális méretezési módszer lényege*, hogy a mértékadó vízhozamot az összegyülekezési idővel azonos időtartamú csapadékból számoljuk, mert ez adja a legnagyobb árhullám csúcsot.

5.8.3. Lejtőmegszakító keresztcsatornák

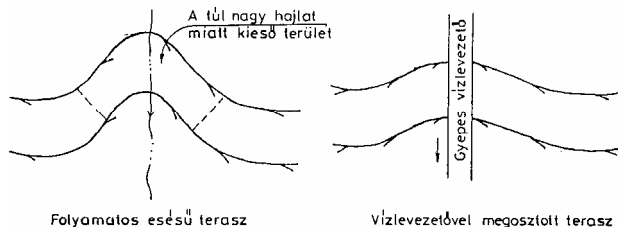
A lejtőmegszakító keresztcsatornák a terület kisebb esésű részein a lejtőn lefolyó víz összegyűjtésére és elvezetésére szolgáló csatornák. Feladatuk, hogy a lejtőn mozgó víz koncentrációját megakadályozzák, s így az erózió kialakulását megelőzzék. Mintakeresztmetszvényeik megegyeznek a csapadékvíz elvezetésére szolgáló árkok méreteivel.

Vízlevezetők

A vízlevezetők olyan lejtő irányban vezetett, általában nyíltfelszíni csatornák, amelyek a lejtős terület csatornákkal összegyűjtött vizeit kártétel nélkül vezetik a befogadóba. Főleg a teraszcsatornák és az árapasztók vizét vezetik a befogadóba, de alkalmasak az övcsatornák, a helyi mélyedések és a környező területek vizének elvezetésére is. A vízlevezetők lehetnek nyílt felszíni csatornák és zárt csővezetékek.

A leggyakrabban gyepes vízlevezetőket alkalmazunk, például a teraszok vizét rendszerint ezzel vezetik a befogadóba. Ezek a legrövidebb úton a terep esésvonalában, a természetes hajlatokban haladnak.

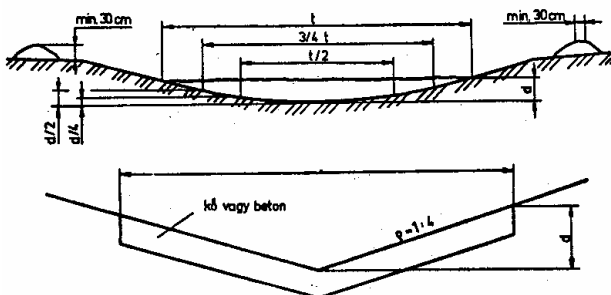
A vízlevezetők és a teraszok tervezésének kapcsolatát a 60. ábra szemlélteti. Az ábra bal oldalán a helytelen, jobb oldalán pedig a helyes megoldást látjuk. Az ábra arra is példa, hogy a vízlevezető tervezése nem elhatározás kérdése, ugyanis ha a terephajlat egy bizonyos mértéket elér, ott a területhasználát érdekében feltétlenül szükség van egy vízlevezetőre.



60. ábra. A terasz és vízlevezető helytelen és helyes kialakítása

A nyílt vízlevezetők általános mintakeresztmetszvényeit a 61. ábra mutatja. A parabola szelvényű csatorna jól illeszkedik a természetes terepmélyedéshez, további előnye, hogy a víz a szelvény legmélyebb részén a hordalék lerakódása nélkül lefolyhat. A burkolt meder alkalmazása minden olyan esetben szükséges, amikor a vízlevezetőt egyben közlekedési célokra is használjuk.

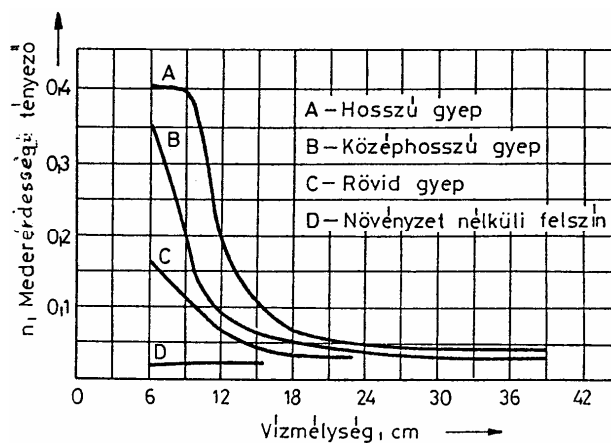
A vízlevezetők a terep esésvonalában, a természetes hajlatokban haladnak. Készülhetnek azonos és változó keresztmetszvennyel. A gyepes vízlevezetők 6–18 m szélesek, a köves vízlevezetők pedig a közlekedési nyomtávnak megfelelő szélességűek.



