

MÉRNÖKBIOLOGIAI LÉTESÍTMÉNYEK



Mérnökbiológiai létesítmények

Szerző: Kondorné Dr. Szenkovits Mariann
Lektorálta: Dr. Varga Szabolcs

Kézirat lezárva: 2015. január 15.

KIADÓ: Nyugat-magyarországi Egyetem
a ZENFE – Zöld Energia Felsőoktatási Együttműködés –
TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0012 sz. projekt keretében
Felelős kiadó: Prof. Dr. Németh Róbert tudományos és külügyi rektorhelyettes



A kiadásért felel a ZENFE projekt intézményi képviselője: Dr. Horváth Béla
Felelős szerkesztő: Dr. Pájer József
Terjedelem: 16 ív

Sopron, 2015
© Kondorné Szenkovits Mariann 2015
ISBN 978-963-334-224-4

TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ	9
1. A MÉRNÖKBIOLÓGIA FOGALMA ÉS A MÉRNÖKBIOLÓGIAI ÉPÍTÉSMÓD ALKALMAZÁSA.....	10
1.1 A MÉRNÖKBIOLÓGIA FOGALMA ÉS FELADATA.....	10
1.2 A MÉRNÖKBIOLÓGIAI ÉPÍTÉSMÓD	12
1.2.1 A mérnökbiológiai építésmód főbb alkalmazási területei	13
1.2.2 Az alkalmazásra kerülő fás- és lágyszárú növényekkel szembeni elvárás	14
1.2.3 A mérnökbiológiai létesítmények általános tervezési szempontjai.....	15
1.3 A MÉRNÖKBIOLÓGIAI ÉPÍTÉSMÓD ALKALMAZÁSÁVAL ÖSSZEFÜGGŐ FONTOSABB ERDÉSZETI SZAKKIFEJEZÉSEK.....	20
2. A MÉRNÖKBIOLÓGIAI LÉTESÍTMÉNYEK ÉLŐ ANYAGAI.....	25
2.1 A MÉRNÖKBIOLÓGIAI LÉTESÍTMÉNYEK FÁS SZÁRÚ NÖVÉNYEI.....	25
<i>Fenyők</i>	25
<i>Lombos fafajok</i>	26
<i>Cserjék</i>	38
2.2 A MÉRNÖKBIOLÓGIAI LÉTESÍTMÉNYEKBE ELŐFORDULÓ LÁGYSZÁRÚ NÖVÉNYEK.....	40
2.3 NÖVÉNY- ÉS TERMÉKKATEGÓRIÁK (ÜLTETÉSI SZAPORÍTÓANYAGOK)	44
3. FÁS BIOTÓP RENDSZEREK.....	47
3.1 FÁS BIOTÓP RENDSZEREKHEZ KAPCSOLÓDÓ FOGALMAK.....	47
3.2.1 A szélsébség csökkentése.....	49
3.2.2 A párolgás csökkentése.....	52
3.2.3 A hőmérsékletre gyakorolt hatás.....	52
3.2.4 A relatív páratartalom alakulása.....	53
3.2.5 A talajnedvesség növelése	54
3.2.6 Az erózió és a defláció elleni védőhatás.....	54
3.2.7 A levegőtisztítás és porszűrés.....	56
3.3 A FÁS BIOTÓPOK KÜLÖNBÖZŐ FORMÁI	56
3.3.1 Álló- és folyóvizek fásítására alkalmas sávok.....	56
3.3.2 Sövények.....	57
3.3.3 Mezővédő erdősávok.....	59
3.3.4 Egyéb fás biotópok.....	60
4. MELIORÁCIÓ.....	62
4.1. A MELIORÁCIÓ FOGALMA ÉS TEVÉKENYSÉGEI	62
4.1.1 Erózió.....	63
4.1.2 Defláció	64
4.1.3 Racionális földhasználat.....	65
4.2 TALAJVÉDELEM ÉS TALAJJAVÍTÁS	66
4.2.1 Kémiai talajjavítás.....	68
4.2.2 Mechanikai (fizikai) talajjavítás.....	70
4.2.3 Biológiai talajjavítás.....	71

5. REKULTIVÁCIÓ (ÚJRAHASZNOSÍTÁS)	75
5.1 A REKULTIVÁCIÓ FOGALMA.....	75
5.2 A TERMÉSZETI KÖRNYEZETET KÁROSÍTÓ FOLYAMATOK	76
5.2.1 Természeti hatások.....	76
5.2.2 Antropogén hatások	76
5.3 A REKULTIVÁCIÓ FAJTÁI ÉS MŰVELETEI.....	79
5.3.1 Műszaki (technikai) rekultiváció.....	79
5.3.2 Biológiai rekultiváció.....	80
5.4 A REKULTIVÁLANDÓ TERÜLETEK FELTÁRÁSA ÉS TECHNIKAI REKULTIVÁCIÓJA.....	81
5.4.1 A rekultiválandó terület feltárása	81
5.4.2 A technikai rekultiváció munkafázisai	82
5.5 A BÁNYAMŰVELÉS JOGI SZABÁLYOZÁSA HAZÁNKBAN.....	82
5.6 REKULTIVÁCIÓ (ÚJRAHASZNOSÍTÁS) BÁNYÁSZATI TEVÉKENYSÉG UTÁN	85
5.6.1 Meddőhányók rekultivációja.....	86
5.6.2 Külszíni fejtések rekultivációja.....	88
5.6.3 Kőbányák rekultivációja.....	91
5.6.4 Kavicsbányák rekultivációja.....	93
5.6.5 Homokbányák rekultivációja.....	98
5.6.6 A gyakorlatban sikeresen megvalósult biológiai rekultivációk.....	99
6. FÁS BIOTÓPOK (ERDŐSÁVOK) JELENTŐSÉGE A MEZŐGAZDASÁGBAN..	103
6.1 TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS.....	103
6.2 AZ ERDŐSÁVOK HATÁSA A MEZŐGAZDASÁGI TERMÉSEREDMÉNYEKRE	104
6.3 AZ ERDŐSÁVOK JELENTŐSÉGE A FAANYAGTERMESZTÉSBEN	106
6.4 AZ ERDŐSÁVOK ÁLLATTENYÉSZTÉSRE GYAKOROLTHATÁSA.....	106
6.5 FÁS BIOTÓPOK ÁLLATÖKOLÓGIAI FUNKCIÓJA, VADGAZDÁLKODÁSI JELENTŐSÉGE	107
6.6 AZ ERDŐSÁVOK KEDVEZŐTLEN HATÁSAI.....	108
6.7 A FÁS BIOTÓPOK ÁLTALÁNOS LÉTESÍTÉSI SZEMPONTJAI.....	108
6.8 TERVEZÉSI ÉS KIVITELEZÉSI SZEMPONTOK	110
7. IPARI OBJEKTUMOK FÁSÍTÁSA.....	116
7.1 IPARTERÜLETEKKEL KAPCSOLATOS FOGALMAK	116
7.2.1 Szélvédő, széltörő fásítások	119
7.2.2 Porszűrő, porvédő sávok.....	120
7.2.3 Füst-, gáz-, vegyi ártalmakat szűrő sávok	121
7.2.4 Hangszűrő, hangvédő sávok.....	122
7.2.5 Tűz, robbanás és egyéb izoláló védősávok.....	126
8. KÜLTERÜLETI KÖZÚTFÁSÍTÁS.....	127
8.1. A KÖZÚTFÁSÍTÁS FŐBB KRITÉRIUMAI ÉS JELENTŐSÉGE	127
8.2 FORGALOMBIZTONSÁGI SZEMPONTOK KÖZÚTFÁSÍTÁSNÁL.....	128
8.3 AZ ÚT MENTI FÁSÍTÁSOK SZŰRŐ HATÁSAI.....	133
8.3.1 Zajcsökkentés fásítással.....	133
8.3.2 Légszennyezés csökkentése fásítással.....	134
8.4 AZ ÚT MENTI FÁSÍTÁSOK TELEPÍTÉSEKOR ALKALMAZHATÓ FAFAJOK	135
8.5 HÓFOGÓ ERDŐSÁVOK.....	137

9. VÍZFOLYÁSOK, HULLÁMTEREK, CSATORNÁK FÁSÍTÁSA.....	141
9.1 VÍZFOLYÁSOK ÉS PARTVÉDELEM	141
9.1.1 A partvédelem szükségessége.....	142
9.1.2 A partvédelem biotechnikai létesítményei.....	143
9.2 HULLÁMTEREK FÁSÍTÁSA	152
9.3 CSATORNAFÁSÍTÁS	156
10. TELEPÜLÉSEK ZÖLDFELÜLETEI.....	161
10.1 A ZÖLDFELÜLETEK TÍPUSAI	161
10.1.1 A zöldfelületek funkcionális típusai.....	162
10.1.2 A zöldfelületek használat szerinti típusai.....	163
10.1.3 A zöldfelületi rendszer térbeli típusai.....	163
10.2 A TELEPÜLÉSI NÖVÉNYZET MIKRO-KLIMATIKUS HATÁSA	164
10.3 A ZÖLDFELÜLET TERVEZÉS ALAPJAI	166
10.3.1 Belterületi utcafásítás	166
10.3.2 Játsszóhelyek, játszóterek fásítása	170
10.3.3 Temetők fásítása.....	174
10.3.4 Üdülőerdők.....	177
11. HULLADÉKELHELYEZÉS ÉS REKULTIVÁCIÓ.....	182
11.1 A HULLADÉK KELETKEZÉSE, FAJTÁI, CSOPORTOSÍTÁSA	182
11.2 HULLADÉKGAZDÁLKODÁS	185
11.3 A HULLADÉK ELHELYEZÉSE, HULLADÉKLERAKÓK	187
11.3.1 A hulladéklerakás, mint ártalmatlanítási módszer.....	188
11.3.2 Hulladéklerakók létesítése, üzemeltetése	190
11.3.3 A hulladéklerakó lezárása, utógondozása, rekultivációja.....	194
11.4 A HULLADÉKLERAKÓK BIOLÓGIAI REKULTIVÁCIÓJA.....	194
11.5 A SOPRONI HULLADÉKLERAKÓ KÖZELJÖVŐBEN MEGVALÓSULÓ BIOLÓGIAI REKULTIVÁCIÓJA.....	196
12. SZENNYVÍZELHELYEZÉS ÉS HASZNOSÍTÁS.....	200
12.1 SZENNYVÍZ KELETKEZÉSE	200
12.2 A TERMÉSZETKÖZELI SZENNYVÍZTISZTÍTÁS	201
12.3 A TERMÉSZETKÖZELI SZENNYVÍZTISZTÍTÁS TÍPUSAI	202
12.3.1 Növényzet nélküli tavas rendszerek.....	202
12.3.2 Növényzetes tavas rendszerek (ún. épített wetland-ek).....	202
12.3.3 Sorba kötött természetes eljárás	204
12.3.4 Faültetvényes talajbiológiai tisztítás	205
AJÁNLOTT SZAKIRODALOM.....	211
FELHASZNÁLT SZAKIRODALOM	212
MELLÉKLET	216

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat A táj-rehabilitáció céljai megvalósításának ágazati feladatai (példák).....	17
2. táblázat Az állat- és a növényvilág életterének teljes kifejlődéséhez szükséges időtartam.....	19
3. táblázat Ültetési anyag minősége.....	44
4. táblázat A tájelemek típusai.....	48
5. táblázat Néhány fafaj talajon lévő avarjának nitrogénmennyisége.....	73
6. táblázat Néhány fafaj talajon lévő avarjának kalcium mennyisége.....	74
7. táblázat Az emberi tevékenység hatásai.....	77
8. táblázat A mezőgazdasági terméseredmények alakulása erdősávokkal védett táblákon.....	104
9. táblázat Főbb fa- és cserjefajok nektár- és pollenhozama.....	112
10. táblázat A fák legkisebb oldaltávolsága a külső forgalmi sáv szélétől épülő, új utak esetén, vezetőkorlát nélküli szakaszokon.....	129
11. táblázat A fák legkisebb oldaltávolsága a külső forgalmi sáv szélétől meglévő utak esetén, vezetőkorlát nélküli szakaszokon.....	130
12. táblázat A város és a városkörnyék klimatikus különbségei.....	165
13. táblázat A hulladékok csoportosítása.....	183
14. táblázat A szennyvíztisztítás hatásfoka fával beültetett ill. fa nélküli tenyészedeényekben.....	207
15. táblázat Az abszolút száraz fatömeg %-a a kontrollhoz viszonyítva.....	210

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra A környezetvizsgálat és az értékelés folyamata	19
2. ábra A különböző szerkezetű erdősávok széltörési diagramja.....	50
3. ábra Az áttört szerkezetű erdősáv lamináris légáramlása	50
4. ábra Az áttört szerkezetű erdősáv szélesebbség csökkentő hatása	51
5. ábra A transzspiráció napi menete a légzőnyílások működésének függvényében.....	52
6. ábra Az erdősávok védő hatásának előnyös következményei.....	53
7. ábra A hólerakódás alakulása különböző összetételű erdősávok mögött.....	54
8. ábra Az erózió elleni védekezés táblásítással és szántásirány-váltással.....	55
9. ábra A talajelhordás mértéke a talajborítottság függvényében.....	55
10. ábra Vízpartok fásítása	57
11. ábra Szántók és legelők környezetében tervezhető sövények sémája	58
12. ábra A Benjes-sövény kialakulása.....	59
13. ábra Egy magas erdősáv általános szerkezete	59
14. ábra Racionális földhasználat	65
15. ábra A talaj termékenységét gátló tényezők előfordulása Magyarországon	67
16. ábra A külszíni bányaművelés folyamata.....	78
17. ábra A technikai rekultiváció egyik munkafázisa	80
18. ábra Bányászat okozta tájrombolás (kőfejtő)	84
19. ábra Rézsűfelületek kialakítása.....	87
20. ábra A Dobai külfejtés (Vértesi Erőmű Zrt.) rekultiválandó területe.....	89
21. ábra Egy kőbánya általános elrendezése	92
22. ábra Hazánk főbb kavicssterületei.....	94
23. ábra A győri Ipari Park és az M1 autópálya között található bányaterület.....	95
24. ábra Kavicsbánya helyén kialakított horgásztó	96
25. ábra Partszakasz kialakítása vízimadarak megtelepedése érdekében	97
26. ábra Bányató partvédelme	98
27. ábra A Pécs környéki pernyehányók biológiai rekultivációja	101
28. ábra A terméseredmények alakulása az erdősávokkal védett táblákon.....	105
29. ábra Az erdősávok komplex hatása a mezőgazdasági növénytermesztésre	106
30. ábra Egy fő- és mellésávval határolt repcetábla	110
31. ábra KST típusú mezővédő erdősáv telepítési vázrajzzal.....	115
32. ábra Fásítás a Paksi Ipari Parkban.....	117
33. ábra Zajvédő fal és védőfásítás kombinációja.....	124
34. ábra A facsoportok megfelelő elhelyezése az utak mentén.....	131
35. ábra Cserjék telepítése a passzív védelem fokozása érdekében.....	132
36. ábra Fásítás bevágási rézsűn.....	132
37. ábra A közutat szegélyező élőszövény védőhatása a fű ólomtartalmára egy napi 12000 gépkocsi forgalmú autópálya mellett.....	135
38. ábra A különböző koronaméretű fák telepítési távolsága az útkoronától	135
39. ábra Két napig veszteglő gépjárművek 2013. márciusban az M1-es autópályán	137
40. ábra Hófogó rácsok alkalmazása.....	137
41. ábra Hólerakódás a közút és a hófogó sáv között	138
42. ábra A hófogó sáv keresztmetszete.....	139
43. ábra Egy hófogó sáv általános szerkezete telepítési vázrajzzal.....	139

44. ábra Az eróziót kiváltó és befolyásoló tényezők.....	143
45. ábra Előregyártott gyepszőnyeg beépítése.....	144
46. ábra Betonelem és gyeppal együttes alkalmazása	145
47. ábra Nádpadka kialakítása.....	145
48. ábra Élő rózsekolbász.....	146
49. ábra Rózsekolbász sor.....	146
50. ábra Élő rózse terítése.....	147
51. ábra Fűzfónatok elhelyezése.....	147
52. ábra Élő dorongfal	148
53. ábra Lépcsős partépítés.....	149
54. ábra Száraz kőburkolat fűzdugvánnyal	150
55. ábra A főállomány (FÁ), mellékállomány (MÁ) és a védőállomány elhelyezkedése ...	151
56. ábra Az ártér keresztmetszete	152
57. ábra A hullámtér felépítése.....	153
58. ábra Főcsatornák fásítása.....	158
59. ábra Öntözőcsatorna fásítása gépi karbantartás esetén	158
60. ábra Elosztócsatorna fásítás	159
61. ábra Öntözőcsatorna fásítása kézi karbantartás esetén.....	159
62. ábra Vízterelő fásítási vázlata.....	160
63. ábra Egy kerékpárút védelmére kialakított dekoratív fásítás.....	167
64. ábra Utcafásítás kivitelezése többéves sorfával	168
65. ábra Lakótelep környezetében kialakított játszótér.....	171
66. ábra A Körtvélyesi erdei temető egy részlete	175
67. ábra Üdülőerdők típusai a fatermesztési cél és a településtől vett távolság összefüggésében szemlélve	178
68. ábra Homokkő-forrás, erdei pihenőhely.....	180
69. ábra A hulladékok megoszlása hazánkban	185
70. ábra Hulladéklerakó szigetelése	188
71. ábra A hulladéklerakás helye a hulladékkezelési eljárásokban	188
72. ábra A hulladéklerakók alaptípusai	193
73. ábra Egy rendezett gödörfeltöltéses hulladéklerakó.....	194
74. ábra Épített wetland: felszín alatti átfolyású, gyökérmezős rendszer	203
75. ábra Épített wetland/Mocsári növényes rendszerek a víztest elhelyezkedése szerint/ felszíni átfolyású rendszer.....	203
76. ábra A nád rizómáinak szövedéke a talajban.....	204
77. ábra Mesterséges nádas	205
78. ábra A szennyvíztisztító faültetvény alaprajzi elrendezése	208
79. ábra A szennyvíztisztító faültetvény széles bakhátközökben.....	209

Előszó

A „Mérnökbioológiai létesítmények” tantárgy oktatásának célja a mérnökbioológiai építésmód, és ezen keresztül a mérnökbioológiai létesítmények részletesebb bemutatása és ismertetése.

A mérnökbioológia egy olyan műszaki segédtudomány, amely a mesterséges, épített környezet és az élővilág kapcsolatával foglalkozik. Mindezt teszi úgy, hogy a műszaki létesítmények és az élő természet közötti kölcsönhatásokat, kapcsolatokat feltárja, a közöttük lévő ellentmondásokat pedig minél hatékonyabban megpróbálja feloldani.

A tankönyv különböző előképzettségű, azaz eltérő ökológiai ismeretekkel rendelkező hallgatóknak készült. A tananyag azonban feltételezi a növénytani és a termőhelyi alapot a tárgyak ismeretét, ezért ezek leírására csak röviden kerül sor. A fejezetek elején azonban az egyes szakterületek legfontosabb kifejezései részletesebben kerülnek ismertetésre, illetve magyarázatra.

A mérnökbioológia szakterületei rendkívül szerteágazóak, egy-egy részterületre vonatkozóan bőséges hazai és külföldi szakirodalom áll rendelkezésre. A most elkészült tananyagban a témakörök ismertetésekor jórészt az erdészeti gyakorlatban alkalmazott eljárások kerülnek bemutatásra.

Az egyes fejezetek helyenként rövidítéseket tartalmaznak, amelyhez a jelmagyarázatot a melléklet tartalmazza. Az érdeklődők a tananyag mélyebb szintű tanulmányozására az ajánlott szakirodalomban kapnak segítséget.

Végül szeretném megköszönni egyrészt lektoromnak önzetlen szakmai segítségét, másrészt azt, hogy a tankönyv elkészülte a TÁMOP 4.1.1. C-2012/1/KONV-2012-0012 azonosítójú Zöld Energia Felsőoktatási Együttműködés (ZENFE) című projekt keretén belül megvalósulhatott. És kérem, ne feledjék a gondolatot, amely a mottóban olvasható, és végigkíséri a tankönyv csaknem minden témakörét:

**” Az ember könnyen elpusztíthatja a természetet,
de áldozatos munkájával újra is teremtheti azt.”**

BOLZA JÓZSEF (1780)
a Szarvasi Arborétum alapítója

1. A mérnökbiológia fogalma és a mérnökbiológiai építésmód alkalmazása

1.1 A mérnökbiológia fogalma és feladata

A mérnökbiológia **műszaki segédtudomány**, amelynek feladata, hogy a műszaki létesítmények és az élő természet közötti kölcsönhatásokat, kapcsolatokat feltárja, a felmerülő ellentétéket pedig, a lehetőségekhez képest mindkét tényező érdekeinek egyidejű figyelembevételével megoldja (Szalay, 1967).

A **művi létesítmények** jellegükből adódóan **idegenek környezetükben**. A műszaki tervezés a létesítmények funkcionális működésére törekszik, az építéssel járó környezeti kárhatások megelőzésével vagy megszüntetésével viszont nem, vagy gyakran nem törődik megfelelő mértékben. A gyakorlatban beigazolódott már, hogy a művi létesítmények táji adottsághoz illesztése gazdaságilag is előnyös, mert a későbbi kárelhárítások így eleve elkerülhetővé válnak.

A mérnökbiológia fontos célja a mesterséges környezet (techno-szféra) és az élővilág (bioszféra) kapcsolatában lévő **ellentmondás feloldása**. Mindenki előtt ismert, hogy az élővilágra a legnagyobb veszélyt az ember által létrehozott művi környezet, s ezek közül is elsősorban a műszaki létesítmények jelentik. Ezek tervezése, kivitelezése és működtetése során egyaránt figyelembe kell venni a környezet, a természet és az ember érdekeit is. Természetesen nem minden létesítmény jelent veszélyt a környezetre, ahogy fordítva is igaz, előfordul, hogy az élővilág okoz károkat az épített művi környezetben.

A műszaki létesítményeket nem önmagukban, hanem a környezet élő, természettel való összefüggőségeikben kell szemlélni. Az élő természet viselkedése nem foglalható képletekbe, de olyan szabályokat követ, amelyek jól megfigyelhetők és ezeket a szabályokat a mérnöknek értenie és tisztelnie kell éppúgy, mint a kémia vagy a statika törvényeit. A tervezés során feltétlenül tekintetbe kell venni az éghajlat, a talajösszetétel, a vízháztartás, a tájolás, stb. szempontjait egyaránt.

A műszaki létesítmények tájba illesztése során **cél** a tájban bekövetkező antropogén eredetű változásoknak a természeti adottságokhoz való igazítása, közelítése, a meglévő természeti, táji értékekkel való összhang megteremtése, valamint az értékek károsodásainak mérséklése, illetve, ha szükséges kiküszöbölése.

Ezek alapján a **tájba illesztés** feladata:

- az élettelen környezeti elemek (közegek) állapotának megőrzésével, helyreállításával biztosítja a tájháztartás működését, fenntartását,
- biztosítja az élő természeti értékek és élőhelyeik védelmét, megőrzését, valamint az ökológiai kapcsolatok fennmaradását,
- biztosítja az élettelen természeti értékek és egyedi tájértékek védelmét, megőrzését,
- mérsékli a változások környezetre gyakorolt káros hatásait, törekszik a környezeti közegek állapotának javítására, a biológiai aktív felületek arányának fenntartására,
- biztosítja a természeti erőforrások fenntartható használatát, hasznosítását,
- biztosítja a hagyományos, illetve az adott tájegységre jellemző táj- és településszerkezet megőrzését, optimalizálja a természeti területek és művi elemek arányát,
- törekszik a tájképi adottságok és esztétikai értékek megőrzésére, a tájképbe nem illő tájelemek vizuális hatásának csökkentésére.

Az építmények és más beavatkozások helyszínének, nyomvonalvezetésének helyes megválasztásával, területének lehatárolásával akár **meg is előzhetők** a tájban okozott jelentősebb károsodások, de mindenképpen csökkenthetők az utólagos helyreállítás igényei. Az építmények elhelyezésénél célszerű törekedni a területi koncentrációra, valamint a természet- és tájvédelmi szempontból kevésbé értékes területek hasznosítására. A domborzati viszonyok figyelembevétele a helyválasztáskor befolyásolhatja nemcsak az esztétikai hatást, hanem akár az ökológiai viszonyokat is. A művelési ágak és művelési módok természeti adottságokhoz alkalmazkodó megválasztásával szintén kiegyenlíthetők a beavatkozások nyomán bekövetkező változások. A létesítmények fizikai jellemzőinek kialakításánál célszerű törekedni arra, hogy a meglévő természetességi állapot mind ökológiai, mind esztétikai értelemben minél teljesebben megmaradjon, sőt, lehetőleg javuljon is.

A mérnökbológia tárgykörébe tartozik többek között – talajjavítás esetében – a bizonyos növények telepítésével létrehozott **tájrendezés** is, ami hosszú távon javítja a talajt. Például egyes növény-együttesek védelmet jelentenek a szél- és vízerózióval, vagy a hullámmal szemben. A roncsolt területek rekultivációja esetén ide tartoznak a növénytelepítést megelőző, a technikai rekultivációhoz tartozó talajmunkálatok is. A talajmunkálatok célja lehet a talaj fizikai tulajdonságainak javítása, például talajlazítással, talajforgatással, és lehet a talaj kémiai tulajdonságainak javítása is, például meszezéssel. A legtöbb esetben a kettő nem választható el egymástól, hiszen a talajjavító anyagok talajba történő bejuttatása fizikai beavatkozást is igényel.

A mérnökbológia a biológiai alaptudománnyal együtt **ökológiai tartalommal** is kell, hogy rendelkezzen. Feladata, mint tudománynak és tevékenységnek, az alábbi fontosabb problémák megoldása:

- az emberi tevékenység és a természet kapcsolatában lévő ellentmondás feloldása,
- védekezés az élő természet kártételei ellen,
- együttműködés az élő természettel,
- felelősség az élő természettel szemben.

A mérnökbológia a holt anyagokat használó műszaki és az élővel foglalkozó biológiai tudományok között képez átmenetet. A művi létesítmények tájba illesztése, az építményeknek növényekkel való védelme a **mérnökbiológiai építésmód**. Tágabb értelemben beletartozik a városok, mint művi létesítmények komplex együttesének tájba illesztése éppen úgy, mint egyes objektumok környezeti kapcsolatának fenntartása, azaz a táj- és kertépítészet egésze. Szűkebb értelemben csak az infrastruktúra nyomvonalas létesítményeinek, a földműveknek növényzettel történő védelmére alkalmazzák.

1.2 A mérnökbiológiai építésmód

A mérnökbiológiai építésmód alkalmazása során élő és élettelen növényi, valamint művi anyagok vegyesen kerülnek felhasználásra a konkrét adottságoktól függően. A **mérnökbiológiai építőanyagok** többnyire fás- és lágyszárú növények, illetve holt növényi, valamint szervetlen anyagok.

Az építőanyagok a gyeppek, egyéb lágyszárúak (főleg a nád és a pillangósok), a cserjék és a fák. Holt növényi anyagként a rőzse (fonat, szőnyeg, kolbász, terítés, párna, stb.) és a dongrong (egysoros és kettős dongasoros rőzsegát, túságát) kerül felhasználásra.

Az egyes növények szél- és vízerózióval, hullámveréssel szemben nem jelentenek biztos védelmet. Hatékony biológiai védelem speciális növény-együttesek módszeres telepítésével, azok biológiai védműben történő egyesítésével érhető el.

A csak növényekből létesülő élővédműveknél a műszaki megoldásokkal kombinált, az un. **vegyes védművek** hatékonyabbak.

A szélsőségesen száraz, meredek, déli kitettségű, azaz kedvezőtlen adottságú felületek gyepesítésére is különböző kombinált eljárások ismeretesek. Ilyenek a hazánkban is alkalmazottak közül például az aszfalttartalmú bituminemulzióval, vagy a filmszerű réteget képező vivőanyaggal készült füvesítések, a Verdyol-Hydrosa füvesítés és a Derosion fűmagos gyepnemezzel végzett gyepesítés.

A fonatok, hálók, nemezok alkalmazása fokozza a mérnökbiológiai építésmód hatékonyságát.

A műanyagok tökéletesítésével a mikroorganizmusokkal, gombákkal, rágcsálókkal, a savas vagy bázikus talajjal szemben ellenálló, azaz nem korrodáló, fenntartást nem igénylő, nem nedvszívó, fénytstabil és hőálló, nagy fajlagos szakítószilárdságú Netlon-hálók hazai alkalmazására is széleskörű lehetőség kínálkozik.

Az emberi tevékenység, a létrehozott műszaki létesítmények közvetlenül és közvetve is hatnak a környezetre. A közvetlen hatás általában gyors és előre látható, míg a közvetett hatás lassabban és gyakran előre nem látható következményekkel jár. Ilyen közvetett hatás lehet például az élővilág élettelen környezetében (talaj, víz, levegő) – emberi hatásra – történt változás.

A **mérnöki tevékenység** során figyelembe kell venni az alábbi szempontokat:

- a mérnöki létesítmények nem önmagukban, hanem a környező élő természettel együtt léteznek,
- a természeti folyamatok nem fejezhetők ki képletekkel, de olyan szabályokat követnek, amelyek megismerhetők,
- a természettel szembeni felelősség.

Tekintettel kell lenni arra is, hogy a biológiai védelem a létesítés pillanatában még nem érvényesül, sőt hosszabb idő szükséges a növények teljes kifejlődéséig, megerősödéséig. Az idő ugyan lecsökkenthető konténeres növények ültetésével, de azok alkalmazása jelentős költségnövelő tényező. Végül – alkalmazáskor ezt is figyelembe kell venni – a mérnökbiológiai létesítmények helyigénye nagyobb (pl. rézsűk lelaposítása), mint a műszaki létesítmények területigénye.

1.2.1 A mérnökbiológiai építésmód főbb alkalmazási területei

A mérnökbiológiai építésmód eredményes alkalmazásának előfeltétele a széles körű műszaki, ökológiai és biológiai szemlélet, valamint a nagy gyakorlati tapasztalat.

Kezdetben a mérnökbiológiai építésmódot elsősorban a meredek, mállékony, erodálódó rézsűk, vízmosások megkötésére alkalmazták. Ilyen helyek voltak a felhagyott bányáknál és a helyszűke vagy a lejtőhajlás miatt meredek bevágásoknál. Sok helyen elterjedt a kombinált mérnökbiológiai módszerek alkalmazása a rőzsefonatos védelemmel, jellemző volt a tájvédelemben, az erdészeti vízmosáskötésnél és a legelőkön kialakult eróziós árkoknál. A vízpartoknál nádpadka létesítéssel, rőzsefonattal védekeztek eredményesen. Meddőhányók rézsűinek megkötéséhez különböző eljárásokat dolgoztak ki például fűmag, kötőanyag és tápanyag együttes kifejlesztésére. A sikerek és a kudarcok általában váltakozva jelentkeztek, ezek főleg a kijuttatást követő időjárás függvényében alakultak.

Napjainkban a mérnökbiológiai építésmód **főbb alkalmazási területei**:

- talajvédelem (mezőgazdaságilag művelt termesztő felületek, kopárok védelme, vízmosások megkötése),
- földművek védelme,
- állóvizek és vízfolyások partvédelme,
- rézsűk, lejtők biztosítása,
- ipari objektumok, közlekedési utak fásítása,
- felhagyott bányaterületek, hulladéklerakók, stb. rekultivációja.

Az építésmód alkalmazását **számos előny** indokolja:

- a biológiai védelem építési és fenntartási költségei kisebbek a műszakiénál,
- az élő növényi építőanyag regenerálódó képességű, ezért tartós védelmet nyújt,
- a növények változatossága lehetőséget ad a legmegfelelőbb „építőanyag” kiválasztására,

- a növények másodlagosan hasznosíthatók (pl. kaszálék, nádkéve, fűz vessző, faanyagtermesztés),
- a növények, különösen a fás növényzet szerepe a tájökölógiai (vízháztartás, helyi mikroklíma módosítás) és a tájképi hatások javításában egyaránt érvényesül.

Magas fokú növény és alapos műszaki ismereteket feltételező mérnökböölógiai felkészültséggel nemcsak a művi létesítmények tájba illesztése, védelme oldható meg, hanem már előre következtetni lehet az esetleges károk jellegére, mértékére. A károk megelőzésével jelentős költségek takaríthatók meg, mert a megelőzés legtöbbször olcsóbb, mint a helyreállítás.

1.2.2 Az alkalmazásra kerülő fás- és lágyszárú növényekkel szembeni elvárás

A mérnökböölógiai építésmód akkor **eredményes és hatásos**, ha a növények kiválasztása a kívánt cél eléréséhez szükséges követelményeknek és a termőhelyi adottságoknak egyaránt megfelel.

A növénytelepítés, a biológiaiilag aktív felületek kialakítása, növelése segít az ökológiai kapcsolatok fenntartásában, a környezeti állapot megőrzésében, javításában, továbbá biztosítja az alacsonyabb létesítmények takarását.

A telepítésre javasolt védelmi rendeltetésű növények megválasztásánál – az élőhelyi, területi (a táj ökológiai sajátosságainak megfelelő) telepítési szempontokon túlmenően – figyelemmel kell lenni a növénytelepítés céljára. Takaró hatás például csak gyors növekedésű, magasra növő növényfajoktól várható el eredményesen. A védősávok, a védelmi rendeltetésű erdősávok telepítése esetén, a lombhullató növények alkalmazásakor figyelemmel kell lenni a tenyészidőszakon kívüli, meglehetősen hosszú nyugalmi időszak alatti kisebb védelmi teljesítményre. Nem erdészeti növénytelepítés esetén, továbbá, amikor nem az eredeti élőhely rekonstrukció a cél, a kertészeti változatok is alkalmazhatók. Ezek közül is elsősorban a földlabdás, konténeres növények, fák esetében a továbbnevelt, méretes egyedek alkalmazása javasolt.

Általánosságban elmondható, hogy a mérnökböölógiai építésmódban alkalmazásra kerülő **fás- és lágyszárú növények** lehetőleg legyenek:

- gyors növekedésűek,
- gyorsan gyökeresedők, elágazó gyökérrendszert fejlesztők,
- jó sarjadzó képességűek,
- a talajt jól takarók és
- széles ökológiai tűrőképességgel rendelkezők.

1.2.3 A mérnökbiológiai létesítmények általános tervezési szempontjai

A környezettel kapcsolatos tevékenységnek hármaskörű funkciója van (Csima, 1993), ezek:

- a **védelem**,
- a **rehabilitáció** vagy helyreállítás és
- a **fejlesztés**.

A **védelem** a meglévő környezeti, természeti és tájértékek megőrzésére irányul. Ez magában foglalja a környezetszennyezés- és terhelés megszüntetését, illetve minimalizálását, a biológiai sokféleség és a tájkarakter védelmét a káros kibocsátások csökkentése, az élőhelyek és az egyedi tájértékek **megóvása** révén.

A **rehabilitáció** vagy helyreállítás (újabban rekultiváció) a múltban létezett, de átalakított, környezeti szempontból értékcsökkent (degradálódott) környezeti elemek vagy tájak, tájrészletek ökológiailag kedvezőbb, illetve működőképesebb (általában az eredetihez közelebb álló) állapotba történő **visszaállítását** jelenti.

A **fejlesztés** minőségi javulást eredményez, nem helyreállítást, hanem **új létrehozását** jelenti. Olyan valamit, ami jobb, mint a korábbi, ami alkalmasabb egy adott cél betöltésére, mint az előző volt. A természet ugyanis nem fejleszthető! A természetben elérhető legjobb, amit elérhetünk, az a beavatkozástól mentes állapot és a károsodások minimalizálása. Ezért a természet védhető, rehabilitálható, de jobbá nem tehető, mint amilyené önmaga rendszereinek működése során alakulna.

A környezettervezés része a környezettel foglalkozó tevékenységek (tájvédelem, környezetvédelem, természetvédelem, stb.) rendszerének, szorosan összefügg a területi tervezéssel és eszköz a területpolitikai és környezetpolitikai célkitűzések megvalósításában.

A tervezésnél mindig **figyelembe kell venni** az aktuális jogi hátteret, amely jogi háttér több összetevőből áll, ezek:

- a hatályos hazai jogszabályok, törvények és rendeletek,
- a jogszabályok által előírt és elkészített, az országgyűlés által elfogadott és határozatokba foglalt országos tervek, koncepciók és programok,
- azon nemzetközi környezet- és természetvédelmi egyezmények előírásai, amelyekhez hazánk csatlakozott,
- az Európai Unió jogszabályai, EU- Bizottsági rendeletek, akcióprogramok, fejlesztési és támogatási alapokra vonatkozó rendelkezések.

A jogszabályok rögzítik az építési, vízügyi, útügyi, stb. műszaki előírásokat, a környezetvédelem, a területrendezés, stb. célját és feladatát, valamint meghatározzák a kapcsolódó tervek tartalmi előírásait. A mérnökbiológiai létesítmények tervezésekor alapvetőek a kapcsolódások, a beépülés az adott területi tervekbe. Ehhez szükséges a **stratégia**, a **koncepció** és a **program**.

A **stratégia** ma minden típusú ágazati vagy integrált tervezésnél használt fogalom. Lényegében a helyzetelemzésen és a konfliktusok felismerésén alapuló, valamely konkrét

célrendszerhez kötött egymásra épülő, összefüggő elemekből álló megoldási javaslatok összessége. Nem a tervezési folyamat egy szakasza, hanem a tervezés minőségére utaló kifejezés, gondolkodásmód, amely végigkíséri a teljes tervezést.

A **konceptió** az alapvető elgondolást, a kiinduló elképzelést jelenti. A helyzetértékelést követő szakasz, amelyben a terv célkitűzései, a célok eléréséhez megoldandó feladatok meghatározása, valamint a feladatmegoldás stratégiájának első megfogalmazása, alap-elemeinek rögzítése történik ekkor.

A **program** a konceptió alapján részletesen kidolgozott és konkrét megvalósítási lépésekhez kötött javaslatok összessége. A stratégiai programban kerül sor az elfogadott konceptió szerint a stratégia részletes kifejtésére, az operatív programban valósul meg a stratégia al- és részprogramokra való bontása, a vonatkozó konkrét intézkedési ütemezési terv előkészítése, a felelősök, az ellenőrzési, a visszacsatolási rendszer meghatározása.

A stratégiai célok minden esetben településre, illetve térségre vonatkoznak, integráltak és közöttük kölcsönös függőségi kapcsolat áll fenn (Konkolyné, 2003). A táj-rehabilitáció összetett kapcsolódási rendszerét egy példán keresztül mutatja az 1. táblázat, szemléltetve az egyes tervelemek ágazatokhoz való kapcsolódását.

1. táblázat A táj-rehabilitáció céljai megvalósításának ágazati feladatai (példák)

I.	Táj-rehabilitáció – Célja a tájban állandósult degradációk felszámolása, az ökológiai potenciál javítása és az esztétikai érték növelése											
	Mezőgazdaság, kertészet	Erdőgazdaság	Vadgazdálkodás, halászat	Ipar, bányászat	Szolgáltatás, infrastruktúra	Idegenforgalom	Vízgazdálkodás	Hulladék-gazdálkodás	Tájápolás, zöldfelület-gazdálkodás	Építésügy, műemlék-védelem	Természet-védelem	
I.1	A vízállapotok rehabilitációja a Szigetköz egészére vonatkozó feladat											
I.2	A roncsolt, devasztált felületek rehabilitációja	Rekultiváció során mezőgazdasági termesztő felületek létrehozása	Rekultiváció erdőtelepítés révén		Bányászati tevékenység előtt rekultivációs és utóhasznosítási terv készítése	Illegális hulladéklarakók megszüntetése Legális depóniák fásítása	Külszíni fejtések rekultivációjaként rekreációs célú hasznosítás		Az illegális lerakók megszüntetése	A roncsolt felszínek rekultivációja során zöldfelületi telepítések		
I.3	Az ökológiailag és esztétikailag degradálódott területek rehabilitációja	A nagytáblás, homogén szántókon a táblaméret csökkentése. A leromlott állagú mezőgazdasági építmények felszámolása, illetve rekonstrukciója, környezetrendezése.	A monoton, sivár agrárterületeken erdőfoltok, erdősávok telepítése		Az ipari üzemek környezetrendezése, fásítása	A műszaki infrastruktúra elemek tájba illesztése		A burkolt partszakaszok arányának csökkentése, renaturalizációja		A monoton, homogénizálódott, sivár felületeken zöldsávok telepítése. Az építmények tájba illesztése növénytelepítéssel.	Az építési tevékenység szigorú szabályozása és ellenőrzése	Élőhely-rehabilitációk

Forrás: Konkolyné, 2003

A mérnökbiológiai létesítmények tervezése során nagy jelentősége van a **környezetvizsgálatnak** (a jelenlegi állapot felmérése) és a **tervezési célok** meghatározásának.

A **környezetvizsgálat és értékelés** során a környezetállapotot jellemző adottságok, a környezeti elemek és azok változását befolyásoló hatótényezők feltárására kerül sor.

Megvizsgálásra kerülnek a környezeti elemek (talaj, alapkőzet, felszíni és talajvizek, növény- és állatvilág, építmények, stb.) és a környezeti tényezők, amelyek az adott környezeti elem létét és minőségét alakító, befolyásoló vagy módosító folyamatok (például áradás, aszály, vagy emberi tevékenység változtatja, vagy változtatta meg a környezeti elemeket).

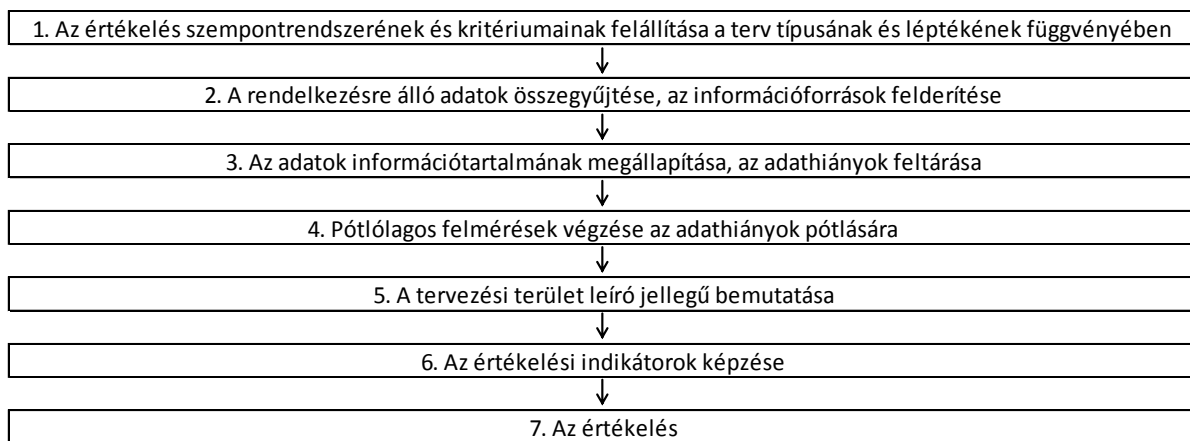
Fel kell mérni a meglévő tájelemek:

- típusát,
- területét (kimutatandó az egyes elemek területének aránya a tervezési területhez viszonyítva),
- térbeli eloszlását (kiszámítandó az ún. hálózati fok, amely a tájelem kiterjedéséből, ökológiai értékéből és hatástávolságából adódik),
- ökológiai értékét (fitocönológiai felmérés, ritka növény- és állatfajok, az élőhely ritkasága, fajgazdagsága, a tájelemek rendszerbeli elhelyezkedése /pl. két egymáshoz közeli erdősávnak nagyobb az együttes ökológiai értéke, mint egy önállóknak/).

A jelenlegi állapotfelmérésen túl utána kell nézni a táj korábbi történetének is. Ebben a munkában támaszkodni lehet korábbi tanulmányokra, régi levéltári leírásokra, egykori térképekre, esetleg légi felvételekre is.

A **helyszíni bejárás** elengedhetetlen része a felmérésnek, hiszen ennek során aktualizálhatók és kiegészíthetők az addig összegyűjtött információk. A helyszíni felmérés konkrét súlypontjait és elsődleges céljait minden esetben a terv típusa és léptéke határozza meg.

A környezeti állapotfelmérés után következik az **értékelés**. Fontos a pontos információgyűjtés, mert hibás vagy pontatlan helyzetértékelés alapján nem lehet jó tervet készíteni. A vizsgálat és az értékelés szorosan összekapcsolódik (1. ábra). A vizsgálat semleges, értékmentes **ténymegállapítás**, az értékelés pedig valamely szempont szerinti **minősítést** jelent.



1. ábra A környezetvizsgálat és az értékelés folyamata
(Konkolyiné, 2003)

A tervezési célok megfogalmazásánál az alapelv mindig a tervezéssel megvalósítandó cél meghatározása. Ennek során meg kell határozni a tervezés súlypontos céljait, amelyek a mérnökbioológiai létesítmények esetében általában az alábbiak lehetnek:

- víz- és szél-erózió elleni védelem,
- mikroklíma javítás,
- agrárökológiai követelmények kielégítése,
- táj rehabilitáció, stb.