61. ábra. Vízlevezetők mintakeresztmetszvényei: a – parabola szelvényű gyepes vízlevezető, b – V szelvényű burkolt, ún. köves vízlevezető

Annak érdekében, hogy a vízlevezetőben ne legyenek káros kimosódások, a víz sebességének csökkentésére növényzetet telepítünk a mederbe. A súrlódást (sebességcsökkentést) szolgálja a lapos parabolaszelvény is. Az ilyen vízlevezetők nagy előnye, hogy a környezetbe nagyon jól illeszkednek, és lényegesen olcsóbbak, mint a kövezett (betonból készült) vízlevezetők.

A növényzet szerepét a 62. ábra szemlélteti. Ezen jól látszik, hogy az n érdességi tényező annál nagyobb, minél kisebb a h lefolyási vízmélység. A kis vízmélység érdekében a vízlevezetőket szélesre, legalább 12–18 m-re tervezzük.



62. ábra. A mederérdességi tényező a növényzet függvényében

Befogadó és vízlevezető csatornák

A befogadó és vízlevezető csatornák a lejtőkről vízlevezetőkön érkező vizek továbbvezetésére szolgáló csatornák. A csatornák vonalvezetési kialakításánál alapelve, hogy a vízfolyás a völgy mélyvonalán haladjon. Ahol a meglévő meder ezt az igényt nem elégíti ki, ott lehetőség szerint korrigálni kell a meder nyomvonalát. Értékes műtárgy megtartása céljából vagy községi belsőségek kötöttsége miatt azonban ettől el lehet térni.

15. példa. Gyepes vízlevezető méretezése

Méretezzük a 61. ábrán vázolt parabolaszelvényű gyepes vízlevezetőt, figyelembe véve, hogy a talajkimosódás szempontjából a megengedhető legnagyobb szelvény-középsébség $v = 0,9$ m/s!

Adatok:

- mértékadó vízhozam, $Q_m = 0,85$ m³/s,
- vízlevezető esése, $I = 3,0\%$, azaz $I = 0,03$
- vízlevezető szélessége, $t = 12,0$ m,
- maximális vízmélység, $d_{max} = 0,3$ m,
- medertakaró középhosszú gyep (lásd az 62. ábra B növény függvényét).

Megoldás:

A méretezést a (9) jelű Chézy-képlettel végezzük el (lásd előbb):

$$v = kR^{2/3} \sqrt{I} \quad v = kR^{2/3} \sqrt{I}$$

A k simasági tényező a 57. ábráról leolvasható n mederérdességi tényezőtől számolható:

$$k = \frac{1}{n} \tag{32}$$

A számítást fokozatos közelítéssel oldjuk meg. Első lépésként válasszuk a vízmélységet $h_1 = 0,15$ m-nek!

A 62. ábráról leolvasható, hogy B növény esetén $n_1 = 0,065$.

A parabola alakú keresztmetszvény nedvesített keresztmetszetének (A) számítása:

$$A = \frac{2}{3} t h \text{ (m}^2\text{)} \quad A = \frac{2}{3} t h \text{ (m}^2\text{)} \tag{33}$$

ahol

- t — víztükörszélesség, m;
- h — vízmélység a szelvény közepén, m.