A tervezés csapatmunkában, interdiszciplináris folyamatban képzelhető el. Nem érhető el megfelelő eredmény, ha például a tájtervező az ökológiai célokat anélkül határozza meg egy mezővédő erdősávrendszer tervezésekor, hogy nem ismeri a földtulajdonosok tényleges helyzetét, igényeit, céljait. Másrészt az is elképzelhetetlen, hogy az úttervező úgy tervezi meg ehhez a mezőgazdasági úthálózatot, hogy közben nem egyeztetet a táblabeosztást tervező szakemberrel, valamint a tájtervezővel és ne vegye figyelembe a tájökölógiai helyzetfelmérés megállapításait.

Az új mérnökbioológiai létesítményeket be kell illeszteni a már meglévők rendszerébe. Tisztában kell lenni azzal, hogy a tájelemeknek a helyi klímára gyakorolt javító hatása, vagy például a víz- és szél-erózió elleni védőhatása sokkal könnyebben és hamarabb elérhető, mint az agrárökológiai funkció kialakulása. Az előbbiek ugyanis inkább fizikai tényezőktől függenek, az utóbbiak pedig az élő természettel vannak összefüggésben. Ismerni kell azt is, hogy az állat- és növényvilág életterének teljes kifejlődéséhez hosszú időre van szükség (2. táblázat)

2. táblázat Az állat- és a növényvilág életterének teljes kifejlődéséhez szükséges időtartam

Szántóföldi lágyszárúak	1-4 év
Tápanyagban gazdag tavak környékének növényzete	8-15 év
Élősövények	min. 20 év
Legelőkből és szántókból keletkezett gyepek	több évtized

Tápanyagban szegény tavak környékének növényzete	<i>min. 20-30 év</i>
Természetes és mesterséges erdők	<i>több évtized</i>
„Őserdő maradvány” kialakulása	<i>több évtized</i>
Láp, mocsár	<i>1 m vastag tőzeg kb. 1000 év alatt képződik</i>

Forrás: Blab szerint idézi Schawerda, 1993

1.3 A mérnökbiológiai építésmód alkalmazásával összefüggő fontosabb erdészeti szakkifejezések

Ahhoz, hogy a környezetmérnök, erdőmérnök, természetvédelmi, vízügyi, tájrendező, stb. szakember „egy nyelvet beszéljen”, szükség van néhány fontosabb erdészeti szakkifejezés ismertetésére, illetve magyarázatára.

Először is az **erdő** fogalmát kell meghatározni, mely Igmándy-Keresztesi-Majer (1977) megfogalmazása szerint:

- a Föld felületének fás növényekkel borított része,
- nyitott és mégis természetes önszabályozással rendelkező környezeti rendszer (ökoszisztéma),
- amelyben egymásra is tartós hatást gyakorló fák, cserjék és egyéb növények, valamint sajátos állatvilág él,
- amely termőhelyére és közvetlen környezetére is kölcsönhatást gyakorol,
- amelyet állandó, **dinamikus**, a kezelt erdőben emberi tevékenység befolyásolta, **változás** jellemez.

Ebből a definícióból kitűnik, hogy nem minden fásított terület, facsoport, vagy fasor tekinthető erdőnek.

Az erdő **törvényi megfogalmazása** (2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról – 2009. szeptembertől hatályos) az alábbi:

„6. § (1) E törvény alkalmazásában **erdő**:

- a) az Országos Erdőállomány Adattárban (a továbbiakban: Adattár) erdőként nyilvántartott terület;
- b) az e törvény végrehajtására kiadott jogszabályban meghatározott fa- és cserjefajokból, illetve azok államilag elismert mesterséges vagy természetes hibridjeiből (a továbbiakban együtt: erdei fafajok) álló faállomány, melynek
 - ba) területe a szélső fák töben mért távolságát tekintve átlagosan legalább húsz méter széles, természetbeni kiterjedése az ötezer négyzetmétert eléri, átlagmagassága a 2 métert meghaladja és a talajt legalább ötven százalékos mértékben fedi;
 - bb) területe a szélső fák töben mért távolságát tekintve átlagosan legalább húsz méter széles, természetbeni kiterjedése az ötezer négyzetmétert eléri, átlagmagassága a 2 métert meghaladja

és a talajt legalább harminc százalékos mértékben fedi, valamint legfontosabb szerepe a talaj védelme;

c) az időlegesen igénybe vett erdő területe;

d) a nyiladék és a tűzpászta, amennyiben az átlagos szélessége 6 méternél kisebb”.

Az erdők osztályozása több szempont szerint történhet, melyek közül csak a rendeltetés szerinti csoportosítás kerül itt bemutatásra.

Védelmi rendeltetésű erdők (összes erdőterületünk 35%-a):

- **természetvédelmi:** a védett természeti területen lévő erdő;
- **talajvédelmi:** a meredek hegyoldalon, a sekély termőtalajon, az erodált területeken levő, valamint a víz és a szél káros hatásának kitett talajok védelmét szolgáló erdő;
- **mezővédő:** a szomszédos mezőgazdasági terület védelmét szolgáló erdő;
- **honnvédelmi:** a Magyar Honvédségnek a honvédelemről és a Magyar Honvédségről szóló törvényben meghatározott feladatainak ellátását szolgáló erdő;
- **határrendészeti - nemzetbiztonsági:** a határrendészeti és nemzetbiztonsági érdekeket szolgáló erdő;
- **vízvédelmi:** a talaj vízháztartását szabályozó, a források vízbőségét és tisztaságát, a víztározóknál és egyéb víznyerő-helyeknél a víz tisztaságát, valamint a vízbázisok védelmét biztosító erdő;
- **partvédelmi:** az árvízvédelmi töltés hullámverés és jég elleni védelmét szolgáló erdő, a csatorna, a folyó, a tó és holtág partszakaszait védő erdő;
- **vízgazdálkodási:** az árvízi lefolyási sávban az árhullámok biztonságos levezetését biztosító erdő;
- **település védelmi:** a települési területet védő, valamint belterületi erdő;
- **tájképvédelmi:** a természeti táj szépségének megőrzését vagy a tájban történt káros beavatkozás takarását szolgáló erdő;
- **műtárgyvédelmi:** az utak és műtárgyaik, a vonalas vízi létesítmények, a vasutak és tartozékaik védelmét, takarását, a közlekedés biztonságát szolgáló, a környezeti terhelést csökkentő erdő;
- **erdészeti génrezervátum:** az erdészeti szaporítóanyag-gazdálkodás biológiai alapjainak megőrzését szolgáló erdő;
- **örökségvédelmi:** a történelmi emlékhely területén levő, illetve a kulturális örökség védelmét szolgáló erdő;
- **bányászati:** a bányák biztonsági övezetében lévő, bányaszakadással, földomlással, földcsuszamlással, veszélyeztetett területen lévő erdő;
- **Natura 2000:** a Natura 2000 területeken lévő erdő;
- **erdészeti arborétum:** olyan élőfa gyűjtemény, amely nem tartozik az arborétumokat meghatározó, az e törvény végrehajtására kiadott jogszabály hatálya alá.

Közjóléti rendeltetésű erdők, (összes erdőterületünk 1,4%-a):

- **gyógyerdő:** a gyógyintézet területén, valamint annak környezetében lévő erdő;
- **parkerdő:** a sport, turisztika és üdülés céljára kijelölt erdő;

- **tanerdő:** oktatási tevékenység célját szolgáló erdő;
- **kísérleti:** az erdészeti kutatás, kísérlet céljára kijelölt erdő;
- **vadaspark:** az erdőben a külön jogszabály rendelkezései szerint kialakított és elkerített terület.

Gazdasági rendeltetésű erdők (összes erdőterületünk 63,6%-a):

- **faanyagtermelő:** a faanyagtermelést szolgáló erdő;
- **szaporítóanyag-termelő:** a szaporítóanyag-termelést szolgáló erdő;
- **vadaskert:** az intenzív vadgazdálkodásra kijelölt bekerített erdő;
- **földalatti gombatermelő:** földalatti gomba termelését szolgáló erdő.

Látható, hogy hazánkban az erdőterület közel kétharmada a rendeltetés szerint gazdasági erdő, de meg kell jegyezni, hogy a más rendeltetések nem jelentik az erdő faanyagáról történő teljes lemondást. A védelmi és közjóléti rendeltetésű erdőkben is folynak fahasználati munkák, de úgy, hogy azokat minden esetben alá kell rendelni a fő rendeltetéssel szemben támasztott követelményeknek. Ugyanígy nem szabad figyelmen kívül hagyni a védelmi és közjóléti szempontokat az elsődlegesen gazdasági, fatermelésre szolgáló erdők kezelése során sem.

Az erdők fenti szempontok szerint történő viszonylag részletes osztályozása bemutatja egyben azt is, hogy az erdőt kezelő szakembereknek milyen alapos erdőismerettel kell rendelkezniük, hogy munkájukat minél eredményesebben tudják végezni.

Az erdőgazdálkodás törvényi szabályozásában (jogszabályokban) és az erdészeti gyakorlatban, így a tankönyvben is, gyakran előforduló **erdészeti szakkifejezések** (fogalmak):

Állományalkotó fafajok: azok a fafajok, amelyek a természetes erdőtársulásokban vagy az ember erdőtelepítő tevékenysége folytán meghatározzák az erdő jellegét.

Ápolás: az a művelet, amelynek célja a kiültetett vagy a természetes úton kelt csemeték minél nagyobb számban való megmaradásának elősegítése; az erdősítés kezdetétől a fiatalos záródásáig általában több alkalommal végzendő munka.

Befejezett erdősítés: az erdősítés azon állapota, amelyben a tervezett célállomány fafajai az előírt számban, arányban és minőségben jelen vannak és a faállomány pótlásra nem szorul.

Célállomány: a fafaj-megválasztás szempontjai alapján létesíteni kívánt, a faállományban megvalósítandó fafaj-összetétel.

Cserjés: az erdőtörvény végrehajtására kiadott jogszabályban meghatározott cserjefajok által legalább 50 százalékos mértékben fedett erdővel körülvárt vagy kerületének legalább 50 százalékát meghaladó mértékben erdővel határolt terület.

Dombvidék: erdő vonatkozásában azon erdőrészek területe, amelyek az Erdészeti Adattárban rögzített jellemző tengerszintfeletti magassága meghaladja a 250 m-t, de nem haladja meg a 450 m-t.

Elegyfafaj: az erdőt a főfafajon, vagy főfafajokon kívül alkotó többi fafaj.

Elsőkivitel: az erdősítés, fásítás első évi munkái a talaj-előkészítéstől a csemeteültetés, a magvetés vagy dugványozás befejezéséig.

Erdészeti táj: termőhelyi és növényföldrajzi szempontok alapján az erdőtörvény végrehajtására kiadott jogszabályban meghatározott földrajzi terület.

Erdészeti tájidegen fafaj: őshonos fafaj, amely az adott klimatikus és termőhelyi viszonyok között természetes módon nem fordul elő.

Erdőfelújítás: olyan erdősítés, amely eredetileg is erdővel borított (erdő művelési ágba tartozó) területen természetes vagy mesterséges úton történik.

Erdősítés: az erdőfelújítás, erdőtelepítés munkái a talaj-előkészítéstől a csemeteültetés, magvetés, dugványozás, pótlás erdészeti hatóság által történő befejezetté nyilvánításáig.

Erdőnevelés (állománynevelés): olyan erdőművelési tevékenység, amelynek célja a minél jobb minőségű és minél nagyobb fahozamú, stabil erdők kialakítása, ennek legfontosabb eszközei a nevelővágások.

Erdőtelepítés: eddig nem erdő művelési ágban lévő, erdővel nem borított területen a talaj-előkészítést követően csemeteültetés, magvetés vagy dugványozás útján erdő létrehozása. Az erdőtelepítés történhet:

- magvetéssel és
- ültetéssel: - csemetével és
- suhánkkal.

Fásítás: a törvény 10. §-a szerint az erdei fafajokból álló

- a) egyes fa;*
- b) jellemzően vonalas kiterjedésű, fával borított terület, ahol az állományon belüli egyes fák, és a terület kisebb kiterjedése szerinti szélső fák egymástól mért tőtávolsága átlagosan nem nagyobb 2 m-nél (fasor);*
- c) 5000 m²-nél kisebb, jellemzően nem vonalas kiterjedéssel rendelkező, legalább 50%-ban fával borított területen lévő fák összessége (facsoport);*
- d) olyan, legelő művelési ágban lévő földrészlet, amelyet a fák korona vetülete egyenletes elosztásban, legfeljebb 30%-ban fed (fás legelő)”.*

A fásítás ültetéssel lehetséges, ez történhet:

- suhánkkal és
- sorfával.

Erdőterv: miniszter által jóváhagyott, legalább 10 évenként folyamatosan megújított hosszú távú stratégiai terv, 10 évre előre részletesen meghatározza az erdőgazdálkodás főbb feladatait és lehetőségeit, ezáltal alapja az erdőgazdálkodó éves tevékenységének.

Folyamatos erdőborítás: olyan állapot, amikor a többkorú erdőállomány folyamatosan, egyenletesen borítja az erdő talaját és az erdő megújulása, felújítása az erdőállomány védelmében, véghasználati terület nélkül történik, az erdő tájképi megjelenése nem változik.

Főfafaj: az erdőtársulást, az erdő kezelését, valamint az erdőben folyó gazdálkodás módját döntően meghatározó fafaj.

Hegyvidék: erdő vonatkozásában azon erdőrészek területe, amelyek az Erdészeti Adattárban rögzített jellemző tengerszintfeletti magassága meghaladja a 450 métert.

Idegenhonos fa- és cserjefaj: olyan fa- illetve cserjefaj, amelynek hazai megtelepedése behurcolás vagy betelepítés következménye.

Intenzíven terjedő fa- és cserjefaj: olyan idegenhonos fa-, illetve cserjefaj, amely az adott termőhelyen, a környezetében lévő flóraelemeknél gyorsabban terjed, az őshonos fa- és cserjefajokat növekedésével és térfoglalásával jellemzően kiszorítja.

Kopár: az Országos Erdőállomány Adattárban nyilvántartott, termőhelyi adottságainál fogva záródott fás szárú- vagy lágyszárú növényzet fenntartására alkalmatlan terület.

Közelítőnyom: az erdő igénybevételével nem járó, az erdő talaján, illetve idegen anyag elhelyezése nélkül kialakított nyompálya, amelyet alkalmoszerű erdőgazdálkodási tevékenységek végrehajtását szolgáló terepi anyagmozgatás céljára létesítenek, és amelynek területe a használat megszűnése után újraerdősítésre alkalmas állapotban marad, vagy azzá tehető.

Mezőgazdasági előhasználat: tarvágás esetén a véghasználat évében vagy az azt követő két évben végzett mezőgazdasági használat.

Nevelővágás: az erdőnevelést szolgáló, a faállomány faegyedeinek csak bizonyos részét érintő fakitermelés.

Nyiladék: az erdőgazdálkodási egységek térbeli rendjének kialakítását, vagy a vonalas jellegű létesítmények fenntartását szolgáló, az erdőben mesterségesen kialakított, fátlan terület.

Önerdősülés: közvetlen emberi beavatkozás nélkül, kifejezetten a földrészlet korábbi hasznosítása felhagyásának következtében végbemenő természetes folyamat, amely során (pionír) erdő jön létre.

Őshonos fa- és cserjefaj: az a fa-, illetve cserjefaj, amely Magyarország területén nem behurcolás vagy betelepítés eredményeként vált flóraelemmé.

Sikeres első erdősítés: az erdőtörvény végrehajtására kiadott jogszabályban meghatározott csemeteszámot elérő élő facsemetéket tartalmazó erdősítés.

Síkvidék: erdő vonatkozásában azon erdőrészek területe, amelyek az Erdészeti Adattárban rögzített jellemző tengerszintfeletti magassága legfeljebb 250 m, illetve, amelyek az árterek hullámterében vagy külterében helyezkednek el.

Tűzpászta: az erdők tűz elleni védelmét szolgáló, mesterségesen kialakított, fátlan terület.

Újulat: az erdő felújulását biztosító fiatal faegyedek összessége.

Vadföld: a vadászatra jogosult által gondozott olyan terület, amelyen a természetési cél a vadállománynak szánt táplálék előállítására.

Véghasználat: vágásos vagy átalakító üzemmódban kezelt erdőben végrehajtott fakitermelés (tarvágás, fokozatos felújító vágás és szálalóvágás), amelynél az erdőtörvény előírásai szerint felújítási kötelezettség keletkezik.

2. A mérnökbiológiai létesítmények élő anyagai

A természet törvényszerűségeinek ismerete nagymértékben megkönnyítheti a műszaki létesítmények tervezését. A mérnöki tervező tevékenység során elsősorban a növénytakaró ad fontos információkat a talaj néhány olyan tulajdonságáról, amelyek a tervezést határozott irányba terelik.

Az élő – elsősorban növényi – **anyagok** a mérnökbiológiai létesítményekben **építőanyagként** használhatók fel. A mérnökbiológiai építésmód akkor eredményes és hatásos, ha a növények kiválasztása a termőhelyi adottságoknak és a kívánt cél megvalósításának egyaránt megfelel. A fás- és lágyszárú növények ökológiai sajátosságai és alkalmazkodó képességük rendkívül változatos.

2.1 A mérnökbiológiai létesítmények fás szárú növényei

Hazánkban sok fa- és cserjefaj alkalmas valamilyen biotechnikai alkalmazásra (erdősávok, véderdők, stb.). A fejezetben csak azoknak a fontosabb erdészeti fa- és cserjefajoknak rövid ismertetésére kerül sor a termőhely-igény és a társulás-képesség figyelembevételével, amely fajokkal a mérnökbiológiai építésmód alkalmazása során találkozhatunk.

Fenyők

Erdeifenyő (*Pinus sylvestris* L.)

Eurázsiai, észak-kontinentális, montán-praealpin, északon síkság fafaj. Hazánkban valamennyi erdészeti tájban megtalálható, síkságon, domb- és hegyvidéken egyaránt. A Nyugat-Dunántúlon (Soproni-hegység, Vasi-dombvidék, Kőszegi-hegység, Őrség, Vend vidék, Göcsej) őshonos, a bakonyaljai (Fenyőfő-Bakonyszentlászló) homokvidék spontaneitása kérdéses (Bartha, 1999), egyéb területeken kiterjedten ültetett.

Pionír volta miatt nagy alkalmazkodó-képességű fafaj, az éghajlati tényezőkkel szemben közömbös, szinte mindenütt megél. Jól tűri az éghajlati szélsőségeket, a szárazságot és a fagyot is. Az üde talajokat kedveli leginkább, a szélsőségesen száraztól a félnedves vízgazdálkodásig minden típusban előfordul. Jól tűri a vízpangást, a szivárgó víz kedvezően hat növekedésére. Talaj szempontjából rendkívül igénytelen, tápanyag-igénye minimális, az igen sekély termőrétegű talajokat is hasznosítja. Határozottan mészkerülő, megél a gyengén lúgos kémhatású meszes talajokon is, de az erősen savanyú (3-3,5 pH) talajokon is jól növekszik.

A futóhomok megkötésében igen fontos szerepe van. Nem sarjadzik, de visszaszerző-képessége fiatalon elég jó. Erősen fényigényes, hazai viszonyok között gyorsan nő. Füstgázokra érzékeny, a tűz is gyakran pusztítja.

Feketefenyő (*Pinus nigra* arn.)

Dél-európai (alpin-balkáni), szubmediterrán, hegyvidéki fafaj. Több klímaváltozata ismert, hazánkban az ausztriai és a kalábriai típus a leggyakoribb. Nálunk nem őshonos, telepített állományai azonban minden erdészeti tájban megtalálhatók.

Melegigényesebb az erdei fenyőnél, a meleg nyarat kedveli, de a hideg telet is jól bírja. Fagyűrő, páraigénye minimális. Jól tűri a szárazságot, nedves viszonyok között sínylődik. Talajjal szemben rendkívül igénytelen, a száraz, gyorsan felmelegedő talajokat kedveli, a pszeudoglejes talajokra nem való, legjobban kedveli a sötét színű erdőtalajokat.

Igénytelensége révén a szélsőséges viszonyokhoz is jól alkalmazkodik, a kopárokon is megél. Fiatalon mérsékelt, később erősen fényigényes. Gyorsan nő, bár növekedése lassúbb az erdeifenyőnél. Egészségi állapota az erdeifenyővel együtt nagyon leromlott, és napjainkban a romlás fokozódik. A tűzveszély az erdeifenyőnél fokozottabban fenyegeti a talajon fekvő, sokáig élő, későn elhaló és korhadó ágai miatt.

Közönséges boróka (*Juniperus communis* L.)

Cirkumboreális flóraelem, Észak-Amerika, Európa és Ázsia mérsékelt övi részén él, a mediterrán és félsivatagos területektől a havasi és a boreális erdőhatárig megtalálható. Az Alföld egyetlen őshonos fenyőfaja, a Duna-Tisza közti homokháton a nyáras borókások jellemző faja. A kötött szikes vagy vízállásos alföldi területek kivételével országszerte előfordul, elterjedését a legeltetés, erdőirtás elősegítette.

Cserje vagy harmadrendű pionír fafaj. Az éghajlati szélsőségekkel szemben érzéketlen, a tikkasztó nyári meleget és a legkeményebb téli hideget egyaránt tűri. Talajban nem válogat, de leginkább a bázisokban gazdag, száraz, laza termőhelyeken érzi jól magát.

Alkalmazkodó-képessége jó, örökzöld, csemetekorban az árnyalást jól bírja, később azonban fényigényes.

Kopár- és homokfásításra alkalmas. Mezővédő erdősávokban örökzöld cserjeként jó hó- és szélfogó, valamint jó madárbúvóhely.

Lombos fafajok

Kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.)

Európai kontinentális, síksági fafaj. Tenyészetének optimuma a Dráva-Száva közti síkságon található, de kedvező termőhelyi viszonyok között (főleg patakok völgyében) a közephegységekbe is felhúzódik.

Vízigénye meghatározó, talajvizet igényel, amelyet hegyvidéken szubatlantikus-atlantikus klímában a 700 mm feletti évi csapadék helyettesíthet. Egyéb termőhelyi tényezőkkel szemben eléggé igénytelen. A meleget és a hideget egyaránt jól elviseli, de a kései fagyok károsítják. Legjobban azokat a területeket szereti, ahol a talajfelszín közelében (1-1,5 m) talajvíz van (időszakos és állandó vízhatású termőhelyek) vagy az árterek középmező és középmező fekvésű területeit kedveli, ahol 2-3 hetes elöntést kap. Erős karógyökere gyakran 10 m mélyre is lehatol, így

a száraz homoktalajokon is megél. Elsősorban az üledék és hordalék talajok fafaja, tápanyag-igénye közepes.

Alkalmazkodó-képessége közepes, s ez meghatározza társulás-képességét is. Rendkívül fényigényes faj (különösen idős korban), ezért főleg fiatal korban a gyorsabban növekvő fényigényes illetve árnytűrő elegy-fajok konkurenciáját nehezen viseli el. Magas életkora és tartós időskori magassági növekedése miatt azonban túlnövi konkurenciáit és kielégíti fényigényét.

Kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* Liebl.)

Európai szubatlantikus-szubkontinentális dombvidékek és középhegységek egyik fő állományalkotó fafaja. Tenyészetének optimuma Franciaországban van, a Kárpátokban és az Alpokban 1100 m-ig, nálunk 900 m-ig húzódik fel, a síkságot kerüli.

Kisebb áréaja miatt klímaigénye határozottabb, mint a kocsányos tölgyé, az éghajlat szélsőségeit nem tűri. A kontinentálisnál kiegyenlítettebb klímaviszonyokat kedvel, leginkább ott terjedt el, ahol az évi csapadék 550-700 mm, az átlagos évi középhőmérséklet 8,5 °C körül van, és a júliusi 14 órás légnedvesség 52-58% közötti, ezért az erdőssztyepp klímaövből hiányzik. Nincs talajvíz-igénye, a savanyú és bázikus talajokon egyaránt előfordul. Tápanyag-igénye közepes. Leginkább a barna erdőtalajokon terjedt el, legjobb növekedésű állományai is ezeken a talajtípusokon találhatók.

Alkalmazkodó-képessége jobb, mint a kocsányos tölgyé. Fényigényes, de fiatal korban jól tűri az árnyalást. Hosszú életkorú faj (nálunk 200-300 év). Sarjadzó- (tuskóról) és visszaszerző képessége jó, ezért régebben a felújítását sarjról végezték.

Molyhos tölgy (*Quercus pubescens* Willd.)

Dél- és közép-európai szubmediterrán, dombvidéki és középhegységi faj. Kimondottan délies, a domb- és hegyvidékek déli, száraz, meredek lejtőin állományalkotó. Tenyészetének optimuma hazánktól délre, a Balkánon található.

Nagy hőigényű, fagyra érzékeny, az erdőssztyepp és a kocsánytalan, ill. cseres tölgyes klímátípusokban fordul elő. A legszárazabb talajokon is megél, az igen sekély, sekély és közép mély termőréteggű talajokat hasznosítja. Tápanyagigénye gyenge-közepes, báziskedvelő, leginkább a vázta talajokon és a sötét színű erdőtalajokon terjedt el.

Nagyon melegigényes, gyenge alkalmazkodó-képességű faj. Fényigényes, de jól tűri az árnyalást, ellenálló-képessége jó. Igen lassan nő, csak másod-, harmadrendű fa.

A kopárfásítás egyik leggyakrabban alkalmazott őshonos fafaja, fontos szerepe van a talajvédelemben, száraz, meredek domb- és hegyoldalokon megátolja az eróziót.

Csertölgy (*Quercus cerris* L.)

Délkelet-európai, kisázsiai, kelet-mediterrán, domb- és hegyvidéki faj. A domb- és hegyvidékek déli, melegebb oldalain terjedt el, a kontinentális klímájú síkságokon csak szórványosan fordul elő. Hazánkban 500 m felett már csak ritkán található meg.

Termőhely-igényét szubmediterrán jellegénél fogva nagy melegigénye és szárazságtűrőse határozza meg. Csak ott terjedt el, ahol az évi középhőmérséklet meghaladja a 9 °C-t. A csapadék és

a légnedvesség mértéke iránt közömbös. Fagyérzékeny, erős lehülés hatására törzsén fagyrepedés keletkezik. Vízigénye csekély, az elárasztást egyáltalán nem tűri, de elviseli az időszakos víz pangást, így a változó vízellátású termőhelyeket is képes hasznosítani. A talajjal szemben igénytelen, inkább mészkerülő, de elviseli a 20%-nál magasabb szénsavas mésztartalmat is.

Közepes alkalmazkodó-képességű fafaj. Fiatalon gyorsan növekszik, fényigényes és nagy hőigényű. A fagy kivételével az abiotikus károsításoknak jól ellenáll.

Vörös tölgy (*Quercus borealis* Michx. syn. *Quercus rubra* L.)

Észak-amerikai atlantikus (keleti partvidék), inkább domb- és hegyvidéki fafaj, őshazájában a síkságok folyóvölgyeiben is előfordul. Az 1700-as évek elején került Európába, Magyarországra a XIX. század végén hozták be. Állományai elszórtak, nagyobb területen a Körösök mentén (Bélmegyer), Somogyban, Baranyában, Vas megyében (Ivanc) és a Nyírségben található.

Atlantikus fafaj lévén őshazájában meghatározó termőhelyi tényező a klíma. Magyarországi elterjedésében az éghajlati tényezők nem játszanak szerepet, mivel az erdőössztyepp klímában is jól növekszik. Fagyérzékeny fafaj. A jól szellőzött talajokat kedveli, hazai tapasztalatok szerint nem tűri a magas, felszíni talajvizet. Mészkerülő, de a túl savanyú talajokat is kerüli.

Alkalmazkodó-képessége nagy. Fiatalon árnyéktűrő, később fényigényes. Tuskóról jól sarjadzik, visszaszerző-képessége kiváló.

Fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.)

Észak-amerikai, atlantikus fafaj. Őshazájában a humid klímát kedveli (1000-1500 mm évi átlagos csapadék). Hazánkban özönnövényként tartják számon.

Az akác valamennyi erdészeti tájunkban megtalálható, de legjobb növekedésű állományai a Nyírségben és Zalában vannak. Az Erdészeti Tudományos Intézet munkatársai révén számos államilag minősített fajta („Appalachia”, „Császártöltési”, „Jászkiséri”, „Nyírségi”, „Üllői”, „Zalai”, stb.) ismert.

Melegigényes, fagyérzékeny fafaj, ezért fagyzugokban, illetve a bükkös klímájú területeken nem célszerű termesztani. Jól szellőzött talajt igényel, legjobb növekedést az üde vízgazdálkodású, többletvízhatástól független termőhelyeken produkálja. Tápanyag-igénye közepes, leginkább a jó levegő-gazdálkodású, gyengén savanyú vagy semleges kémhatású laza, illetve középkötött talajokat kedveli. Rendkívül erős a gyökér- és tuskósarjadzó képessége, ezért ahol egyszer megtelepedett, igen nehéz onnan kiirtani. Fiatalon mérsékelten árnyéktűrő, később fényigényessé válik. Viszonylag rövid életű, fiatalon igen gyorsan nő.

Juharok (*Acer* sp.)

Hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus* L.)

Közép-európai, szubatlantikus, domb- és hegyvidéki fafaj. Hazánkban, a középhegységekben és a Nyugat-Dunántúlon őshonos, egyébként az Alföld kivételével ültetve mindenütt előfordul.

Határozott klímaigénye van, a hűvös, párás klímát kedveli, a szárazságot nem bírja, fagytűrő, de a korai fagyok néha károsítják. Nedvesség igénye közepes, az üde-félmedves talajokat kedveli.

Laza, de nem homokos szövetű mély talajokon nő a legjobban, de megél a törmelékes, sziklás talajokon is. Tápanyag igénye nagy, inkább báziskedvelő.

Alkalmazkodó-képessége gyenge, ellenálló-képessége általában közepes. Árnyéktűrő, fiatalon gyorsan nő. Jó talaj- és törzsárnyaló, avarja jó talajjavító.

Korai juhar (*Acer platanoides* L.)

Európai, észak-kontinentális, domb- és hegyvidéki fafaj. Hazánkban, a középhegységekben és a Dunántúlon fordul elő gyakrabban, de síkságainkon árterekre is telepítették.

Közepes hőigényű, melegebb klímát igényel, mint a hegyi juhar. Az éghajlati szélsőségeket jól bírja, fagyra nem érzékeny. Az üde, laza mély termőrétegű talajt kedveli, de megél a száraz sekély talajokon is. Tápanyag-igénye és alkalmazkodó-képessége közepes. Árnyéktűrő, fiatalon gyorsan nő. Kopárok fásítására is alkalmas.

Mezei juhar (*Acer campestre* L.)

Európai, meleg-kontinentális, síksági-dombvidéki fafaj. Európában szinte mindenütt megtalálható. Síkságon, domb- és alacsonyabb hegyvidékeken egyaránt előfordul, hazánkban csak a Tiszántúlról és a Duna árterületéről hiányzik. Nagy áréája miatt rendkívül alak-gazdag.

Lényegesen igénytelenebb a hegyi és korai juharoknál. Nagy hőigényű, melegkedvelő fafaj. A hőséget és a hideget egyaránt bírja, fagytűrő. Nedvesség igénye csekély, ugyanakkor kedveli a szivárgó vizű termőhelyeket, sőt az egy hónapnál rövidebb elárasztást is elviseli. A talajjal szemben igénytelen, inkább báziskedvelő és sótűrő. Alkalmazkodó-képessége nagy, ellenálló-képessége jó. Kopárok, szikes talajok fásítására egyaránt alkalmas, mezővédő erdősávokba is ültetik.

Tatár juhar (*Acer tataricum* L.)

Délkelet, kelet-, közép-európai kontinentális, síksági-dombvidéki fafaj. Elterjedésének északi és nyugati határa hazánkban húzódik, Somogy és Zala kivételével hazánkban elszórtan – igen kis területen – mindenütt megtalálható.

Hőigénye nagy, határozottan melegkedvelő, ezért csak az erdőssztyepp és a zárt tölgyes klímában fordul elő, az éghajlat szélsőségeit jól bírja. Nedvességigénye és tápanyagigénye is igen csekély, inkább báziskedvelő és sótűrő, homoktalajokon is megél. Alkalmazkodó-képessége közepes.

A kopár-, szik-, és homokfásítások során alkalmazzák, mint elegy-fafajt, de díszcserjének is használják.

Vénic szil (*Ulmus laevis* Pall.)

Kelet-délkelet- közép-európai, meleg-kontinentális, síksági fafaj. Főleg síkságokon fordul elő, domb- és hegyvidékekre csak ritkán húzódik fel. Hazánkban a Nagyalföldön gyakori, egy-két előfordulása ismert a középhegységekben és a Dunántúlon.

Melegkedvelő fafaj, nálunk az erdőssztyepp klímátípusban terjedt el. A talajjal szemben igénytelenebb, mint a mezei szil. Közömbös, inkább mészkedvelő, a 8 pH-nál nagyobb lúgosságot is elviseli, sziktűrő. A nedves talajokat kedveli, elviseli az 1 hónapnál rövidebb idejű elöntést.

Tápanyag-igénye közepes. Leggyakrabban az üde homoktalajokon, az üledék és hordaléktalajok, a szikes talajok, a réti- és a mocsári, ill. ártéri erdőtalajok talajtípusain fordul elő.

Nagy alkalmazkodó-képességgel rendelkező fafaj. Tuskóról és gyökérről is jól sarjadzik, lassan nő. Árnyéktűrő elegy-fafajként az ártéri erdőkben és a szikfásítások során van jelentősége.

Kőrisek (*Fraxinus* fajok)

Magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.)

Európai, meleg-kontinentális, síksági-hegyvidéki fafaj. Síkságokon vízfolyások mentén, domb- és hegyvidéken egyaránt előfordul, valamennyi erdészeti tájunkban megtalálható.

Melegkedvelő, fagyérzékeny fafaj, ennek ellenére hazánk valamennyi klímátípusában előfordul. Legjobban a nedves, üde-félnedves termőhelyeken nő. A vízpangást nem szereti, de 1-2 hetes elárasztást elvisel. A síkvidéki ökotípusnak határozott talajvíz igénye van, ezért leggyakrabban a közép magas ártéri területeken jelenik meg időszakos vagy állandó vízhatású termőhelyeken. Tápanyag-igénye nagy, mérsékelten báziskedvelő. A mély, középkötött talajokat kedveli. A síkvidéki ökotípus az üledék és hordalék talajokon, valamint a mocsári és ártéri erdőtalajokon, illetve a barna erdőtalajok közül a rozsdabarna erdőtalajon érzi magát a legjobban. A hegyvidéki ökotípus számára az agyagbemosódásos barna erdőtalaj, a barnaföld, a gyengén podzolos barna erdőtalaj és a lejtőhordalék erdőtalaj jelent optimumot. Előfordul még a legalább közép mély termőrétegű barna rendzinákon is.

Társulásképességét kiváló szaporodóképessége és gyors fiatalkori növekedése határozza meg. Tuskóról jól sarjad. Fiatalon mérsékelten árnyéktűrő, később erősen fényigényes. Fontos elegy-fafaj.

Magyar kőris (*Fraxinus aungustifolia* Vahl. ssp. *pannonica* Soó)

Dél- és közép-európai, pannon-pontusi flóraelem, síksági-dombvidéki fafaj. Közép- és Dél-Európa síkságain, elsősorban vízfolyások mentén terjedt el. De előfordul patakok, kisebb folyók mellett is. Hazánkban a Dél-Dunántúlon, valamint a Nagyalföldön a leggyakoribb.

Melegkedvelő, fagyérzékeny fafaj, ezért a bükkös klímában már nem jelenik meg. A talajvíz iránti igénye meghatározó. Leginkább az időszakos és állandó vízhatású termőhelyek üde, félnedves talajait kedveli. A pangóvizet kerüli, de az elárasztást jobban tűri, mint a kocsányos tölgy, így az ártereken a szil- kőris-tölgy keményfás ártéri erdők gyakran elkőrisesednek. Tápanyagigénye nagy, az erősen kötött sekély talajokon sínylődik. Fiatalon gyorsan nő, eleinte mérsékelten árnyéktűrő, később fényigényes. A fagyra, a hóra és a szélre érzékeny.

Jelentős, értékes elegyfa.

Amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.)

Észak-amerikai, atlantikus, sík- és dombvidéki fafaj, hazánkban özönnövényként tartják számon. Őshazájában főleg folyóvölgyekben terjedt el. Magyarországon is a nagyobb vízfolyások mentén, az árterek mélyebb fekvéseiben telepítették.

Vízigénye meghatározza elterjedését és természetességének lehetőségét. Határozottan melegkedvelő, fagyérzékeny. Nálunk az erdőssztyepp klíma egyik legfontosabb elegy-fafaja.

Magas talajvízszintet igényel (állandó vízhatás), de megél az időszakos vízhatású és a változó vízellátású termőhelyeken is, így a hullámterek fásítására is alkalmas. Jól tűri az elárasztást (4-6 hónap!) és a vízpangást is. Tápanyag-igénye nagy, közömbös, ill. inkább mészkedvelő. Fiatalon sziktűrő. A legalább középemély termőrétegű, üledék és hordalék talajokat, valamint a mocsári és ártéri erdőtalajokat kedveli.

Fiatalon igen gyorsan nő, de növekedése később lelassul. Fényigényes, elegyetlen idős állományai kiritkúlnak.

Erdőművelési szempontból jelentős elegy-fafaj. Kiváló felújuló-képessége révén megakadályozza a talaj elgyomosodását, így az ártéri, ill. sziki tölgyesekben a törzsárnyaláson kívül talajvédő szerepet is betölt. Elegyetlenül előntött, pangóvízes területeken érdemes telepíteni, bár természetvédelmi területen nemkívánatos fafaj! Kiválóan alkalmas erdőn kívüli fásításokra is.

Virágos kőris (*Fraxinus ornus* L.)

Dél-európai, szubmediterrán, domb- és hegyvidéki fafaj. Elsősorban a dombvidékeken és a középhegységek déli kitettséggű lejtőin terjedt el. A bükk zónába is felhúzódik, helyenként 1000 m tengerszint feletti magasságban is megtalálható. Síkvidékeken csak ritkán fordul elő. Csaknem valamennyi domb- és hegyvidékünkön megtalálható.

Rendkívül igénytelen fafaj, a termőhely szélsőségeit jól tűri. Melegkedvelő, szárazságtűrő, a fagyra nem érzékeny. Valamennyi klímazonában előfordul, leggyakoribb a zárt tölgyes klímában. A talajnedvességgel szemben támasztott igénye igen csekély, s megél az alacsony páratartalmú területeken is. Tápanyag-igénye közepes, mészkedvelő, leginkább a mészkövön és dolomiton kialakult sekély, száraz talajokon szaporodott el, ahol más fafajok (kivétel a molyhos tölgy) nem képesek megélni. A talajban nem válogat.

Nagy alkalmazkodó-képességű fafaj. Magzókorát korán eléri, évente bőségesen terem.

A kopárfásítás egyik fontos őshonos fafaja, ahol pionír szerepet tölt be. Jobb termőhelyeken elszaporodása veszélyeztetheti – főleg fiatal korban – az értékesebb fafajok felújulását és növekedését.

Közönséges nyír (*Betula pendula* Roth)

Eurázsiai, északi jellegű, domb- és hegyvidéki pionír fafaj. Hegyvidéki jellege ellenére Eurázsiaiban szinte mindenütt, dombvidéken és síkságokon egyaránt megtalálható.

Pionír volta miatt alkalmazkodó-képessége nagy, az éghajlati tényezőkkel szemben közömbös, hő- és páraigénye csekély, valamennyi klímátípusban előfordul. Megél a mocsaras elárasztott területeken is, de legjobban az üde talajokat kedveli. Tápanyag-igénye csekély, inkább mészkedvelő, a legsavanyúbb talajokat is elviseli. Leginkább a kavicsos váztalajokon, a savanyú nem podzolos, a podzolos és a pszeudoglejes barna erdőtalajokon terjedt el.

Korán éri el magzókorát, évente bőven terem, termése jól terjeszkedik. Tuskóról és gyökérről kiválóan sarjadzik, kezdetben gyorsan nő. Rövid életű fafaj, erősen fényigényes, a laza fényt lombozata átengedi.

Mint pionír fafaj a felhagyott területeket hamar ellepi, ún. előerdőt képez. Elegy-fafajként fontos szerepet tölthet be értékesebb állományokban, avarja jó talajjavító.

Barkócaberkenye (*Sorbus torminalis* L.)

Közép- és dél-európai szubmediterrán, domb- és hegyvidéki fafaj. A Skandináv-félsziget és Skócia kivételével egész Európában elterjedt, de megtalálható a Kaukázusban és Kis-Ázsiában is. Hazánkban a Dunántúlon és a középhegységeinkben gyakori.

Melegkedvelő, a fagyra nem érzékeny. Vízigénye csekély, báziskedvelő, de mészkerülő erdőtársulásokban is előfordul. Leggyakrabban vázталajokon és sötét színű erdőtalajokon található meg.

Lassú növekedésű, gyenge sarjadzó fafaj. A kopárfásítások egyik kedvelt és hálás fafaja.

Hazai nyárák (*Populus* sp.)

A hazai nyárák egykor nagy területeket foglaltak el hazánkban. A 20. században kezdődött el jelentős visszaszorulásuk, amely két okra vezethető vissza.

Első a vízrendezés, amely során a síkságokon a lecsapolások és csatornázások hatására a talajvízszint lesüllyedt. Az idősebb nyárasok gyökérzetükkel már nem érték el a talajvizet, és elpusztultak. A másik ok a nemes nyárák megjelenése, amelyeket általában a hazai nyárák termőhelyeire telepítettek. Növekedésben és faminőségben felülmúlták ugyan a hazai nyárákat, viszont állományaik, mint kultúr ökoszisztémák, nem stabilak, második, harmadik generációi kiszorolják a termőhelyet, és egészségi állapotuk is romlik.

Fehér nyár (*Populus alba* L.)

Dél-eurázsiai, meleg-kontinentális síksági fafaj. Európában szinte mindenütt megtalálható a síkságokon, folyó és állóvizek mentén. Hazánkban hasonló körülmények között gyakori, de viszonylag kis területet foglal el. Nagy áréája miatt több változata van.

Jó alkalmazkodó-képességű, a termőhelyi szélsőségeket jól tűrő fafaj. Melegigényes, de a téli hideget és a nyári aszályt is elviseli, azok nem károsítják. A nedves (időszakos és állandó vízhatású, felszínig nedves) talajokat kedveli, bírja az elárasztást és a pangó vizet is. A hullám- és árterek egyik főfafaja, jelenléte mindig felszín közeli talajvízre utal. Inkább báziskedvelő, tápanyagigénye csekély. A laza, mély, homokos, vályogos talajokat kedveli, a kötött agyagot kerüli.

Gyökérről igen erőteljesen sarjadzik. Gyors növekedésű, erősen fényigényes, de tűri az oldalárnyalást, a vad kedveli.

Szélsőséges termőhelyeken is eredményesen alkalmazható (homokfásítás, rekultiváció), de elegyfaaként is célszerű telepíteni.

Fekete nyár (*Populus nigra* L.)

Dél-eurázsiai, meleg-kontinentális, síksági fafaj, inkább artéri jellegű. Hazánkban főleg az Alföldön fordul elő.

A termőhelyi szélsőségekre érzékenyebb, mint a fehér nyár. Kimondottan melegigényes, ködmentes levegőt kíván. Nálunk az erdőssztyepp és a zárt tölgyes klímában érzi magát a legjobban. Télálló, a fagy nem károsítja. Vízigénye nagyobb, mint a fehér nyaré. A 4-6 hónapos elárasztást is elviseli, de a pangóvizet nem tűri. Legjobban az állandó vízhatású, a felszínig nedves és a vízzel borított termőhelyeken nő. Jól tűri a szárazságot is, ezért egykor homokfásításra is

használták, ha gyökérzete elérte a talajvizet. Inkább mészkerülő, tápanyag-igénye nagy, az árterek laza vagy közép kötött talajait kedveli.

Az árterek mély és közép mély fekvéseiben, a rontott nemes nyárasok helyén célszerű újra vizsztatérni a fekete nyár telepítésével.

Szürke nyár (*Populus canescens* Smith)

Európai, szubmediterrán, síksági-dombvidéki fafaj. Természetes keverék faj a fehér- és a rezgő nyár között, amely önálló fajként állandósult. Áréja megegyezik a fehér nyáréval.

Termőhely-igénye is a fehér nyár igényéhez hasonló. Melegkedvelő, fagyűrő, télálló, s néha még a bükk zónába is felhúzódik. A túl száraz és túl nedves termőhelyeket kerüli. Legjobban az időszakos és az állandó vízhatású területeket kedveli. Az árterek magasabb fekvéseit foglalja el. Talajigénye hasonló a fehér nyáréhoz, de a kötöttebb agyagos talajokon is megél. A száraz homoktól a hullámtérig csaknem minden termőhelyet képes hasznosítani.