$h_1 = 0,15$ m vízmélységnél a víztükörszélesség a 58. ábra szerint:

$$t_1 = \frac{3}{4}t = \frac{3}{4}12 \text{ m} = 8,0 \text{ m},$$

tehát

$$A_1 = \frac{2}{3} \cdot 8,0 \text{ m} \cdot 0,15 \text{ m} = 0,8 \text{ m}^2.$$

A nedvesített kerület a vízmélységhez képest igen széles medrknél azonosnak vehető a víztükör szélességével, azaz

$$K_1 = t_1 = 8,0 \text{ m}.$$

A hidraulikai sugár:

$$R_1 = \frac{A}{K} = \frac{0,8 \text{ m}^2}{8,0 \text{ m}} = 0,1 \text{ m}.$$

A mederben a vízsebesség a (9) szerint:

$$v_1 = \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{I} = \left(\frac{1}{0,065} \cdot 0,1^{2/3} \right) \sqrt{0,03} = 0,57 \text{ m/s}$$

A vízlevezető vízhozama:

$$Q_1 = v_1 A_1 = 0,57 \text{ m/s} \cdot 0,8 \text{ m}^2 = 0,46 \text{ m}^3 / \text{s}.$$

A $h_1 = 0,15$ m vízmélységhez tartozó vízhozam $Q_1 = 0,46 \text{ m}^3/\text{s}$ kisebb, mint a mértékadó $Q_m = 0,85 \text{ m}^3/\text{s}$. Nagyobb vízmélységet választunk és azzal számítjuk ki a vízsebességet.

A számítás részeredményei $h_2 = 0,2$ m vízmélységre:

A 62. ábra szerint

$$n_2 = 0,040; t_2 = 9,33 \text{ m}; A_2 = 1,24 \text{ m}^2; K_2 = 9,33 \text{ m},$$

$$R_2 = 0,133 \text{ m} \text{ és}$$

$$v_2 = \left(\frac{1}{0,040} \cdot 0,133^{2/3} \right) \sqrt{0,03} = 1,13 \text{ m/s},$$

továbbá

$$Q_2 = v_2 A_2 = 1,13 \text{ m/s} \cdot 1,24 \text{ m}^2 = 1,4 \text{ m}^3/\text{s}.$$

A számításokból látható, hogy 5 cm vízmélység-növekedés hatására lényegesen lecsökkent az n medererdesség, ennek következtében ugrásszerűen megnőtt a vízsebesség $v_1 = 0,57 \text{ m/s}$ -ról $v_2 = 1,13 \text{ m/s}$ -ra) és ezzel együtt a szelvény vízszállító képessége. A változás olyan mértékű, hogy interpolálni nem lehet, a számítást egy újabb vízmélységgel kell megismételni.

A $h_3 = 0,17$ m vízmélységre a részeredmények:

$$n_3 = 0,045; t_3 = 8,53 \text{ m}; A_3 = 0,97 \text{ m}^2; K_3 = 8,53 \text{ m},$$

$$R_3 = 0,114 \text{ m} \text{ és}$$

$$v_3 = \left(\frac{1}{0,045} \cdot 0,114^{2/3} \right) \sqrt{0,03} = 0,90 \text{ m/s},$$

továbbá

$$Q_3 = v_3 A_3 = 0,9 \text{ m/s} \cdot 0,97 \text{ m}^2 = 0,87 \text{ m}^3/\text{s}.$$

A hidraulikai ellenőrzésből tehát megállapítható, hogy a tervezett parabolaszelvény a megengedett $v = 0,9 \text{ m/s}$ sebességnél valamivel kisebbel fogja elvezetni a $Q_m = 0,85 \text{ m}^3/\text{s}$ mértékadó vízhozamot. A várható vízmélység kb. 0,17 m lesz.

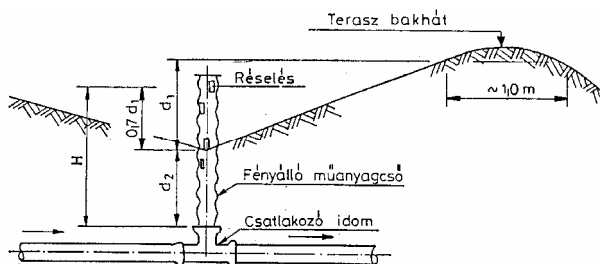
5.8.4. Felszíni víznyelők

A felszíni víznyelők funkciója a gyepes vízlevezetőével azonos, vagyis a hajlatokban összefutó káros víz-többletet vezeti el a területről. Amennyiben kisebb és jól lehatárolható mélyedések vannak a terepen, különösen jól használhatók.

Felszíni víznyelőt használunk akkor is, ha a terep túlzottan szabdalt, és ez akadályozná a terület hasznosítását.

16. példa. A felszíni víznyelő hidraulikai ellenőrzése

Adott a 63. ábrán látható felszíni víznyelő. Vizsgáljuk meg, hogy képes-e az adott méretek mellett elvezetni az érkező vízhozamot!



63. ábra Felszíni víznyelő hidraulikai ellenőrzése

Adatok:

Vízgyűjtője 6,7 ha,

Réselés 5 sorban 4—4 db, 1,8 cm × 3,6 cm méretű nyílás, fektetési mélység, $d_2 = 0,8$ m, teraszárok mélysége, $d_1 = 0,9$ m.

Megoldás:

A mértékadó vízhozam az 5. példa eredményeit felhasználva $Q_m = A q = 6,7 \text{ ha} \cdot 0,86 \text{ l/s} \cdot \text{ha} = 5,8 \text{ l/s}$.

A felszíni víznyelő vízemésztését (vízhozamát) a nyíláson való vízkifolyás képletéből kiindulva számíthatjuk, azaz

$$Q = \frac{2}{3} \mu \sqrt{2gH}, \tag{34}$$

ahol

μ — a vízhozamtényező, ($\mu \approx 0,62$);

A — a nyílás keresztmetszete, m^2 ;

g — nehézségi gyorsulás, m/s^2 ;

H — átbukási magasság, m.

A H átbukási magasság az 63. ábra szerint

$$H = 0,7 d_{-1} + d_2 = 0,7 \cdot 0,9 \text{ m} + 0,8 \text{ m} = 1,43 \text{ m}.$$

Az A hatékony beömlési keresztmetszet, figyelembe véve, hogy a rések fele a fenntartási technológia szerint 50%-ban eltömődött:

$$A_h = 0,5 (5 \cdot 4 \cdot 0,018 \text{ m} \cdot 0,036 \text{ m}) = 0,0065 \text{ m}^2.$$

Az (28) képlet szerint a víznyelés:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot 0,62 \cdot 0,0065 \text{ m}^2 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 1,43 \text{ m}} = 0,014 \text{ m}^3 / \text{s},$$

azaz $Q = 14 \text{ l/s}$.

Tehát az 63. ábrán vázolt felszíni víznyelő képes a $Q_m = 5,8 \text{ l/s}$ vízhozam elvezetésére.

Összefoglalás

A vízrendezési munkák hatása a természeti környezetre a beavatkozások nagy területi kiterjedése miatt jelentős. E munkák megváltoztatják a táj arculatát és lehetőséget teremtenek a vízgyűjtőterület sokkal intenzívebb hasznosítására. Az átalakított környezet jelentős hatással van a vízgyűjtő növény- és állatvilágára, az ott lakók életmódjára, egészségére, szociális és egyéb helyzetére stb.

Ahhoz, hogy pontosabban megismerhető legyen mit is kellene tenni a környezetharmonikus vízrendezés érdekében, hasznos volt áttekinteni, hogy milyen elvek alapján jött létre az a művi környezet, amit sok esetben eredeti természetes állapotnak, vagy kiindulási állapotnak érzünk.

A termőföldek víztelenítésének célja a talaj vízháztartási viszonyainak javítása a hasznosítási célokhoz megfelelő módon és mértékben. Az időszakonként és helyenként keletkező káros víztöbbletnek hidrológiai szempontból oka és eredete lehet a csapadék, a lejtőről lefolyó víz, a szabad felszíni talajvíz és nyomás alatti talajvíz. Az időszakosan elnedvesedett területek vízrendezésére olyan módszereket és megoldásokat alkalmazunk, melyekkel a víztöbblet lehetőség szerint hasznosítható vagy más időszakban, vagy más területrészen. A csapadékvíz helybeni hasznosítása nagyon fontos betartandó elv, hiszen köztudott, hogy a vízhiányból, illetve aszályból származó mezőgazdasági veszteségek nagyságrendekkel nagyobbak, mint a többletvíz okozta költségek, illetve termésveszteségek.