Nagy alkalmazkodó-képességű fafaj. Kedvelt és előszeretettel alkalmazott hazai nyárféleségünk.

Rezgő nyár (*Populus tremula* L.)

Eurázsiai, északi jellegű, síksági-hegyvidéki, pionír fafaj. Ennek következtében Európában, elsősorban hegyvidéken, mindenütt elterjedt. Hazánkban kis területen él, szórványosan elegyfajként. Az Alföldön ritka, leggyakoribb a Magyar Középhegységben.

Igénytelen, a termőhelyi szélsőségeket jól tűri. Melegigényes, de valamennyi klímátípusunkban megél. Páraigényes, tartós légszárazság esetén talajvizet igényel. A fagy nem károsítja. Nedves és száraz viszonyok között egyaránt tenyészik, leginkább az üde talajokat kedveli. Inkább mészkerülő, tápanyagigénye csekély. Sivár homokon, sziken, kötött agyagos talajon sínylődik.

Régen gyomfának tekintették, ma értékes előhasználati elegyfajként tartják nyilván. Csemeteültetéssel kopár területek, felhagyott meddőhányók, vízmosások fásítására alkalmas.

Nemes nyárok (*Populus x euramericana* (Dode) Guiner)

Hazánkban aránylag nagy erdőterülettel rendelkeznek. A **nemes nyárok** az amerikai fekete nyár (*Populus deltoides* Marschall) és az európai fekete nyár (*Populus nigra* L.) természetes kereszteződése révén alakultak ki Nyugat-Európában.

A nemes nyárok rövid idő alatt igen nagy fatérfogat termelésére képesek, vegetatív úton – elsősorban dugványról – könnyen szaporíthatók. Erős gyökérenergiával rendelkeznek, s a nyesést igen jól bírják. Faültetvényként kezelendők, erdőnevelésük egyszerű, jól gépesíthető.

Hátrányos tulajdonságaik, hogy a termőhellyel szemben rendkívül igényesek, ellenálló-képességük az abiotikus és biotikus károsítókkal szemben gyenge, erősen fényigényesek, még az oldalárnyalást sem tűrik, koronájuk ritka, így a talaj könnyen elgyomosodik.

Az alábbiakban a három legrégebbi ún. alaplón kerül részletesebben ismertetésre. Ezek voltak az első nemes nyárok, de hazánkban több *államilag minősített fajta* (ÁM) és *fajtajelölt* (Fj) is ismert, amelyek a szakirodalomban részletesen megtalálhatók.

Óriás nyár (*Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv. „*Robusta*”)

Franciaországban, 1895-ben keletkezett hímivarú klón, a *Populus angulata* AIT anya, és a *Populus nigra* L. var. *plantierensis* apa kereszteződéséből. Észak-Európa kivételével az egész kontinensünkön elterjesztették. Hazánkban az 1950-es években kezdődött meg nagyobb arányú telepítése. Nálunk nem annyira az árterek, inkább az Alföld fája. Főleg sík vidékeinken található nagyobb állományai (Duna-Tisza köze, Debrecen környéke, Jászság, Hanság, Kiszalárd, Körösök vidéke). Fásorokba, erdősávokba egyaránt szívesen ültették.

Határozott termőhely-igénye van. Melegigényes, a kontinentális és szubkontinentális éghajlatú (erdőssztyepp, valamint zárt tölgyes klíma) területek a legkedvezőbbek számára. Az éghajlat szélsőségeit jól bírja, legfeljebb a téli fagyok károsítják (fagyrepedés). Talajvíz-igénye meghatározó. Legkedvezőbbek számára az állandó vízhatású és az időszakos vízhatású termőhelyek, a változó vízellátású területeken csak akkor fejlődik jól, ha nincs tartós vízpangás. A többletvízhatástól független termőhelyek túl szárazak számára. Az elöntést jól bírja (1-2 hónap), de a vízpangást és a hosszan tartó magas vízellátást (felszínig nedves és vízzel borított termőhelyek) megsínyli. Talajigénye csekély a többi nemes nyár fajtához képest, a túl kötött, vagy túl laza talajok kedvezőtlenek számára, optimumot a vályogos szövet jelent. Csak akkor nő kielégítően, ha a termőréteg legalább közép mély. A szikes és a túl meszes talajokon nem szabad termesztani. Tápanyag-igénye nagy.

Gyenge alkalmazkodó-képességű. Igen erősen fényigényes, még az oldalárnyalást sem tűri. Rendkívül gyorsan nő, 20 éves korra 35 m-es magasságot is elérhet. Rövid életű, 40 éves korában elpusztul.

Az óriás nyár állományok területe 1973 óta mintegy 40 ezer hektárral csökkent, aminek az újabb nemes nyár fajták megjelenése az oka. A várható további csökkenés másik oka állományainak fokozatosan romló egészségi állapota.

Korai nyár (*Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv. „*Marilandica*”)

Franciaországban 1800 körül keletkezett nőivarú, heterózisos hibrid, valószínűleg a *Populus nigra* L. anya és a *Populus x euramericana* cv. „*Serotina*” apa kereszteződéséből. Hazánkba Németországból az 1900-as évek elején került, így a legrégebbi nemes nyár fajtánk. Az 1960-as évek elején az összes nemes nyárasaink 90%-át adta. Elsősorban az árterek fája, legszebb állományai az Alsó-Duna árterében található, jelentősebbek még a Debrecen környéki és a hansági előfordulásai. Fásorokba és erdősávokba korábban egyaránt ültették.

Termőhely-igénye az óriás nyáréhoz hasonló. Melegigényes, de nem annyira, mint az óriás nyár. Az éghajlat szélsőségeit jól bírja. Fagytűrő, néha a korai fagyok károsítják. Talajvíz-igénye meghatározó. Az elöntést 1-1,5 hónapig elviseli, s a vízpangást is jobban tűri, mint az óriás nyár. Az állandó és időszakos vízhatású termőhelyeken fejlődik a legjobban. Az árterek tápanyagban gazdag, közép mély termőrétegű, laza, vagy kötött talajaira célszerű telepíteni. A savanyú talajokon nem termesztendő. A kötött agyagos talajokat jobban hasznosítja, mint az óriás nyár.

A korai nyár területe az elmúlt 40 év alatt jelentősen csökkent. Általában csak azokra a termőhelyekre érdemes telepíteni, amelyek az értékeesebb nemes nyárok számára már kedvezőtlenek. Az újabb fajták a korai nyárt lassan kiszorítják.

Olasz nyár (*Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv. „I-214”)

Spontán hibrid a Pó völgyéből, valószínűleg a *Populus angulata* Aut és a *Populus nigra* L. természetes kereszteződéséből származik. Csak nőivarú egyedeit ismerik. Dél-és Közép-Európában, valamint az egész amerikai kontinensen gyorsan elterjedt. Magyarországra 1952-ben hozták be „*Sacrau 79*” néven. Hazánkban sok erdészeti tájban előfordul, legnagyobb összefüggő állományai Kiskunhalas környékén és a Hanságban találhatók.

Termőhely-igénye az óriás nyáréhoz áll legközelebb. Az éghajlat szélsőségeit a legjobban tűrő nemes nyárfajta. A hűvös klímában sínylődik, melegigényes, a fagyra egyáltalán nem érzékeny. Tápanyagban viszonylag szegényebb talajokhoz is jól alkalmazkodik, ugyanazokon a talajokon illetve termőhely-típusokon termesztethető, mint az óriás nyár.

A nemes nyáarak közül a legjobb alkalmazkodóképességű. Fiatalon rendkívül gyorsan nő.

Napjainkban állományait fokozatosan újabb nyárfajtákkal váltják fel, de az olasz nyárat előnyös tulajdonságai – nagy alkalmazkodó-képesség, nagy fatermés – miatt továbbra is szívesen ültetik például mezővédő erdősávokba.

Fűzek (*Salix sp.*)

Rendkívül fontos fafajaink, mivel olyan szélsőséges körülmények között képesek megélni, mint az állandó vízborítás. Területük viszonylag állandó, ezt erős vízigényük magyarázza.

Fehér fűz (*Salix alba* L.)

Dél-eurázsiai, kontinentális, síksági fafaj. Mindenütt elterjedt, ahol termőhelye legalább 1 hónapos elárasztást kap. Leggyakrabban vízfolyások mentén fordul elő, de megtalálható tavak partján, mocsaras és lápos területeken is. Több fajváltozata ismert, egyik legkedveltebb alakja a *Salix alba* var. *Vitellina pendula* (L.) ARC. cv. *Tristis*, amelyet lecsüngő ágai miatt gyakran tévesen szomorúfűznek hisznek. A valódi szomorúfűz (*Salix babylonica* L.) nálunk nem fordul elő.

A fehér fűz jól nemesíthető, a nemes nyárhoz hasonlóan hazánkban több *államilag minősített fajta* (ÁM) és *fajtajelölt* (Fj) is ismert, melyek a szakirodalomban megtalálhatók.

A fehér fűz a legvízigényesebb fafajunk, életfeltételeit a víz határozza meg. Az éghajlat szélsőségeit jól tűri, a korai és kései fagyokra érzéketlen, bár általában melegkedvelő. A tartós szárazságot elviseli, de vízigénye határozott. Az állandó vízhatású, a felszínig nedves és a vízzel borított termőhelyek fafaja. Legjobban hullámtereken, illetve az árterek igen mély és mély fekvésű területein érzi jól magát, ahol az elárasztás 4-6 hónapig tart. A vízpangást viszont csak rövid ideig tűri (1-2 hét). Inkább báziskedvelő, tápanyagigénye közepes. A laza vagy középötött, mély termőrétegű talajokat kedveli. Az üledék és hordalék talajokon, a réti és láptalajokon termesztethető eredményesen.

A fehér fűz igen fontos fafajunk, kiemelkedő szerepe van a part- és árvízvédelemben.

Törékeny fűz (*Salix fragilis* L.)

Euszibériai, kontinentális, síksági-dombvidéki fafaj. Áréája közel azonos a fehér fűzével, azonban domb- és hegyvidékekre is felhúzódik, patakok völgyében gyakori.

Inkább melegkedvelő, a kötött talajt jobban, az elárasztást kevésbé tűri, mint a fehér fűz. A bükkös klímazónában csak ritkán fordul elő.

Tavak és vízfolyások mentén partbiztosítás céljából érdemes ültetni. Vesszői kosárfonásra – törékenyséjük miatt – alkalmatlanok.

Egyéb gyakoribb cserje alakú fűzfajaink is vannak, amelyek mérnökbiológiai létesítményekben alkalmazhatók (különösen partvédelemben), mint a **mandulalevelű fűz, csigolyafűz, kosárkötő fűz, kecskefűz, rekettyefűz, stb.**

Égerek (*Alnus sp*)

Jelentőségük a fűzekéhez hasonló, mivel nedves, vízzel borított termőhelyeken élnek.

Mézgás éger (*Alnus glutinosa* Gartn.)

Európai, enyhén atlantikus, síksági-hegyvidéki fafaj. Vízfolyások, állóvizek mentén, mocsár- és lápvidékeken mindenütt megtalálható. Inkább síksági, de patakok medrében domb- és hegyvidékekre is felhúzódik 600-800 m tengerszint feletti magasságig. Több változata is van.

Keskenylevelű éger (*Alnus glutinosa* var. *Balatonialis*).

Elterjedését és termőhely-igényét nagy vízigénye határozza meg. Az éghajlat szélsőségeit jól tűri, nálunk valamennyi klímátípusban megtalálható. A tenyészidőszakban meleget kíván, de a száraz hőséget nem kedveli. Nagy talajnedvességet igényel. Legjobban patakok, folyók oxigén dús vize mellett fejlődik, de az állóvizek mentén is megél. A pangóvizet kerüli. Tápanyagigénye közepes, inkább mészkerülő. A gyengébb sziken is előfordul. A láptalajok illetve az üledék és hordalék talajok egyik leggyakoribb fafaja, ha a termőhely szivárgó vizű, állandó vízhatású vagy felszínig nedves.

Hamvas éger (*Alnus incana* Moench)

Észak-északkelet-európai, hűvös-kontinentális, hegyvidéki fafaj. Elsősorban domb- és hegyvidékeken fordul elő, de néhol a síkságok folyóvölgyeibe is leereszkedik. Hazánkban csak szórva-nyosan fordul elő a Duna mentén, a Dráva partján, a Hanságban és a Tisza vidékén. Hegyvidékeinken patakok mentén elszórtan fellelhető.

Nedves, hűvös kiegyenlített klímát igényel, legjobban a bükkös és a gyertyános klímazóna területein érzi jól magát. Nem olyan vízigényes, mint a mézgás éger. Kopár, többletvízhatástól független területeken éppúgy megél, mint a felszínig nedves termőhelyeken. A talajvíz ingadozását jól bírja. Magas hegyvidékeken mészkerülő, a podzolos talajok egyik pionír fája, míg nálunk inkább mészkedvelő, karbonátos homokon, üledék és hordalék talajokon fordul elő.

A földes kopárokon és homoktalajokon érdemes telepíteni, mivel sűrű gyökérzetével védi a talajt az eróziótól, valamint nitrogénben gazdagítja.

Hársak (*Tilia sp.*)

Legfontosabb elegy-fafajaink közé tartoznak.

Kislevelű hárs (*Tilia cordata* Mill.)

Európai, észak-kontinentális, hegyvidéki faj. Hazánkban domb- és hegyvidékeken mindenütt megtalálható, az Alföldről – a Nyírség kivételével – hiányzik, általában elegy-fafajként fordul elő.

A hűvös kontinentális klímát kedveli, hazánkban csak a gyertyános-tölgyes és a bükkös klímazónában fordul elő. Az éghajlat szélsőségeit jól tűri, a késői fagyok nem károsítják, nedvesség-igénye csekély-közepes, az üde talajokat kedveli. Közepes tápanyagigényű, a mély termőrétegű, háromszintes erdőtalajok fajtája, inkább báziskedvelő. A barna erdőtalajok valamennyi típusán megtalálható.

Nagy alkalmazkodó-képességű, erősen árnyéktűrő faj. Elegy-fafajként fontos talaj- és törzs-árnyaló, valamint talajjavító szerepe van. Jó méhlegelő.

Nagylevelű hárs (*Tilia platyphyllos* Scop)

Közép- és délkelet-európai, szubmediterrán, hegyvidéki faj. A kislevelű hársnál lényegesen kisebb áréája van, hazánkban csak domb- és hegyvidékeken (több alfajjal) fordul elő.

Az éghajlati szélsőségeket kevésbé viseli el, melegkedvelő, a késői fagyoktól szenved. Eléggé páraigényes, ezért csak a gyertyános-tölgyes és a bükkös klímazónában érzi jól magát. Az üde talajt kedveli, de még a meleg száraz, illetve a nedves 1-2 hétnél rövidebb ideig elárasztott területeken is. A sekély és közép-mély termőrétegű, de humuszban gazdag talajokat kedveli, leggyakrabban vázталajokon és sötétszínű erdőtalajokon fordul elő.

Nem annyira alkalmazkodó képes, mint a kislevelű hárs, egyes állományokban a kislevelű hárséhoz hasonló szerepet tölt be.

Ezüst hárs (*Tilia tomentosa* Desf.)

Délkelet-európai, szubmediterrán, síksági-dombvidéki faj. Hazánkban van elterjedésének északi határa, megtalálható a Dél-Dunántúlon, a Zselicségben, a Mecsekben és a Nyírségben is.

A hársak közül a legnagyobb hőigényű faj. Az éghajlati szélsőségeket elviseli, jól tűri a szárazságot, a fagyra érzéketlen. Az üde talajokat kedveli, kerüli a túl nedves termőhelyeket. Megtalálható a kétszintes erdőtalajokon is, de igazán a mély termőrétegű, háromszintes talajokat kedveli.

Rendkívül életképes faj, határ-termőhelyeken esetleg főfafajként is termeszthető.

Keskenylevelű ezüstfa (*Elaeagnus angustifolia*)

Kis-ázsiai eredetű harmadrendű fa, vagy cserje, hazánkban özönnövényként tartják számon. Síkvidéki területeinken ugyanis erősen terjedő, inváziós faj. Kezdetben gyors növekedésű, nagy bokor, ami idővel 5-15 méter magas, gyakran ferde törzsű fává nő. Erősen fényigényes, egyébként nagy tűrőképességű faj, bírja a gyenge, száraz, homok- vagy köves talajokat, az erős sziket, a szennyezett levegőt is. A termése érés után a fán marad, a madarak a téli hónapokban

szívesen fogyasztják, magjait sokfelé elhullatják. Szélsőséges termőhelyek fásítására alkalmazzák.

Cserjék

Elsősorban az erdők, erdősávok, véderdők talajának védelmét szolgálják. A kiritkuló állomány alatt a káros gyomnövényzet elszaporodását megakadályozzák, a humuszt és az erdő sajátos mikroklímáját megvédik, lehulló lombjukkal gazdagítják a talajt.

Aranyeső (*Laburnum anagyroides* Medik.)

Alpin-balkáni flóraelem, az Alpok déli részén és a Balkánon őshonos hegyvidéki cserje. A talajjal szemben igénytelen. Fényigényes, szárazság- és melegkedvelő. Sarjadzó-képessége gyökérről jó. Mezővédő erdősávokban alkalmazható cserjefaj.

Aranyribiszke (*Ribes aureum* Pursh)

Észak-Amerikából származik, 1-3 m magasra nő. Szárazságtűrő. Őszi lombszíneződése látványos. Mezővédő erdősávokban és homokfásításnál sok helyen alkalmazzák.

Ostorménbangita (*Viburnum lantana* L.)

Mediterrán, közép-európai flóraelem. Síksági és melegebb dombvidéki erdőkben fordul elő. Fényigényes, szárazságtűrő, mészkedvelő. Jól sarjadzik. Főleg kopárfásításnál alkalmazzák.

Varjútövis benge (*Rhamnus cathartica* L.)

Eurázsiai (mediterrán) flóraelem. Síksági-hegyvidéki faj. Fényigényes, szárazság- és mészkedvelő, fagyérzékeny cserje. Laza záródású állományok alatt, illetve mező- és legelővédő erdősávokban talajvédő szerepe lehet.

Kutyabenge (*Rhamnus alnus* Mill.)

Európai, síksági-hegyvidéki faj. Üdőbb, vizenyős talajokon fordul elő. Árnytűrő, fagyálló, inkább mészkerülő cserje vagy harmadrendű fa. Fiatal korban jól sarjadzik, növekedése közepes.

Fekete bodza (*Sambucus nigra* L.)

Európai (mediterrán), síksági-hegyvidéki cserje. Nitrogénigénye miatt ott jelenik meg, ahol vagy emberi behatás, vagy a levegő szabad nitrogénjét megkötő gyökérbaktériumok (akác) következtében a talaj nitrogénben feldúsul. Üde talajokon mindenhol előfordul, az akácosokban tömeges. Melegkedvelő és árnytűrő, gyorsan nő, sarjadzó- és visszaszerző képessége nagy.

Fürtös bodza (*Sambucus racemosa* L.)

Eurázsiai flóraelem, főleg a hegyvidéki bükkösök cserjéje. Hegyvidéki tarvágások alkalmával a kecskefűzzel együtt önálló társulást alkothat. A hűvös éghajlatot kedveli, a talajjal szemben igényes, leginkább a mészmentes, üde vályogtalajokat kedveli.

Borostyán (*Hedera helix* L.)

Európa nagy részén és Délnyugat-Ázsiában terjedt el. Sziklás helyeken, kőfalakon vagy fákra kapaszkodva az ország egész területén megtalálható. Örökzöld cserje, a szárain lévő légyöke-ekkel kúszik felfelé. Jó mézélő, termése a madárvilág fontos tápláléka.

Cserszömörce (*Cotinus coggygria* Scop.)

Pontusi-mediterrán, illetve dél-eurázsiai, hegyvidéki faj. Nálunk a közephegységekben csaknem mindenütt megtalálható. Fény- és melegkedvelő, de az árnyéket is elég jól tűri. Gyorsan nő. Főként kopár-, száraz, meleg hegyoldalak fásításánál, és esztétikai fásításoknál van jelentősége. Lombja ősszel rendkívül dekoratív.

Egybibés galagonya (*Crataegus monogyna* L.)

Eurázsiai (mediterrán) flóraelem. Síkságtól a hegyvidékig mindenütt előfordul. Nagy alkalmazkodó-képessége folytán termőhelyigénye csekély. Száraz homokvidékeink tipikus növénye. Termését az állatok is szívesen fogyasztják.

Cseregalagonya (*Crataegus oxyacantha* L.)

Európai flóraelem. Nagyon hasonló az egybibés galagonyához, azonban inkább csak hegyvidékeken fordul elő. Fénykedvelő, melegigényes, de a hőmérsékleti szélsőségeket bírja.

Homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L.)

Kontinentális jellegű eurázsiai flóraelem. Fényigényes, a hőmérsékleti szélsőségeket jól tűri. Az Alföld gyenge homoktalajainak erdősítésénél van jelentősége. Borsó nagyságú, piros álbogyó termését a madarak (fácán) kedvelik.

Hólyagfa (*Staphylea pinnata* L.)

Közép-európai, mediterrán flóraelem, hegyvidéki, síksági faj. Fényigényes, félárnyéket tűrő, mérszigényes cserje. Humuszban gazdag, üde talajt kedvel. Sarjadzóképesége jó. Jelentős talajvédő szereppel bír.

Csíkos kecskerágó (*Evonymus europaeus* L.)

Európai (-mediterrán) flóraelem. Síksági-hegyvidéki cserje, az egész országban elterjedt, szárazabb termőhelyeken, gyengébb talajokon is megél.

Bibirces kecskerágó (*Evonymus verrucosus* Scop.)

Balkáni- közép-európai flóraelem. Hegyvidéki cserje, az Alföldön ritka. Melegkedvelő. A szárazságot és az árnyékolást egyaránt jól tűri. Tápanyagban gazdag talajt kedvel. Száraz tölgyesekben talajvédő szerepe van.

Kökény (*Prunus spinosa* L.)

Európai (mediterrán) flóraelem. Minden domborzati helyen gyakori cserje. Alacsony növekedésű, szárazságtűrő. Fényigénye miatt legtöbbször az erdőszegélyeken található. Áprilisi virágzása fehér szegélyt von az erdőszélekre. A termőtalaj megkötésére, kopárfásítási célra alkalmas.

Közönséges mogyoró (*Corylus avellana* L.)

Mediterrán jellegű közép-európai flóraelem. Síkvidéktől a hegyvidékig szinte valamennyi erdő-társulásunkban gyakori, igen nagy az alkalmazkodóképessége. Melegkedvelő, de igazán a jó vízgazdálkodású talajokon érzi jól magát. Fáját, hajtását sporteszközök készítésére használják. Termése az élelmiszeriparban keresett.

Somfélék (*Cornus* sp.)

Húsos som (*Cornus mas* L.)

Szubmediterrán-közép-európai flóraelem. Szárazságtűrő, melegkedvelő cserje. Mérsékelt fényigényes. Főleg a meszes talajokon álló cseresek, száraz tölgyesek faja. Alkalmas vad- és madárvédelmi csenderesek, élősvények és mezővédő erdősávok cserjeszintjének kialakítására.

Veresgyűrű som (*Cornus sanguinea* L.)

Szubmediterrán, dél-európai flóraelem. Legfőbb előfordulási helye az árterületeken és lapterületeken található, de a síkságtól a hegyvidékig mindenhol előfordul. Fényigényes, lazább árnyéket tűrő, inkább mézskedvelő cserje. Lassan nő, sarjadzóképesége mind töről, mind gyökérről igen nagy. Erózió ellen jó talajkötő. Jelentősége a vad és madárvédelemben van, termését a madarak szeretik.

Vadrózsa (*Rosa canina* L.)

Eurázsiai-mediterrán flóraelem, rendkívül alak gazdag. Meszes száraz termőhelyek gyakori cserjéje. Fényigénye miatt leginkább az erdei tisztásokon, vágásokban, az erdőszegélyeken található. Jelentősége a véderdősávok cserjeszintjének kialakításánál van.

Vesszős fagyal (*Ligustrum vulgare* L.)

Európai, mediterrán-szubatlanti jellegű, síksági-dombvidéki, részben örökzöld cserje. Lombos erdeinkben csaknem mindenhol előfordul, leginkább a száraz tölgyesekben és cseresekben. Melegkedvelő, a szárazságot kisebb mértékben elviseli. Mérsékelt árnyéktűrő. Fontos talajvédő cserje, erdősávokban és élősvénynek is gyakran ültetik.

2.2 A mérnökbológiai létesítményekben előforduló lágyszárú növények

A lágyszárú növények alkalmazkodó képessége általában nagy, mégis néhány faj csak határozott termőhelyi viszonyok között jelenik meg. Az ilyen növények alkalmasak az ún. indikátor szerepre, azaz jól jelzik a talaj, illetve a termőhely fontosabb tulajdonságait (kémhatást, vízgazdálkodást, stb.). Az alábbiakban a lágyszárú növények töredéke, csak a legfontosabbak kerülnek bemutatásra. A fejezetben ismertetett növények többsége az erdő-társulások ún. típusjelző növényei közé tartozik.

Gímpáfrány (*Phyllitis scolopendrium*)

Mézskedvelő faj, a hűvös, párás klímát, fagymentes helyeket szereti, erősen árnyéktűrő. Üde lombdők (elsősorban mézskövön kialakult szurdokerdők, ritkán törmelékes talajú bükkösök)

sziklafalainak, sziklarepedéseinek faja, amely a hazai középhegységeken – főleg a Dunántúlon – szórványosan fordul elő.

Erdei pajzsika (*Dryopteris filix-mas*)

Üde, vagy nedves termőhelyet igényel, inkább mészkedvelő, árnyéktűrő, pionír jellegű páfrány. Láp- és ligeterdők, üde lomberdők, valamint a mészkerülő erdők növénye, hegyvidékeken gyakori.

Vérehulló fecskefű (*Chelidonium majus*)

Tápanyag- és nitrogénigényes, az üde talajokat kedveli, félárnyéktűrő. Hazánkban mindenütt gyakori, üde lomberdőkben és ligeterdőkben szálanként, kultúrerdőkben – főleg akácokban – néha tömegesen fordul elő.

Komló (*Humulus lupulus*)

Tápanyag- és nitrogénigényes, a nedves helyeket kedveli, félárnyéktűrő. Liget- és láperdőkben, illetve azok szélein, valamint ártéri cserjésekben hazánkban csaknem mindenütt előfordul.

Csalán (*Urtica dioica*)

Nitrofil faj, bolygatott talajú, üde-félnedves termőhelyeken jellemző tömeges fellépése, fény- és tápanyagigényes. Természetes körülmények között ligeterdőkben – puhafás és keményfás ligeterdőkben – található nagyobb mennyiségben, valamint üde lomberdőkben (főleg szurdokerdőkben). Bolygatás hatására – a száraz termőhelyek kivételével – bárhol elhatalmasodhat, egyes alacsony záródású kultúrerdőkben (pl. nemesnyárasokban) különösen gyakori.

Erdei szélfű (évelő szélfű) (*Mercurialis perennis*)

Üde-félnedves, kedvező, egyenletes vízellátottságú (néha szivárgó vízhatású) termőhelyet, mull humuszban gazdag talajfelszín jelez, árnyéktűrő. Üde lomberdők lágyszárú növénye, amely elsősorban hegy- és dombvidékeken fordul elő.

Madársóska (*Oxalis acetosella*)

Félnedves termőhelyet, kiegyenlített párás makroklímát igényel, erősen árnyéktűrő. A szárai által átszótt felső talajréteg mull humuszban gazdag, gyengén kisavanyodó. Hegyvidéki faj, üde lomberdők (bükkösök, gyertyános-tölgyesek, szurdokerdők), ritkábban ligeterdők vagy mészkerülő erdők (fenyőelegyes tölgyesek), magashegységeken a fenyvesek növénye.

Erdei nebáncsvirág (nenyúljhozzám) (*Impatiens noli-tangere*)

Üde vagy nedves, tápanyagban gazdag talajokat kedvel, árnyéktűrő. Hegy- és dombvidéki faj, üde lomberdők (elsősorban bükkösök és szurdok erdők) szivárgóvízes részein, továbbá ligeterdőkben néhol tömegesen előfordul.

Erdei turbolya (*Anthriscus sylvestris*)

Üde vagy nedves, tápanyagokban és nitrogénben gazdag talajokat kedvel, bolygatástűrő, fényigényes faj. Üde és nedves réteken, ligeterdőkben és széleiken, valamint nedves gyomtársulásokban fordul elő.

Podagrafű (*Aegopodium podagraria*)

Üde és nedves, tápanyagban gazdag talajt kedvel, némileg bolygatástűrő, félárnyéket kedvelő faj. Hegy- és dombvidékeken gyakori, üde lomberdők nedves részein, ligeterdőkben (pl. égerligetekben, keményfás ligeterdőkben) tömeges, jellemző növény lehet.

Ragadós galaj (*Galium aparine*)

Üde vagy nedves, tápanyagokban és nitrogénben nagyon gazdag talajokat kedvel, a bolygatást kiválóan tűri, fényigényes. Gyomtársulásokban, kultúrerdőkben, ligeterdőkben, üde lomberdők bolygatott foltjain hazánkban mindenütt megtalálható.

Szagos müge (illatos galaj) (*Galium odoratum*)

Üde, mull humuszban gazdag termőhelyet igényel, árnyéktűrő. Hegy- és dombvidéki faj, üde lomberdőkben (főleg gyertyános-tölgyesekben és bükkösökben), valamint keményfás ligeterdőkben gyakori.

Kis télizöld (télizöld meténg) (*Vinca minor*)

Üde, humuszban gazdag talajokat és párás mikroklímát igényel, fagyérzékeny, árnyéktűrő. Domb- és hegyvidéki faj, üde lomberdőkben (főleg gyertyános-tölgyesekben és bükkösökben) és azok szegélyein fordul elő. Hazai őshonossága bizonytalan, mivel gyakran ültették és elvadult.

Erdei gyöngyköles (*Lithospermum purpureo-coeruleum*)

Mész- és melegkedvelő, általában a humuszban gazdag talajú száraz termőhelyeken gyakori, de előfordul üde és nedves helyeken is. Meglehetősen fényigényes. A középhegységeken gyakori, dombvidékeken szórványos. Száraz tölgyesek és szegélyeik jellegzetes faja, de néha üde lomb-erdőkben és keményfás ligeterdőkben is megtalálható.

Erdei tisztessű (*Stachys sylvatica*)

Üde-félnedves, mull humuszban gazdag, néha kissé bolygatott erdei termőhelyek faja. Főleg a hegy- és dombvidékeken fordul elő. Megjelenik üde lomberdőkben és ligeterdőkben, különösen jellemző a gyertyános-tölgyesekben és a keményfás ligeterdőkben, a vágásterületekről sem tűnik el. Gyümölcse ízletes, értékes emberi táplálék.

Borostyánlevelű veronika (*Veronica hederifolia*)

Tápanyagigényes, nitrofil, a lágyszárú növények konkurenciáját és az árnyékolást csak nehezen viseli. Országosan elterjedt gyom jellegű növény, főként kultúrállományok (pl. akácok) kora tavaszi aspektusának jellemző faja.

Medvehagyma (*Allium ursinum*)

Üde, mull humuszban gazdag, jól szellőzött erdőtalajokon él, árnyéktűrő. Üde lomberdők (főleg bükkösök) és patak menti égeres ligeterdők tavaszi aspektusában tömeges lehet. Hazai elterjedése szinte csak a Dunántúlra korlátozódik. (Napjainkban a gasztronómia kedvelt növénye.)

Fürtös salamonpecsét (*Polygonatum multiflorum*)

Üde, a völgyek alján kialakult termőhelyeket kedveli, közepesen árnyéktűrő. Nálunk hegy- és dombvidéki faj, az üde lomberdők (bükkösök, gyertyános-tölgyesek, keményfás ligeterdők) jellemző növénye.

Gyöngyvirág (*Convallaria majalis*)

Mull humuszban gazdag erdőtalajokat kedveli, a fényviszonyok tekintetében tág határokkal bír, a kémhatás szempontjából indifferens. Üde és száraz lomberdők, mészkerülő erdők, keményfás ligeterdők országosan elterjedt növénye.

Fehér perjeszittyó (*Luzula luzuloides*, syn.: *Luzula albida*)

Mészkerülő, félárnyéktűrő, a csapadékos makroklímájú területek félszáraz-üde erdőtalajainak jellemző lágyszárú növénye. Domb- és hegyvidéki faj, mészkerülő erdőkben és üde lomberdők (főleg bükkösök) lokálisan kisavanyodó foltjain a Nyugat-Dunántúlon és középhegységeinkben sokfelé megtalálható.

Meddő rozsnok (*Bromus sterilis*)

Meglehetősen tápanyagigényes faj (tengődve megél tápanyagszegény talajokon is), szárazságtűrő, fényigényes. Gyomtársulásokban országosan gyakori növény, kultúrerdők (főleg akácok) tavaszi aspektusában tömegesen is előfordulhat.

Pusztai csenkesz (*Festuca rupicola*)

Inkább mészkedvelő, a taposást elég jól viselő, szárazságtűrő, fényigényes faj. Száraz gyepekben (laza és tömör üledéken egyaránt) országosan gyakori, de ritkuló lomberdőkben is megtalálható.

Csomós ebír (*Dactylis glomerata*)

Üde vagy nedves, jó tápanyagellátottságú talajokat kedvel, a termőhely leromlását jól viseli, fényigényes faj. Hazánk egész területén megtalálható, főleg üde és nedves gyepekben, valamint gyomtársulásokban, és útszéleken is.

Tollas szálkaperje (*Brachypodium pinnatum*)

Leggyakrabban löszön vagy más meszes alapkőzetten fordul elő, de nem kimondottan mészkedvelő. Száraz termőhelyek fényigényes növénye. Inkább domb- és hegyvidéki faj, száraz lomberdők nyílt részein, tisztásain, szegélyein nagy telepeket alkot.

Erdei szálkaperje (*Brachypodium sylvaticum*)

Nedvesség tekintetében tág tűrésű faj, a bolygatást jól viseli, gyakran erős emberi befolyás alatt álló faállományokban is előfordul. Félárnyéktűrő. Üde lomberdők országosan gyakori növénye, de ligeterdőkben és kultúrerdőkben is megtalálható.

Keskenylevelű perje (*Poa angustifolia*, syn. *Poa pratensis* ssp. *angustifolia*)

Bolygatást tűrő és bolygatást jelző, közepesen tápanyag- és nitrogénigényes faj. Fényigényes. A taposást jól tűri. Elsősorban laza lombozatú faállományok alatt, vagy erdőn kívüli gyepekben tömeges, kultúrerdőkben (pl. akácok) is számottevő a jelenléte.

Ligeti perje (*Poa nemoralis*)

Leggyakrabban félszáraz termőhelyeken szaporodik el, erősen fényigényes. Ligetes faállományokban vagy megbontott faállományok alatt tömegessé válhat, némileg a vízgazdálkodási foktól függetlenül. Inkább a hegy- és dombvidékek faja. Legjellemzőbb a száraz lomberdőkben, ahol dominánssá válhat, de üdebb erdőkben is megtalálható, ha elegendő fényhez jut.

Egyvirágú gyöngyperje (*Melica uniflora*)

Főleg a jelentős humuszrétegű barna erdőtalajokon kialakult száraz-félszáraz erdőtípusokra jellemző, de laza lombkorona szint esetén, üde-félnedves helyeken is megtalálható. Közepesen fényigényes faj. A hegy- és dombvidékek üde lomberdeiben gyakori.

Erdei sédbúza (*Deschampsia flexuosa*)

Savanyú, humuszos, száraz termőhelyű tölgyesekben, gyertyános-tölgyesekben, ezek tisztásain, vágásterületein fordul elő. Hegyi réteken is gyakori, de sziklahasadékon is megél.

Tarackbúza (*Agropyron repens*)

A termőhely zavarását jól viselő gyom jellegű faj, szárazságtűrő, fényigényes. Száraz gyepek, gyomtársulások (parlagok), néha száraz termőhelyű kultúrerdők országosan gyakori, tömeges faja.

Réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*)

Nedvesség-, tápanyag és fényigényes, elég jól tűri a talajfelszín bolygatását. Nedves rétek, kaszálók, néha időszakos elöntésű ligeterdők vagy mocsarak társulást alkotó növénye, az országban mindenütt megtalálható.

2.3 Növény- és termékkategóriák (ültetési szaporítóanyagok)

Az ültetési anyag: fa- és cserjefajok olyan egy- vagy többéves utóda, amellyel új erdőt, fásításokat hozunk létre. Ez lehet:

- **mageredetű** (magági csemete, iskolázott csemete, suháng, sorfa, fácska) és
- **vegetatív eredetű** (sima- vagy vessződugvány, gyökérdugvány).

Az erdősítés, erdőfelújítás és fásítás céljára előállított ültetési anyagok **szabványos jelöléssel** kerülnek forgalomba, ezek közül a legfontosabb erdészeti szaporítóanyag jelölések, nevelési kategória- és méretjelölések a 3. táblázatban láthatók.

3. táblázat Ültetési anyag minősége

I.	Növény- és termékkategória	Jelölése
1.	Magcsemete	MCS
	- Magcsemete, 1 éves	1/0
	- Magcsemete, 1 éves, tűzdelt	1x0
	- Magcsemete, 2 éves, iskolázatlan	2/0
	- Magcsemete, 2 éves, egyszer iskolázott, 1 évig továbbnevelt	1/1

I.	Növény- és termékkategória	Jelölése
	- Magcsemete, 2 éves, egyszer iskolázott, 2 évig továbbnevelt	1/2
2.	Dugvány	D
	- Zöld dugvány (gyökér nélküli)	ZD
	--Gyökeres zöld dugvány	GYZD
	--Gyökeres zöld dugvány, 1 éves	0/1/0
	--Gyökeres zöld dugvány, 2 éves, iskolázatlan	0/2/0
	--Gyökeres zöld dugvány, 2 éves, egyszer iskolázott, 1 évig továbbnevelt	0/1/1
	--Gyökeres zöld dugvány, 3 éves, egyszer iskolázott, 1 évig továbbnevelt	0/2/1
	- Fás dugvány (gyökér nélküli)	FD
	--Gyökeres fás dugvány	FGYFD
	--Gyökeres fás dugvány, 1 éves	0/1
	--Gyökeres fás dugvány, 2 éves, iskolázatlan	0/2
	--Gyökeres fás dugvány, 2 éves, egyszer iskolázott, 1 évig továbbnevelt	0/1/1
	- Gyökérdugvány (sima)	GYD
	--Gyökérdugvány, 1 éves, gyökeres	-1/0
	--Gyökérdugvány, 2 éves, egyszer iskolázott, 1 évig továbbnevelt	-1/1
3.	Bujtvány vagy sarj	BVS
	- Bujtvány vagy sarj, 1 éves	-1/0
	- Bujtvány vagy sarj, 2 éves, egyszer iskolázott, 1 évig továbbnevelt	-1/1
4.	Szemzőhajtás	SZH
5.	Oltóhajtás	OH
6.	Oltóvessző	OV
7.	Oltvány	OL
	- Oltvány, 1 éves	x/1/0
	- Oltvány, 2 éves, iskolázatlan	x/2/0
8.	Gyökérnemes	GYN
9.	Cserje	CS
10.	Továbbnevelt cserje	TCS
11.	Suháng	SU
12.	Bokorfa	BF
13.	Több törzsű fa	TTF
14.	Parkfa	PF
15.	Sorfa	SF
16.	Továbbnevelt fa	TF
17.	Idős fa	IF

II.	Nevelési kategóriák	
1.	Cellás	CEL
2.	Cserepes vagy kiskonténeres	CSP
3.	Konténeres	KONT
4.	Szoliter	SZOL
5.	Iskolázott	I
	- egyszer iskolázott	1xi
	- kétszer iskolázott	2xi
III.	Kitermelési kategóriák	
1.	Szabad gyökerű	SZGY
2.	Földlabdás	FL
IV.	Méretjelölések	
1.	Átmérő	Ø
	- Gyökérnyak-átmérő (magcsemetéknél) mm-ben, pl. 3-4 mm-es	3-4
	- Növényméret (elterülő növésekénél) cm-ben, pl. 40-60 cm-es	40/60
2.	Magasság (felfelé növekedésénél) cm-ben, pl. 100-125 cm-es	100/125
3.	Törzs-körméret (fáknál) cm-ben, pl. 8-10 cm-es	8/10
4.	Hajtás- vagy vesszőszám (ág) db, pl. 3-4 elágazású	3-4 á
5.	Hajtás- vagy vesszőhosszúság (cserjéknél) cm-ben, pl. 20-30 cm-es	20/30
6.	Magasabb vagy hosszabb (ez elé írt számnál), pl. 30 cm-nél magasabb	30/+

Forrás: Schmidt G.- Tóth I.: Díszfaiskola c. könyvben közölt táblázat javított változata

A kiültetésre kerülő fa- és cserjecsemetéknek megfelelő méretekkel, azaz **megfelelő** hosszúságú növényi szárrésszel, **megfelelő gyökérhosszal** és **gyökfő-átmérővel** kell rendelkezniük (lehetőleg egyenesnek, mechanikai sérüléstől és károsító, kórokozók torzításaitól mentesnek kell lenniük).

Az erdészeti fafajok csemetéinek **magassági** mérete nagyon eltérő. A lassan növekvő fafajok, mint a tölgyek csemetéje még gyakran a második tenyészeti időszak végén is csak 15-20 cm, míg a gyorsan növekvő fafajok – nyárok, fűzek – már az első év végén elérhetik a kétméteres magasságot is.

Napjainkban az erdőszítésekhez, fásításokhoz kizárólag **származási igazolvánnyal** ellátott szaporítóanyag használható fel, amelyet a forgalomba hozással egy időben a szaporítóanyag előállító helyek adnak ki.

3. Fás biotóp rendszerek

3.1 Fás biotóp rendszerekhez kapcsolódó fogalmak

Amikor ökológiai alapú tájtervezésről beszélünk, a szakirodalomban több hasonló jelentésű kifejezéssel is találkozunk. Ezek közül a legfontosabbak kerülnek ismertetésre, mint a **biotóp**, az **ökotop**, az **ökoton** és a **tájelem**.

A **biotóp** az életközösség térbeli alapegysége, amely sajátos, minőségileg és mennyiségileg jellemezhető egységes élővilágot, vagyis életközösséget tartalmaz. Más értelmezés szerint a biotóp az élettérnek az a legkisebb része, amelyen belül a környezeti viszonyok – nem számítva az esetleges évszaki változásokat – azonosak, egyformák, de eltérnek más, szomszédos élőhelyek környezeti viszonyaitól. Ilyen értelemben beszélhetünk vízi- és szárazföldi biotópokról, ez utóbbin belül pl. erdei vagy fás, réti, szántóföldi, stb. élőhelyekről.

A biotóp fogalmával kapcsolatban, a szakirodalomban gyakran kerül említésre a biotóp, mint hálózat is. A **biotóp hálózat**: zöldfelületekből, szabad térségekből, védterületből, élősvényekből, erdősávokból, fasorokból és egyéb regenerációs zónákból álló hálózatos rendszer, amely biztosítja a tájbiológiai sokszínűségének a megőrzését, a táj természetes strukturálódását. A biotóp hálózat alapfunkciói:

- térszerkezet-kialakító (tér tagolása),
- élettérfunkció: a természetes flóra és fauna fenntartása,
- talajvédelmi funkció,
- vízvédelmi funkció: ivóvíz bázisok, felszín alatti és felszíni vizek védelme, szűrőfunkció,
- levegőszűrő funkció: áramló por és egyéb szennyezés szűrése, oxigéntermelés növelése,
- mezőgazdálkodási funkció: termésmenvelés, minőségjavítás a talaj védelmével, kedvező mikroklímátikus hatással, hasznos élőlények számára élőhely biztosítása (beporzó rovarok, kártevők ellenségei),
- tájképi, esztétikai, pihenési és jóléti érték növelése a helyi közösség, a vendégfogadás és az idegenforgalom számára.

A biotóp mellett újabban egyre terjed, vele azonos értelemben, a **habitat** kifejezés használata, különösen ökológiai munkákban. A habitat, mint fogalom a **niche**-re (francia szó, jelentése fülke) épül, amely a populációk által elfoglalt térrészt jelöli egy olyan n-dimenziós absztrakt térben, ahol a koordináta-tengelyek az élő és az élettelen környezeti faktoroknak feleltethetők meg. A niche tehát a populációk aktuális, adott körülmények között betöltött n-dimenziós terét jelenti. Az „adott körülményeket” tekintik a habitatnak. A habitat tartalmazza tehát mindazokat a tényezőket, amelyek nélkülözhetetlenek a populációk életéhez (Faragó, 1997).

Az **ökotóp** is ökológiai fogalom, amely a biotóp illetve a termőhely fogalmának ökológiai értelmű leszűkítését jelenti azáltal, hogy a termőhelyen „működő” igen sok környezeti tényező közül csak a ténylegesen ható ökológiai tényezőket tekinti jellemzőknek. Az ökológiai kutatás lényege, hogy egy élőhely látszólagos ökológiai tényezői közül kiválassza a valós ökológiai faktorokat.

A szakirodalomban ismert még az **ökoton** fogalma is. Ott célszerű bevezetni, ahol többnyire lineáris, tehát egy irányban kis kiterjedésű élőhelyekkel foglalkoznak, amelyek a szomszédos élőhelyek hatása alatt állnak. Ezen olyan átmeneti természetű élőhelyet értünk, amely – szegély, illetve mikrozonáció jelleggel – két vagy több formáció (például erdő-gyep, erdő-szántó, erdő-mocsár, stb.), általánosságban A és B csoport között alakul ki és ezért benne az A csoportra és a B csoportra jellemző termőhelyek tulajdonságai – a fajösszetételi tulajdonságokkal párhuzamosan – keverednek. Az erdősávok is ebbe a fogalomkörbe tartoznak, de a gyakorlat inkább a biotóp elnevezéssel illeti ezeket.

Lényegében tehát arról van szó, hogy a szomszédos biotópok **átmeneti szegélyzónát** képeznek, amelynek sajátos élővilága alakul ki, például egy erdősáv esetében. Az erdősáv teljes szélességében az ökotonra jellemző tulajdonságokat mutatja.

A mezőgazdasági környezet élővilágának gazdagítása – az emberi környezet minőségének javításával, a mezőgazdasági terméseredmények növelésével együtt – a fás ökotonok (erdősávok, sövények, fasorok, csenderesek, erdőfoltok, vízpartok fásítása) **hálózatszerű telepítésével** lehetséges. Az ezekben az ökotonokban kialakuló állatközösségek és megtelepedő növények védelme és fennmaradásának biztosítása, a biodiverzitás megőrzése mellett a fajvédelmet is szolgálja. Sőt, a biológiai védekezésnek az így kialakuló egyensúlyi állapot a feltétele.

Míg a biotóp, az ökotop és az ökoton ökológiai fogalmak, az ezeknek megfelelő természetföldrajzi vagy **műszaki tervezési** fogalom az úgynevezett **tájelem**. A tájelemeket kiterjedésük szerint csoportosíthatjuk (4. táblázat), amelyek lehetnek: **területszerűek** (erdők, ligetek, erdőfoltok, gyepek, rétek, legelők, gyümölcsösök stb.), **pontszerűek** (egyes fák, fa- és cserjecsoportok, stb.) és **vonalasak** (erdősávok, élősövények, fasorok, útszegélyek, stb.).

4. táblázat A tájelemek típusai

Forma	területszerű	pontszerű	vonalas
Méret	150 m ² felett, 15 m-nél szélesebb	150 m ² alatt	15 m-nél keskenyebb
Tájelemek	<ul style="list-style-type: none"> - erdők - szántóföldi ligetek - erdőfoltok - ugarok - száraz/félnedves gyepek - nedves/vizes rétek - gyümölcsösök - halastavak, tavak, tócsák - bányatavak - kiszáradt bányatavak - kő- és homokbányák 	<ul style="list-style-type: none"> - egyes fák - fa- és cserjecsoportok - szikla- és kőhalmazok - források - ugarfoltok 	<ul style="list-style-type: none"> - erdősávok - élősövények - fasorok - mélyutak - rézsűk - partmenti ligetek - útszegélyek - mezei utak - műveletlen gyepek sávok - természetes és mesterséges vízfolyások

Forrás: Schawerda, 1993 nyomán

A tájelemek főbb általános **funkciói**:

- optikai tájékozódási pontok, a táj jellemzői,
 - hatással vannak:
 - a mikroklímára,
 - a mezőgazdasági termelésre,
 - a vadgazdálkodásra,
 - a környezet védelmére,
- nyersanyagtermelés:
 - ipari fa és
 - tűzifa.

3.2 Fás biotópok mikroklímára gyakorolt hatása

A növények fotoszintézisének aktivitása a potenciális evapotranspirációtól függ. Ezt a napsugárzás formájában érkező energia mennyisége, a szélesebesség, a hőmérséklet és a levegő páratartalma befolyásolja. Közülük a fás biotópokkal az utóbbi háromnak az értékét tudjuk befolyásolni.

3.2.1 A szélesebesség csökkentése

Előjáróban hangsúlyozni kell, hogy a fás biotópok (erdősávok, élősövények, stb.) összes előnyös tulajdonsága a **szélesebesség csökkentésének** a következménye.

Osztályozásuk is a szélesebesség csökkentésének mértéke szerint történik. Ennek mérőszáma az **áttörtségi tényező**, amelyen az erdősáv mögötti védett oldalon és a nyílt területen mért szélesebességek hányadosát értjük.

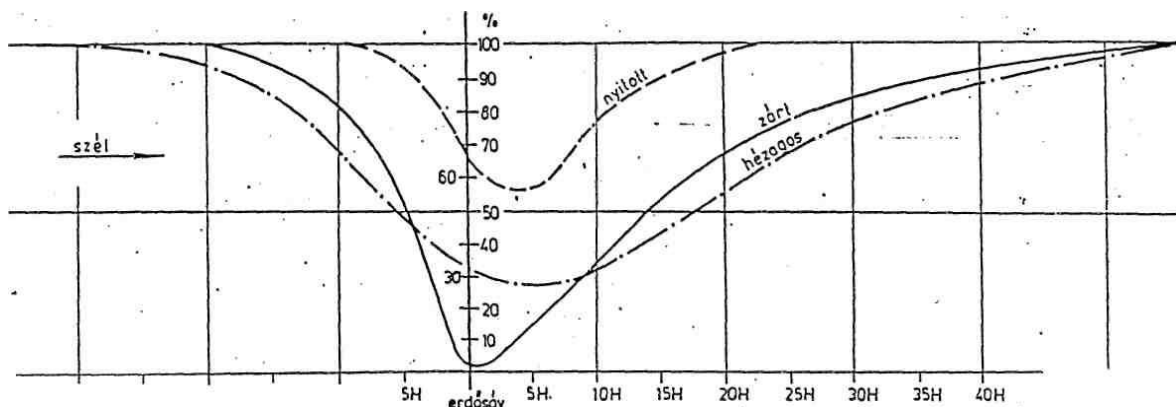
Az áttörtségi tényezőtől kívül még a hézagfelület százalékos arányával jellemezzük a fás biotópok (erdősávok, sövények) szélesebesség fékező hatását. Ilyen értelemben a következő típusokról beszélünk:

zárt sávok:	a hézagfelület:	0-10%
	áttörtségi tényező:	<35
hézagos sávok:	a hézagfelület:	10-30%
	áttörtségi tényező:	35-70
nyitott sávok:	a hézagfelület:	> 30%
	áttörtségi tényező:	> 70

E csoportokon belül az erdősávokat **szélesség** szerint is osztályozhatjuk:

- **keskeny** erdősáv: 6-11 m széles (3-7 soros)
- **közepes szélességű** erdősáv: 12-20 m széles (8-13 soros)
- **széles** erdősáv: 21-30 m széles (14-20 soros)

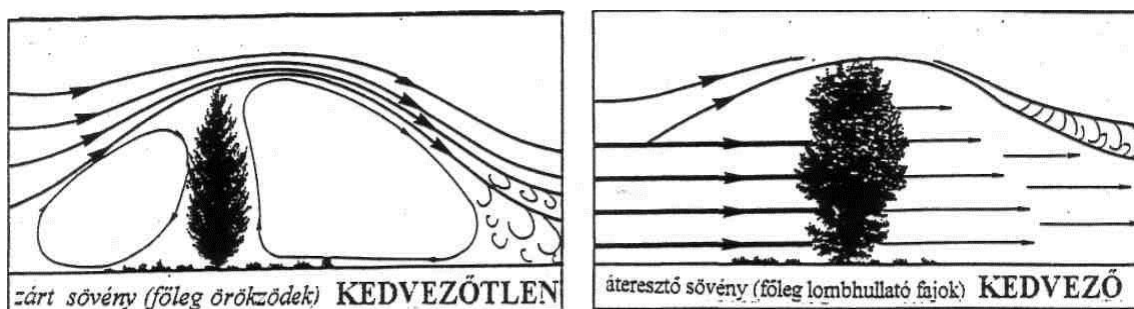
A szélesebbesség csökkentő hatását a famagasság függvényében a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra A különböző szerkezetű erdősávok széltörési diagramja (Tihanyi, 1991)

Látható, hogy a legnagyobb távolságra kiterjedő hatása a hézagos sávoknak van. A védőhatás a talaj közelében, a mezőgazdasági növényzet magasságában a legerősebb.

Az áttört szerkezetű erdősáv a 3. ábrán szemléltetett laminált légáramlást tesz lehetővé.



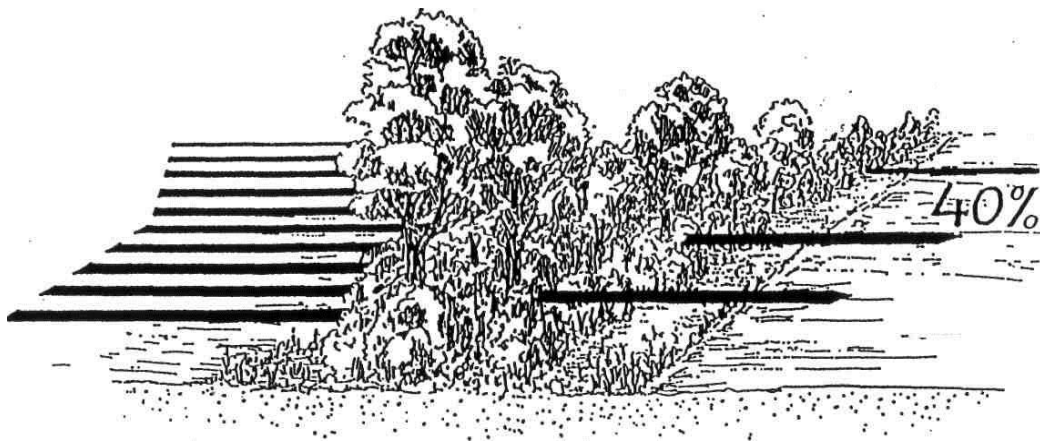
3. ábra Az áttört szerkezetű erdősáv lamináris légáramlása (Barna, 1994)

Az erdősávok **szélesebbesség csökkentő hatásának távolsága** a famagasság függvényében:

	Zárt	Hézagos	Nyitott
	sávok esetében		
A szél felőli oldalon a famagasság (m)	2-22	4-42	5-10
A szélvédett oldalon a famagasság (m)	10-49	20-51	10-20
	szerese		

A legnagyobb szélesség csökkenés a zárt erdősávok közvetlen közelében észlelhető. Ez a jelenség az út menti és hófogó erdősávoknál kedvező, de a mezővédő sávoknál kedvezőtlen, mert fagyzugok, hókatlanok és a mezőgazdasági kultúrákat károsító légörvények kialakulását eredményezheti.

A mérések szerint a szélesség növekedésével a zárt sávok hatása viszonylagosan csökken, a hézagos sávoké pedig relatíve növekszik. A védőhatás jobban növelhető a megfelelő szerkezet kialakításával, mint a sáv szélességének a növelésével. A 4. ábrán az áttört szerkezetű erdősáv szélesség csökkentő hatása látható. A tervezésnél egyébként is törekedni kell arra, hogy lehetőleg minél kisebb területet vegyünk el a mezőgazdasági termeléstől, ezért mezővédő erdősávnak hézagos, keskeny, 6-12 m széles erdősávokat tervezzünk (Tihanyi, 1991).



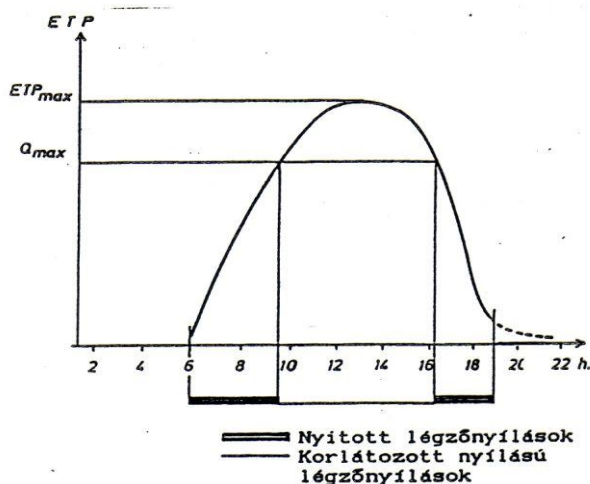
4. ábra Az áttört szerkezetű erdősáv szélesség csökkentő hatása (Schawerda, 1993)

Az erdősávok védőhatása lombtalan állapotban ugyan jóval kisebb, mint kilombosodva, de még így is számottevő, ha a szerkezetük megfelel a kívánalmaknak. Különösen a cserje- és a második lombkoronaszintnek van nagy szerepe a szélesség fékezésében a téli, lombtalan időszakban. Az erdősávok szélfogó hatása már viszonylag fiatal korban érvényesül. Ha a szélirány és az erdősáv által bezárt szög 90° és 45° között van, a védőhatás számottevően nem változik (Tihanyi, 1991).

Magyarország területének legnagyobb részén a szélirány-gyakoriság nagyon megosztott. Több széliránynál előfordul azonos, 20-30%-os gyakoriság. Az erdősávrendszerek tervezésénél ez azt jelenti, hogy a mezőgazdasági táblákat minden oldalról egyformán védeni kell, és nem szabad mereven ragaszkodni egyetlen szélirányhoz (Tihanyi, 1991). Ez ugyanakkor lehetőséget nyújt arra, hogy a termelés igényei szerint kialakult, bevált táblaméreteket ne változtassuk meg, illetve szükség esetén az erdősávrendszer megtervezése mellett végrehajtsuk az ésszerű táblásítást, illetve birtokösszevonást.

3.2.2 A párolgás csökkentése

A növények párologtatása az evapotranszspiráció pillanatnyi értékétől függ. Ha a klimatikus tényezők túl nagy párologtatást idéznek elő, a növény védekezési reakciójaként részben, vagy egészben bezárja légzőnyílásait. Ezzel azonban korlátozza a CO_2 felvételt, azaz a fotoszintézist is. Tehát a transzpiráció ilyen formában való csökkentése egyben a fotoszintézis mértékét is csökkenti. Ez a gyakorlatban a növények növekedésének leállítását, végső fokon a mezőgazdasági terméseredmények csökkenését jelenti. A transzspiráció napi menetét az 5. ábra szemlélteti.



5. ábra A transzspiráció napi menete a légzőnyílások működésének függvényében (Guyot, 1988 nyomán)

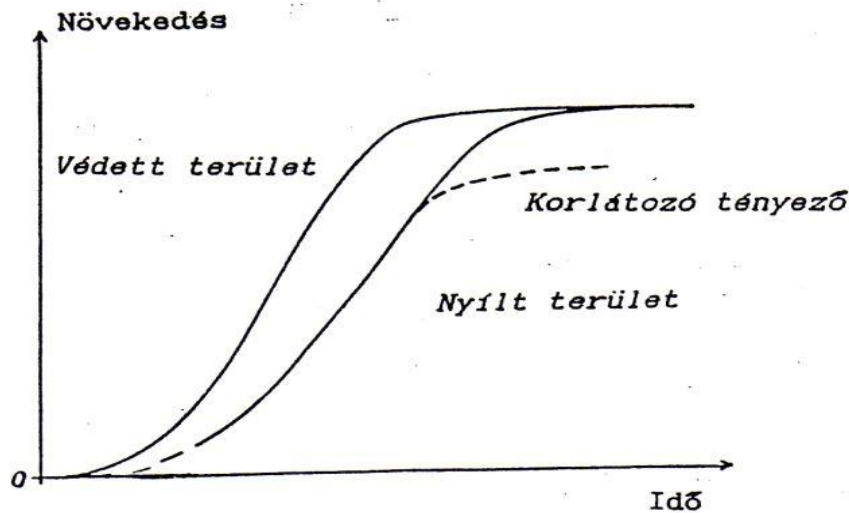
A megfelelően kialakított fás biotópok a szélsébség csökkentése révén csökkentik az evapotranszspiráció csúcserőit, ennek következtében a légzőnyílások hosszabb ideig maradnak nyitva. A növények tehát hosszabb ideig folytathatják a gázcserét, azaz az asszimilációt, ami végső fokon a terméseredmények növekedésében jelentkezik.

Az optimális gázcseréhez azonban szükség van egy bizonyos légmozgásra, emiatt a zárt erdő-sávok mögött kialakuló esetleges szélcsendben az evapotranszspiráció már káros mértékben csökken. Ez a magyarázata annak, hogy a hézagos erdő-sávok hatása a legkedvezőbb.

3.2.3 A hőmérsékletre gyakorolt hatás

A mezővédő erdő-sávok **kiegyenlítik** a hőmérsékleti szélsőségeket. Ez a kiegyenlítő hatás különösen előnyös tavasszal, mert a védett táblákon korábban kezdődik a növények növekedése (6. ábra), aminek három előnyös következménye is van:

- az adott időpontban fejlettebbek a növények, mint a nem védett táblákon,
- a betakarításhoz megkívánt érettségi állapotot hamarabb érik el a növények, az időnyereség 5-10 nap lehet,
- a védettség kiküszöböli a terméskorlátozó tényezők kedvezőtlen hatását.



6. ábra Az erdősávok védő hatásának előnyös következményei (Tihanyi, 1991)

Az erdősávok a talaj és a levegő hőmérsékletének **napi alakulását** is befolyásolják. Az erdősávok által védett táblákon, a szélsébség csökkenésével arányosan, mérséklődik az alsó és felső légrétegek cseréje, tehát itt a hőmérséklet nappal magasabb, éjjel pedig rendszerint alacsonyabb, mint a nem védett táblákon. Az erdősávban és közvetlen környezetében azonban fordított hatás érvényesül. Nappal, amikor a környező mezőn a levegő jobban felmelegszik, a sávok belsejéből hidegebb levegő áramlik kifelé, amely az erdősáv közvetlen közelében lévő mező levegőjével összekeveredve, csökkenti annak a hőmérsékletét. Napnyugtakor és éjszaka, amikor a mező feletti levegő, a nagyobb kisugárzás következtében jobban lehűl, mint a sáv belsejének levegője, a sávból kiáramló levegő mérsékli a lehűlést (Tihanyi, 1991).

Az éjjeli lehűlés mérséklődésének egyéb oka is lehet. Éjjel a lehűlő levegő, amelynek a relatív páratartalma a védett helyen nagyobb, hamarabb éri el a harmatpontot. A harmat kicsapódásakor hó szabadul fel, ami védi a talajt és a levegőt a további lehűlés ellen. Ráadásul az erdősávokkal védett táblákon hosszabb ideig megmarad a harmat, ami szintén kedvező a növénytermesztés szempontjából.

3.2.4 A relatív páratartalom alakulása

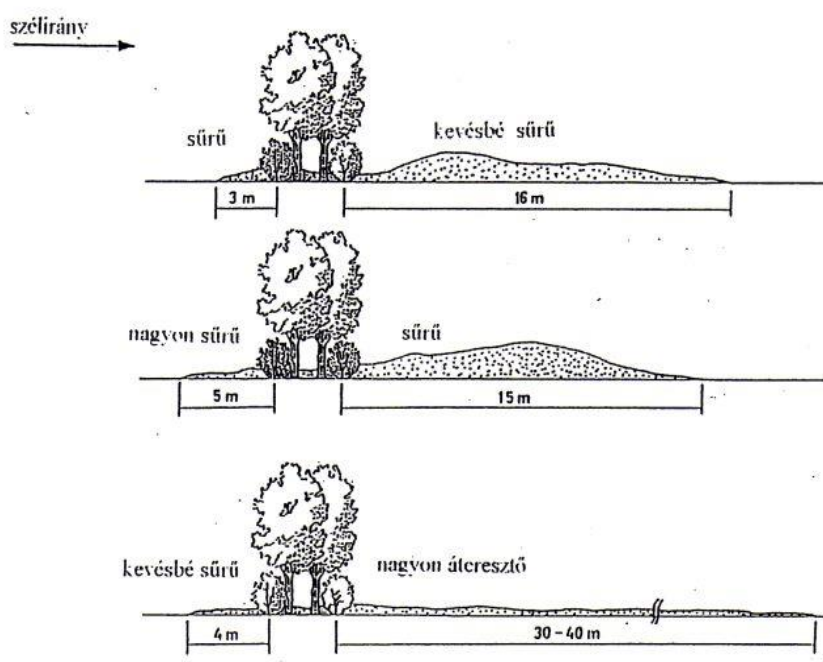
A védett területek felett, a talajközeli légréteg relatív páratartalma 5-10%-al is meghaladhatja a nyílt mező fölötti levegő páratartalmát, mert mérséklődik a száraz és a párás légtömegek cseréje. Az erdősávok az által, hogy a szél sebességének csökkentésével megakadályozzák a védett mezőn a párolgás és a transzspiráció nedvesebbé vált alsó légrétegek cseréjét a szárazabb felső légrétegekkel, a területen nagyobb abszolút és relatív nagyobb légnedvességet eredményeznek. Ezzel a hatásukkal egyrészt a párolgást csökkentik, másrészt módot adnak arra, hogy a transzspiráció sokkal kedvezőbb, kiegyenlítettebb viszonyok között folyhasson, ami a talajnedvesség célszerű hasznosításán túlmenően közvetlenül befolyásolja a mezőgazdasági terméseredményeket.

Ez a hatás éppen a legmelegebb, száraz, aszályos nyári napokon érvényesül a legjobban, különösen az esti és az éjszakai órákban.

3.2.5 A talajnedvesség növelése

Bár a fás biotópok nem növelik a lehulló csapadék abszolút mennyiségét, eloszlását kedvezően befolyásolják és a szélsébség csökkentése révén megakadályozzák a talaj gyors kiszáradását. Az erdősávok védelmében nagyobb a harmatképződés, valamint kisebb ez evaporáció és a transzspiráció.

Különösen kedvező a fás biotópok hótakaró eloszlására gyakorolt hatása (7. ábra). Látható, hogy a legkedvezőbb hó eloszlást a hézagos sávok biztosítják. Ennek révén az erdősávok által védett mezők jelentős nagyságrendű nedvességtöbbletbe jutnak. A közútfásítás fejezetben foglalkozunk még a védősávok hófogó szerepével. Az országutak menti hófogó erdősávok mezőgazdasági környezetben ugyanis egyben mezővédő erdősávként is funkcionálnak, és ez így van fordítva is.



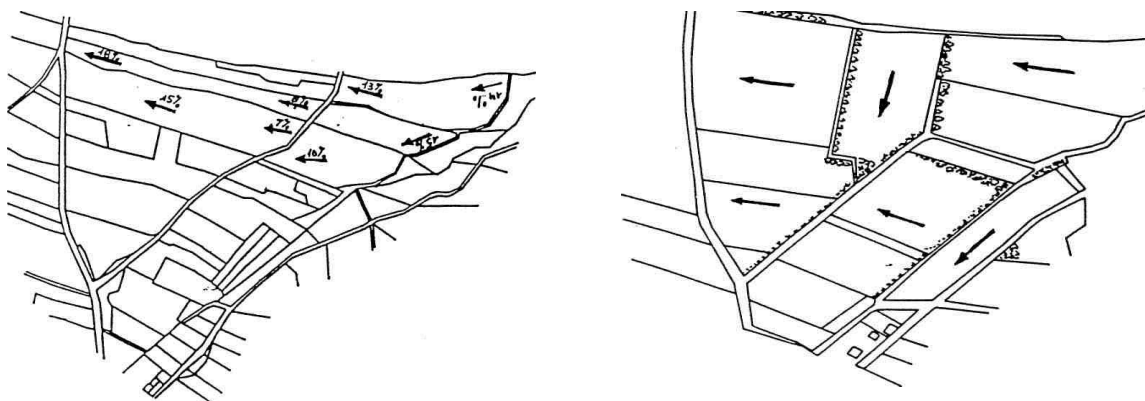
7. ábra A hólerakódás alakulása különböző összetételű erdősávok mögött (Schawerda, 1993)

3.2.6 Az erózió és a defláció elleni védőhatás

A nem megfelelő agrotechnikai eljárásokkal kezelt talajok leromlott szerkezetű felső rétegében mind az erózió, mind a defláció jelentős károkat képes okozni. A múlt század végén tavaszoként egyre gyakrabban alakulnak ki porviharok az Alföld egyébként kötött talajú vidékein is, főleg Békésben és Hajdú-Biharban (Barna, 1994).

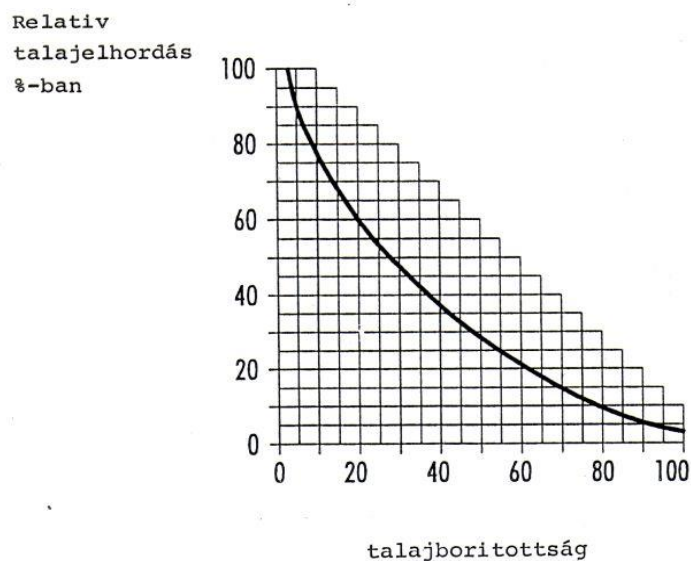
Ilyenkor nemcsak a talajelhordásban jelentkeznek a károk, hanem abban is, hogy a máshol lerakott talaj betemeti a vetést. Nem ritkán például vetőmaggal együtt fújja el a szél a talajt. Az újravetés többletköltségén kívül hozamkiesés is jelentkezik, mert a később vetett répa nem érkezik be kellőre. További költséget jelent a betemetett utak, útarok tisztítása.

Az ilyen jellegű károk ellen is a leghatásosabb védekezési mód az erdősávrendszerek telepítése, amit különböző szervezési intézkedésekkel és agrotechnikai eljárásokkal, például táblásítással, szántásirány-váltással, kontúrszántással, szalagos vetéssel, stb. (8. ábra) lehet kombinálni (Schawerda, 1993).



8. ábra Az erózió elleni védekezés táblásítással és szántásirány-váltással [Schawerda, 1993]

Kutatások és a gyakorlati tapasztalat igazolja, hogy minél nagyobb a terület **növényekkel való borítottsága**, annál erősebb védelmet nyújt az erózióval és a deflációval szemben is (9. ábra).



9. ábra A talajelhordás mértéke a talajborítottság függvényében [Barna, 1994]

Ezek alapján elmondható, hogy az erdősávrendszerek legfontosabb feladatai:

- megakadályozzák a víz és a szél általi talajelhordást,
- javítják a talajéletet és a talajszerkezetet.

3.2.7 A levegőtisztítás és porszűrés

A lapterületeken végzett hazai vizsgálatok kimutatták (Gál-Káldy, 1977), hogy az erdősávokkal a levegő portartalmát 1/4-ére lehet csökkenteni. A hatás két tényezőből tevődik össze:

- a por egy része a levélfelületen lerakódik,
- a lecsökkent sebességű szél kevesebb port képes szállítani.

A szennyezettség mértékét az év különböző időszakaiban és különböző típusú talajokon vizsgálták az egykori Erdészeti és Faipari Egyetem Erdőtelepítési Tanszék munkatársai Gál János vezetésével. Méréseik alapján elmondható, hogy különösen kedvező hatást fejtenek ki a jó szerkezetű erdősávok a laza szerkezetű homok-, kotu- és tőzegtalajok esetében. Mérésekkel igazolták, hogy a szennyezettség mértéke vegetációs időben a legkisebb, míg a legnagyobb értéket olyan helyeken mérték, ahol a talaj fedetlen (Tihanyi, 1991).

A levegő szennyezettségét egészségügyi szempontból is vizsgálták és a portartalmat a szokásos $t/km^2/év$ értékre számították át. A mérés két szélső értéke:

- a sáv mögötti minimális portartalmú pontban $341 t/km^2/év$ értéket,
- a sávától 200m-re lévő maximális portartalmú pontban pedig $1102 t/km^2/év$ értéket mértek.

(A portartalom-norma lakónegyedekben $50 t/km^2/év$, és az ipari negyedekben is csak $200 t/km^2/év$.)

3.3 A fás biotópok különböző formái

3.3.1 Álló- és folyóvizek fásítására alkalmas sávok

Mezőgazdasági térségeinkben, leszámítva a nagyobb folyókat, már jóformán nincsenek is természetes vízfolyások, csak öntöző- és belvízelvezető csatornák.

Az öntözött területeket ki kell egészíteni erdősávrendszerekkel, amelyek telepítése lehetővé teszi az öntözési normák csökkentését, a takarékos vízfelhasználást. Az öntözött területeken a párolgás csökkentése a másodlagos szikesedés veszélyét is mérsékli.

Különösen érvényesek ezek a megállapítások az Alföldre. Azokon a területeken több víztározót is ki lehetne alakítani, amelyek a túl sok és a túl kevés csapadékmennyiség esetén is nagy jelentőséggel bírnának. Ezek, egyrészt gazdasági szerepet tölthetnének be az öntözővíz biztosítás, illetve a felesleges vízmennyiség elvezetése révén, másrészt szociális-üdülési funkciói is lehetnének és egyúttal az élővilág gazdagításához is hozzájárulnának.

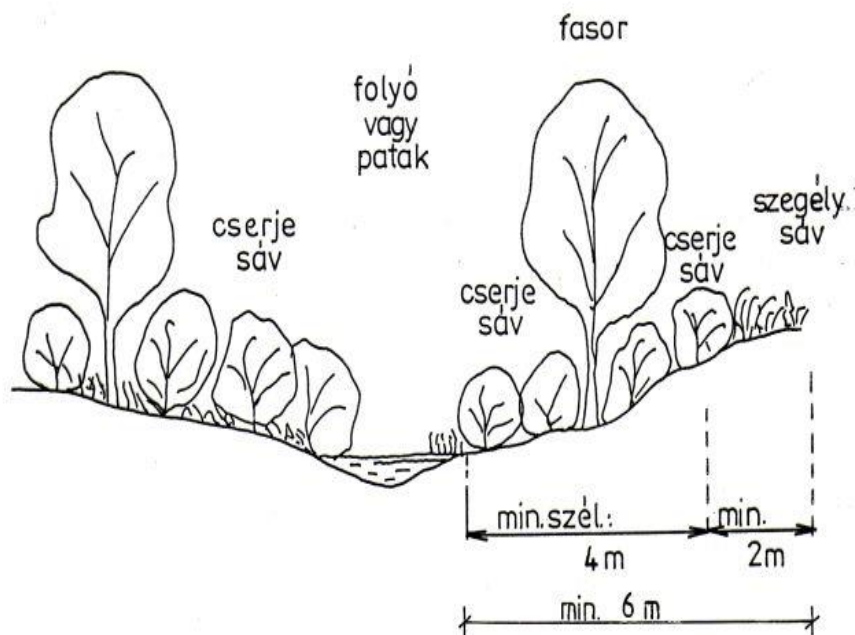
A fásítás funkciói:

- **ökológiai:** a vízhez kötött életű állatok fészkelő-, pihenő-, táplálkozó-, szaporodó- és menedékhelye, ritka állat- és növényfajok maradványáraja, meggátolja a felesleges vegyszerek bemosódását az élővizekbe,
- **gazdasági:** növeli a környező mezőgazdasági táblák terméshozamát, és csökkenti az öntözővíz felhasználást, mert javítja a környezet víz- és hőmérséklet-háztartását a mikroklímára gyakorolt hatással, javítja az agrárökológiailag hasznos-káros élőlényegyensúlyt, árnyékolja a vízfelületet, ezáltal csökkenti az öntözővíz veszteséget, ugyanakkor hasznosítja az oldalt elszivárgó vizet és ezzel meggátolja a másodlagos elszikesedést,
- **esztétikai:** a táj jellegzetes kísérőelemei, optikai tájékozódási pontok,
- **egyéb:** méhlegelő javítás, ipari- és tűzifát biztosít.

A fásítások jellemzői:

- **szerkezete:** több cserje és fasort tartalmaz, amelyek koronaszintben is tagozódnak,
- **szélessége:** a szántóföld felőli szélén legalább 2 m széles gyepes sávval kiegészül, a teljes szélesség min. 6-8 m.

Álló- és folyóvizek fásítására egyaránt alkalmas fásítást mutat a 10. ábra.



10. ábra Vízpartok fásítása (Schawerda, 1993)

3.3.2 Sövények

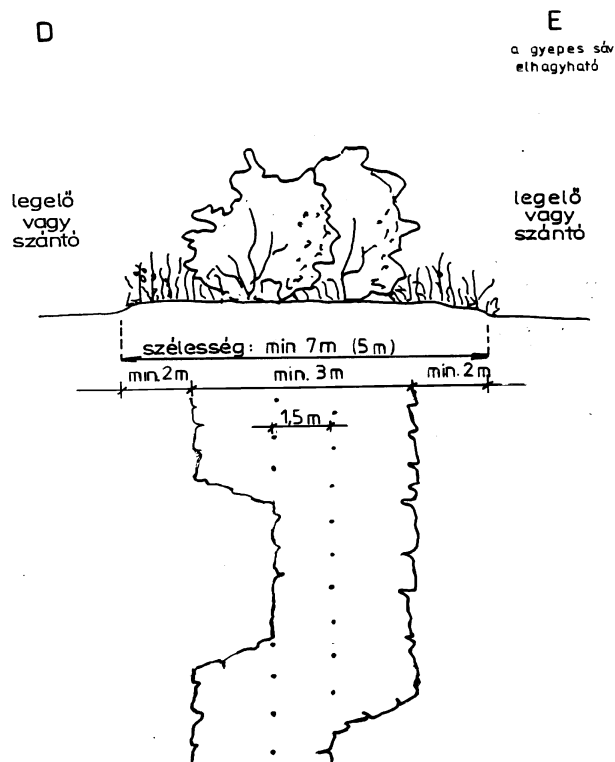
A sövényekre általában kevés gondot fordítanak a szakemberek is, pedig szerepük speciális helyeken igen nagy lehet. Figyelnünk kell arra, hogy 2,5 - 3 m-nél magasabbra nem növekvő cserjékből kell a sövényt létrehozni, amelyek telepíthetők legelők, gyümölcsösök, szántók stb. köré. Nem

szabad azonban megfelelkezni arról, hogy a sövényekben fészkelő madárfajok között a gyümölcsösökben kártevő fajok is vannak.

A sövények jellemzői:

- **szerkezete:** áttört, hézagos szerkezet (40-50% hézagfelület) kívánatos, mindkét oldalon gyepes sávval, déli oldalon rózse és kőrakásokkal,
- **szélessége:** legalább 2 sor, min. 5 m széles, középmagas-magas cserjékből,
- **növényzete:** változatos cserjefajokból alakítható ki.

A mezőgazdasági táblák között kialakítandó sövények sémája a 11. ábrán látható.

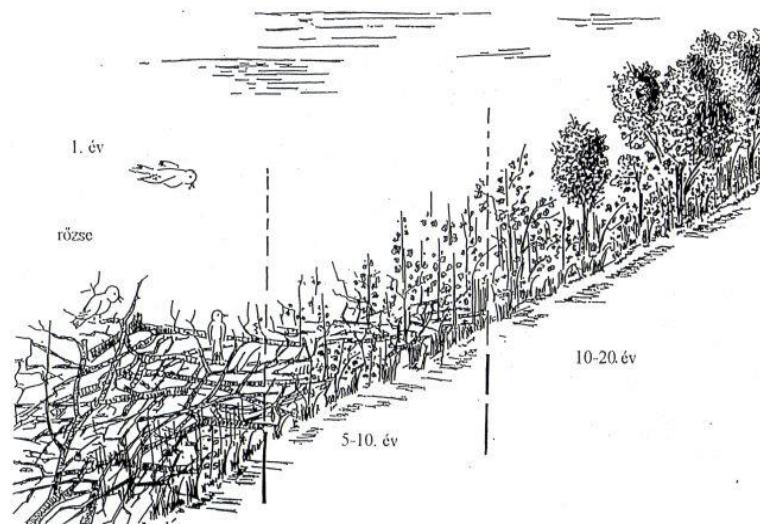


11. ábra Szántók és legelők környezetében tervezhető sövények sémája [Schawerda, 1993]

Különleges sövénytípusok:

Berlepsch-sövény: dús ágelágazódású cserjékből, intenzív nyeséssel nevelt, kő- és rózse-rakásokkal kiegészített sövény, a bokorlakó madarak fészkelésének lehetővé tételére.

Benjes-sövény: természetes úton kialakított sövény, ahol a sövény tervezett sávjában 70-80 cm vastagon, rózsevel befedik a talajt, ezt a rózsesávot gyakrabban látogatják a madarak, amelyek sok fa- és cserjemagot hullatnak el, a magvakból kifejlődő csemeték a rózse védelmében növekednek, kb. 15-20 év alatt kialakul ebben a sávban egy természetes sövény (12. ábra).

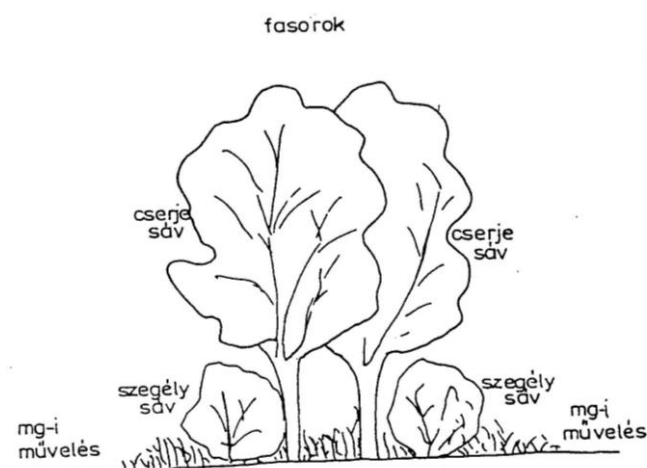


12. ábra A Benjes-sövény kialakulása [Schawerda, 1993]

3.3.3 Mezővédő erdősávok

Az erdősávok jellemzői:

- **szerkezete:** mindkét oldalon műveletlen gyepes sávval csatlakozik a szomszédos területekhez, a külső és belső határvonalak szabálytalanok, függőleges cserje-, alsó korona- és felső koronaszintre tagolódik,
- **szélessége:** legalább 4 sorból áll és legalább 7 m szélesek (13. ábra).



13. ábra Egy magas erdősáv általános szerkezete [Schawerda, 1993]

Külön fejezetben foglalkozunk a mezőgazdasági erdősávok jelentőségével, szerkezetével, felépítésével (6. fejezet).

3.3.4 Egyéb fás biotópok

Ide tartoznak az **erdőszegélyek, erdőfoltok és a fasorok.**

Az erdőszegélyek

Tudatos kiképzésükkel javíthatók a kis életterek sokoldalúsága:

- gazdag és zárt cserjeszint, főleg tüskés ágú cserjékből,
- többszintű kialakítás,
- állékony legyen, főleg a szél és a zúzvara nyomásával szemben,
- rózse és kőrakásokat, valamint
- vízvisszatartó medencéket célszerű kiépíteni, különösen a déli szegélyben.

Ezáltal javíthatók az erdő mikroklimatikus viszonyai és az állatökológiai funkciók, fokozódik az erózió elleni védelem, és csökken a széltörés veszélye. A jó erdőszegély:

- védi az erdőt a nap, a szélsőséges hőmérséklet (fagy, hőség) valamint a szél káros hatásától,
- védi a talajt a vízvesztéstől és az eróziótól,
- megtartja a páratelt levegőt az állományban, nem engedi kicserélődni a szabad térség levegőjével, és ezáltal csökkenti a párolgást,
- gazdagítja a biocönózist, védelmet ad a vadnak, és a madárvilágnak.

Legalább 10 m széles, zárt és többszintű legyen, valamint legalább 3 m széles, gyepes sávval csatlakozzon a mezőgazdasági területhez. A határvonala szabálytalan kiképzésű legyen, különösen az ökológiailag legértékesebb déli oldalon.

A gondozás során 10-20 évenként tőre kell vágni a cserjéket. Trágyázni, gyomirtókat használni tilos, a gyepes sávot időben és térben lépcsőzve kell kaszálni, ügyelve arra, hogy megelőzzük a túlzott gyommag-termelődést.

Az erdőfoltok

Előnyeikről ugyanaz mondható el, mint az előző élőhelyek esetében. Kiemelhető, hogy fontos tájékozódási pontok és a táj díszítő elemei lehetnek, különösen olyan vidékeken, ahol a termőhelyi viszonyok nem kedveznek a nagy, összefüggő területű erdőtelepítéseknek (ilyenek például a Hortobágyon féltve őrzött ún. "szárnyék-erdők").

Az erdőfoltok területe a jelenlegi erdőtörvényi meghatározás szerint max. 1500 m². Lehetőleg többszintesek legyenek és összeköttetésben álljanak a tervezési terület többi fás tájelemével. A kezelés és fenntartás során arra kell törekedni, hogy fennmaradjon a sokoldalú életteret biztosító állományszerkezet. Trágyázás és herbicidek alkalmazása tilos.

A fasorok

A táj kísérő elemei, fontos tájékozódási pontok. Előnyeikről, hasznaikról és hátrányaikról ugyanaz mondható el, mint az előző tájelemek esetében. Későbbi fejezetben részletesebben foglalkozunk a fasorokkal.

Földnyilvántartási szempontból legfeljebb 3 sorból állhatnak és legfeljebb 6 m szélesek lehetnek.

A gyümölcsösök

Rendszerint falusi kertekben, a falvak szélén, vagy önálló "zártkertben" találjuk őket. Sajátos élőhelyet képviselnek, különösen egyes madárfajok, például a sárgarigó (*Oriolus oriolus*), vagy a búbos banka (*Upupa aepops*) szempontjából fontosak.

Funkcióik: talajvédelem, a mikroklíma javítása, gyümölcsstermelés. Ökológiai funkciókat csak akkor tudnak betölteni, ha kezelésük biogazdálkodási elvek szerint történik: kerülni kell a túlzott nitrogén trágyázást, a növényvédő vegyszereket pedig körültekintően kell alkalmazni. Ennek egyik alapfeltétele az, hogy a termőtajnak megfelelő, ellenálló gyümölcsfajtákat alkalmazzanak.

4. Melioráció

4.1. A melioráció fogalma és tevékenységei

A **melioráció**, mint tevékenység, gyakorlatilag egyidős az emberiséggel. A melioráció jelentése: „jobbá tétel”. Nem más, mint a mezőgazdaság és az erdőszet szempontjából a föld termelési adottságainak tartós (több évre, évtizedre kiható) javítását célzó tevékenység, amelybe beletartozik:

- a gazdálkodásra alkalmatlan területek termelésre alkalmassá tétele,
- a termelés alatt álló területek termőképességének fokozása,
- és a gazdálkodás védelmezése.

A melioráció tehát minden olyan kémiai, biológiai és vízgazdálkodási eljárások összessége, amelyekkel valamely terület **talajának termékenységét** jelentős mértékben, tartósan fokozhatjuk.

Más megfogalmazásban: a melioráció a talaj termőképességének megőrzését és tartós növelését, az intenzívebben végzett gazdálkodás termőhelyi feltételeinek megteremtését és fejlesztését szolgálja.

A talajjavításra szoruló területek kárjelensége alapján beszélhetünk:

- **víz-**,
- **szél-**,
- **talajhiba-** vagy
- **ember által** okozott kárról, illetve e területek talajjavításáról.

A **víz** által okozott károk esetében elkülöníthetünk eróziós, árvíz, illetve talajvíz által okozott károkat. A **szél** elhordhatja a talajrészecskéket, s velük együtt esetleg a vetőmagot is. Az elhordott anyag csökkenti a talajok értékes, termőképes részét, lerakódva pedig betemetheti a növényzetet és a felszíni vízelvezetőket. A **talajhibából** eredő károk a kedvezőtlen víz-, levegő- és tápanyag-gazdálkodással vannak összefüggésben. Az **ember által** okozott károk pedig mindenütt megjelennek, ahol az ember a természeti egyensúlyt megbontja, amely által a környezet mindenütt károsodik.

A melioráció **alaptevékenységei** a következők:

Talajjavítás: azon tevékenységek összessége, amely a gazdálkodásban általában nem használt eljárásokkal tartósan megváltoztatja a termelés szempontjából káros talajtulajdonságokat és kedvezőtlen állapotokat.

Talajvédelem: minden olyan tevékenység, amely az erózió és a defláció, vagy más talajkárosodás ellen irányul.

Vízrendezés: a csapadékból keletkezett, és a talaj által be nem fogadott, vagy az altalaj-vízszint megemelkedéséből, többletvizekből származó, kárt okozó felszíni és talajvizek levezetésére és a vízállások megszüntetésére irányuló tevékenység.