A vízrendezés tervezése összetett feladat. Ennek módszereit többféleképpen csoportosíthatjuk; amennyiben a felszínen megjelenő víz elvezetését szolgálják — felszíni vízelvezetésnek vagy belvízrendezésnek, ha pedig a talaj hézagrendszerében lévő víz eltávolítását célozzák — felszínalatti vízrendezésnek vagy lecsapolásnak nevezzük. A létesítmények méreteit részben tapasztalati úton határozzuk meg, másrészt pedig hidraulikai számításokkal.

Az elnedvesedés okától függően, célszerűen különböző vízrendezési módszert szükséges alkalmazni. Ezek a módszerek rendszerint kombinálhatók is egymással; a legtöbb esetben agrotechnikai eljárásokkal együtt alkalmazzuk ezeket, miközben egyre nagyobb jelentőségű a természetvédelmi és a környezetvédelmi célok megvalósítása is, összhangban a fenntartható fejlesztéssel.

Mi az ami különösen fontosá teszi a vízrendezésekkel kapcsolatosan a természet-harmonikus jelző használatát? Elsőként talán azt említhetjük, hogy maga a társadalom vált érzékenyebbé a környezet- és természetvédelem iránt. Ma már nemcsak a mérnök, hanem a társadalom is a természettel harmonizáló megoldásokat kívánja alkalmazni.

Egyre inkább azt tapasztalhatjuk, hogy a vízrendezés és más szakterületek, például az ökológia, környezetvédelem stb. nem külön-külön működik, hanem az egyik a másikba integrálódik (kölcsonösen egészzé összegződik) és így hatnak együtt. Ez az egybeolvadási folyamat a korábbi időszakhoz képest sokkal szövevényesebbé vált, s miközben a vízrendezés folyamatosan átalakul és egyre jobban felveszi a környezet- és a természet-harmonikus vonásokat, magába integrálja a környezetvédelmet és a természetvédelmet, maga is integrálódik az említett szaktudományokba. Ezekkel a kérdésekkel tájépítészeti vonatkozásban külön is foglalkoztunk a tananyagban.

A tananyagból megismertük, hogy a vízrendezés nem séma, azt mindig a környezet egyedi karakteréhez kell szabni. Az egyedi megoldáson, vagyis a "legjobb" vízrendezés módszerén olyan műszaki, gazdasági, biológiai és környezeti feltételeken alapuló beavatkozást értünk, amelyek a megújuló természeti erőforrásokkal való leghatékonyabb gazdálkodást biztosítják. A módszer főbb részei és alkotó elemei a következők:

- a) A legjobb területhasznosítási módok alkalmazása és a tájhasználat e szerinti módosítása.
- b) A természet-harmonikus vízrendezési módszerek:
 - a természet- és környezetvédelmi eljárások
 - a vízrendezés tájba illesztése,
 - a biotechnika,
 - a biológiai drénezés.
- c) A természet-harmonikus agronómiai eljárások:
 - meliorációs eljárások,
 - az okszerű növénytermesztés és
 - az állattenyésztés.
- d) A beavatkozások káros hatásainak mérséklése, hatás-optimalizálás:
 - a méretbeli korlátozások,
 - a vizek védelme a szennyeződésektől,
 - a komplex és a zárt vízgazdálkodási rendszerek alkalmazása.

A vízrendezési munkák környezetbe illesztésének megtervezéséhez az egyik legjobb módszer a környezeti hatásvizsgálat (KHV). A módszer segítségével nemcsak jobb megoldások születhetnek, hanem a közvélemény számára be is mutathatók a munkálatok várható hatásai.

A vízrendezés környezet vizsgálatának célja az, hogy döntési alapot adjon a műszaki, gazdasági szempontból lehetséges és megfelelő alternatívák közötti választáshoz, oly módon, hogy a döntéshozók tájékozottak legyenek az általuk kiválasztott változat hatásairól, s hogy a társadalmi fogadtatás is a lehető legkedvezőbb legyen. Ezek, mérnöki felfogásban egyszerűbben azt jelentik, hogy műszakilag a kor technikai színvonalának megfelelő, és jó vízrendezés valósuljon meg.