Rekultiváció: az emberi tevékenység során elpusztult természetes talajtakaró tudatos helyreállítása műszaki és biológiai eszközökkel. Talajaink többsége ugyanis különböző talajjavítási eljárásokkal termékenyebbé tehető. Ez utóbbiak közé részben azok a talajok tartoznak, amelyek egykor kedvező tulajdonságait maga a mezőgazdasági tevékenység károsította, tehát a korábbi állapot helyreállítására van szükség.

Műszaki feladat a talajvédelmi létesítmények tervezése, építése és üzemeltetése, ugyanakkor mérnökbiológiai feladat ezek ellátása a megfelelő hatást biztosító növénytakaróval.

4.1.1 Erózió

A természeti erők hatására alakul ki a termőtalaj, de e tényezők hatására le is pusztulhat. A természeti erők talajromboló munkája a víz és a szél káros hatásaiban mutatkozik meg. A víz talajpusztító munkáját nevezzük **erózió**nak. Hidrológiai szempontból a hegy- és dombvidékeket a csapadékvíz gyors összegyűlése és lefolyása jellemzi, amelynek során eróziós károk keletkezhetnek.

Az eróziós folyamatokat **kiváltó tényezők** az alábbi csoportokba sorolhatók:

- éghajlati (kiemelkedő szerepe van a csapadéknak),
- domborzati (a lejtő esésének és hosszának),
- geológiai-talajtani (a talaj kötöttségének és szerkezetének van jelentősége), és
- a talaj fedettségét (ott lévő növénytakaró) jellemző csoportok.

Az erózió pusztító **folyamat**ai lehetnek:

- rejtett areális (felületi) folyamatok (cseppezózió),
- nyílt areális (felületi) folyamatok (felületi rétegerózió),
- lineáris (vonal menti) folyamatok (mélységi, barázdás, vízmosásos erózió).

Az erózió **kialakulásához** legalább a következő három feltételnek kell együttesen fennállnia:

- a leeső és a talajba beszivárgó csapadék különbségeként felszíni lefolyás keletkezzen,
- a talaj fedetlen, vagy növényzettel nem kielégítő módon legyen fedett,
- a terület relief (domborzati) energiája nagy legyen.

Ha ez a három tényező kedvezőtlenül alakul, biztosan **eróziós károsodás** keletkezik. Ezeken kívül azonban még számos tényező hat, amelyek közül a legfontosabbak:

Hidrológiai okok:

- a felszíni lefolyás intenzitása, vízhozama,
- a megelőző csapadék nedvesítő hatása,
- a vízgyűjtő alakja,
- az összegyülekezési idő,
- az esőfüggöny hullámsűrűsége,
- az esőcseppek energiatartalma.

Hidraulikai okok:

- a talajfelszín érdességi viszonyai,
- az elmosást megindító kritikus vízsebesség,
- a vízmosás típusa (lamináris, turbulens, átmeneti),
- talajtani okok,
- a talaj tartósan morzsás állapota,
- a talajfelszín peptizációval szembeni ellenálló-képessége,
- a talaj vízáteresztő-képessége.

Geomorfológiai okok:

- a lejtők égtáji kitétsége,
- a talajfelszín makro domborzati viszonyai,
- a talajfelszín mikro domborzati viszonyai,
- a relief energia (az erózió bázisviszonya a vízválasztóhoz),
- a lejtők hosszúsága,
- az alapkőzet minősége, rétegződése.

Az erózió elleni védelem során a talajt meg kell védeni a víz, a szél és a jég káros hatásaitól. Ezek a káros hatások a talaj elfújásában, elsodrásában, kimosások, partomlások, homokbuckák, stb. keletkezésében jelentkeznek. A talajvédelemhez szorosan kapcsolódik a vízrendezés, ugyanis a víznek szabályozott módon való összegyűjtése és elvezetése megakadályozza a víz romboló hatását. Különösen fontos ez nagyyesésű területeken. De egyes szélsőséges adottságok között például az öntözés is lehet talajvédő hatású.

4.1.2 Defláció

A természeti erők hatásai közül a szél káros hatását **deflációnak** nevezzük. A talajok ki vannak téve a szél talajpusztító munkájának, azok közül is főleg a homoktalajok és a kotus láptalajok. A defláció nem csupán a talaj elhordásával okoz károkat, ugyanis a talajjal együtt a tápanyagokat és a vetőmagot is elviszi. A szél által lerakott talaj betakarhatja a növényeket. Nagy károkat okozhat a "homokverés" főleg a fiatal fejlődő növényekben, felsérti azok leveleit, ezzel a növények kiszáradnak és el is pusztulhatnak.

A defláció mértékét befolyásolja a talajszemcsék mérete, valamint a talaj nedvességi állapota. A nedves talajszemcsék ugyanis jobban összetapadnak, így elmozdításuk nehezebb.

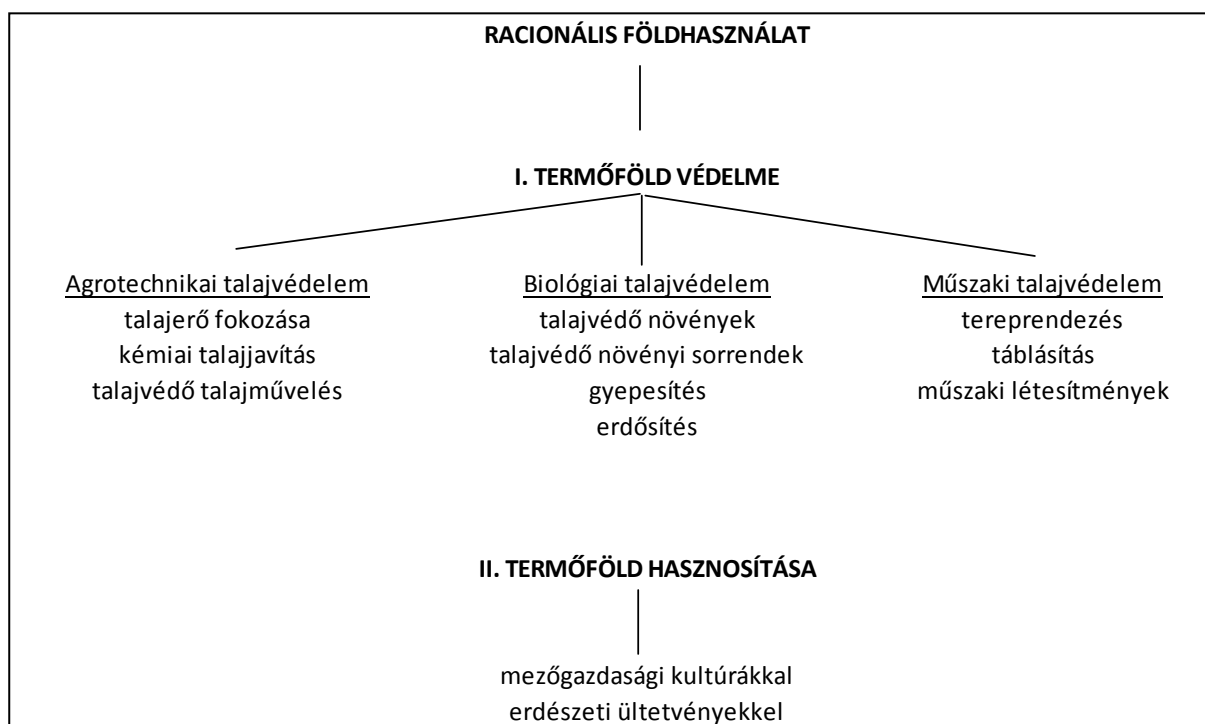
A talaj növényekkel való borítottsága csökkenti a szél erejét. A defláció veszélye annál nagyobb, minél nagyobb a szél sebessége. A deflációnak kitett terület növényekkel való borítottsága nemcsak a szél erejét, de a talaj kiszáradását is csökkenti. Fontos, hogy a talaj minél kevesebb ideig maradjon növényzet nélkül. A szerves anyaggal jól ellátott morzsás szerkezetű talajok jobban ellenállnak a szél pusztító munkájának. Ezért nagy jelentőségű a homoktalajok szerves-trágyázása. A talajművelés a homoktalajok esetén inkább a tömörítésre irányuljon, mint a talaj lazítására. Az őszi mélyszántás is tavaszra halasztható. A deflációnak kitett területen a szél erejének csökkentésében jó szolgálatot tesznek az erdősávok. A szél irányára merőlegesen telepített mezővédő erdősávok magasságuk többszörös távolságában megtörik a szél erejét. A deflá-

ció elleni védelemmel a mezőgazdálkodás során alkalmazott erdősávok ismertetésénél még foglalkozunk (6. fejezet).

4.1.3 Racionális földhasználat

A melioráció költséges tevékenység. Előfordul, hogy a gazdálkodó a meliorációt és a gazdálkodást szembeállítja olyan indoklással, hogy a drága meliorációs tevékenység kizárja a jövedelmező gazdálkodás lehetőségét.

Ezzel kerül előtérbe a racionális földhasználat fogalma, amely a föld és a hozzá kapcsolódó természeti erőforrások tartósan, közel optimális eredménnyel járó igénybevételét jelenti mezőgazdasági-, erdészeti-, ipari vagy kommunális célra. A **racionális földhasználat** fogalomkörébe éppen úgy beletartozik a **termőföld védelme**, mint a **termőföld hasznosítása** (14. ábra).



14. ábra Racionális földhasználat (Gruber-Koloszár, 1992)

Megjegyzendő azonban, hogy a talajjavítási döntéseket minden esetben – különösen például erősen savanyú homok vagy szikes talajokon – összhangba kell hozni a racionális földhasználat elveivel. Szükségtelen ugyanis drága és a környezeti hatások szempontjából rendkívül hátrányos szántóföldi használat és az ehhez szükséges talajjavítás erőltetése ott, ahol más hasznosítási módok (gyep, erdő) mellett sokkal kisebb javítási igénnyel tartható fenn a megfelelő talajállapot. A természetátalakító meliorációs eljárásokkal (tereprendezés, vízelvezetés, stb.) szemben például előnyben részesítendő az adott körülményekhez alkalmazkodó, részletes, talajfelvételezéseken alapuló, differenciált talajjavítási eljárások.

4.2 Talajvédelem és talajjavítás

A talajvédelem feladata a talajpusztulás megelőzése, megakadályozása. A talajjavítás célja a talaj termékenységének tartós növelése valamely talajhiba kiküszöbölésével, vagy valamely addig hiányzó kedvező talajtulajdonság létrehozásával.

A talajjavításhoz szervesen kapcsolódik a talajvédelem. Az erdei talajok védelmének fontosságát jól mutatja például, hogy külön jogszabályok rendelkeznek erről a „2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról” szóló törvényben. Eszerint:

„62. § (1) Az erdő talajának védelmét a káros folyamatok megelőzését szolgáló erdőgazdálkodási tevékenységgel, valamint talajvédő létesítményekkel kell biztosítani.

(2) Az erdő talajának védelméről - a (3) bekezdésben foglaltak kivételével - az erdőgazdálkodó köteles gondoskodni.

(3) Az erdő talaját a szomszédos területekről ért károsító hatások megszüntetéséről és következményeinek felszámolásáról a kár előidézője köteles gondoskodni.

63. § (1) Az erdő talajának védelme érdekében az erdőgazdálkodó köteles az erdőfelújítás, az erdőnevelés, a fakitermelés, a faanyag mozgatása, valamint a feltáró úthálózat kiépítése során az erdő talajának erózió és tömörödés elleni védelméről gondoskodni.

(2) Az erdőben szennyvíz, szennyvíziszap, hígtrágya vagy talajszennyező anyag elhelyezése tilos.

(3) Az erdőből az akácmag engedélyezett gyűjtésének kivételével erdei avar vagy a talaj humuszos termőrétegének összegyűjtése és elszállítása tilos.

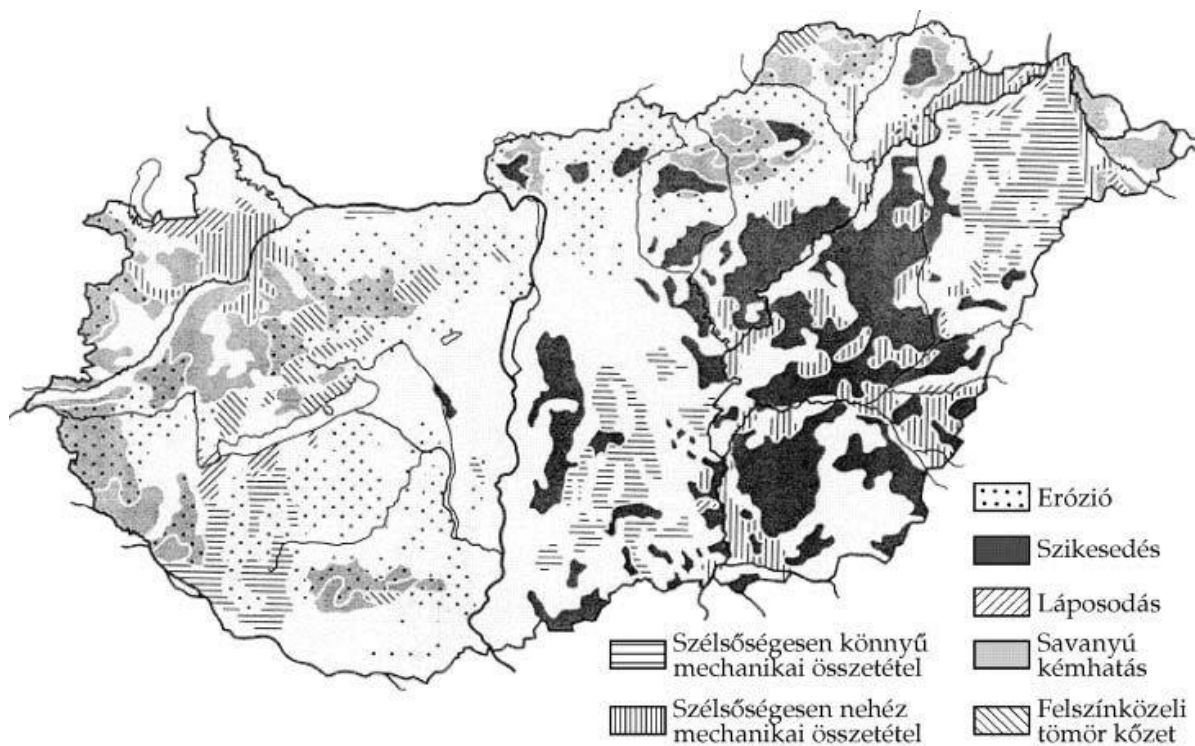
(4) Az erdőben folytatott szakszerűtlen gazdálkodás következtében az erdővel szomszédos mezőgazdasági vagy egyéb rendeltetésű területek erdőből továbbterjedő károsítása esetén az erdőgazdálkodónak kell gondoskodnia a kár okának megszüntetéséről.

(5) Az erdőgazdálkodó az (1)-(3) bekezdésben foglaltak be nem tartása miatt az erdő talajában keletkezett kár megszüntetéséről és a helyreállításról az (1) bekezdésben foglaltak szerint minden esetben, a (2)-(3) bekezdés szerinti esetben pedig csak akkor köteles gondoskodni, ha a kár neki felróható okból következett be. Amennyiben a (2)-(3) bekezdések szerinti károkozás nem az erdőgazdálkodónak róható fel, az erdőgazdálkodó köteles a további károsodást megakadályozó intézkedések megtételére, így a rendőrség, a környezetvédelmi hatóság és az erdészeti hatóság felé feljelentést, illetve bejelentést tenni.

(6) Az erdő talajának védelmére e törvény rendelkezéseit a talajvédelemre vonatkozó külön jogszabály rendelkezéseivel együttesen kell alkalmazni.”

Talajjavításnak (meliorációnak) nevezzük azon kémiai, fizikai, vízgazdálkodási, biológiai és műszaki beavatkozások összességét, melyek a szokásos agrotechnikai műveleteken túl a talaj termékenységének fenntartását, illetve növelését szolgálják.

A talaj termékenységét számos tényező befolyásolhatja. Hazánkban is meglehetősen sok kedvezőtlen hatás éri a talajokat, melyek a 15. ábrán láthatók.



15. ábra A talaj termékenységét gátló tényezők előfordulása Magyarországon
(http://mek.oszk.hu/02100/02185/html/img/2_4_18g.jpg)

Néhány, a talaj termékenységét gátló tényező és hatása:

- Savanyú kémhatás:
 - tápanyag immobilitás,
 - gyenge mikrobiológiai aktivitás,
 - csökkent tápanyagfelvétel.
- Szikes talaj:
 - erősen lúgos kémhatás,
 - szélsőséges vízgazdálkodás (belvízveszély, aszályérzékenység),
 - kevés felvehető tápanyag.
- Nagy agyagtartalom:
 - szélsőséges vízgazdálkodás,
 - csökkent mikrobiális tevékenység,
 - kevés felvehető tápanyag.
- Nagy homoktartalom:
 - kevés kolloid,
 - aszályérzékenység,
 - kis pufferkapacitás,
 - defláció,
 - gyenge víztartóképeség,
 - gyenge tápanyag szolgáltató képeség.
- Felszínhez közeli tömör képződmény
- Sekély termőrétteg

- Erős vízhatás
- Talajpusztulás

A talajjavítás a beavatkozás módja szerint lehet **kémiai, mechanikai (fizikai) és biológiai** talajjavítás. Meg kell azonban jegyezni, hogy a beavatkozások következménye nem korlátozódik csak a beavatkozás jellegére. Például egy kémiai talajjavítás nemcsak a talaj kémiai, hanem fizikai és biológiai tulajdonságait is megváltoztatja. Célszerű az egyes különböző jellegű talajjavítási beavatkozásokat összehangolva, együttesen alkalmazni, és a gyakorlatban legtöbbször ezt így is alkalmazzák. Az alábbiakban jórészt csak az erdészeti gyakorlatban alkalmazott talajjavítási eljárások kerülnek ismertetésre.

4.2.1 Kémiai talajjavítás

A **kémiai talajjavítás** olyan talajjavítási mód, amelynek során valamilyen vegyi anyagot, vagy a természetben is fellelhető anyagot használnak fel, amely anyag, vagy annak alkotórésze a talajban kémiai változást eredményez. A kémiai javítás célja a talaj kedvezőtlen kémiai és fizikai tulajdonságainak megszüntetése, illetve káros hatásainak mérséklése. A javítás lehetősége és módja a talaj tulajdonságaitól függ.

a. Savanyú talajok javítása

Javításra szoruló talajaink közel 70%-a a savanyú talajok közé tartozik. E talajfajták összefüggő területeket borítanak hegy- és dombvidékeinken, de jelentős a kiterjedésük Szabolcs-Szatmár-Bereg megye keleti felén, továbbá a Tisza és a Körösök völgyében is.

A savanyú talajoknál a kémhatás a savas tartományba esik (a pH értéke kisebb 6,8-nál). A magas H^+ ion koncentrációt több tényező okozhatja, így a savanyúság mind mennyiségi, mind minőségi tekintetben nagyon összetett.

A savanyú kémhatású, telítetlen talajok kialakulásának alapvető oka:

- a talaj folyamatos, erős kilúgzása,
- vagy az eleve savanyú talajképző kőzet (a kettő együtt is jelentkezhethet).
- A savanyúságnak több káros hatása is van (Filep, 1999):
- nem következik be a humuszanyagok koagulációja, a talajszerkezet tömörödött lesz, a víz- és levegőgazdálkodás kedvezőtlen,
- a savanyúsággal nő a talajban az alumínium- és a mangánion koncentráció, amelyek nemcsak toxikus hatásúak a növényre nézve, hanem az Al^{3+} korlátozza a létfontosságú ionok felvételét is,
- a biológiai tevékenység a talajban csökken.

Általában a savanyú talajokat meszezéssel javítják, így szüntethető meg a nemkívánatos savanyúság. Ezáltal a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai is megváltoznak.

A talajjavító anyaggal szemben két alapkövetelmény van:

- elegendő kalciumot tartalmazzon,
- lúgosító hatást fejtsen ki.

Erre a célra a gyakorlat az alábbi anyagokat alkalmazza.

- **Mészköpor:** őrlhető mészkövek feldolgozásával állítják elő, 85-95% kalcium karbonátot tartalmaz, és fontos, hogy az anyag 80%-a 0,2 mm-nél kisebb legyen.
- **Lápi, vagy tavi mész:** tőzegtelepek feküjéből állítják elő, csaknem tiszta szénsavas mészből áll.
- **Cukorgyári mésziszap:** a cukorgyártás mellékterméke, ma már alig használják.
- **Égetett mész:** a mészkőművek hulladék-anyagából őrléssel, vagy levegőn történő porítással állítják elő.
- **Ipari hulladék:** olyan kalcium tartalmú salakanyagok, amelyek a növény számára káros egyéb anyagot nem tartalmaznak.

A meszezés módja a talajtól és a javítóanyagtól függ. Általában a javítóanyagot kiszórják, vagy elterítik, majd tárcsázással, sekélyszántással vagy fogasolással a talajba keverik. A meszezés akkor tekinthető hatékonynak, ha maximális hatása 7-9 hónap között jelentkezik, és 2-3 éven belül a teljes mennyiség feloldódik a talajban.

b. Szikes talajok javítása

Hazánkban a szikesedés közel 1 millió ha területet érint. A hazai szikesek döntő hányada a Közép-Tisza-vidéken, a Berettyó és a Körösök vidékén, továbbá a Duna menti-síkságon található. A szikesedést okozó tényezők a talaj vízgazdálkodására, talajszerkezetére, tápanyagforgalmára és a növényi anyagcsere folyamatokra is károsan hatnak.

A szikes talajok javításának **célja** a talaj kedvezőtlen fizikai és kémiai tulajdonságainak megszüntetése, illetve a kémhatás, a vízgazdálkodás és a tápanyagszolgáltató-képesség kedvezőbbé tétele.

A kémiai talajjavítás szempontjából a szikesek három csoportba sorolhatók.

- **Mésztelen szolonyec talajok**
- **Gyengén lúgos mésztelen szikesek**
- **Meszes szódás szikesek**

Mésztelen szolonyec talajok javítása

Ezek a talajok a kilúgzás miatt az „A” szintjükben nem tartalmaznak szénsavas meszet, de néhol még a „B” szintben sem. A Na⁺ ion nagy mennyiségben van jelen, ami a fizikai tulajdonságokat rontja. A mésztelen szikesek javításának elméleti alapja az abszorbeált nátriumnak kalciummal történő kicserélése. Ezért olyan javítóanyagot kell használni, amely nagy mennyiségű kalciumot tartalmaz

A mésztelen hazai szikesek leginkább elterjedt eljárása az **altalajterítés** vagy **digózás**. Ennek során a javítandó területen vagy annak közelében olyan helyet keresnek, amelynek altalajában javításra alkalmas sárgaföld található. Ezt kitermelik, majd elterítik és bedolgozzák a talajba. A hatás a talajba dolgozott sárgaföld szénsavas mésztartalmától függ.

Gyengén lúgos mésztelen szikesek javítása

A javítóanyagok általában megegyeznek a savanyú szikeseknél alkalmazottakkal, a különbség annyi, hogy a javítóanyagok között más savanyú kémhatású anyagot is alkalmaznak., melyek közül a fontosabbak:

- Őrölt gipsz: maximális szemcseátmérője 1 mm,
- Lignites gipsz: az őrölt gipszhez, a cementálódás megakadályozására, 20% lignitport kevernek,
- Lignitpor: szénbányászati melléktermék, ma már kevésbé alkalmazzák,
- Ipari hulladékok: legjelentősebb a foszfor-gipsz, amely a foszfátműtrágya mellékterméke,
- Savgyanták: olajipari melléktermékek, amelyek szabad ásványi savat (főleg kénsavat) tartalmaznak.

Meszes szódás szikesek javítása

Csak savanyú javítóanyagokat használnak a feltalaj lúgos kémhatása miatt. A javítás előtt, ahol szükséges, gondoskodni kell a talajvízszint süllyesztéséről, mivel a felszín közeli sós talajvíz a kémiai javítást teljesen hatástalanítja.

A leghatékonyabb javítóanyag a gipsz, emellett csak a nagy gipsztartalmú ipari hulladékok alkalmazásától várhatók megfelelő eredmények.

4.2.2 Mechanikai (fizikai) talajjavítás

Ide tartoznak mindazok az eljárások, amelyek fizikai beavatkozások hatására a talajok termékenységében kedvező és maradandó változást eredményeznek.

A **mechanikai talajjavítás célja** valamely fizikai talajhiba megjavítása, ezen belül is elsősorban a kedvezőtlen víz- és levegőgazdálkodás javítása. A mechanikai (fizikai) hatás következtében sok esetben jelentős kémiai és biológiai változások is végbemennek a talajban. Például, ha a mélyforgatás eredményeként egy szolonyec talaj B szintje a felszínre kerül, és ez a réteg gipszet tartalmaz, ekkor a talaj javulhat. Viszont romolhat is az ilyen talajnak a termékenysége akkor, ha a B szint anyaga sós vagy erősen szikes. Ezek a hatások így elsősorban a talaj kémiai változására vezethetők vissza.

A fizikai talajhibák kiküszöbölésének egyik leggyakoribb eljárása a **talajlazítás**. Akkor beszélhetünk talajlazítóval történő talajjavításról, ha a lazítás mértéke meghaladja a 40 cm-t. A száraz talajon történő talajlazítás egyrészt függőleges hasítékot nyit végig a talajban, másrészt a talaj megemelésével és a fölfelé mozgó erők hatására a tömődött talajt egyrészt széttöri, másrészt szétrázza. Fokozható a hatás, ha a talajlazító vibráló mozgást is végez.

A talajlazítás eredményeként megnő a talaj porozitása, javul a vízlevezetése és a talaj levegőzöttsége. Előnyösen alkalmazható agyagos, tömött réti és erdőtalajokon, de kedvező hatás érhető el agyagos szikeseken is. A lazítás időpontját elsősorban a talaj nedvességi állapota határozza meg. Minél szárazabb a talaj, annál jobban érvényesül a talajlazító törő hatása. A talajlazítás hatása általában 4-5 évre tehető.

A talajlazítás mellett ismert talajjavító eljárás a **mélyforgatás**. Alkalmazásakor – szemben a talajlazítással – megváltozik a talajszelvény felépítése, függőleges tagozódása. Rigolekével forgatják meg a talajt, a forgatás mélysége 60-80 cm. A forgatással egy időben, ha szükséges, a mélyebb szintekbe leforgatják a megfelelő műtrágya mennyiséget is. A művelet során a forgatott réteg teljesen összekeveredik, melynek következtében a talaj eredeti tápanyag- és vízgazdálkodása alapvetően megváltozik. A humuszos réteg ugyanis a felszínről a mélyebb rétegek között oszlik el. A szénsavas mész, a mélyebb rétegekből felhozva, az egész forgatott szintet átmeszezi. Több lesz a pórus a talajban, ezáltal jobb lesz a talaj levegő- és vízgazdálkodása. Ezek a tulajdonságok az évek folyamán fokozatosan megszűnnek és a talaj egy idő után, fokozatosan visszanyeri eredeti térfogatát.

4.2.3 Biológiai talajjavítás

Biológiai talajjavításnak nevezzük azokat az eljárásokat, amelyekben a talaj kedvezőtlen tulajdonságait a természetett növény segítségével szüntetjük meg vagy mérsékeljük (Zentay, 1987). A talajok termékenységét tehát élő, illetve részben élő (pl. istállótrágya) anyagokkal, növényi kultúrákkal is lehet javítani. Ez utóbbival történő talajjavításnak egyik nagy előnye, hogy ezáltal javul a talaj termékenység szempontjából hasznos tulajdonsága.

A biológiai talajjavítás **célja**:

- a talaj termékenységének javítása,
- hasznosítható szervesanyag mennyiség termelése,
- a termőtalaj védelme.

A biológiai talajjavításnak kétféle hatása lehet:

Közvetett hatás:

- szélerő mérséklése,
- talajpárolgás mérséklése,
- talajvízszint süllyedésének mérséklése.

Közvetlen hatás:

- kedvezőbb talajszerkezet kialakítása,
- humusz- és tápanyagforgalom növelése,
- kémiai tulajdonságok javítása.

A biológiai talajjavítással elsősorban a mezőgazdasági művelés alatt álló területeken foglalkoznak. Két elterjedt módszer ismert a gyakorlatban:

Az egyik a **Westsik-féle zöldtrágyázásos** eljárás a homoktalajok javítására (főleg savanyú kémhatású homoktalajokon).

A vetésforgóban csillagfürtöt alkalmaznak, un. zöldtrágya növényként. „A zöldtrágyázás a talaj termékenyítélnek olyan módszere, amikor az erre a célra vetett növényt virágzó szakaszban zölden beszántják” (Antal, 1999). Az eljárásban a csillagfürt rendszeres tavaszi vetése és beszántása egy jól bevált módszer a talaj termékenységének javítására. A beszántott zöldtömeg

a talaj mélyreható javulását idézi elő, gazdagítva a talaj szervesanyag- és nitrogéntartalmát. Az eljárást a Nyírség homoktalajain alkalmazzák eredményesen.

A másik eljárás az **erőteljes gyökérzetet fejlesztő növények** alkalmazása (főleg meszes homoktalajokon).

A növények gyökérzete olyan esetben javítja a talajt, amikor a talaj mélyebb rétegeiben – de még a gyökérszónában erősen tömörödött talajréteg található. Az ilyen talajokon napraforgót, somkórót vagy lucernát (talajrepezető növényeket) természetnek, amely növények gyökerei áttörnek a tömörödött talajréteget. Ez a réteg ugyanis a gyengébb gyökérzetű növények számára áthatolhatatlan lenne. Ezzel a talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságai javulnak, és így kedvező feltételeket teremtenek az utánuk természetett növények számára.

Erdő esetében a biológiai talajjavítás során **az erdő maga** egy talajjavító-talajvédelmi tényező. Talajjavító, mert gyökérzete segít kialakítani a megfelelő talajstruktúrát. Az erdő által termelt lomb visszahagyása a humuszképződés révén segíti a talajfejlődést, tápanyag visszapótló és szerkezetjavító hatású. Talajvédelmi, mivel az erdő gyökérzete segítségével megköti a talajt, lombozata megtöri a szél erejét, így mérsékli a deflációt, az eróziót és véd a talajpusztulással szemben.

Biológiai módszerekkel az erdészeti gyakorlatban elsősorban a **kis szervesanyag tartalmú**, valamint az **erősen savanyú talajok** javíthatók eredményesen.

a. Kis szervesanyagtartalmú talajok biológiai javítása

A kis szervesanyag tartalmú talajok két fő genetikai talajtípusba tartoznak, ezek a vázталajok és az öntéstalajok. Közös tulajdonságuk az 1 %-nál alacsonyabb szervesanyag tartalom.

A kevés szervesanyag tartalommal rendelkező talajokra olyan fafajokat kell ültetni, amelyeknél fontos, hogy:

- nitrogénben gazdag, gyorsan bomló avarjuk legyen,
- évente nagy mennyiségű avar adjanak,
- kis tápanyagigényű fafajok legyenek.

Néhány **talajjavításra alkalmas** fafaj a fontosabb talajjavító tulajdonsággal:

Akác (Robinia pseudoacacia)

- avar mennyisége: kevés,
- bomlási gyorsasága: gyorsan bomlik,
- nitrogén mennyisége: igen sok,
- alkalmas: homok- és földes vázталajok javítására.

Fehér nyár (Populus alba)

- avar mennyisége: nagy,
- bomlási gyorsasága: gyors,
- nitrogén mennyisége: sok,
- alkalmas: homoktalajok javítására (de a talajvíz lehetőleg elérhető legyen)

Feketefenyő (*Pinus nigra*)

- avar mennyisége: nagy,
- bomlási gyorsasága: lassú,
- nitrogén mennyisége: sok,
- alkalmas: homok- és kopárfásításra.

Kislevelű hárs (*Tilia cordata*)

- avar mennyisége: nagy,
- bomlási gyorsasága: közepes,
- nitrogén mennyisége: nagy,
- alkalmas: földes kopárokra is (gyertyános-tölgyes klímában).

Mezei juhar (*Acer campestre*)

- avar mennyiség: közepes,
- bomlási gyorsaság: közepes,
- nitrogén mennyisége: közepes,
- alkalmas: homok- és kopárfásításra.

Mézgás éger (*Alnus glutinosa*)

- avar mennyiség: közepes,
- bomlási gyorsaság: igen gyors,
- nitrogén mennyisége: nitrogénben gazdag,
- alkalmas: csak többletvízhatással érintett homoktalajok javítására.

Vénic-szil (*Ulmus laevis*)

- avar mennyiség: igen nagy,
- bomlási gyorsaság: gyors,
- nitrogén mennyiség: igen nagy,
- alkalmas: homoktalajok javítására.

A felsorolt fafajok elegyetlen állományait feltételezve – a kortól, a termőhelytől és a faállomány-szerkezeti tényezőktől függően – avarprodukciónkkal az alábbi nitrogén mennyiséget juttatják a talajra (5. táblázat).

5. táblázat Néhány fafaj talajon lévő avarjának nitrogénmennyisége

Fafaj	N-mennyiség (kg/ha/év)
Mezei juhar	30-50
Feketefenyő	35-50
Akác	30-65
Kislevelű hárs	40-65
Mézgás éger	47-90
Vénic-szil	75-90
Fehér nyár	75-90

Forrás: Járó, 1958

b. Savanyú talajok biológiai javítása

A savanyú talajok – mezőgazdálkodás céljából történő – javítása az előzőekben említett kémiai módszerekkel történik. Erdőterületeken azonban az elsavanyúsodott, elpodzosodott talajok kémiai tulajdonságainak kedvezőbbé tétele legfőképpen helyes fafaj-megválasztással érhető el. Technikai rekultivációval ezek a talajok költségesen javíthatók, mint például a korábban említett meszezéssel.

A biológiai talajjavítás bizonyos fafajok telepítésével történhet. Az elsavanyodott talajok javítására azok a fafajok alkalmasak, amelyek nagy mennyiségű, viszonylag gyorsan bomló és kalciumban gazdag avart juttatnak évente a talajra.

A 6. táblázatban felsorolt fafajokkal végrehajtott erdősítések talajjavító hatása csak több évtized múlva érzékelhető. Ezekkel a fafajokkal un. előerdők létesíthetők, amelyek aztán a későbbiekben segítik az értékesebb, nagyobb tápanyagigényű fás növényi kultúrák megtelepedését.

6. táblázat Néhány fafaj talajon lévő avarjának kalcium mennyisége

Fafaj	Ca-tartalom (kg/ha/év)
Rezgő nyár	40-90
Gyertyán	45-70
Nyír	65-105
Mezei juhar	80-140
Akác	65-150
Vénic-szil	150-200
Kislevelű hárs	145-270

Forrás: Járó, 1958

5. Rekultiváció (újrahasznosítás)

5.1 A rekultiváció fogalma

„A **rekultiváció** vagy újraművelés, egy terület újrahasznosításra való alkalmassá tétele. Azon technikai, biológiai és agronómiai eljárások összessége, melyek során a természeti, vagy az emberi (antropogén) tevékenység károsító hatására terméketlenné vált földterület alkalmassá válik mezőgazdasági, erdőgazdasági művelésbe való visszaállításra vagy egyéb módon történő újrahasznosítására” (Wikipédia).

A **rekultiváció** vagy **újrahasznosítás** fogalma az utóbbi évtizedekben jelentősen kiteljesedett. A fogalom alatt egyes szerzők csak az ipari tevékenységek (bányászat) által tönkretett területek újrahasznosítását értik, míg mások a leromlott termékenységű területek meliorációját (lásd előző fejezet) is ide sorolják éppúgy, mint a megszűnt települések, tanyák, stb. helyének művelésbe vonását.

Barner (1978)(idézi Gruber-Koloszár, 1992) két értelemben vett rekultivációt különböztet meg, amit napjainkban is használnak:

- **tágabb** értelemben beleérti a természeti tényezők (szél, víz) talajpusztító hatását is,
- **szűkebb** értelemben az ipari, mezőgazdasági tevékenység által tönkretett földfelszín újrahasznosítását érti.

A két megközelítés azért is indokolt, mivel a természeti tényezők talajpusztító hatása általában hosszabb időszakot ölel fel, míg az ipari tevékenység környezetkárosító hatása csak az utóbbi néhány évtizedben lett egyre nagyobb méretű.

Ökológiai értelmű megközelítésben:

- a tájegység károsított, roncsolt részének helyreállítása oly módon, hogy az minél harmonikusabban illeszkedjék a környezet egészébe. Ez azonban nem jelenti a minden áron való eredeti természetes környezet visszaállítását, mivel a legtöbb esetben ez nem is valósítható meg. Ennek ugyanis gátat szabnak különböző technikai és ökológiai feltételek.

A környezet védelme és fejlesztése nem tekinthető statikus állapotnak, amely a korábbi állapot gazdasági táj természetes potenciálja és az ember igényei között.

A rekultiváció nem függhet a földfelszín használó egység pillanatnyi ökonómiai helyzetétől vagy más szubjektív tényezőtől. A tájat jelentősen befolyásoló felszín-átalakító tevékenység esetében az üzemeltetési koncepcióval egy időben a megfelelő rekultivációs elképzelést is meg kell fogalmazni. Ez magában foglalja a rekultiváció folyamatait, azaz mind a **műszaki** (technikai), mind a **biológiai** rekultiváció alapvető feladatait.

5.2 A természeti környezetet károsító folyamatok

A természeti környezetet károsító folyamatok két nagy csoportra oszthatók:

- **természeti hatások**
- **antropogén hatások**

5.2.1 Természeti hatások

A természetben a degradációs és regenerációs folyamatok megközelítőleg egyensúlyban vannak. Ezt az egyensúlyt időnként olyan természeti katasztrófák bontják meg, amelyek által okozott károsítások csak tudatos emberi tevékenységgel szüntethetők meg.

Jelentősebb károsítási folyamatok:

- földrengések,
- földcsuszamlások,
- erdőtüzek,
- áradások,
- hurrikánok,
- vulkáni kitörések.

A természet megbontott egyensúlyi helyzete további pusztulások forrása lehet. A természetes erózió, illetve defláció gyakran a természeti katasztrófák következményei. A rekultivációt, illetve helyreállítást a károsítási folyamat után minél előbb meg kell kezdeni a káros folyamatok megakadályozása érdekében. Hazánkban az említett természeti katasztrófák közül a természetes erdőtüzek, tőzegtüzek, áradások, földcsuszamlások okozhatnak rekultivációs tevékenységekkel helyreállítható károsodásokat.

5.2.2 Antropogén hatások

Az **emberiség létszámának gyarapodásával** a természeti környezetet **károsító folyamatok** felgyorsultak. A természeti kincsek, ásványok kitermelése az emberiség javát szolgálja, előmozdítja a fejlődést. Az ásványvagyon növekvő mértékű felhasználása a technikai fejlődés feltétele, ugyanakkor azonban a természet – véges regeneráló képessége miatt – a fellépő káros hatásokat csak egy bizonyos mértékig tudja ellensúlyozni.

Már az ipari forradalmakat jóval megelőzően is jelentős mértékű antropogén környezeti károsodást okoztak a bányaművelések. Ez a jelenség érvényes volt az akkori Magyarország területére is. A XV. században Zsigmond király (1426) elrendelte a bányászati tevékenységek következtében kiirtott erdők újratelepítését, később Mária Terézia (1770) a bányák körül keletkező hányók kötelező fásítását írta elő. Az említett intézkedések ellenére évszázadokon keresztül elmaradt a bányahányók és egyéb módon károsított területek szakszerű rekultivációja. A rekultiváció helyett ugyanis inkább a földtulajdonosokat kártalanították a bányák tulajdonosai, vagy bérlői.

Ökológiai szempontból a bányászat az egyik legkárosabb ipari ágazat. Az emberi tevékenység hatásai láthatók a 7. táblázatban a kezdetektől napjainkig.

7. táblázat Az emberi tevékenység hatásai

Idő	Beavatkozás	Hatás
i. e. 5000-4000	első erdőirtások Görögországban	erózió, dél-görögországi folyók feltöltődése
4000 körül	ekés földművelés kezdete	defláció
750 előtt	erdők folyamatos irtása	talajerózió
0 körül	római befolyási területen intenzív gazdálkodás	népesség beáramlás
i. sz. 500 körül	parasztgazdaságok környezetterhelése	víz okozta erózió
580	rabszolgaság elterjedése	legeltetés, kaszálás, nagymértékű degradáció
1200-ig	középkori parasztművelés	regeneráció
1200-tól	erdők nagyarányú irtása hajóépítés céljára	korábbinál nagyobb pusztítás
16. század	állattartás növekedése	erózió, defláció mértéke nő
1756	Grimani törvény: megtiltják az erdőkben a legeltetést	erózió, defláció megakadályozása
20. sz.	további erdőpusztítások	erózió, defláció, légszennyező anyagok, mérgező hulladékok, elsivatagosodás, biológia sokféleség csökkenése

A bányaművelések és károsító hatásuk

A bányaművelések a kitermelés módját tekintve 3 csoportra oszthatók:

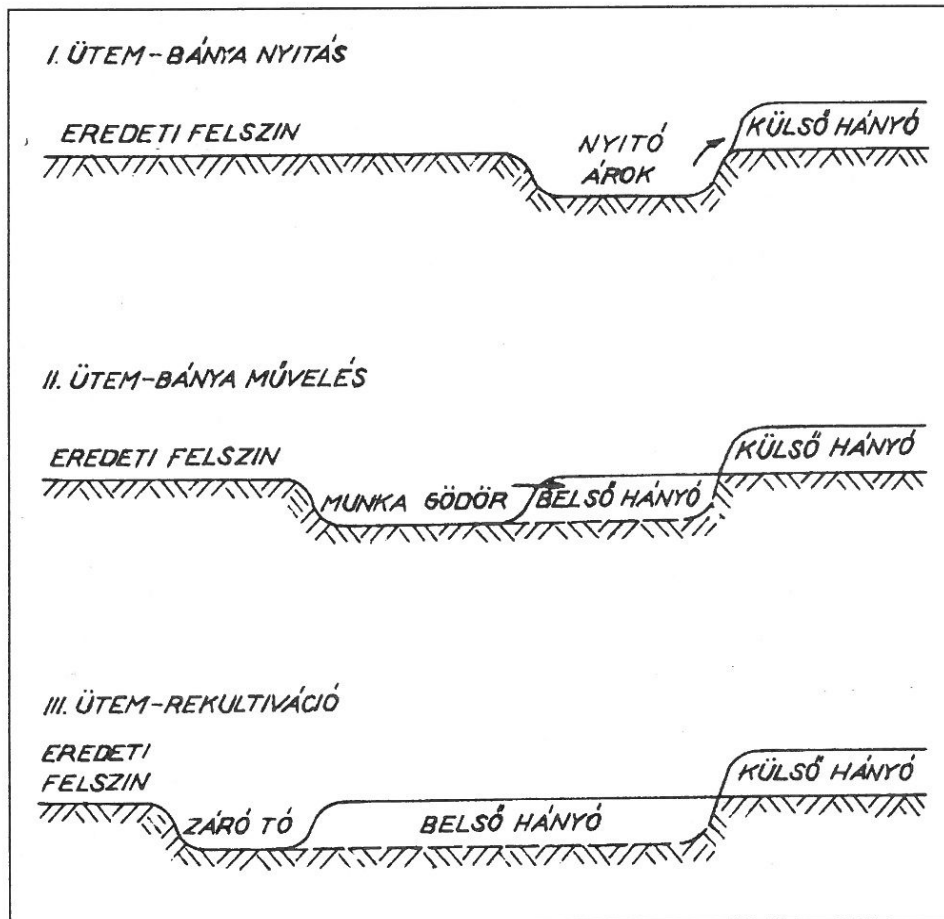
- külszíni művelésű bányák,
- mélyművelésű bányák,
- olaj- és gázkitermelő berendezések.

A külszíni művelésű bányák károsító hatásai:

- **külső hányó területfoglalása:** az a terület, ahová a külszíni bánya nyitó árkából az ásványkincset fedő meddő tömeget elhelyezik,
- **belső hányó területfoglalása:** a nyitó árokban és a bányatérben elhelyezett ásványkincset fedő meddő tömeg,

- **záró gödör** területfoglalása: a bányaművelés befejezése után visszamaradó gödör, amely a rétegvizekből – a környező terület vízrendszerétől függően – térben és időben feltöltődik, akár ivóvíz minőségű vizet tartalmazhat,
- **depressziós terület** rétegvízének elvonása víztelenítése esetén: az a tér, ahonnan a bányanyitást megelőzően és a művelés idején a rétegvizeket elszívatták, a területet víztelenítik.

A külszíni bányaművelés egyszerűsített folyamatát mutatja be a 16. ábra.



16. ábra A külszíni bányaművelés folyamata [Szalai-Krisztián, 1993]

A külszíni bányák külső és belső hányói eredeti állapotukban terméketlenek. Tartalmazzák az ásványkincset takaró különböző fizikai összetételű, állapotú és kémiai tulajdonságokkal rendelkező meddő rétegeket. A Földvédelmi Törvény előírja, hogy a legalább 1% humusztartalmú felső talajréteget szelektív letermeléssel kell elkülöníteni, tárolni, illetve deponálni, majd a rekultiváció során felhasználni, azzal fedni a terméketlen külső, vagy belső hányóterületeket.

Mélyművelésű bányák károsító hatásai:

- meddőhányók területfoglalása: terméketlensége, mérgező hatása, légszennyezése, a különböző használhatatlan anyagok, létesítmények hátrahagyása,
- víztelenítés esetén a depressziós terület kiszárítása,

- a művelés befejezését követő süllyedések következtében az élővizek elfajulása, lefolyástalan, mocsarasodó talajfelszín kialakulása.

A mélyművelésű bányák meddőhányói általában nem alkalmasak mezőgazdasági hasznosításra. Az erdészeti hasznosítás nem kizárt, ha fitotoxikus anyagot nem tartalmaznak.

Olaj- és gázkitermelő berendezések károsító hatásai:

- a kitermelés területszennyezése és
- a kitermelés területfoglalása által kialakult környezeti károsítás.

Az ásványolaj- és földgázkitermelő kutak üzemzavar, kitörés- és tűzvész esetén veszélyeztetik a környezetet. Az olajszennyezések kisebb-nagyobb lokális szennyezést okoznak, amelyek veszélyeztetik a mezőgazdasági területeket, esetenként a felszíni és a rétegvizeket.

A különböző ásványkitermelések károsító hatása

Hazánkban legnagyobb területet az építőanyag bányák foglalnak el. Ezek közül a legjelentősebbek:

- **agyag:** közvetlen építőanyagként, illetve égetett kerámia, téglá, stb. formájában,
- **kavics, homok:** általánosan használt építőipari alapanyagok, adalékok,
- **kő, mészkő, pala:** közvetlen építőipari alapanyagok, talajjavító anyagok.

Melléktermék és hulladéklerakó helyek károsító hatása

A különböző melléktermék - és hulladéklerakó helyek, szeméttelpek, az ország területén legnagyobb számban található, potenciálisan károsító, rekultivációra szoruló területek.

- **salakhányók:** kohóművek közvetlen közelében találhatóak,
- **zagyterek, iszaplerakók:** nagy területfoglalással és a rétegvizek szennyezésével okoznak károkat,
- **szilárd hulladék- és szeméttelpek helyek:** nagy területfoglalással, környezetszennyezéssel, vízbázis szennyezésével okoznak környezeti károsításokat.

5.3 A rekultiváció fajtái és műveletei

A különböző módon károsított területek rekultivációja a károsítás módjától, jellegétől függően változó, folyamatában eltérő, de egymásra épülő két szakaszból áll:

- **a műszaki (technikai) és**
- **a biológiai rekultivációból áll.**

5.3.1 Műszaki (technikai) rekultiváció

Műszaki (technikai) rekultiváció: olyan műveletek sora, amelynek következtében a terület alkalmassá válik – mezőgazdasági, erdőgazdálkodási hasznosítása esetén – a biológiai rekultiváció elvégzésére, egyéb hasznosítási módok esetén a területhasználat céljának megfelelő hasznosításra.

A műszaki rekultiváció munkafázisai:

- terület megtisztítása ipari hulladékoktól, kőzetmaradványoktól, minden olyan tárgytól, anyagtól, vegyi szennyeződésektől, amelyek zavarhatják a terület rendeltetésszerű használatát,
- gazdaságosan művelhető táblaméretek, eróziómentes lejtésviszonyok kialakítása,
- a területhasználathoz szükséges gazdasági és közlekedési utak kialakítása,
- terület vízrendezésének – vízvisszatartás, vízelvezés – kialakítása,
- a humuszos termőréteg visszaterítése, elegyengetése,
- vízmosások, szakadékok megkötése,
- süllyedések, lefolyástalan öblök, horpadások, stb. megszüntetése a biológiai rekultivációra alkalmas terület kialakításával,
- a rekultiválandó terület illesztése a környező területekhez, ráfolyások, stb. megakadályozása kiépített vízelvezéssel,
- köves kopárok eróziójának megakadályozása,
- „túlhasznált” mezőgazdasági területek rekultivációja,
- zárógödrök mederrendezése, rézsűépítés, partvédelem,
- zagyterek, iszapkazetták, iszaplerakók gátjainak koronavédelme, rézsű kialakítása (17. ábra).



17. ábra A technikai rekultiváció egyik munkafázisa

(http://www.innoteka.hu/cikk/szazmilliardok_az_oroklott_szennyezesekek_felszamolasara.589.html)

5.3.2 Biológiai rekultiváció

A biológiai rekultiváció: a technikai rekultivációt követő olyan agronómiai műveletek sora, amelynek hatására a károsodott terület talajkémiai, talajbiológiai, vízgazdálkodási tulajdonságai fokozatosan javulnak. Ezzel alkalmassá válik a terület rendeltetésszerű mezőgazdasági, erdészeti hasznosításra (a fejezetben ezzel foglalkozunk majd részletesebben).

A károsítás módját tekintve a károsított területek lehetnek:

- vegyi anyagokkal károsítottak,
- fertőző élő szervezetekkel károsítottak,
- közömbös kémhatásúak.

A károsítás mértékét tekintve:

- részben terméketlenek,
- terméketlenek, elhanyagolható mennyiségű ásványi és szerves tápanyagtartalommal.

A biológiai rekultiváció lehetőségeit meghatározza:

- humuszos feltalaj nélkül rekultivált talajfelszín,
- humuszos feltalajjal rekultivált talajfelszín.

A biológiai rekultiváció folyamatát alapvetően az újrahasznosítás célja határozza meg. A cél megvalósítása függ többek között a rekultiváció gazdasági lehetőségeitől is, amely lehet:

Mezőgazdasági hasznosítás:

- szántóföldi növénytermesztés,
- kertészeti növénytermesztés,
- gyepgazdálkodás,
- ültetvény telepítés.

Erdészeti hasznosítás:

- gazdasági rendeltetés: haszonfa telepítés, termesztés,
- védelmi rendeltetés: véderdő telepítés, tájépítés.

5.4 A rekultiválandó területek feltárása és technikai rekultivációja

A rekultiváció gyakorlati megvalósításához fontos a **pontos cél** meghatározása, ehhez pedig szükség van a rekultiválandó terület részletes ismeretére, feltárására, valamint a technikai és biológiai rekultivációs tervek elkészítésére.

5.4.1 A rekultiválandó terület feltárása

Előzetes információgyűjtés:

- szintvonalas térkép, pontos helymeghatározás (GPS, térinformatika),
- tulajdoni lap másolat,
- terület múltjának tanulmányozása,
- korábbi károsító-, illetve szennyező tevékenységek felderítése.

Helyszíni bejárás:

- tényfeltárás,
- illetékes (szak) hatóságok állásfoglalása.

Állapotfelvétel:

- alaptérképek, geodéziai felmérések,
- domborzati, hidrológiai viszonyok,
- talajtani adottságok ismerete.

5.4.2 A technikai rekultiváció munkafázisai

Előkészítő fázis:

- a szennyezés felszámolása, megszüntetése szennyezett talaj előfordulása esetén,
- szennyező anyagok eltávolítása (pl. veszélyes hulladék), megfelelő helyre történő elhelyezése,
- szemét, hulladék, stb. összegyűjtése, elhelyezése,
- nagyobb terepmozgatás esetén a humusz megfelelő összegyűjtése.

Terepalakítás technikai eljárásokkal:

- bontási munkák (a területen található épületek kerítések, stb.),
- szállítás (felesleges anyagok, beton, bitumen, más művelést akadályozó tárgy),
- irtási, (fák, cserjék, bokrok) munkák,
- felületkialakítás, terepmozgatás ennek keretében gödrök mélyedések feltöltése különböző anyagokkal.

Termőréteg, humuszos réteg végleges kialakítása:

- területről korábban összegyűjtött humusz visszahelyezése,
- humuszterítés, elsimítás.

Utómunkálatok lehetőségei:

- tömörítés,
- tápanyag-utánpótlás,
- szerveztrágyázás,
- talajjavítás,
- talajművelés.

Az újrahasznosítás során – a technikai rekultiváció után – a fásítás, mint mérnökbiológiai létesítmény alkalmazható több rekultivációs eljárás keretében. Az alábbiakban csak néhány rekultiválandó felület (meddőhányók, külszíni fejtések, stb.) kerül bemutatásra, de ehhez ismerni kell a hazai bányaművelés szabályozását.

5.5 A bányaművelés jogi szabályozása hazánkban

Bányanyitás, bányaművelés, bánya bezárás, stb. csak a mindenkori **bányatörvény** alapján lehetséges. Ismerni kell a **bányajogot**, ez a jognak az a része, amely a bányászatra érvényes sajátos jogi szabályokat foglalja össze. A bányászati tevékenységre ugyanis speciális előírások érvényesek, mivel:

- fokozottan veszélyes üzem,
- nagy beruházást igényel,
- sajátos műszaki felszereltséggel rendelkezik,
- előfordulása aránylag ritka és jellemzője a helyhez kötöttség.

A **bányászatról az 1993. évi XLVIII. törvény, annak végrehajtásáról 203/1998. (XII. 19.) kormányrendelet** rendelkezik. E törvény célja:

- az ásványi nyersanyagok bányászatának, a geotermikus energia kutatásának, kitermelésének, a szénhidrogén szállító vezetékek létesítésének és üzemeltetésének, továbbá az ezekhez kapcsolódó tevékenységeknek a szabályozása,
- az élet, az egészség, a biztonság, a környezet és a tulajdon védelmével, valamint az ásvány- és geotermikus energiavagyon gazdálkodásával összhangban.

A **törvény hatálya** alá tartozik:

„a) az ásványi nyersanyagok bányászata;

b) a kitermelés szüneteltetése és a kitermelést követő tájrendezés;

c) meddőhányók létesítése, hasznosítása és megszüntetése;

d) a megszűnt földalatti bányák nyitva maradó térségeinek fenntartása, hasznosítása és felhagyása;

e) más törvény hatálya alá nem tartozó, nem bányászati célt szolgáló, bányászati módszerekkel végzett földalatti tevékenységek (aknamélyítés, mélyfúrás, alagút- és vágathajtás),

f) a szénhidrogén-bányászatban használt technológiai létesítmény, a csővezeték, a szénhidrogén szállító-, a földgázelosztó- és célvezeték, valamint az egyéb gázok és gáztermékek vezetékének létesítése, használatba vétele, műszaki üzemeltetése, felhagyása, elbontása;

g) szénhidrogének tárolására alkalmas földtani szerkezetek kiképezése és tárolásra történő hasznosítása;

h) a geotermikus energia kutatása, kinyerése és hasznosítása;

i) az állam más törvény hatálya alá nem tartozó földtani feladatai;

j) a bányászati hulladék kezelése;

k) az energetikai és ipari eredetű szén-dioxid tárolására alkalmas földtani szerkezetek kutatása, tárolásra történő kialakítása, hasznosítása és bezárása, és a szén-dioxid geológiai tárolás céljából csővezetéken történő szállítása;

l) az a)–k) pontokban felsorolt tevékenységek gyakorlásához szükséges létesítmények és berendezések.

(2) Az (1) bekezdés a) pontjában meghatározott tevékenységnek minősül a torlatban, hordalékban előforduló ásványi nyersanyagok kutatása és kitermelése is.

(3) E törvény bányakárookra (37. §), ingatlanhasználatra (38. §) és a bányafelügyeletnek a mélyfúrási és polgári robbantási tevékenységekre előírt műszaki biztonsági és engedélyezési hatáskörére (44. §) vonatkozó rendelkezéseit kell alkalmazni a geológiai képződmények és szerkezetek földtani kutatására is.

(4) A vizekre, ha e törvény másként nem rendelkezik, a környezetvédelmi és a vízügyi jogszabályok az irányadók.”

A bányászati tevékenység, különösen a külszíni fejtés, mély nyomot hagy a környezetben, és hosszútávon meghatározza a tájképet (18. ábra).



18. ábra Bányászat okozta tájrömbölés (kőfejtő)
(www.mkk.szie.hu/dep/talt/tl/iparkozl/IK14banya.ppt)

A rekultivációval foglalkozó szakembereknek fontos ismerni a bányaművelés, valamint a rekultiváció környezetvédelmi alapösszefüggéseit, és a bányászati tevékenységgel kapcsolatos jogi előírásokat, amelyek röviden összefoglalva az alábbiak.

1. A bányaművelés jellemzői

A bányászat három szakaszra osztható:

- kutatás,
- bányaművelés,
- rekultiváció, újrahasznosítás.

2. A földtani kutatás joga

Bányaművelési jog: bányavállalatok, szövetkezeti és magánszemélyek földtulajdonosi joguk alapján bányaművelést folytathatnak.

A földtani kutatás célja: az adott terület földtani viszonyainak megismerése, a bányászati tevékenység első szakasza.

3. Ingatlanok igénybevétele földtani kutatás céljára

Kutatás csak meghatározott földterület használata mellett folytatható.

A kutató szerv jogosult a terület megszerzéséhez, a felszíni ingatlanok és vizek használatára, kötelessége pedig a károk és veszteségek megtérítése.

Bányaszolgálat: idegen ingatlan igénybevétele kártalanítás mellett.

4. A bányák telepítése

A bányák telepítése csak bányaművelési terv alapján végezhető.

Bányatelek kijelölése;

- **bányatelek** az a képzeletbeli térség, amelyen belül annak jogosultja bányászati tevékenységet folytathat, és amelyen belül a jelentkező bányakárokért a bányatörvény alapján felelős.

Esetleg védőpillér megállapítása;

- **védőpillért** kell kijelölni a megóvásra, ha a bányászati műveletek lakótelepülést, felszíni, vagy földalatti egyéb létesítményt, folyó vagy állóvizet veszélyeztetnek.

5. A bányüzem megszüntetése

A bányahatóság hoz határozatot a bányatelek törléséről (de ezután is fennáll a bányakárok megtérítése!).

6. Bányakártalanítási felelősség

A bányászati tevékenység a biztonsági szabályok megtartása mellett is károkozással jár. **Kártalanítás:** ha a bánya által elfoglalt terület nincs a bánya tulajdonában, a másnak okozott kárt meg kell téríteni. A károkért a tényleges kárnak megfelelő pénzkártalanítás jár.

7. Vízelvonással okozott károk rendezése

A vízelvonás folytán keletkezett károk bányakárnak minősülnek. A károkat elsősorban természetbeni kártalanítással, az elvont víz más vízforrásból történő biztosításával, a megfelelő vízbeszerző és vízvezető művek létesítésével kell megtéríteni.

8. Az erdő rendeltetésszerű használatát akadályozó bányaszolgálat

Kártalanítás jár, ha az erdő rendeltetésszerű használatát akadályozó bányászati tevékenység történik. Ide tartoznak az erdők területén a bányászati műveletekkel összefüggő felszín feletti és alatti munkálatok, a bányászati létesítmények elhelyezése, stb.

5.6 Rekultiváció (újrahasznosítás) bányászati tevékenység után

A rekultiváció során általában a rekultivációs eljárások széles skáláját használják. A fejezetben különböző típusú bányák felszámolás utáni rekultivációja kerül bemutatásra, majd néhány gyakorlati megvalósítás is olvasható.

5.6.1 Meddőhányók rekultivációja

A bányászati tevékenység során a hasznosítható ásványi anyagok kitermelése közben keletkeznek olyan anyagok is, amelyek közvetlenül – legalábbis a technikai és gazdasági fejlettség mai szintjén – nem hasznosíthatók, nem értékesíthetők. Ezek az anyagok a **meddő kőzetek**.

A meddőközet elhelyezésére két lehetőség van:

- **bányán belül** és
- **bányán kívül**.

A bányán belüli, azaz a felszín alatti elhelyezés bonyolult üzemi technológiai rendszerekben, gazdaságtalanul valósítható meg, és nem tartozik a mérnökbiológia tárgykörébe.

A bányán kívüli meddőelhelyezés gazdaságosabb, és mérnökbiológiai eszközökkel megoldható.

A meddő felszínre szállítása különféle műszaki berendezésekkel lehetséges. A meddőanyagok elhelyezése általában hegyoldalakra történik. A meddőanyag a kiszóráskor osztályozódik. A nagyobb kövek többnyire a hányók tövébe gurulnak, míg az apróbbak alkotják a hányók fő tömegét.

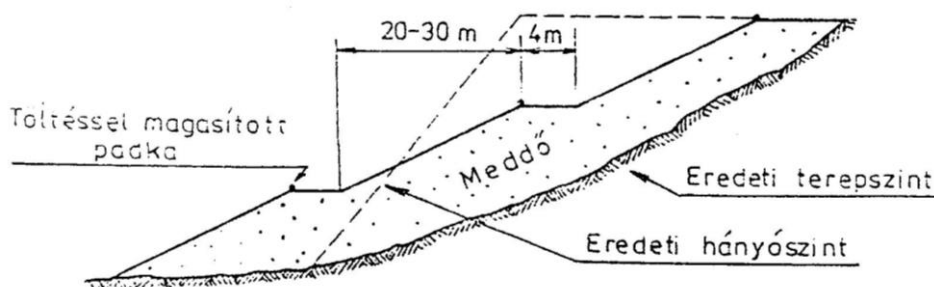
A meddőhányók minden esetben **tájidegenek**, káros anyagokat tartalmaznak (általában magas a szulfidtartalom), így nagyban károsítják környezetüket. Ez a környezetszennyező hatás lehet:

- légszennyezés,
- talaj- és vízszennyezés,
- vizuális környezetszennyezés.

A **meddő anyaga** könnyű, a szél által szállítva rátelepszik a növények leveleire, gátolja a légzést és ezzel együtt az asszimilációt. Lakott területek közelében ez veszélyes lehet az emberi egészségre is.

A rekultiváció az esetek többségében technikai rekultivációval – azaz a felszín alkalmassá tételé a növények megtelepedéséhez – kell, hogy kezdődjön, amelyet a biológiai rekultiváció követ. A műszaki rekultivációval a meddőhányók vízgazdálkodása is javul azáltal, hogy a laza rétegek tömörödnek.

A rézsűfelületek biztonságos kialakítását hegyoldali hányók esetében a 19. ábra szemlélteti.



19. ábra Részüfelületek kialakítása (Gefferthné, 1986 után Gruber-Koloszár, 1992)

A tereprendezett és tömörített rétegre laza meddőanyag felhordás szükséges, de a legjobb eredmény akkor érhető el, ha a tereprendezés után talajfelhordás is történik. A 60-80 cm vastag termőtalaj felhordása költséges ugyan, de nagyon eredményes a további hasznosítás szempontjából.

A meddőhányók biológiai rekultivációjának legcélszerűbb módja az **erdőtelepítés**. Ez történhet:

- magvetéssel és
- csemeteültetéssel

Az erdősítést célszerű két lépcsőben elvégezni a magasított padkákon. Először pionír fajokkal vagy gyorsan nöövő elegy-fajokkal un. előerdőt javasolt telepíteni, majd, amikor ez eléri a 2,5-3 m magasságot, történhet a főállomány telepítése.

A meddőhányók kedvezőtlen termőhelyi adottságai miatt igen fontos a helyes fajmegválasztás. A telepítést minden esetben a terület környékén lehetőleg őshonos, csekély termőhelyigényű, pionír fajokkal és cserjékkel kell végezni.

Alkalmazható fajok:

- virágos kőris (*Fraxinus ornus*)
- csertölggy (*Quercus cerris*)
- fekete nyár (*Populus nigra*)
- szürke nyár (*Populus canescens*)
- vadkörte (*Pyrus pyraeaster*)
- nyír (*Betula pendula*)
- rezgő nyár (*Populus tremula*)
- vénic szil (*Ulmus laevis*)
- erdei fenyő (*Pinus sylvestris*)
- fekete fenyő (*Pinus nigra*)
- boróka (*Juniperus communis*)
- mezei juhar (*Acer campestre*)
- hársak (*Tilia ssp.*)
- akác (*Robinia pseudoacacia*)
- berkenyék (*Sorbus ssp.*)

Alkalmazható cserjefajok:

- vadrózsa (*Rosa canina*)
- galagonyák (*Crataegus ssp.*)
- ezüstfa (*Eleagnus angustifolia*)
- veresgyűrű som (*Cornus sanguinea*)
- fagyal (*Ligustrum vulgare*)
- kökény (*Prunus spinosa*)
- sóskaborbolya (*Berberis vulgaris*)
- fanyarka (*Amelanchier ovalis*)
- varjútövis-benge (*Rhamnus cathartica*)

5.6.2 Külszíni fejtések rekultivációja

Világszerte az a törekvés, hogy az ásványi kincseket – főleg a barnaszén, bauxit, lignint – külszíni fejtéssel hozzák a felszínre. Ez a bányaművelési mód teljes mértékben gépesített, nincs szükség költséges földalatti berendezésekre, ezért is nagyon elterjedt.

A külszíni fejtések igen nagymérvű beavatkozások a környezetben, aminek következtében nagyméretű tájsebek keletkeznek. Az érintett területen nagymértékben lecsökken a talajélet, sok esetben meg is szűnik. A talajszerkezet könnyen tönkre is mehet, ezáltal a talaj terméketlenné válhat.

A felhagyott területet tájrendezéssel, illetve újrahasznosítással, azaz technikai és biológiai rekultivációval ismét a természeti környezettel harmonizálva kell kialakítani.

A külszíni fejtés technikai rekultivációja

Olyan műveletek sorát jelenti, amelynek következtében a terület alkalmassá válik a biológiai rekultiváció elvégzésére, egyéb hasznosítási célok esetén a területhasználat céljának megfelelő hasznosítására. Hosszú időre meghatározza a terület használatának lehetőségeit, a táj minőségét. A 20. ábrán a Dobai külfejtés szénbánya bezárás utáni, és a technikai rekultiváció előtti állapota látható.



20. ábra A Dobai külfejtés (Vértesi Erőmű Zrt.) rekultiválandó területe
(<http://enfo.agt.bme.hu/drupal/etanfolyam/11525>)

A technikai rekultiváció része a terület megtisztítása és a tereprendezési munkálatok. Ezen eljárások attól is függenek, hogy milyen károsított terület helyreállításáról van szó, illetve az újrahasznosítás milyen célból történik, azaz hogyan hasznosítják a területet a rekultiváció után. A tereprendezéssel egy időben mindenképpen megoldandó műszaki feladat a vízvezetés és az úthálózat kialakítása. A megfelelő vízvezetésre elsősorban a rézsűk kialakítása során kell nagy figyelmet fordítani. A padkákat össze kell kötni vízvezető berendezésekkel az állékonyság megőrzése céljából.

A technikai rekultiváció utolsó lépése a táblásítás, amely a területet rendezi. Elsősorban ott van szükség erre, ahol a területet mezőgazdasági kultúrákkal szándékozzák hasznosítani.

A külszíni fejtés biológiai rekultivációja

Olyan agronómiai műveletek sora, amelyek hatására a károsodott terület talajbiológiai, talajkémiai, vízgazdálkodási tulajdonságai fokozatosan javulnak, alkalmassá válnak a rendeltetés-szerű mezőgazdasági vagy erdészeti hasznosításra. A biológiai rekultiváció során nem minden esetben a mezőgazdasági újrahasznosítás a cél. Gyakran az erózió csökkentése miatt a tartós zöldfelületek megvalósítása és környezetbe való illesztése az elsődleges feladat.

A külszíni fejtések biológiai rekultivációjának megkezdése előtt el kell dönteni, hogy a műszaki rekultivációval helyreállított terület milyen művelési ágban kerül hasznosításra.

A művelési ág megválasztása elsősorban a terület adottságaitól függ:

- a belső hányók általában mezőgazdasági művelésre (szántó) alkalmasak,
- a külső hányók bevonása az újratermelésbe leggyakrabban kertészeti (szőlőművelés) hasznosítással,
- a hatalmas rézsűfelületek és egyéb kedvezőtlen termőhelyi adottságú területek gazdaságosan csak erdészeti tevékenység révén valósíthatók meg.

Az erdészeti újrahaznosítás során, amikor a területek hosszú élettartamú növényzettel – fás vegetációval – kerülnek betelepítésre, illetve hasznosításra, nemcsak gazdasági, tájba illesztési, tájlesztési feladatok kerülnek megoldásra, hanem a jövőbeli környezetvédelmi igények is kielégítésre kerülnek.

A telepítésre, ültetésre tervezett növényekkel szemben több elvárás is van:

- fokozott szárazságtűréssel,
- sűrű, mélyreható gyökérzettel,
- hosszú élettartammal,
- jó sarjadzó képességgel és
- dekoratív hatással kell rendelkezniük.

Alkalmazható fafajok:

- mezei juhar (*Acer campestre*)
- tatár juhar (*Acer tataricum*)
- bibircses nyír (*Betula verrucosa*)
- ezüstfa (*Eleagnus angustifolia*)
- virágos kóris (*Fraxinus ornus*)
- vörösfenyő (*Larix decidua*)
- erdeifenyő (*Pinus sylvestris*)
- feketefenyő (*Pinus nigra*)
- feketenyár (*Populus alba*)
- szürkenyár (*Populus canescens*)
- feketenyár (*Populus nigra*)
- rezgőnyár (*Populus tremula*)
- vadkörte (*Pyrus pyraeaster*)
- csertölgy (*Quercus cerris*)
- molyhostölgy (*Quercus pubescens*)
- vöröstölgy (*Quercus rubra*)
- kocsányos tölgy (*Quercus robur*)
- akác (*Robinia pseudoacacia*)
- fehérűz (*Salix alba*)
- kecskeűz (*Salix caprea*)
- házi berkenye (*Sorbus domestica*)
- ezüsthárs (*Tilia argentea*)
- kislevelű hárs (*Tilia cordata*)
- nagylevelű hárs (*Tilia platyphyllos*)
- vénic szil (*Ulmus laevis*)

A faállomány létrehozása során fokozott figyelmet kell fordítani a cserjék alkalmazására is. Ezek a növények viszonylag rövid idő alatt jó hatással vannak a talaj védelmére. Ezt a hatást dús, szétterülő gyökérzetükkel érik el.

A cserjék elhelyezése is kettős célt szolgál:

- a talajvédelem elősegítése és
- esztétikai hatás kiváltása.

Alkalmazható cserjefajok:

- sóskaborbolya (*Berberis vulgaris*)
- sárgaakác (*Caragana arborescens*)
- húsos som (*Cornus mas*)
- cserszömörce (*Cotinus coggygria*)
- cseregalagonya (*Crataegus oxyacantha*)
- pirosbogyós ezüstfa (*Eleagnus umbellata*)
- közönséges boróka (*Juniperus communis*)
- aranyeső (*Laburnum anagyroides*)
- közönséges fagyal (*Ligustrum vulgare*)
- sajmeggy (*Prunus mahaleb*)
- kökény (*Prunus spinosa*)
- vadrózsa (*Rosa canina*)
- japán rózsa (*Rosa rugosa*)
- hamvas szeder (*Rubus caesius*)
- kövi szeder (*Rubus saxatilis*)
- orgona (*Syringa vulgaris*)
- szirti gyöngyvessző (*Spiraea media*)
- keleti tamariska (*Tamarix tetrandia*)

A cserjék elhelyezésének kettős hatása az erdőszegélyre történő ültetéssel valósul meg a leghatékonyabban. Az erdő feletti területről lefolyó víz a cserjesávba érve lelassul, szétoszlik a területen, miáltal a szállított hordalékot szétteríti.

5.6.3 Kőbányák rekultivációja

Hazánkban a kőbányászat – a világ legtöbb országához hasonlóan – évezredes múltra nyúlik vissza. Mind az új, mind a régebben felhagyott kőbányák – méretüktől függően – hatalmas sebeket hagynak a tájban. Ezek rekultivációja, tájba illesztése fontos környezetvédelmi, tájlesztés-tikai feladat.

Erősen behatárolják az elvégzendő munkát a tájépítési kívánalmak és a rendelkezésre álló lehetőségek. Ugyancsak korlátozó tényező az egyes kőzetek összetétele, minősége, rétegződése, a bányaművelés módja és üteme. Ebből következik, hogy egységes, általános szabály az ilyen munkákra nem adható, ezért minden egyes kőbányára egyedi rekultivációs terv készítendő.

Megkönnyíti a kőbánya rekultivációs munkáját, ha már a bányászati tevékenység során néhány fontos terepalakító műveletet is végeznek. Például a szálban álló sziklafalakon – a természetes rétegződés, a gazdaságosság és az üzembiztonság figyelembevételével – még a bányaművelés

közben teraszokat alakítanak ki. Egy felhagyott kőbánya általános elrendezését, felépítését, a fejtési szintek kialakulását mutatja a 21. ábra.



Jelmagyarázat:

- A: bányaudvar,
- B: bányafal,
- C: fejtési pillér,
- D: kőborda,
- E: kőpad,

- F: kötömb,
- G: törmelékkejtő (törmelékkúp),
- H: eróziós barázda,
- I: időszakos tavakkal kitöltött mélyedés,
- J: másodlagos törmelékkejtő (törmelékkúp),

21. ábra Egy kőbánya általános elrendezése
(Karancsi nyomán Tompa, 1977)

Az alábbiakban a felhagyott kőbányák egyes részeinek fásíthatósága, illetve növényzettel való boríthatósága kerül röviden ismertetésre.

Szálban álló sziklafalak:

- meredek, majdnem függőleges sziklafalak,
- teraszokra bontásuk már nem, vagy csak igen jelentős költséggel lehetséges,
- általában nem fásíthatók,
- pionír fák és cserjék magjait tápanyagdús talajba keverik, 10-20-25 kg-os, víznek, szétmosásnak bizonyos fokig ellenálló papírzsákba teszik, majd kora tavasszal vagy késő ősszel a függőleges sziklafal megmaradt kicsi teraszaira, könyelveire helyezik ki.

Művelési szintek – teraszok

A bányaművelés során alakítják ki. Rézsűjük rendszerint természetes, melynek felszíne kőtörmelékkel borított. Fásíthatóságuk a kőtörmelék durvaságától függ:

- durvább kőtörmelék esetén nem, vagy csak igen nagy költséggel,
- finomabb kőtörmelék esetén, a kisebb teraszok földbe kevert pionír fák és cserjék magjaival fásíthatók.

Törmelékkúpok

Fásíthatóságuk a törmelékkúpon való felszíni elhelyezkedéstől függ.

- **A kúpok felső része:** a kisebb méretű törmelékrészek miatt jól fásítható, telepíthető vetéssel, illetve ültetéssel.
- **Középső rész:** az erdősítés padkák képzésével oldható meg sikeresen. Ha kb. 20 cm-en belül talajszerű képződmény van, akkor a kőbányák legjobban fásítható részei. A fásítás történhet magvetéssel, vagy ültetéssel.
- **Törmelékkúpok lábazatai:** mivel nagy kőzetdarabok teljesen rendszertelen elhelyezkedésben találhatók, ezért csak részlegesen, és teljesen rendszertelenül fásíthatók.

Hányók

Csoportosíthatóságuk történhet anyaguk és alakjuk szerint:

Anyaguk szerint:

- kőzet feletti fedőréteg (talaj is) – jól fásítható,
- csak törmelék – csak füvesedésre alkalmas.

Alakjuk szerint:

- a hányók felszínét kisebb gödrök tagolják: a fásítás a bányaművelés befejezésével azonnal megindulhat,
- hányók oldalai: padkába vetéssel, illetve ültetéssel azonnal fásítható,
- hányók lábazata: bányaművelés után azonnal fásíthatók (kivéve a nagyobb kövekkel, sziklákkal fedett részek).

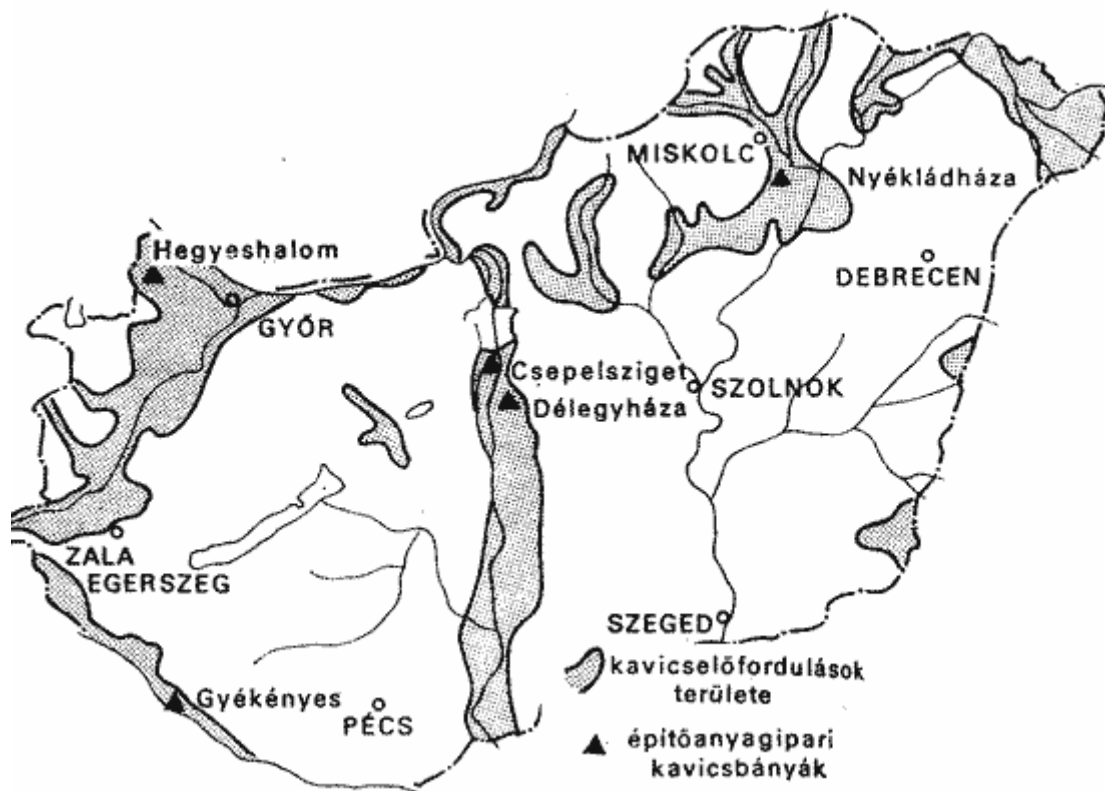
Bányaudvarok

A fent leírt módszerekkel minden esetben fásíthatók, ha a talajfelszínt a technikai rekultiváció keretében egyengetik. Az egyengetésre általában még a bányaművelés folyamatos menete során kerül sor.

5.6.4 Kavicsbányák rekultivációja

A **kavicstermelés** kezdetektől fogva elsősorban folyóvizeinkből (Duna, Tisza, Rába, stb.) és az un. kavicsbánya tavakból történt. Hazánkban a felhasználható kavicsrétegek nagyon egyenlőtlenül oszlanak el.

A kavicsvagyron megállapítására **Országos Kavicskataszter** áll rendelkezésre, amely mutatja, hogy az ország mely területein található vékony fedőrétegek alatt a legnagyobb vastagságú kavicsrétegek (22. ábra). Erre azért van szükség, mivel a bányanyitás feltételei csak maximum 5 m vastagságú fedőréteggig kedvező, ennél vastagabb fedőréteg esetén csak különleges körülmények indokolhatják a bányanyitást (hazánkban 10 m-nél vastagabb fedőréteg esetén már nem jöhet számításba a kavicsstermelés).



22. ábra Hazánk főbb kavicssterületei

(http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFFTT600120/sco_14_03.htm Hartai Éva 2011)

A kavicsstermelés során jelentkező problémák:

- a kavicsstelepek nagy része sajnálatos módon jó termőtalajú mezőgazdasági területeken helyezkedik el,
- nagyszámú olyan területről van szó, amelyek természetvédelmi korlátozások alatt állnak,
- nagyteljesítményű, nagy mélységben is dolgozni képes kotrógépes bányászat után általában nagy kiterjedésű, mély, meredek partszegélyű kavicsbánya tavak maradnak vissza, és ezek újrahasznosítását kell megoldani.

A 23. ábrán a győri Ipari Park és az M1 autópálya között található közel 25 hektáros bányaterület egy része látható. A bányában a térségre jellemző "vörös kavics" és "sárga homok" jövesztése külszíni fejtéssel történik.



23. ábra A győri Ipari Park és az M1 autópálya között található bányaterület
<http://www.gyorkavics.hu/hu/bemutakozas/>

A felhagyott kavicsbányák újrahasznosítása többféleképpen lehetséges, a vízzel feltöltött bányagödröket:

- **vízgyűjtőként,**
- **haltenyésztési,**
- **sport-és üdülési célokra** lehet kialakítani, illetve használni.

Vízgyűjtőként való hasznosítás esetén:

- folyóvizek,
- állóvizek (talaj és rétegvíz) tárolására,
- valamint derítőmedencék kialakítására van lehetőség.

A zsilipeken keresztül élő vízfolyásokba bekapcsolt bányagödrök elsődleges feladata a vízszint-ingadozások kiegyenlítése. A vízgyűjtő tározó feletti szakaszát a hidrológiai és talajvédelmi adottságok figyelembevételével kell rendezni.

A tározóban elhelyezett víz különböző növénykultúrák öntözésére is felhasználható. Ebben az esetben vízminőség vizsgálatot kell végezteni, hogy a víz alkalmas-e ilyen célú felhasználásra.

Az ilyen tározók alkalmasak még különböző ipari üzemek vízellátásának kiegészítésére is. Ekkor is vízminőség vizsgálat szükséges, hogy a felhasználandó víz nem tartalmaz-e káros anyagokat az üzem technológiai folyamataira nézve.

A haltenyésztési célra kívánt hasznosítás csak különleges feltételek biztosítása esetén lehetséges. A partszakaszokat a tájrendezési előírások figyelembevételével kell kialakítani, majd védőnövényzettel ellátni. Az ilyen munkáknál jól alkalmazható a **fonófüz** (*Salix viminalis*), mely kedvező esztétikai értékű. A partszegélyt 5-10 m szélességben padkával kell ellátni, az

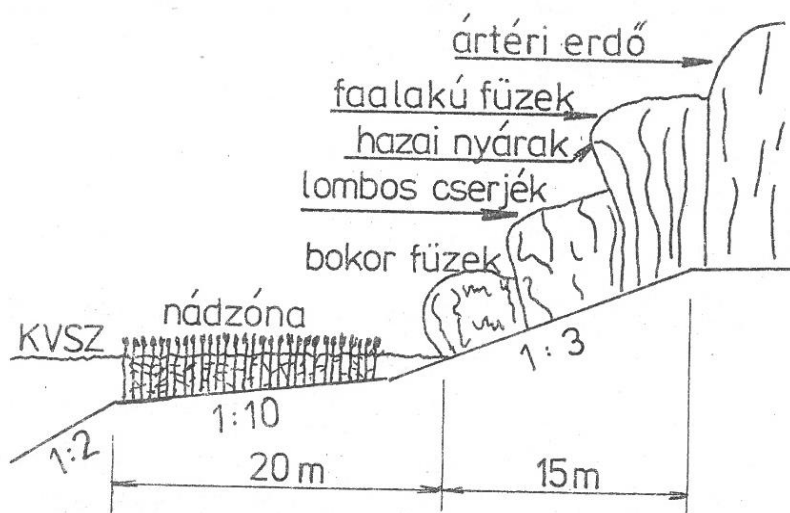
egyenletes lejtést a 2 m-es vízszint eléréséig biztosítani kell. Ez ugyanis a haltenyésztés számára melegebb vizet ad, melynek az ívások szempontjából van nagy jelentősége. A tó mélysége ne haladja meg az 5-7 métert, mert a víz átvilágítása, oxigénháztartása, hőmérséklete eddig a mélységig kedvező haltenyésztési célra.

A 24. ábrán Bugyi község külterületén egy kavicsbánya rekultivációja történt a természet védelmének fokozott figyelembevételével, és egy **horgásztó** kialakítására került sor. A 12 ha kiterjedésű, átlag 4-6 m mélységű, 550 m hosszúságú horgásztó még nemzetközi horgászversenyek rendezésére is alkalmas.



24. ábra Kavicsbánya helyén kialakított horgásztó
<http://delpestihe.hu/a-tavunk>

Ha a bányató lakott területektől, nagyobb forgalmú utaktól távolabbra esik és hasznosításra más tervek nincsenek, akkor ott a vízi madarak számára **fészkelési- és búvóhelyek** alakíthatók ki. Ilyenkor a partszakasz kiképzése döntő fontosságú. Olyan sűrű vegetációt kell létrehozni, hogy az átláthatatlanságával elszigetelje a fészkelési- és búvóhelyeket (25. ábra).



25. ábra Partszakasz kialakítása vízmadarak megtelepedése érdekében (Pálos, 1984)

Pálos (1984) nyomán az alábbi növények biztosítják a megfelelő partszakaszt:

- kálmos (*Acorus calamus*)
- éles sás (*Carex gracilis*)
- nád (*Phragmites communis*)
- tavi káka (*Schoepfestus lacustris*)
- szúrós káka (*Schoepfestus mucrinatus*)
- keskenylevelű gyékény (*Typha angustifolis*)
- badnározó gyékény (*Typha latifolia*)
- pántlikafű (*Typhoides arundinacea*)

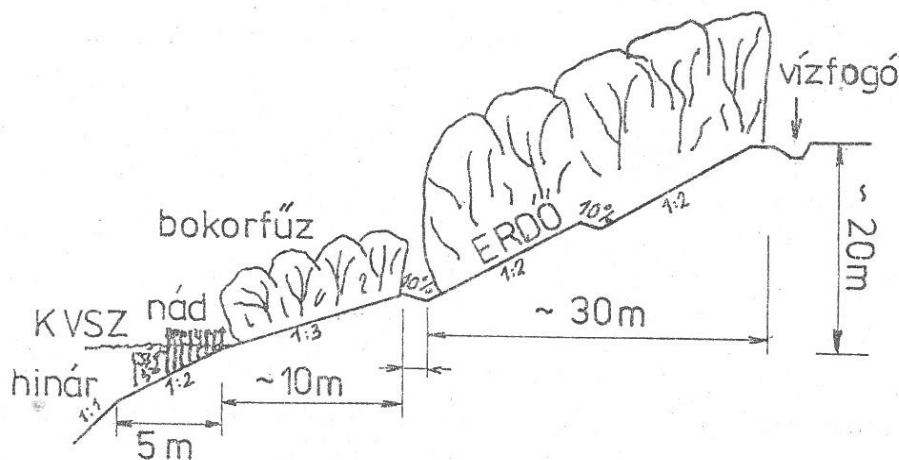
A nagy területű bányatavak legelterjedtebb hasznosítási formája a **sport-**, illetve **üdülőkörzet-**té történő kialakítás. A növényzet megtervezése során ügyelni kell arra, hogy azok mintegy keretként körbefogják az üdülőterületet. Ezek kialakításánál be kell vonni a tervezésbe a környező, körülötte lévő területeket is (sétautak, közlekedési utak, parkolóhelyek, stb. tervezése során). A fásítások tervezésekor az alábbi fajok alkalmazása javasolt:

- bibircses nyír (*Betula verrucosa*)
- egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*)
- pirosbogyós ezüstfa (*Eleagnus angustifolia v.umbellata*)
- bibircses kecskerágó (*Evonymus verrucosa*)
- közönséges ördögcérna (*Lycium halimifolium*)
- széleslevelű fagyal (*Ligustrum ovalifolium*)
- aranyeső (*Laburnum anagyroides*)
- szürke nyár (*Populus canescens*)
- óriásnyár (*Populus euramericana cv.robusta*)
- kökény (*Prunus spinosa*)
- zselnice meggy (*Prunus padus*)
- vadrózsa (*Rosa canina*)

- japán rózsa (*Rosa rugosa*)
- kecskefűz (*Salix caprea*)
- parti fűz (*Salix incana*)
- fekete fűz (*Salix nigricans*)
- csigolyafűz (*Salix purpurea*)
- kosárkötő fűz (*Salix viminalis*)
- ezüsthárs (*Tilia argentea*)
- kislevelű hárs (*Tilia cordata*)

Ha a területet vízi sport céljára is igénybe kívánják venni, akkor 1:1 esésű rézsút kell kialakítani. A megközelítő utakat úgy kell tervezni, hogy azok ne legyenek az esetlegesen meginduló erózió forrásai. Szakszerűen kialakított biotechnikai eljárással – például rózsefonat alkalmazásával – elkerülhetők a későbbi partrombolások. Erre a célra legalkalmasabb az élő fűzdugvány alkalmazása, amely éveken keresztül megbízható partvédelmet ad. A vízi járművek biztonságos megközelítése és kikötése céljából pallóhidakat (stégeket) is célszerű építeni.

A fent említett újrahasznosítások a legtöbb esetben nem érintik a bányató teljes területét, illetve minden partszakaszát. Partvédelemről azonban az érintett területeken kívül is gondoskodni kell. Egy általános partvédelmet mutat a 26. ábra.



26. ábra Bányató partvédelme (Pálos, 1984)

5.6.5 Homokbányák rekultivációja

A **felhagyott homokbányák** újrahasznosítása lényegesen kisebb feladat az előbb tárgyalt kavicsbányák hasznosításánál. Ez abból adódik, hogy a homokbányák a legtöbb esetben csak kis területűek, közvetlen helyi igényeket elégítettek és elégítenek ki ma is, mélységük pedig általában csekély. Újrahasznosításuk minden esetben fásítással lehetséges, amelyet több fontos **környezeti tényező** befolyásol, melyek közül a legfontosabbak:

- kitettség,
- szélárnyék,

- árnyalás,
- csapadék hozzáfolyás,
- hidrológiai viszonyok.

A biológiai rekultiváció során alkalmazható fajokot elsősorban a terület **hidrológiai viszonyai** határozzák meg, és ez alapján:

többletvízhatástól független hidrológiai kategória esetén telepíthető:

- akác (*Robinia pseudoacacia*)
- erdei fenyő (*Pinus sylvestris*)
- fekete fenyő (*Pinus nigra*)

többletvízhatás esetén:

- fehér nyár (*Populus alba*)
- szürke nyár (*Populus canescens*)

Nagy jelentősége van ezeken a helyeken a terület- és talaj előkészítésnek, a technológiák alkalmazása ugyanis a felszín adottságainak függvénye. Ez a homokfásítás szabályai szerint kell, hogy történjen, amely azonban már tipikus erdész szakmai feladat.

5.6.6 A gyakorlatban sikeresen megvalósult biológiai rekultivációk

Az alábbiakban kettő, az erdész szakmában is nagy elismeréssel bíró **biológiai rekultivációs** eljárás kerül ismertetésre.

A Pécs környéki pernyehányók biológiai rekultivációja

A 170 ezer lakosú Pécs városát északi irányból a Mecsek hegység védelmezi. Délről azonban sem természetes, sem mesterséges zöldövezet nem határolta a várost egészen a múlt század hetvenes éveinek közepéig. Ennek következtében az uralkodó déli szél akadálytalanul szállította az ipari üzemek, főként a Pécsi Hőerőmű évi 1,8 millió tonna égéstermékeinek kb. 50%-át a városra. A kibocsájtott pernye másik, jelentős része vízzel zagyolva került a hőerőmű 30-40 éves zagykazettáiba. A víz leszivárgása után azonban a száraz pernye, a legkisebb szél hatására, porfelhővel borította el a várost. A pernye megkötése környezetvédelmi szempontból a város legfontosabb igénye lett (Papp, 1995).

1974-ben kezdődött el az akkori „holdbéli táj” biológiai rekultivációja.

A terület talajviszonyai

A telepítés alapját a 6-8 méter vastag pernye képezte, amelynek főbb kémiai összetétele: 50% SiO₂, 32% Al₂O₃, 10% Fe₂O₃, 8% SO₃, MgO, LaO és Na₂O.

Ez került lefedésre – az előírt 40-50 cm-es termőrétanggal szemben – átlagosan 15-30 cm nyers lösszel, valamint a városi építkezések kiemelt földjével. Erdészeti szempontból tehát egy két-szintes, szerkezet nélküli, a vizet teljesen átengedő váztalaj volt, amely nem rendelkezett

szervesanyag tartalommal. Ezáltal a kazettákon szélsőséges kontinentális klíma alakult ki, téli nagy hideggel és rendkívüli szárazsággal a nyári időszakban.

Erdőtelepítés és fafaj-összetétel

Az üzemi méretű, kísérleti telepítés célját az alábbiakban foglalták össze:

- lehetőleg gyorsan záródó, összefüggő zöldövezet alakuljon ki pormegkötés céljából
- a fa és cserjefajok viseljék el a rendelkezésükre álló talajt és a kontinentális klímát,
- önmagát egyensúlyban tartó, stabil ökoszisztéma alakuljon ki,
- a pernyehullásból eredő szennyeződést viselje el a vegetáció az un. „hideg zóna”,
- a város közelségét figyelembe véve esztétikailag is megfelelő képet adjon.

1974-ben 42,5 ha-on kezdődött el a telepítés 220 cm sor- és 50 cm tőtávolságú ültetési hálózattal. A terület sík, így a 220 cm sortávolság biztosította a gépi sorközi ápolás lehetőségét. Mivel a talaj „viselkedését” nem ismerték, kezdetben a cserje és fafaj arány 70-30% volt, amely a későbbiekben módosításra került 80 % cserje és 20% fafajra.

A pionír jellegű – erdeifenyő, feketefenyő, nyír – fafajok mellett az esztétikai igények kielégítését szolgálták a Mecsek déli oldalán található szárazságtűrő fafajok, mint a cser, molyhos tölgy, virágos kőris. Ezen túlmenően a fafajok közül a szürkenyár, vadgesztenye, cserjefélék közül a som, ezüstfa, mezei juhar, galagonya, rózsza, tamariska került ültetésre. 2 év után egyre szűkült a fajok listája, mivel ezek nem tudtak „megbirkózni” a kedvezőtlen körülményekkel.

Másrészt a város közelsége miatt a gyakori és felelőtlen tüzesetek rendkívül sok kárt okoztak. Ennek eredményeként alakult ki az összefüggő ezüstfa borítású egyes számú kazetta, mivel a tűzzel szemben ennek a cserjefajnak volt a legnagyobb viaszszerző képessége.

A további telepítések megbízható fafajai voltak a következő években az erdeifenyő, akác, nyír, mezei juhar, hegyi juhar. A cserjék közül az ezüstfa, tamariska, galagonya, rózsza és a fagyal.

Kiemelt feladat volt a rézsűk és a rézsűpadkák telepítése, mivel a 8-10 méteres oldalak földhányásként emelkedtek a főközlekedési utak mentén. Termőhely szempontjából, mint védőgát, ennek anyaga teljes mértékben nyers föld, vagy termőföld volt.

Fafaj-megválasztás szempontjából különös figyelmet érdemelt a 6-8 méter magas kazetták között elterülő, mély fekvésű, ugyancsak vizes zaggal elöntött terület. A felső rétegekből leszivárgó víz miatt ott ugyanis egy állandó vízhatású „termőhely” alakult ki, ahol a nedvességet kedvelő éger és fűz fafajok kerültek telepítésre.

Eredmények

A választás helyességét igazolta, hogy 20 év után egy összefüggő 10-15 m magas állomány állt az egykori zaggal elöntött területen.

1980-ban egy újabb 30 ha-os kazettán, az addigi tapasztalatokat felhasználva, már nem soros, hanem cserje sövényekkel lezárt, saktábla elrendezésű elegytípussal történt a telepítés. Egy-egy tábla mérete 1 ha volt, melynek fafajai erdeifenyő, illetve a változó négyzeten akác.

Összegzésként elmondható, hogy az 1974-ben kezdett biológiai rekultiváció eredményeként a századfordulóra 130 ha sikeresen erdősült környezetvédelmi erdő övezte Pécs városát (27. áb-

ra), amely kitűnő élőhelye már a fácánnak és az őznek is. A szerkezet nélküli talajon a lombhullás eredményeként megindult a humuszképződés, amely az ún. „előerdő” vegetációját követően már egy fafajokban gazdagabb biológiai rekultivációt eredményezhet.



27. ábra A Pécs környéki pernyehányók biológiai rekultivációja (Papp, 2007)

Az eljárás 1984 óta szabadalommal védett, alkotói dr. Papp Tivadar, Szabó Róbert és Várnai Pál.

A Visontai zagyterek biológiai rekultivációja

A Mátrai Erőmű Zrt. zagytereinek fásítása **Dudás Béla**, az Egererdő Zrt. Mátrafüredi Erdészet vezetőjének irányításával történik. A rekultivációs tevékenységet 2006 óta végzik az alábbi technológiával:

Első feladat a keletkező **zagy** megfelelő **kezelése** volt. A zagy tulajdonképpen a finomra aprított lignit elégett maradványa (pernye) és víz híg folyós keveréke, amely csővezetéken szállítható. Ennek végleges tárolási helye a zagyter, ahol a híg zagy cellaszerűen kialakított gátrendszerbe került. Ott rövid idő alatt megszilárdult, melyre újabb szint került építésre. A szintek egymásra építése a végén egy csonka gúla alakzathoz vezetett. A maximális építési magasságot tájképi szempontok alapján határozták meg. Az erőműtől északra található Ózse zagyteren 2013. tavaszán érték el a maximalizált magasságot, ezért az a zagyter lezárásra került. Jelenleg egy másik, a Visonta A1 jelű (az erőműtől délnyugatra található) zagyterre kerül az anyag. A működés során fokozott figyelmet követel meg az erózió és a kiporzás veszélye. Előbbinél az elkészült gáttestek rézsű felületeinek gyors füvesítése és fásítása jelent megoldást, utóbbinál a zagyfelületek locsolása illetve földréteggel való betakarása. A fásítás szempontjából fontos megjegyzés, hogy

a gáttetek megszilárdult zagyból készülnek (takarékos megoldás), melyre 30 cm vastag földborítás kerül.

Ezek után a **fásítási technológia** a következő:

A gát rézsű-felületére 2 m-es sortávolságú és 1,5 m tőtávolságú hálózatban 3 sor akác kerül ültetésre (korábban kis mennyiségben keskenylevelű ezüstfa is ültetésre került), ahol a beültetett csemeték háromszögműködésben vannak. Az akác egy éves magági 60/100, esetleg 100/150 méretű csemete. A helytakarékoság érdekében már a csemetekertből történő szállítás előtt levágták a csemeték szárából. A hálózatot a terepen mérőrúd, zsinór és kapa segítségével jelölték ki. Az ékásos ültetés után 40 cm átmérőjű, hegy felé lejtő tányért alakítottak ki, majd a kialakított „mikro-domborzatnak” megfelelően tőre vágták. (Megjegyzés: az Erőmű által kiadott technológia még gödrös ültetést tartalmazott, melybe a terített földet kellett volna beletölteni, hogy az akác gyökere a zagyot is átszője, de ez a körülményesebb ültetési mód a helyi szakemberek szerint felesleges.)

A fásítások első évében nyáron egy tányérozást végeztek ápolásként, a másodéves korosztálynál ez általában már nem szükséges. A kora tavaszi ápolás keretében az egyéves fásítást egy szárra metszik, a két-három éveseken pedig törzsalakító metszést végeznek. Az öt évesnél idősebb fásításokban – a vízszintes felületeken (egykori gátkoronán) – az akác betelepítése is megfigyelhető, ami ezután már zárt erdőképet eredményez.

6. Fás biotópok (erdősávok) jelentősége a mezőgazdaságban

A vidéki térség ma már nem csupán a mezőgazdasági termelés színtere, hanem egyben biológiai és társadalmi léttér is, amelyben ezek a funkciók egymást kiegészítik. Amikor tehát a mezőgazdasági termelés hatékonyságát kívánjuk fokozni, tekintettel kell lennünk a többi funkcióra is, mert a mezőgazdaság eddigi fejlődése bebizonyította, hogy ha egyoldalú, intenzív beavatkozásokkal akarjuk növelni a termés mennyiségét, akkor előbb vagy utóbb éppen az ellenkezőjét fogjuk elérni. Közben a környezet oly mértékben leromlik, amely már nemcsak a természetes növény- és állatvilág életfeltételeit, hanem az emberi létfeltételeket is komolyan veszélyezteti (Ángyán, 1995).

6.1 Történeti áttekintés

Hazánkban napjainkban is a mezőgazdasági térségek erdősültsége, az elmúlt évszázadokhoz hasonlóan, igen alacsony. Különösen érvényes ez a megállapítás az Alföldre. A magyar állam létrejötte után a tűzifa- és épületfa-szükséglet kielégítésére elsősorban a falvak környékén termeltek ki fát, a felújítást a természetre bízva. A XV. századtól meginduló bányászat és fémkohászat, a faszén- és hamuzsírgyártás tovább növelte a fa iránti keresletet.

Az alföldi futóhomok fásítással való megkötését először 1739-ben **Krámer János György** orvos-botanikus javasolta, mint a TBC elleni küzdelem hatásos eszközét. Ő hívta fel a figyelmet a fátlanság és az egészségtelen környezet összefüggéseire. Az Alföld fátlansága akkor, és napjainkban is szemet szűrő. Pedig **Mária Terézia** 1769-ben kiadott erdőrendtartása már előírta az Alföld fásítását, amit ezt követően többen is szorgalmaztak.

Az első széltörő erdősávokat világviszonylatban is hazánkban létesítettek először 1802-ben Györkös József irányításával. Fenyőfő-Bakonyszentlászló futóhomokos területein 10-10 soros fűz erdősávokat telepítettek a szántóföldek megmentésére.

Pusztavacs határában 1827-től 1834-ig kiterjedt erdősáv rendszereket ültettek. Ezek néhány sorból álló akácból álló sávok voltak, 56 km hosszan. Hasonló nagyságrendű telepítések történtek Mezőhegyes kincstári birtokain 1830 és 1850 között.

Az alföldfásítók között elsősorban **Kaán Károlyt** kell megemlíteni, akinek a nevéhez fűződik többek között az 1923. évi XIX. tc., az alföldi erdők telepítéséről és a fásításokról. A törvényben az Alföld kb. 110 000 ha területén végzendő fásítást írtak elő, amelyből a közbejött gazdasági válság miatt bizony nem sok valósult meg.

A Mária Terézia rendelete óta eltelt több mint 230 év alatt az Alföld erdősültsége nem sokat változott. Sőt, egyes vidékek ma még fátlanabbak, mint a II. világháborút követő években.

A rosszul értelmezett nagyüzemi mezőgazdálkodás miatt az 1970-es években az Alföld egyes vidékeiről sorra tűntek el a dűlőutak, az őket szegélyező fasorokkal, valamint a tanyák, a körü-

löttük lévő facsoportokkal együtt. Pl. 1970 és 1985 között Szabolcs-Szatmár-Bereg, Hajdú-Bihar és Jász-Nagykun-Szolnok megyékben több mint 2000 ha erdősáv és erdő, valamint 6300 km fasor szűnt meg, elsősorban a táblaméreték növelése, a repülőgépes növényvédelem miatt. (Barna, 1994). Hasonló megállapításra jutott Baukó (1994) Nagyszénás és Kiscsákó térségét vizsgálva.

A mezővédő erdősávok hatásainak vizsgálata a múlt század végén kezdődött szerte a világon. Széles körű kutatásokat végeztek az Amerikai Egyesült Államokban és Ukrajnában, amelyek később a Szovjetunióban folytatódtak

A Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőművelés Tanszék jogelődjének munkatársai **Gál János** vezetésével komplex mezővédő erdősávok hatásvizsgálatát végezték. 1957 és 1965 között számos kísérleti területet állítottak be többek között Mosonmagyaróvár, Fertőd, Sopronhorpács, Szany, Bábolna, Táplánszentkereszt, Keszthely, Balatonfenyves, Mezőhegyes, Kisújszállás és a Keleti Főcsatorna térségében. Az itt nyert eredmények felhasználásával dolgozták ki a mező- és legelőfásítás magyarországi tervezési és kivitelezési irányelveit.

Napjainkban világszerte foglalkoznak a termőföld megőrzésének kérdésével, elsősorban azokban az országokban, ahol felismerték az agrár környezetvédelem szükségességét. Európában a biotóp-rendszerek kutatásában Franciaország, Németország, Ausztria és Dánia áll az élen; a tengerentúlon az Egyesült Államokban, Új-Zélandon, Ausztráliában; Afrikában pedig Marokkóban folynak kiterjedt erdősáv-kutatások. De az erdősávok létesítésével és minél sokrétűbb felhasználásának lehetőségével foglalkoznak Chilében, és jelentős erdősávrendszerek tervezését és létesítését végzik napjainkban Kínában is.

6.2 Az erdősávok hatása a mezőgazdasági terméseredményekre

A hazai és a külföldi mérések egyaránt azt igazolják, hogy az erdősávokkal védett mezőgazdasági táblákon minden termesztett növény hozama nagyobb, mint a nem védett táblákon. A terméstartalom 1,7 és 33,5% között ingadozik növényfajtól függően (8. táblázat).

A nagytáblás kultúráknál, különösen gabonaféléknél kisebb a növekedés mértéke, míg az öntözött gyümölcsösökben és a zöldség kultúrákban gyakran megduplázódik a termés, miközben javul az öntözővíz felhasználás hatékonysága is, mert csökken az evapotranszpiráció (Guinaudeau, 1988 nyomán Schawerda, 1993).

8. táblázat A mezőgazdasági terméseredmények alakulása erdősávokkal védett táblákon

A mezőgazdasági kultúra	A többlet-termés (%)
őszi búza	2,7 - 26,8
őszi árpa	1,7 - 21,7
tavaszi árpa	6,1 - 33,5
kukorica	2,9 - 32,0
takarmányrépa	6,2
lucerna	20,3 - 22,0
legelőfű	15,3

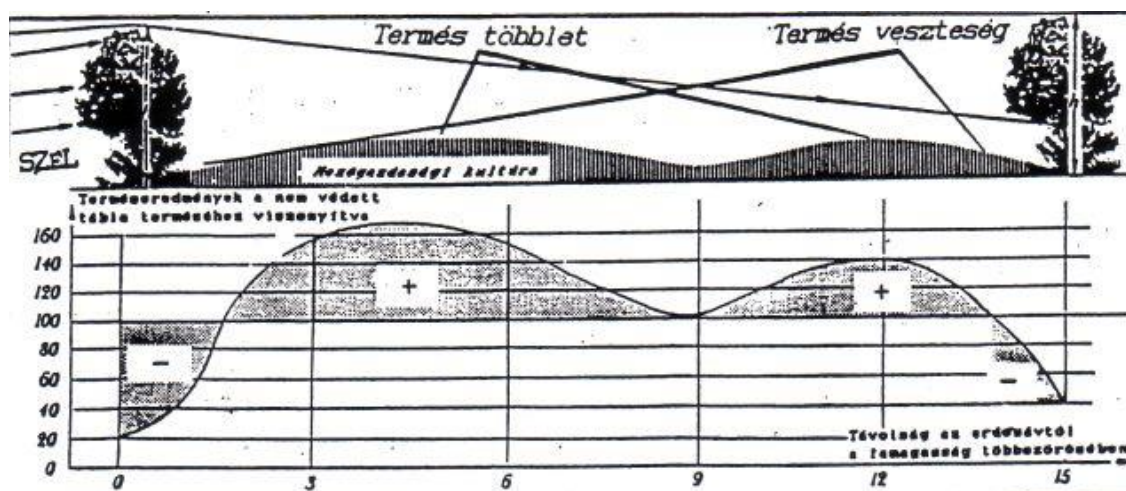
Forrás: Tihanyi 1991

Sík vidékeken, így a magyar Alföldön is, az erdőnek a szél okozta erózió megfékezésében van igen jelentős szerepe. Mint megdöbbentő negatív példát érdemes megemlíteni a Kabai Cukorgyár esetét. A gyár termelési körzetében a 90-es években kb. 4500 ha területre kiterjedő vetési kár keletkezett. Az ún. tavaszi szelek ugyanis elfújták az elvetett magot. Az újravetés és az azt követő hektáronkénti 6-10 tonnás termés kiesés komoly anyagi veszteséggel járt (Csiha, 1995).

Hazai és külföldi megfigyelések bizonyítják, hogy az erdők által körülzárt legelők fűhozama nagyobb, a gyeptársulások fajokban gazdagabbak, mint azon legelők, melyek erdős részekről távol vannak. A fa- vagy bokorsorokkal tarkított mezőgazdasági táblák menedéket és vándorlási lehetőséget („zöld folyosók”) nyújtanak az állatvilág számára (Csiha, 1995).

Az intenzív mezőgazdaságot folytató országokban gondot okoz, hogy a nagy mennyiségben használt műtrágya feleslege a talajvízbe és a felszíni vizekbe kerül, s ezen keresztül az ivóvízbe juthat. Mindez az élővizek fajgazdagságának csökkenésében, a tavak eutrofizálódásában nyilvánul meg, ami az ivóvízen keresztül egészségi ártalmat is okozhat. A nitrátok elsősorban oldott állapotban, a foszfátok inkább az üledékhez kötve vándorolnak, és jutnak el a közeli élővizekbe.

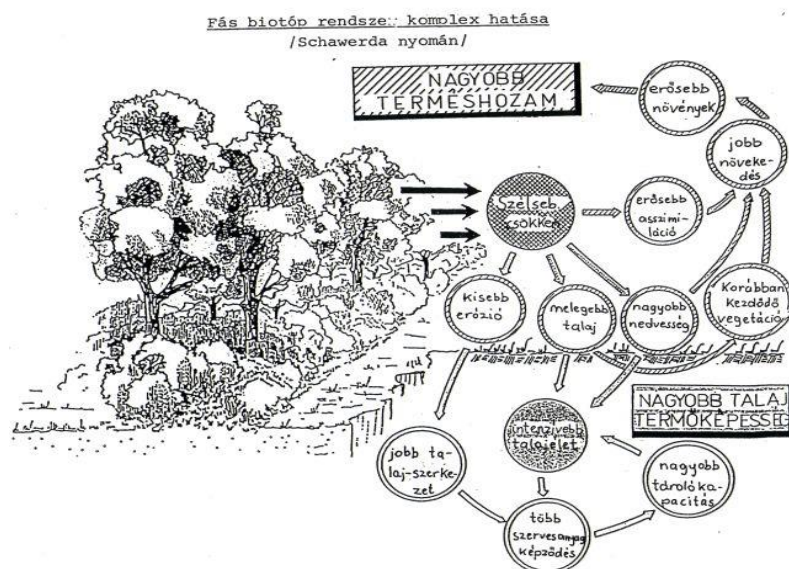
Az erdősávokkal védett táblákon a termés alakulását egy kétcsúcsú görbével lehet szemléltetni (28. ábra).



28. ábra A terméseredmények alakulása az erdősávokkal védett táblákon [Bates után Guyot, 1993]

Az erdősávok közvetlen közelében – a gyökérkonkurencia, valamint az eső- és fényárnyék következtében – kisebb a termés, mint a nem védett táblákon. A védett tábla összes termése azonban bőven pótolja ezt a kiesést. Ez a csökkent termésű zóna legfeljebb egy famagasság szélességű. Mivel itt amúgy is kevés a termés, komolyabb termésvesztés nélkül kialakítható az ökológiailag szükséges gyepes sáv. Fontos, hogy ezt a gyepsávot kezelni kell, mert elgyomosodik és ezáltal elgazosítja a művelt táblát is.

Az erdősávrendszerekkel megfelelően berendezett tájban a 29. ábra szerinti komplex hatást figyelhetjük meg (Schawerda, 1993).



29. ábra Az erdősávok komplex hatása a mezőgazdasági növénytermesztésre (Schawerda, 1993)

6.3 Az erdősávok jelentősége a faanyagtermesztésben

A fás biotópok azon túl, hogy növelik a mezőgazdasági terméshozamokat, jelentőséggel bírnak a **fatermesztésben** is. Ez vonatkozik mind az **ipari fa**, mind a **tűzifatermelésre**.

Fatérfogati vizsgálatok igazolják, hogy az erdősávokban különösen a gyors növekedésű fafajok, mint a nemesnyárak vagy az akác kiváló növekedést produkálnak.

Gál (1965) vizsgálatai alapján pl. nemesnyár típusú erdősávok hektáronkénti átlagnövedéke $18,201 \text{ m}^3$. Ehhez becsléssel 25% előhasználati fatérfogatot számolt, így a mezőgazdasági területeken létesített nemesnyár erdősávok évi átlagnövedéke $22,759 \text{ m}^3$ hektáronként, vagyis 20 év alatt hektáronként $455,18 \text{ m}^3$ faanyagot adtak ezek az erdősávok.

Természetesen a fatérfogat az egyes termőhelyeken a fafajtól és a termőhely minőségétől függ. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy az erdősávok elsődleges rendeltetése a környezet védelme. Olyan védelmi berendezések, amelyek nem értéktelenednek évről évre, hanem egészen a felújításukig egyre növekvő mértékben értékes ipari nyersanyagot termelnek.

Napjainkban érdemes lenne vizsgálni az 1950-es, 1960-as években, az egyéb fafajokkal telepített erdősávok fatérfogat mennyiségét is. Ezek a sávok ugyanis lassan véghasználati korba kerülnek. A munka során nemcsak a faanyag mennyiségi becslését lehetne elvégezni, de szükséges lenne a sávok felújítási technológiáinak kidolgozására is, figyelembe véve ezeken a területeken is a természetközeli erdőgazdálkodás megvalósíthatóságát.

6.4 Az erdősávok állattenyésztésre gyakorolt hatása

A mezőgazdasági terméseredmények alakulása mellett általában kevés szó esik az állattenyésztés és az erdősávrendszerek kapcsolatáról, pedig a szélesség csökkentésnek az állattartás szempontjából is jelentősége van.

Magyarországon – a szilaj marhák kivételével – a legeltetés Szent György napjától Szent Mihály napjáig (áprilistól szeptemberig) tart. A szabadban tartott állatok hőcseréje a test hőtermelő-képességétől, a testfelület hő-leadó tulajdonságaitól, valamint a klimatikus tényezők közül elsősorban a szélesebségtől függ. Különösen télen, a hideg szélnek kitett állatok energiájának jelentős része a hőtermelésre fordítódik. Nyáron, a túlzottan meleg, árnyékmentes környezetben, a táplálékkal felvett energia egy részét különböző hő-szabályozó mechanizmusokkal adja le az állat, pl. szaporábban lélegzik, izzad, illetve kevesebb energiát vesz fel, azaz kevesebbet eszik. Mindkét esetben végső fokon a testtömeg csökkenése következik be.

Az Egyesült Államok nagy állattenyésztő államaiban – Nebraskában, Észak-Dakotában – megfigyelték, hogy az erdősávrendszerekkel berendezett legelőkön észrevehetően nőtt a tehenek tejtermelése és télen is növekedett a testtömegük. Ausztráliában, Új-Zélandon, Argentínában (Patagóniában) és Skóciában az erdősávokkal védett állattartó farmokon 35-50 %-al csökkent a juhok elhullása (Guyot, 1988).

6.5 Fás biotópok állatökológiai funkciója, vadgazdálkodási jelentősége

A tájelemek hálózatszerű elrendezése döntő fontosságú, főleg azoknak az állatfajoknak a szempontjából, amelyek nem kötődnek szorosan egy speciális biotóphoz.

Közismert, hogy a vadon élő állatfajok minimál-áreája (az a legkisebb terület, amelyen az egyes állatfajok életfeltételeiket megtalálják) jóval nagyobb, mint a növényeké, de ennek nagysága fajonként is változik. Sok faj, mint például a fogoly, a fácán és a mezei nyúl, kifejezetten a **szegélyzónákat** kedveli. Közülük a fogoly, a szegélyzónákat megszüntető nagytáblás, nagyüzemi mezőgazdálkodás következtében a kipusztulás szélére került Magyarországon (Faragó, 1993).

Nem kedveznek a nagy mezőgazdasági táblák a mezőgazdasági területekhez kötődő apróvad fajoknak, így a fácánnak és a mezei nyúlnak sem. Ezeknek a fajoknak ugyanis relatíve kicsi a mozgásterülete és az ún. otthonterülete. A nagytáblás gazdálkodást folytató mezőgazdasági térségekben viszonylag kicsi a szegélyzónák aránya, ami a fogoly és a fácán életterének beszűkülését jelenti. A mezei nyúl esetében a nagytáblás, monokultúrás gazdálkodás a táplálkozási lehetőségek beszűkülését jelenti, a betakarítás utáni kényszerű váltás pedig táplálkozási zavarokat, következképp legyengülést és elhullást okoz (Faragó, 1993).

Jelentős az előforduló madárközösségek összetétele is. Az erdősávokban fészkelő madárközösségek nagysága elsősorban a sávok kedvező vertikális szerkezetének függvénye. A telepítések-nél javasolt többszintes erdősávokban magasabb denzitású madárközösségek telepedtek meg. Az apróvad-gazdálkodás érdekeit szem előtt tartó, fás védősűrűk telepítését javasoló szakemberek (Szederjey és Studinka, 1962, Faragó, 1993) is a kellően struktúált faállományok kialakítását javasolják.

Az erdősávoknak az apróvad-gazdálkodásban játszott fontos szerepét támasztja alá az a tény, hogy az Országos Fogolyvédelmi Programnak köszönhetően a LAJTA-PROJECT területén öröndetesen gyarapodó fogolyállomány (Faragó, 1993) mintegy harmada az erdősávokban költ (Jánoska, 1995, 2001) a LAJTA PROJECT erdősávjaiban 49 faj fészkelését mutatta ki, köztük olyan Vörös Könyves fajokét, mint az előbb említett fogoly, a kis őrgébics vagy a kékvércse.

Fontos szerepük van tehát a fás biotóp rendszereknek, mint összekötő elemek, vadváltók, migrációs ösvények, ökológiai folyosók, kisállatok búvóhelyei, hasznos rovarok menedékhelyei, madarak fészkelő-, táplálkozó- és pihenőhelyei, stb. szempontjából is.

6.6 Az erdősávok kedvezőtlen hatásai

Nedvesség- és tápanyagelvonás

Tény, hogy az erdősávok és sövények szélső soraiban lévő fák és cserjék gyökere átnyúlik a mezőgazdasági területre, ahonnan vizet és tápanyagot von el. A kedvezőtlen hatás főleg úgy csökkenthető, hogy kerüljük a terjedő tövű cserjék (pl. *Amorpha fruticosa*) és fák (p. *Robinia pseudoacacia*) alkalmazását a szélső sorokban. Ezen kívül a cserjesor mentén mély barázdát húzva, megakadályozhatjuk a felszíni gyökerek átnyúlását.

Különösen nagy szélességnél és nagy sávmagasság esetén a védett oldalon esőárnyék zóna alakulhat ki, ami a megfigyelt esetekben a 20 m-t nem haladta meg (Tihanyi, 1991).

Árnyékhatás

Ez a kedvezőtlen hatás legfeljebb egy famagasságnyi távolságra terjed ki. Figyelembe véve az adott talaj kiszáradási tulajdonságait, a kedvezőtlen hatás egyrészt úgy csökkenthető, hogy az erdősávot a földút déli oldalára helyezzük, mert így az árnyék főleg az útra vetül. Ez a megoldás homoktalajon az út használhatósága szempontjából külön is előnyös, agyagos talajon azonban csak korlátozottan alkalmazható. Másik megoldás, a hézagos erdősávok alkalmazása, amelyek nem vetnek összefüggő, mély árnyékot. Az árnyék részben kedvező is lehet, amikor lassítja a hajnali harmat felszáradását és a nagy nyári szárazságok idején csökkenti a párologtatást (Tihanyi, 1991).

Fagyzug – hőkatlan

Lejtős területeken a túl sűrű erdősávok megakadályozhatják a lehűlt levegő lefolyását a lejtőn. A sáv mellett összetorlódott hideg levegő fagyzugot alakíthat ki.

A sűrű erdősávok déli oldala mentén jelentkező fény- illetve hő visszaverődés is okozhat kárt. Különösen tavasszal, a hirtelen beálló melegben az erdősáv déli oldalán ez a hősugárzás a még zsenge mezőgazdasági növényeket megperzselheti.

Mindkét eset megelőzhető keskeny, hézagos erdősávok alkalmazásával (Tihanyi, 1991).

6.7 A fás biotópok általános létesítési szempontjai

A fás tájelemek javasolt aránya

Haber (idézi Schawerda, 1993) a mezőgazdaságilag hasznosított térségekben átlagosan 10-12% természet szerű biotópterületet tart megfelelőnek. Ebbe beleérti a fásított tanyák, faluszélek, mezsgyék, ugarok, rézsűk, gátak, útszegélyek területét is. Azonban ez alatt nem azt érti, hogy ezeket a területeket teljesen ki kell vonni a mezőgazdasági művelésből, hanem csupán csak azt, hogy le kell mondani az intenzív használatukról. A fenntartható, más szóval alkalmazkodó me-

zőgazdálkodási rendszerbe ugyanis az is belefér, hogy a szántóföld egy kisebb részét rövid ideig ugarolják.

Kaule (idézi Schawerda, 1993) szerint a mezőgazdasági területen mintegy 3-10% fás ökotonnak (sövénynek, erdősávnak, erdőfoltnak, patak menti fásításnak) kellene lenni. Ezen kívül a mezőgazdasági terület 10-30%-át extenzíven kellene hasznosítani (kaszálók, legelők, ugarok). A szántóterületeken több kis biotópra van szükség, mint gyepen, dombos vidéken szintén többre, mint sík vidéken.

A fás biotópokra vonatkozóan állapítja meg **Auwek** (idézi Schawerda, 1993), hogy ha ezek területi részaránya nem éri el a 1,5%-ot, akkor elszegényedett tájról beszélünk, amelynek tájháztartása zavart.

A különböző szerzőknél tehát más és más értékekkel találkozunk arra vonatkozóan, hogy egy táj milyen területi arányban tartalmazzon fás biotópokat. Abban azonban mindenki egyetért, hogy ezek nagyon fontosak egy adott táj tájháztartása szempontjából, sőt, ha ez az érték nagyon lecsökken (1,5 - 2,0% alá), akkor egy olyan elszegényedett tájról kell beszélnünk, amiben az ember sem érzi jól magát.

Magyarország esetében meg kell állapítanunk, hogy az ország területének több mint a fele művelt terület, és kb. a fele szántó, ami mintegy 4,5 millió hektárt tesz ki. Ha sikerülne minden szántó területet erdősávokkal védeni mintegy 5%-os terület felhasználás mellett, akkor ez 225.000 ha fásítást jelentene, ami országosan 2,3%-os erdősültség növekedést eredményezne.

A fás tájelemek egymástól mért távolsága

A fás létesítmények hatástávolsága elsősorban magasságuktól függ. A magassági növekedést a termőhely erősen befolyásolja, ezért gyenge termőhelyen a tájelemeket (erdősávokat, sövényeket) közelebb kell egymáshoz telepíteni, mint jobb termőhelyen. Az egymástól való távolságot befolyásolja még a talaj kötöttsége, a védendő növénykultúra, a várható szél erősség, a terep fekvése és kietettsége, valamint a tervezett védelmi cél.

A szélrózió elleni védelemnél 250-350 m, a vízerózió elleni védelemnél 30-300 m, mikroklíma javítás esetén 400-600 m távolság javasolható. A kisebb értékek laza szerkezetű talajokon (homok- és láptalajok), míg a nagyobb értékek a kötöttebb talajokon alkalmazandók.

Egy terület erdősáv-rendszerének kialakítása a terület szélviszonyainak is függvénye. A területen leggyakoribb szélirányra merőlegesen tervezendők az ún. mezővédő **fősávok**, az erre merőlegesen futó sávok (azaz az uralkodó széliránnyal párhuzamosan futók) az ún. mezővédő **mellesávok**, melyek szerepe hasonló, de egymástól való távolságuk nagyobb. A 29. ábrán egy rep-cetáblát körülvevő sávrendszer látható.



30. ábra Egy fő- és melléksávval határolt repcetábla
(Kondorné, 2004)

A tervezés csapatmunkában folyik, ahol együtt dolgozik a tájtervező, a mezőgazdász, erdész, földmérő, útépítő, vízügyi, stb., szakember, és amelyhez ismerni kell még a földtulajdonosok tényleges helyzetét, és elképzeléseit is.

A hálózat megtervezésénél különös gonddal kell arra ügyelni, hogy az egyes élőhelyek körül csak olyan antropogén zónákat hozunk létre, amelyek lehetővé teszik az állatok számára a fás biotópok közötti folyamatos átjárást, azaz meg kell szüntetni az akadályokat és az izolációs hatásokat.

6.8 Tervezési és kivitelezési szempontok

- biztosítani kell a **hálózatszerű, egyenletes eloszlást**,
- a legfontosabb növény- és állatfajok minimál-áreáját és
- a különböző fás élőhelyek (erdősávok) sokszínűségét.

Ha ezeket a feltételeket kielégítjük, az erdősávrendszer sok élőlénynek otthont adó, igazi biotóp rendszer lesz, és képes lesz betölteni a „zöld folyosó” szerepét. Különösen fontos e követelmények kielégítése a meglehetősen elszegényedett élővilágú mezőgazdasági területeken. Ezekben a rendszerekben kialakuló állatközösségek és a megtelepedő növények védelme és fennmaradásának biztosítása a biodiverzitás mellett a fajvédelmet is szolgálja.

Mezővédő erdősávok elhelyezése

Az erdősávok tervezésénél, a hálózati rendszer kialakításakor, a sávok elhelyezésekor – mint az előzőekben láttuk – fontos a terület szélviszonyinak pontos ismerete.

Hazai viszonyaink között elmondható, hogy minden egyéb szemponttól függetlenül erdősávokat, élősvényeket kell telepíteni:

- homok- és láptalajaink különböző típusain,

ezen kívül ott indokolt a telepítésük, ahol:

- az átlagos szélesebbesség a 2,5 m/sec-ot meghaladja,
- a tenyészidőszak csapadékösszege 340 mm-nél kevesebb,
- és a nyári napok (max. hőmérséklet > 25°C) száma 75-nél több.

A mezővédő fősávok egymástól való távolságát a védendő terület talajviszonyai és az erdősávok szerkezete határozza meg, amely hazai viszonyaink között:

- csernozjom, réti, barna erdőtalajon, üledék és hordalék talajon, ártéri erdők talajain: 600-800 m,
- szikes talajokon: kb. 400 m,
- futó homokon, gyengén humuszos homokon és láptalajokon: 300-350 m.

A mezővédő melléksávok egymástól való távolsága a fősáv távolságának 1,5-2-szerese.

A termőhelynek megfelelő fafajok ültetése

A fafajok megválasztásánál figyelembe kell venni a mindenkori klimatikus, kitettségi és talajviszonyokat. Tekintettel kell lenni arra is, hogy minden új létrehozott tájelem befolyásolja teljes kifejlődése során a környezeti feltételeket, a mikroklímát (napos-árnyékos oldal, szélesebbesség csökkenés, esőárnyék, fagyzug, hókatlan, stb.). Tisztában kell lenni azzal, hogy csak a termőhelynek megfelelő fajoktól várható el erőteljes, életképes növekedés. A telepítést, illetve a telepítendő fafajok kiválasztását mindig részletes termőhely-feltárás előzze meg. A telepítés csak hatóság által jóváhagyott erdősítési terv alapján valósítható meg.

Őshonos fajok alkalmazása

Lehetőség szerint a tervezési területnek megfelelő áréájú fajokat alkalmazzunk, az adventív fajok alkalmazását kerüljük. A fauna ugyanis az évezredek fejlődése során az őshonos növényekhez, sőt ezen belül a helyi ökotípusokhoz alkalmazkodott. Ezért ezek lényegesen nagyobb rovar- és madár-előfordulást biztosítanak (Baudry, 1988, Lartige, 1988). Szélsőséges ökológiai körülmények között ennek ellenére nem lehet elkerülni a nagy alkalmazkodóképességű honosított fajok alkalmazását pl. sziken, vagy szélsőségesen száraz termőhelyen a turkesztáni szil (*Ulmus pumila*) ültetését. Alkalmos termőhelyeken telepíteni lehet a nemesnyárok megfelelő fajtáit és az akácot is.

Növényegészségügyi szempontok

A tervezett fa- és cserjefajok ne legyenek mezőgazdasági növények károsítóinak köztesgazdái. Gabonatermesztő körzetekben kerülni kell a *Berberis*-félék ültetését, amelyek a *Puccinia graminis* köztesgazdái. Alma- és körteültetvények közelében a különböző *Cotoneasterek* telepítése tilos, mert a rózsa tűzbaktériumot „tűzelhalást” (*Erwynia amilovora*) terjesztik. A zöld juhar az amerikai fehér szövőlepke (*Hyphantria cunea*) és más lepkék költőhelye. Az egybibés galagonya és a kökény a pókhálómolyok (*Hyponomeutidae*) kedvelt költőhelye.

A fafajok szélérzékenysége

A széllel szembeni ellenállóképesség szempontjából a fontosabb fafajok csoportokba sorolhatók. *Szélnek ellenálló fajok* például a kocsányos tölgy, kislevelű hárs, mezei szil, akác, stb., *közepesen szélálló* a magyar kőris, korai juhar, nagylevelű hárs, stb., *szél érzékeny* a gyertyán, nyír, erdeifenyő, feketefenyő, rezgő nyár, stb.

Az erdősáv szerkezetének meghatározásánál – a termőhely adta lehetőségeken belül – úgy kell eljárni, hogy a szélérzékeny fafajokat elegyfaaként, a második korona szintbe és lehetőleg a szél támadási irányával ellentétes oldalra kerüljenek. A szélnek kitett oldalra ültethetők a szélnek ellenálló fafajok.

Nemesített gyümölcsfák telepítését kerülni kell a nagy növényvédelmi igényük miatt. Ellenben vadgyümölcsök – vadalma, vadvörte, madárcseresznye, egyéb *Prunus* és *Cerasus* fajok, törökmogyoró, közönséges mogyoró, madárbirs – mivel értékes madáreléséget és vadtakarmányt szolgáltatnak, annál bátrabban ültethető.

A **méhlegelő gazdagítás** érdekében úgy válogassuk össze a fa- és cserjefajokat, hogy legyenek jó nektár- és pollenhozamú (akác, juharfélék, vadgyümölcsök, stb.) fajok a biotóp-rendszerben (9. táblázat).

9. táblázat Főbb fa- és cserjefajok nektár- és pollenhozama

Faj		Nektár hozam	Pollen hozam	Virágzási időpont
Tudományos név	Magyar név			
<i>Acer campestre</i>	Mezei juhar	++	++	IV.-V.
<i>Acer platanoides</i>	Korai juhar	+++	+++	IV.-V.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Hegyi juhar	++++	+++	IV.-V.
<i>Acaer saccharinum</i>	Ezüst juhar	++	++	III.-IV.
<i>Acer tataricum</i>	Tatár juhar	+++	++	V.-VI.
<i>Ailanthus glandulosa</i>	Bálványfa	++	++	VI.-VII.
<i>Alnus glutinosa</i>	Mézgás éger	+	+++	III.-IV.
<i>Amorpha fruticosa</i>	Gyalogakác	+	+++	V.-VI.
<i>Amygdalus nana</i>	Törpemandula	+	+++	II.-III.
<i>Betula pendula</i>	Bibircses nyír		+++	IV.-VI.
<i>Betula pubescens</i>	Szőrös nyír		+++	III.-IV.
<i>Buxus sempervirens</i>	Puszpáng		+++	II.-III.
<i>Carpinus betulus</i>	Gyertyán	+	+++	IV.-V.
<i>Castanea sativa</i>	Szelídgesztenye	+	+++	VI.-VII.
<i>Cerasus avium</i>	Madárcseresznye	++	+++	IV.-V.
<i>Cercis siliquastrum</i>	Júdásfa	+	+++	IV.-V.
<i>Colutea arborescens</i>	Pukkanó dudafürt	++	+	V.-VI.
<i>Cornus mas</i>	Húsos som	++	++++	II.-IV.
<i>Cornus sanguinea</i>	Veresgyűrű som	++	++	V.-VI.
<i>Corylus avellana</i>	Közönséges mogyoró		++++	II.-III.
<i>Corylus colurna</i>	Török mogyoró		+++	II.-III.

Faj		Nektár hozam	Pollen hozam	Virágzási időpont
Tudományos név	Magyar név			
<i>Cotoneaster sp.</i>	Madárbirs fajok	+	++	IV.-V.
<i>Crataegus sp.</i>	Galagonya fajok	+	+++	IV.-V.
<i>Deutzia scabra</i>	Gyöngyvirágcsereje	+	++	V.-VI.
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Keskenylevelű ezüstfa	+++	+++	V.-VI.
<i>Elaeagnus umbellata</i>		+++	+++	V.-VI.
<i>Euonymus europaeus</i>	Csíkos kecskerágó		+++	V.-VI.
<i>Evodia hupehensis</i>	Kínai mézesfa	+++	+++	VI.-VIII.
<i>Fagus sylvatica</i>	Bükk		+++	IV.-V.
<i>Forsythia intermedia</i>	Aranyvessző	++	++	III.-IV.
<i>Fraxinus excelsior</i>	Magas kóris	+	+++	IV.-V.
<i>Fraxinus ornus</i>	Virágos kóris	+	+++	V.-VI.
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Amerikai kóris	++		IV.
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Lepényfa	++	+++	VI.-VII.
<i>Hippophaë rhamnoides</i>	Homoktövis	+	++	III.-IV.
<i>Ilex aquifolium</i>	Magyal	+++	+++	V.-VI.
<i>Juglans sp.</i>	Dió fajok	+++	+++	III.-IV.
<i>Juniperus communis</i>	Közönséges boróka	++++	+++	IV.-V.
<i>Koelreuteria paniculata</i>	Csörgőfa	++	++	VI.-VIII.
<i>Laburnum anagyroides</i>	Aranyeső	+++	+++	IV.-V.
<i>Ligustrum sp.</i>	Fagyal fajok	+++		V.-VI.
<i>Lonicera caprifolium</i>	Jerikói lonc	++	+	V.-VI.
<i>Lonicera tatarica</i>	Tatár lonc	++	+	V.-VI.
<i>Lonicera xylosteum</i>	Ükörke lonc	+		IV.-V.
<i>Lycium halimifolium</i>	Közönséges ördögceréna	+++	+++	V.-VI.
<i>Mespilus germanicas</i>	Naspolya		++++	V.-VI.
<i>Morus alba</i>	Fehér eper		+++	V.
<i>Populus alba</i>	Fehér nyár		+++	III.-IV.
<i>Populus tremula</i>	Rezgő nyár		+++	III.-IV.
<i>Prunus cerasifera</i>	Mirabolan	+	++++	III.-IV.
<i>Prunus mahaleb</i>	Sajmeggy	+	++++	V.-VI.
<i>Prunus padus</i>	Zelnice meggy	+	++++	III.-V.
<i>Prunus serotina</i>	Kései meggy	+	+++	V.-VI.
<i>Prunus spinosa</i>	Kökény	++	++	IV.-V.
<i>Pyrus communis</i>	Vadkörte	+++	++	IV.-V.
<i>Quercus sp.</i>	Tölgy fajok	+++	++	IV.-V.
<i>Rhamnus catharticus</i>	Varjútövisbenge	++	+	V.
<i>Rhamnus frangula</i>	Kutyabenge	++	+	VI.-VII.
<i>Ribes rubrum</i>	Vörös ribiszke	++		IV.-V.
<i>Ribes uva-crispa</i>	Köszméte	++	+++	IV.-V.

Faj		Nektár hozam	Pollen hozam	Virágzási időpont
Tudományos név	Magyar név			
<i>Rosa canina</i>	Vadrózsa		+++	V.-VI.
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	Fehér akác	++++	+++	V.
<i>Sakix sp.</i>	Fűz fajok	+++	++++	III.-IV.
<i>Sambucus nigra</i>	Fekete bodza	+		V.-VI.
<i>Sophora japonica</i>	Japán akác	+++	+	VI.-VIII.
<i>Sorbus aria.</i>	Lisztes berkenye		+	V.-VI.
<i>Sorbus domestica</i>	Házi berkenye	++	+	V.-VI.
<i>Sorbus torminalis</i>	Barkóca berkenye	+++	+	IV.-V.
<i>Tilia cordata</i>	Kislevelű hárs	+++		VI.-VII.
<i>Tilia plathyphyllos</i>	Nagylevelű hárs	++++	+++	VI.-VII.
<i>Tilia tomentosa</i>	Ezüst hárs	+++	++	VI.-VII.
<i>Ulmus glabra</i>	Hegyi szil		+++	IV.
<i>Ulmus minor</i>	Mezei szil		+++	III.-IV.
<i>Ulmus pumila</i>	Turkesztáni szil	++		III.-IV.
<i>Ulmus scabra</i>	Vénic szil		++	III.-V.
<i>Viburnum opulus</i>	Kányabangita	+		VI.

Jelmagyarázat: + gyenge, ++ közepes, +++ jó, ++++ nagyon jó. (Forrás: Barna, 1994)

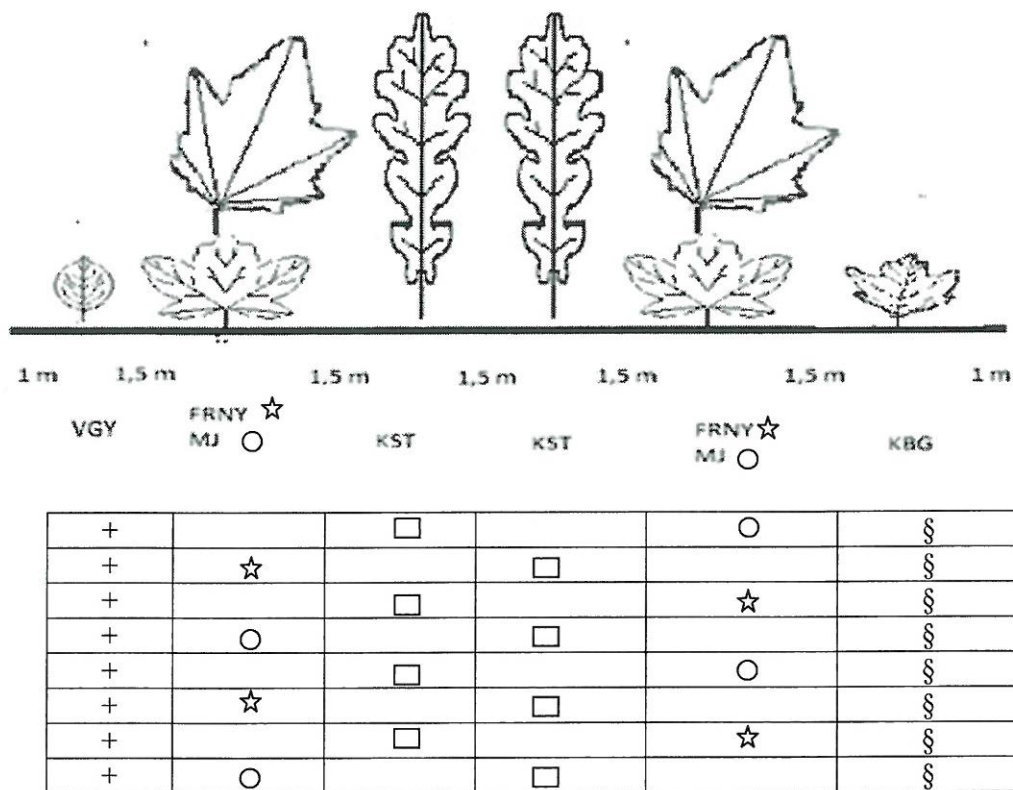
Az esztétikai követelmények

Ennek tulajdonképpen az előző szempontok kielégítésével automatikusan eleget teszünk, pusztán a virágzási időket és a lombszíneződést kell összehangolni.

Az erdősávok telepítési és fenntartási munkái

Az erdősávok telepítése csak Erdészeti Igazgatóság által jóváhagyott kiviteli tervek alapján történhet. A tervnek tartozéka a termőhely-feltérési szakvélemény.

A változó termőhelyi adottságok között más és más fa- és cserjefajokból álló, eltérő típusú erdősávok telepítése szükséges. A fafaj-megválasztás – a termőhelyi tényezők ismeretében – „Az egyes termőhelytípus változatokon alkalmazható célállományok” című, az Állami Erdészeti Szolgálat által kidolgozott kiadvány segítségével történik. Az erdősávok gerincét a fő állományalkotó fák adják, kiegészítve elegy-fafajokkal és a szélső sorokba cserjékkel. A 31. ábrán egy KST típusú, mezővédő fősávként funkcionáló erdősáv látható a telepítési vázrajzzal együtt. (A fafajrövidítések jelmagyarázata a mellékletben található.)



31. ábra KST típusú mezővédő erdősáv telepítési vázrajzzal

Az ültetéshez csak származási igazolvánnyal ellátott, kifogástalan minőségű szaporítóanyag használható fel. Általában 1/0-ás, vagy 2/0-ás, esetleg iskolázott csemetét alkalmazunk. Szél-sóséges termőhelyen célszerű a méretesebb szaporítóanyag alkalmazása. A kivitelezés előtt célszerű a terület sarok- és töréspontjait kitűzni, valamint állandósítani. Az első években pótlásokat kell végezni, a főfafajt mindig, az egyéb fa- és cserjefajokat csak abban az esetben kell pótolni, ha nagyobb területen nem sikerült az első erdősítés.

A csemeték védelme, gondozása

Az ültetés után mindaddig, amíg a sorok nem záródnak, de legalább 3-5 évig, a fiatal telepítések talaját rendszeresen ápolni kell. Ezen felül a vadragás ellen is védeni kell a csemetéket. A cserjéket 5-15 évenként törre kell vágni, ezzel megakadályozzuk felkopaszodásukat.

A gyepes sáv kialakítása:

A fás létesítmények mellett mindenképpen műveletlenül kell hagyni egy min. 2-4 m széles gyepes sávot. Itt előbb, vagy utóbb magától is kialakul a termőhelynek megfelelő lágyszárú vegetáció. Ennek kialakulását mesterséges magvetéssel lehet siettetni.

7. Ipari objektumok fásítása

Csemez (1996) megfogalmazása szerint az **ipari terület** a települések belterületének olyan terület-felhasználási egysége, ahol elsősorban az ipar, az energiaellátás és a településgazdálkodás üzemi létesítményei, továbbá raktárak és más tároló-építmények helyezhetők el.

7.1 Iparterületekkel kapcsolatos fogalmak

Az Országos településrendezési és építési követelmények (a továbbiakban OTÉK) 20. §-a szerint:

(1) Az **ipari terület**, olyan gazdasági célú ipari építmények elhelyezésére szolgál, amelyek más beépítésre szánt területen nem helyezhetők el.

(2) Az ipari terület lehet:

1. környezetre jelentős hatást gyakorló terület,
2. egyéb terület.

(3) A környezetre jelentős hatást gyakorló ipari terület a különlegesen veszélyes (pl. tűz-, robbanás-, fertőzőveszélyes), bűzös vagy nagy zajjal járó gazdasági tevékenységhez szükséges építmények elhelyezésére szolgál.

(4) Az egyéb ipari terület elsősorban az ipari, az energiaszolgáltatási és a településgazdálkodás építményei elhelyezésére szolgál.

(5) A környezetre jelentős hatást gyakorló iparterületen lakás nem helyezhető el. Az egyéb ipari gazdasági területen a gazdasági tevékenységi célú épületen belül a tulajdonos, a használó és a személyzet számára szolgáló lakások helyezhetők el, önálló lakó rendeltetésű épület nem helyezhető el.

Ipari park: az üzemek tudatos, csoportos elhelyezése, amely lehet a teljes ipari terület, vagy ennek egy szerkezeti egysége, zónája. Hazánkban az ipari parkok a huszadik század végén, a 90-es években jöttek létre a fejlett gazdasággal rendelkező országok mintájára. Az ipari parkok általában közlekedési csomópontokban, autópálya, nemzetközi repülőtér, tengeri- és folyami kikötő közelében működnek, szükség szerint vasúti kapcsolattal. Hazánkban az ipari parkok száma ma már meghaladja a százat.

Ipari területeken **védőfásítás** alkalmazása szükséges. A védőfásítások a zöldövezeti egységeknek olyan csoportjai, amelyek funkciója különböző védőhatások biztosítása. Lakott területek közelében vagy fontosabb helyeken a védőfásítások kialakításával esztétikai igények kielégítésére is törekedni kell, de ez a törekvés mindenkor alárendeli a védelmi célkitűzéseket.

Jó példa az ipari területek védőfásítására a Paksi Ipari Park fásítása (32. ábra), ahol 2012-ben ültettek fákat az utak mentén. Ezt egyrészt a Helyi Építési Szabályzat elő is írja, másrészt élhetőbb, barátságosabb környezetet teremtenek így az ipari területen. Ezzel nem csupán az ipari

parkban dolgozók jó közérzetéhez járulnak hozzá a fák, de jelentőségük van még abban, hogy védik az aszfalt utat a nyári felforrósodástól, ezzel pedig hozzájárulnak az állagmegóváshoz is.

A fásításra azután került sor, hogy a területen már minden fontosabb közművesítést és útsatlakozást kiépítettek, így a fák megfelelő növekedési tere biztosított. A fásítás során úgy alkalmazták a mezei juhart, nyugati ostorfát, oszlopos korai juhart, japánakácot, vörös levelű korai juhart, és a gömbkőrist az utak mentén, hogy egységes arculatot adjanak egy-egy területnek, mivel minden útszakaszon más-más fafaj jelenik meg.



32. ábra Fásítás a Paksi Ipari Parkban
(<http://ipark.hu/pip/hirek/hir.php?mid=14fa3cb0ad6ead>)

Az OTÉK 38. § - a szerint:

(1) A *védőterület* a káros hatások elleni védelmet vagy biztonságot szolgáló terület, amely lehet:

- a) *védőterület (biztonsági terület), vagy*
- b) *nyomvonal jellegű építmény esetén védősáv (biztonsági övezet).*

(2) A *védőterület kiterjedését, felhasználásának és beépítésének lehetőségét, módját és feltételeit a vonatkozó jogszabályok - ennek hiányában az illetékes hatóságok előírásai - alapján kell meghatározni.*

(3) Az *építmények és a használatuk külön-külön és együttesen sem eredményezhetnek a jogszabályokban vagy a hatóságok előírásaiban megállapított terhelési határértékeket meghaladó mértékű hatást a környezetükre.*

(7) A *védőterületet (pl. véderdőt) a hatást előidéző, illetőleg a védelmet igénylő - ha jogszabály másként nem rendelkezik - a saját területén (építési telkén, építési területén) belül köteles kialakítani és fenntartani.*

A védőtávolság nagyságát az üzem által keltett káros hatások (víz, gőz, gáz, füst, korom, hő, por, bűz, zaj, rezgés, stb.), az üzemben folyó munka különleges tiszta jellege (élelmiszer, gyógyszer), valamint az üzem tűz- és robbanásveszélyes helyzete határozza meg. A védőtávolság biztosítása kihat a beépítésre, mivel a védőtávolságot nem mindig a telekhatárig, hanem az üzemi épületekig kell biztosítani (Lázár, 2000).

7.2 A környezeti tényezők elleni védelem

Az iparosítással, a motorizációval, a népesség számának emelkedésével együtt jár többek között a **környezetszennyezés**. A Wikipédia megfogalmazása szerint:

„A környezetszennyezés az emberi társadalom környezetének kedvezőtlen irányú megváltoztatása, a környezeti elemek, levegő, víz, talaj előnytelen összetétel-változásával és minőségromlásával járó tevékenység, illetve jelenség, vagy maga az előnytelen összetétel-változást és minőségromlást okozó anyag.”

A környezetszennyezés lehet:

- fizikai (zajszennyezés, hőszennyezés, fényszennyezés),
- kémiai (szennyvíz, talajszennyezés, túlzott agrokemizálás),
- vagy biológiai természetű (mesterségesen átalakított vagy tájidegen élőlények alkalmazása).

A környezetszennyezés legáltalánosabb típusai (káros szennyezőanyagok kibocsátása):

- légszennyezés,
- vízszennyezés,
- és talajszennyezés.

A védőfásítások a betöltendő feladatuk szerint csoportosíthatók:

- **szélvédő, széltörő,**
- **porszűrő, porvédő,**
- **füst-, gáz-, vegyi ártalmakat szűrő,**
- **hangszűrő, hangvédő sávok,**
- **tűz-, robbanás- és egyéb izoláló erdősávok, fásítások.**

Ezek a védőfásítások egyszerre több funkciót is betölthetnek, és be is töltenek.

Üzemek, ipari területek létesítésekor a hatályos jogszabályok meghatározzák, hogy a védőfásításnak milyen funkciók ellátására kell alkalmasnak lennie. Külterületen vagy új üzemek létesítésekor nagyobb lehetőség van védőfásítások telepítésére, mint belterületen. Új üzemek létesítésekor előírások megszabják, hogy azokat – veszélyességük vagy valamely káros anyag kibocsátási foka szerint – a lakott területtől milyen távolságban lehet, illetve kell elhelyezni.

7.2.1 Szélvédő, széltörő fásítások

A szélvédő hatás elsősorban akkor érvényesül, ha a védősávot az uralkodó szél felőli oldalon helyezik el, az iparterületektől nem nagy távolságra. Szélességüket a fásításra átadott terület szabja meg. A sávot az épületektől legalább 20-30 m-re kell elhelyezni, hogy a hó lerakásához elég szabad terület legyen. A védősáv szerkezete ne legyen tömör, mert azon a szél átbukva örvénylő mozgást végez és a kívánt hatást nem éri el. Esztétikai hatást – a védősáv helyzetétől függően – a szegélycserjék díszítő hatásával és változatos, a termőhelynek megfelelő fafaj megválasztással lehet elérni.

A helyes fafaj-választáshoz fontos ismerni az egyes fafajok széltűrését. A széllel szembeni ellenállóképesség szerint az alábbi csoportokba sorolhatók a fafajok, amelyek a fásítások során alkalmazhatók:

Szélálló fafajok:

- nyárok (*Populus sp.*) – általában
- kocsányos tölgy (*Quercus robur*)
- kislevelű hárs (*Tilia cordata*)
- mezei juhar (*Acer campestre*)
- szilek (*Ulmus sp.*)
- akác (*Robinia pseudoacacia*)
- mézgás éger (*Alnus glutinosa*)

Közepesen szélálló fafajok:

- magyar kóris (*Fraxinus angustifolia ssp. Pannonica*)
- vörösfenyő (*Larix decidua*)
- bükk (*Fagus sylvatica*)
- korai juhar (*Acer platanoides*)
- nagylevelű hárs (*Tilia platyphyllos*)
- ezüsthárs (*Tilia tomentosa*)

Fiziológiailag szél-érzékeny fafajok:

- gyertyán (*Carpinus betulus*)
- nyír (*Betula pendula*)
- erdei fenyő (*Pinus sylvestris*)
- vörös tölgy (*Quercus rubra*)
- rezgő nyár (*Populus tremula*)
- lucfenyő (*Picea abies*)
- simafenyő (*Pinus strobus*)
- jegenyefenyő (*Abies alba*)

A szélvédő, széltörő fásítások alkalmazása – ahogyan korábban is már hangsúlyoztuk – nagyon széleskörű. A fás ökotonok (élő-sövények, erdősávok, stb.) összes előnyös tulajdonsága elsősorban a szélesebbé válásának a következménye. A fásításoknak nemcsak az iparterületek környékén, hanem a mezőgazdasági területeken, valamint a települések környezetében is nagy,

jelentőségük vanígy részletesebben azokban a fejezetekben foglalkozunk, illetve foglalkoztunk ezekkel a fásításokkal.

7.2.2 Porszűrő, porvédő sávok

A szennyezések közül az egyik legjelentősebb a levegőbe kerülő nagymennyiségű por. Meldau (1956) szerint az 5 μ -nál kisebb porszemcsék a tüdőn keresztül az érrendszerbe jutnak, és jelentős egészségkárosodást okoznak. A nagyobb szemcsék pedig, ha azokat a légszűrő szervek nem tartják vissza, a tüdőben rakódnak le, és azáltal szilikózishoz hasonló tünetek jelentkeznek.

Védőfásítások létesítésével jelentékeny porforrások küszöbölhetők ki. Feladatuk, funkciójuk elsősorban attól függ, milyen területen kell a védelmi rendeltetésüket kifejteni, azaz a levegőben lévő port minél hatásosabban kiszűrni.

A nagy szemcsék – por, korom, pernye, stb. – viszonylag könnyen kikerülnek a levegőből. Ha a légáramlás sebessége bizonyos határ alá csökken, vagy az áramló tömeg sűrűlődája fokozódik, a por kihullik. Ugyanis áramlásuk közben a szemcsék ütköznek, sebességük csökken és kihullnak. Minél több az ütköző felület, minél szélesebb az akadály, annál jobban kifejlődik a turbulencia, és a levegő annál jobban tisztul (Jámborné, 1988).

A fák lombtömege szűrőként működik. Radó (2001) számításai szerint egy lombköbméter növény 4,5 kg szilárd és légnemű szennyezőanyag kiszűrésére képes a vegetációs időszak alatt, az örökzöldek teljesítménye egy évben a 6,5 kg-t is meghaladhatja. A légszennyezés mechanikai ütköztetése és a leveleken való lerakódása után a következő eső a szennyezést a földre mossa, és a „növényyszűrő” újra üzemképessé válik. Egy 40 éves erdő hektáronként és évente 70 tonna szennyezőanyagot képes kiszűrni a levegőből (Radó, 2001).

A védősáv **szűrőkapacitása** függ attól, hogy a fák milyen távolságra vannak a szennyező forrásoktól. Krakoszevics (1966) a védő erdősávok porszűrő hatását vizsgálva kimutatta, hogy az erdősávok által megszűrt levegő portartalma 51,1-72,8%-ig csökkent az erdősávoktól mért 75-100 m távolságban. Rámutatott, hogy a különböző fa és cserjefajok porfelfogó képessége eltérő, ez összefüggésben van a lombkorona nagyságával és a lomb mennyiségével. A legkisebb porfelfogó képessége az akácnak volt (1736 g/m²). Ugyanazon fafaj porfelfogó képessége a korral nő (nő a lombkorona mérete), a koronák alsó részében nagyobb, mint a felsőben.

Porszűrő sáv telepítése szükséges ott, ahol meg kell akadályozni egy erősen porszennyező üzem légszennyezését. Ilyen esetben az egész üzem körül kell venni védősávval. Jobb védelmet biztosít, ha egyetlen széles erdőpászta helyett a lakott terület felé tagoltan, egymást követő keskenyebb sávok váltják egymást, amelyek a légmozgás turbulenciáját előidézik, ezek ugyanis a szél által szállított por nagy részét kiszűrik. Hasonló a helyzet a belterületen lévő, illetve a belterületekhez csatlakozó szén- vagy egyéb felhagyott bányák meddőhányóival és az üzemek salakhányói esetében is.

Szükség lehet por elleni védekezésre nemcsak az ipari területek környékén, hanem lakott területek közelében is. Ott, ahol a lakótelepek környékén – az uralkodó szélirány felől – a szél által könnyen felkavarható talaj vagy egyéb szálló anyag található, amelyet a szél a lakótelepre fúj.

Ilyen esetben a lakótelep szél felőli oldalán szélesebb védősáv létesítendő, így – a szél sebességének csökkentésével – a por egy része az erdősávban, másik része közvetlenül az erdősáv mögött lerakódik. Egyes esetekben szükség lehet a lakótelepeken vagy azok közelében lévő porképző depóniák befásítására, ezáltal megszüntetve a porképződés lehetőségét.

A védőfásításoknak egyéb kedvező hatásuk is van. A fás növényzet levegőjavító hatása nemcsak a por-, korom-, gázsűrítés, valamint a légmozgás csökkentésének elősegítésében nyilvánul meg, hanem jelentős az erdei fák és cserjék gomba- és baktériumölő hatása is. A fák és a cserjék olyan fitoncideket választanak ki, amelyek megölik a levegő gombáit és baktériumait (Tokody, 1969).

Porszűrő, porvédő fásítások esetében a **változatos fajokkal** telepített, erősen heterogén állományokkal egyrészt az esztétikai hatás fokozható, de a védőhatás is jobban érvényesül, mivel a változatos, egyenlőtlen felületű sávok a levegő mozgását jobban fékezik.

7.2.3 Füst-, gáz-, vegyi ártalmakat szűrő sávok

Az ipari létesítmények, üzemek **zöldövezeti telepítései** bizonyos mértékben mind **kiszűrik** a levegőkülönböző szennyeződéseit. Olyan helyen létesítendőek ezek, ahol az üzemek melléktermékeinek kimondottan káros hatásai vannak. A védősávok szélességét az adott lehetőségek befolyásolják. Esztétikai hatást csak ott lehet elérni, ahol elég szabad terület áll a fásítás rendelkezésére, és a kibocsátott mérgező anyag koncentrációja lehetővé teszi változatos növényanyag megválasztását.

A tervezés előtt célszerű az ÁNTSZ, illetve a NÉBIH vizsgálatát kérni mind a levegő, mind a talaj szennyezettségére vonatkozóan. Értékes útmutatást adhatnak a talaj szennyezettségre a területen található különböző növényfajok.

Az ültetendő fa- és cserjefajok kiválasztásánál mindig a termőhelynek megfelelő növényanyag tervezendő. Az esetleg elpusztult egyedek pótlása a már ismert, illetve az egyes fafajokon tapasztalt, a különböző károsító anyaggal szembeni ellenálló-képesség alapján hajtandó végre. A telepített fa- és cserjefajok ellenálló-képessége esetleg növelhető a termőhelyi viszonyok javításával, például tápanyag utánpótlással, esetleg öntözéssel. A fa és cserjefajok a füst- és gáztűrési tulajdonságaik alapján az alábbi csoportokba sorolhatók:

Nagy füst- és gáztűrésű fajok:

fák:

- akác (*Robinia pseudoacacia*)
- juharok (*Acer sp.*)
- platán (*Platanus x acerifolia*)
- ezüsthárs (*Tilia tomentosa*)
- ezüstfa (*Eleagnus angustifolia*)
- éger (*Alnus sp.*)
- fűz (*Salix sp.*)
- gyertyán (*Carpinus betulus*)

- ostorfa (*Celtis occidentalis*)
- lepényfa (*Gleditsia triacanthos*)
- japánakác (*Sophora japonica*)
- madárcseresznye (*Cerasus avium*)
- nemes nyárok (*Populus x euramericana*)
- hazai nyárok (*Populus sp.*)
- csörgőfa (*Koelreuteria paniculata*)
- vadgesztenye (*Aesculus hippocastanum*)
- feketefenyő (*Pinus nigra*)
- hamisciprus (*Chamaecyparis lawsoniana*)
- nyugati tuja (*Thuja occidentalis*)

cserjék

- varjútövis benge (*Rhamnus catharticus*)
- madárbirs (*Cotoneaster tomentosus*)
- bodza (*Sambucus sp.*)

Csekély füst- és gáztűrésű fajok:

fák:

- tölgyek (*Quercus sp.*)
- szelídgesztenye (*Castanea sativa*)
- fekete dió (*Juglans nigra*)
- berkenyék (*Sorbus sp.*)
- lucfenyő (*Picea abies*)
- duglászfenyő (*Pseudotsuga menziesii*)
- simafenyő (*Pinus strobus*)
- vörösfenyő (*Larix decidua*)

cserjék:

- kányabangita (*Viburnum opulus*)
- hóbogyó (*Symphoricarpos albus*)
- kecskerágók (*Euonymus sp.*)
- mandula (*Prunus dulcis*)
- tamariska (*Tamarix sp.*)

7.2.4 Hangszűrő, hangvédő sávok

A zaj sajátos környezetterhelő elem. Nem anyagi természetű, nem halmozódik, a terhelt közegben maradandó változást nem okoz, ugyanakkor a köznapi életben zavaró, súlyosabb esetekben egészségkárosító hatással jár. A hang erősségének mértékegysége a decibel (dB).

Ipari zaj: mechanikai és áramlástechnikai eredetű zajokat különítenek el.

- Mechanikai eredetű zaj: olyan zajok, amelyek a szilárd testek rezgőmozgása következtében jönnek létre. A zaj frekvenciáját a test saját frekvenciája, intenzitását a rezgő test kitérésének amplitúdója és térbeli kiterjedése szabja meg. Minél nagyobb a rezgő test felülete, annál nagyobb az okozott zaj intenzitása. Ide tartoznak a gépek rezgőmozgást végző alkatrészei, az erőátvivő egységek, szállító-berendezések zajai.
- Áramlástechnikai eredetű zaj: ez a zajfajta hidro- és aerodinamikai eredetű. Ha az áramlás sebessége egy kritikus értéket meghalad, a nyomáscsökkenés következtében az áramlás turbulenssé válik, és az áramlás okozta zajok a 120-130 dB intenzitásszintet is elérhetik. Áramlástan zajforrások a pneumatikus gépek, ventilátorok, szivattyúk, turbinák, vízvezetékek.

A zaj hatása az emberi szervezetre (Moser-Pálmai, 1999):

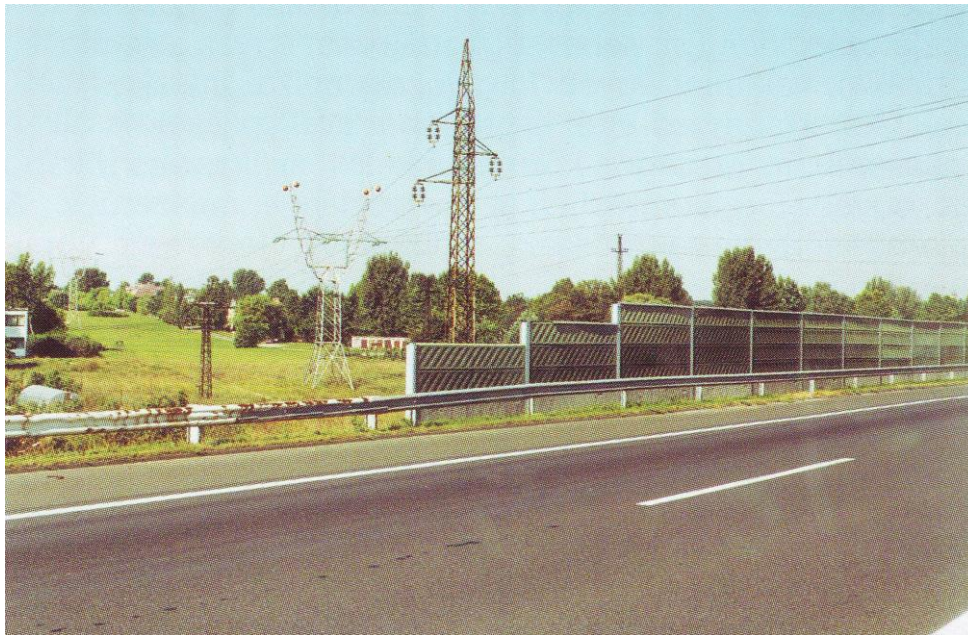
- 30 dB zajszint: pszichés,
- 65 dB zajszint: vegetatív,
- 90 dB zajszint: hallászervi károsodást okoz,
- 120 dB zajszint: fájdalomküszöb,
- 160 dB-nél nagyobb zajszintnél dobhártyarepedés következhet be.

Zajcsökkentő sávok létesítésének több indoka lehet. Előfordul, hogy egy zajos üzemből kijutó zajt kell tompítani, de az is, hogy ennek az üzemenek a zajától kell egy közeli települést védeni. Például, lehet, hogy egy zajos környezetben lévő egészségügyi vagy tudományos intézmény részére kell csendes környezetet biztosítani, ezért szükséges a zajcsökkentő sáv létesítése, de abban az esetben is szükséges ez, ha egy zajos üzemet kell elszigetelni egy közeli lakott területtől. Akár a kívülről bejövő, akár a belülről kijutó zajt kell csökkenteni, a védősáv felépítése és szerepe hasonló.

A korszerű városrendezési tervek – a laza beépítési mód, a lakótelepek és ipari területek egymástól való elválasztása – mellett a zajvédelem védősávok kiépítésével fokozható. Megjegyzendő azonban, hogy a védősávok nem jelentik a zaj teljes kiszűrését, hanem csak a zajhatást a megengedett határérték alá szorítják. (Hagyományosan a nappali 65 dB és az éjszakai 55 dB jelenti a még tűrhető értéket lakott területen.)

A **zaj elleni védelem** legjobb módszere az ún. aktív zajcsökkentés (Schulz, 2011). Ez annyit jelent, hogy a zaj kibocsátását annak forrásánál akadályozzuk meg (pl. kevésbé zajos gépek, járművek, vagy az ún. suttogó aszfalt alkalmazásával). Az aktív zajcsökkentési eljárásokat sajnálatos módon ma még jóval kisebb arányban alkalmazzák, mint az ún. passzív eljárásokat (amely a zaj terjedés közbeni csillapítását jelenti), holott a passzív eljárások eredményessége a legtöbb esetben jóval alacsonyabb.

Mind az ipari területek, mind a közlekedés zajának csökkentésére jól bevált módszer a zajforrás és a védendő terület (objektum) közé elhelyezett zajárnyékolók alkalmazása, így pl. a különféle zajvédő falak, dombok, erdősávok, illetve hatékony módszer ezek kombinálása is (33. ábra).



33. ábra Zajvédő fal és védőfásítás kombinációja
Fotó: Frank N.

Amennyiben a helyi adottságok lehetővé teszik (pl. ipari területek körül), megfelelő eredmény érhető el zajvédő földtöltések, dombok kialakításával, amelyeket fásítással és megfelelő aljnövényzet telepítésével egészítenek ki. A zajvédő töltéseket, dombokat néhány esetben egyéb célra is hasznosítják (pl. a zajforrással ellentétes oldalon a töltésbe építve garázsok kialakítása).

A megfelelő hatékonyságú zajvédő erdősáv kialakításának általában jelentős helyigénye van, amely sajnos nem minden esetben biztosítható, így ezekben az esetekben célszerű a lehetőségeknek megfelelően az egyes zajcsökkentő rendszereket vegyesen alkalmazni.

Kedvelt módszer a zajárnyékoló falak és a növényzet kombinálása. Ezek, akár a zajvédő fal mellé telepített növényzetsáv, akár a falra felfuttatott növényzet, megfelelő eredményt biztosíthat (Schulz, 2011). Ismeretes, hogy a telepített növényzetsávok alkalmazásának hátránya is akad a zajvédő falakkal szemben. Ilyen például – az előbb említett – nagyobb területigény, valamint az, hogy folyamatos gondozást igényelnek, illetve a telepítés után több év kell a megfelelő állomány kialakulásához. Alkalmazásakor a több pozitívum azonban felülmúlja a hátrányokat. Egyes vélemények szerint még a zöldtetők (tetőkertek) is hozzájárulhatnak a zaj elleni védelemhez.

A lehetőségekhez képest minél szélesebb zajcsökkentő sáv létesítése javasolt, mivel:

- egy 30 m széles, egyszintű erdősáv: 3-10 dB zajcsökkentést,
- egy 30 m széles, háromszintű erdősáv: 15-20 dB zajcsökkentést,
- a fenti sávok lombhullás után: 6-8 dB zajcsökkentést eredményeznek.

A gyakorlati tapasztalatok alapján a **többszintű**, zárt, örökzöldet is tartalmazó sávok nyújtják a legkedvezőbb hatást. Legfontosabb zajcsillapító hatású fafajok:

- juharok (*Acer sp.*) - 15,5 dB,
- nyárok (*Populus sp.*) - 11 db,
- hársak (*Tilia sp.*) - 9 dB,
- jegenyefenyő (*Abies alba*) - 5 dB.

A zajcsökkentés nagyobb, ha:

- a levélállás megközelítően merőleges a hangbeesés irányára,
- a növények viszonylag kemény szerkezetű, nagyméretű levelekkel rendelkeznek,
- nagy a lombosítottságuk.

Minden esetben olyan növények kerüljenek alkalmazásra, amelyeknek az adott termőhelyi viszonyok (éghajlat, talaj) megfelelnek. A termőhely figyelembe vételével a fafaj-megválasztásnál ismerni kell azt is, hogy a létesítendő sáv környékén mennyire szennyezett a levegő. Néhány fa- és cserjefaj ugyanis, az előzőek alapján, érzékeny a légszennyezésre. Vagy különösen a közlekedési útvonalak mellé telepített növényzet esetében fontos, hogy a választott fajok, zajcsökkentő jelentőségükön felül, képesek legyenek elviselni a légszennyező (kipufogó gázok) és a talajszennyező anyagok (pl. sózás) magasabb koncentrációját is.

A legkedvezőbb felépítésű a közel azonos elegyarányban létesített – **lomb és örökzöld fafajú** – vegyes sáv, dús cserjeszinttel. Lehetőleg gyors növekedésű, dús lombosított, jó levélállású fa- és cserjefajokkal, és jó minőségű ültetési anyaggal történjen a telepítés.

Eredményesen alkalmazható fa- és cserjefajok:

Fák:

- fűz (*Salix sp.*)
- magas kóris (*Fraxinus excelsior*)
- tölgy (*Quercus sp.*)
- nyír (*Betula pendula*)
- vadcsereesznye (*Aesculus hippocastanum*)
- juharok (*Acer sp.*)
- hársak (*Tilia sp.*)
- gyertyán (*Carpinus betulus*)
- erdeifenyő (*Pinus sylvestris*)

cserjék:

- mogyoró (*Corylus avellana*)
- bodza (*Sambucus sp.*)
- fagyal (*Ligustrum vulgare*)
- som (*Cornus sp.*)
- gyepűrózsa (*Rosa canina*)

Lehetőség szerint kerüljenek a védősávba gyorsan fakadó fajok (pl. fekete bodza, juhar), és a levelüket csak későn lehullatók (pl. tölgyek) is, hogy a zajcsillapítás minél hosszabb ideig érvényesülhessen.

A mesterséges és természetes zajcsillapító elemek kombinálása hangszűrő erdősávok esetében mind a csillapítás fokozását, mind az esztétikus megjelenést szolgálja. Ilyen hatást lehet elérni – természetesen a zajcsillapító hatás mellett – például az ún. biokerítésekkel is, amely tulajdonképpen egy zajvédő fal olyan elemekből összeállítva, amely lehetővé teszi azt, hogy annak bizonyos részeibe növényeket ültessenek.

7.2.5 Tűz, robbanás és egyéb izoláló védősávok

A települések, ipari létesítmények zöldövezeti telepítései többé-kevésbé kiszűrik a levegő különböző szennyeződéseit. Külön védősávot a tűz-, illetve robbanásveszélyes üzemek közé, a lakott területektől való elválasztás végett célszerű telepíteni. A fásítások célja a tűz-, és robbanásveszélyes ipari üzemek elszigetelése, elválasztása a közelben található lakott területektől.

Az izoláló védőfásítások közé tartoznak a katonai objektumok környékének fásításai is, ahol előnyben részesíthetők a jól sarjadzó fafajok. Ezek ugyanis gyorsabban regenerálódnak, jobban ellenállnak az esetleges károsításoknak. Cserjék telepítendőek az utak felőli részekre, változatos csoportokban, ezzel is kedvező esztétikai hatást biztosítva a környezetnek.

Az előzőekben ismertetett védőfásítások lehetnek kisebb-nagyobb összefüggő **erdők, erdőfoltok, fasorok, erdőszávok**. Ezek kedvező hatással vannak a települések klímájára. Egyrészt légkondicionálást jelentenek, másrészt növelik a levegő páratartalmát. Ezen a fásításban lévő növényzet hőmérsékletcsökkentő hatását kell érteni. 1 liter víz elpárologtatásához kb. 600 kcal szükséges. Ezért az erdők felett lehülő levegő – a fajsúlykülönbség révén – a települések felé áramlik a településeken erősen felmelegedett levegő helyére. A meleg, könnyebb fajsúlyú levegő fölfelé igyekszik, és helyére a település környékéről hűvösebb levegő áramlik.

8. Külterületi közútfásítás

8.1. A közútfásítás főbb kritériumai és jelentősége

A korszerű útfásítás napjainkban csak a tájrendezés keretében oldható meg. A fásításnak az út építése során elkerülhetetlenül megzavart tájharmóniát úgy kell visszaállítani, hogy egyben számos szempontot is figyelembe kell venni az úton közlekedők érdekében.

A közútfásítás funkciói három csoportba sorolhatók:

- optikai vezetés,
- közlekedésbiztonság,
- esztétikai hatás.

Optikai vezetés

A fásítás segítségével a jármű vezetőjének könnyen el kell igazodnia és nagy sebesség esetén is helyesen, gyorsan kell cselekednie. A vezetést elsősorban a fa- és cserjecsoportok, a fasorok, az élősövények, az erdőszegélyek és a bevágások segítik elő.

Egyenes szakaszon a laza, egymástól távolabb álló facsoportok vagy fasorok biztosítják a vezetést.

Kanyarokban, a rendelkezésre álló területtől függően, a külső ívet kísérő fasorok, facsoportok vagy zártabb ligetek zárják le a teret.

Völgykatlanban, jó látási viszonyok között, hosszú útszakaszt át lehet tekinteni, de borús időben mégis szükség van az optikai vezetésre. A fásítás azonban itt lazább, hézagosabb, mint az átláthatatlan terepen.

Hegygerinc felé haladva az út további irányát nem lehet látni, ez a gépkocsivezetőben a bizonytalanság érzetét kelti. A jól tervezett fasor azonban az út irányát az ormon túl is jelzi. Az optikai vezetés biztosításakor figyelemmel kell lenni arra, hogy útkereszteződéseknél, útleágazásoknál, útbekötéseknél a kereszteződő úttengelyek metszéspontjától, a kiépítési sebességtől függően, 50-100 m-ig minden irányban biztosított legyen a szabad belátás.

A legjobb vezetést a világos törzsű fák biztosítják, havas éjszakákon és ködben viszont a sötét-törzsű fáknek van nagyobb vezetőképessége.

Közlekedésbiztonság

Az útfásítás másik fontos feladata a közlekedésbiztonság, és ezt a cél szolgálják:

- az átmeneti fásítások,
- a fényzáró fásítások,
- és a balesetelhárító fásítások.

Átmeneti fásítások: felüljárókhöz, valamint az erdők és nagyobb zárt ligetekhez való helyes csatlakozás érdekében telepítendő fásítások.

Fényzáró fásítások: az autópályák osztósávjain, útbetorkolásoknál, körforgalmak középső térségeiben ültetendők.

Balesetelhárító fásítások: magas töltésrészükön alkalmazandók, általában rugalmas fa- és cserjecsoportokból álló fásítás.

Esztétikai hatás

Az útfásítással szemben támasztott esztétikai követelmény akkor teljesíthető, ha az út merev vonala feloldásra kerül és ezzel az út a természetes tájba beolvad. Az esztétikai hatás a változottsággal, a helyes térhatással, szép formák alkalmazásával és a festői színhatással biztosítható.

8.2 Forgalombiztonsági szempontok közútfásításnál

A közutak fásításánál, azok tervezésénél mindig az érvényben lévő **ÚT 2-1.201** **útügyi műszaki előírásokat** kell figyelembe venni. Ezek magukban foglalják többek között a szintbeli és külön szintben lévő csomópontok, a közúti-vasúti átjárók tervezésénél előírt különböző látótávolságok, a látómezők szabadon tartására vonatkozó előírásokat, a tervezési sebességekhez tartozó megállási és előzési látótávolsági értékeket, stb. Ezeken a területeken például csak olyan növényzet ültethető, amely az út tervezési sebességének, a forgalomszabályozásnak, az elsőbbségadási kötelezettségnek megfelelő látóháromszögek zónájában nem akadályozza a kilátást. A látómezők területén belül a láthatóságot nem akadályozó növényzet telepítésénél figyelembe kell venni a járművezetők szemmagasságát és a különböző esetekre meghatározó rendeleteket és előírásokat.

Az **útügyi tervezési előírás** az útkategória, a rézsűhajlás és a töltésmagasság függvényében kötelezően előírja a passzív biztonsági berendezések, pl. vezetőkorlát, terelőfal alkalmazását. Az ilyen útszakaszokon, valamint ott, ahol egyéb előírások és adottságok miatt vezetőkorlátot alkalmaznak, speciális előírások érvényesek az előírt oldaltávolság betartására. A vezetőkorlátal védett területen a fák oldaltávolságát az űrszelvény és a láthatósági szempontok határozzák meg. A vezetőkorlát mögött csak 1,5 m távolságon kívül ültethető fák.

A fák ültetési helyének meghatározása során a forgalom biztonságát kiemelt szempontként kell figyelembe venni, ezért a fák telepítésénél a külső forgalmi sáv szélétől megfelelő oldaltávolságot kell biztosítani. A legkisebb szükséges oldaltávolság mértéke az útosztálytól és a tervezési sebességhez tartozó műszaki paraméterektől függ, melyeket a 10. és 11. táblázatok tartalmazzák.

10. táblázat A fák legkisebb oldaltávolsága a külső forgalmi sáv szélétől épülő, új utak esetén, vezetőkorlát nélküli szakaszokon

Útkategória	Műszaki paraméter	A fák legkisebb távolsága a külső forgalmi sáv szélétől (m)
Gyorsforgalmi utak	egyenes szakaszok és 600 m-nél nagyobb sugarú ívek	
		12
autópályán legalább		9
autóúton legalább	egyenes szakaszok és 600 m vagy annál kisebb sugarú ívek	14
autópályán legalább		11
Első- és másodrendű főutak	egyenes szakaszok és 450 m-nél nagyobb sugarú ívek	7
	450 m vagy annál kisebb sugarú ívek	9
	ha az ívet legalább 500 m hosszú egyenes szakasz előzi meg	11
	töltés és bevágás	1 m-nél magasabb töltés esetén a töltéslábtól 3 m-en belül fa akkor sem ültethető, ha az előírt oldaltávolságon kívül helyezkedne el
töltésrészűn fa nem telepíthető, még az előírt oldaltávolságon kívül sem		
bevágási részűn, ha van oldalárok a részűnek a koronaél feletti 1,5 m magasságot meghaladó részén, az előírt oldaltávolságon belül is telepíthető fa		
Mellékutak	egyenes szakaszok és 340 m-nél nagyobb sugarú ívek	6
	340 m vagy annál kisebb sugarú ívek	7
	ha az ívet legalább 500 m hosszú egyenes szakasz előzi meg	9
	töltés és bevágás	1 m-nél magasabb töltés esetén a töltéslábtól 3 m-en belül fa akkor sem ültethető, ha az előírt oldaltávolságon kívül helyezkedne el
töltésrészűn fa nem telepíthető, még az előírt oldaltávolságon kívül sem		

Útkategória	Műszaki paraméter	A fák legkisebb távolsága a külső forgalmi sáv szélétől (m)
		bevágási rézsűn, ha van oldalárok a rézsűnek a koronaél feletti 1,5 m magasságot meghaladó részén, az előírt oldaltávolságon belül is telepíthető fa

Forrás: (ÚT 2-1.163:2005)

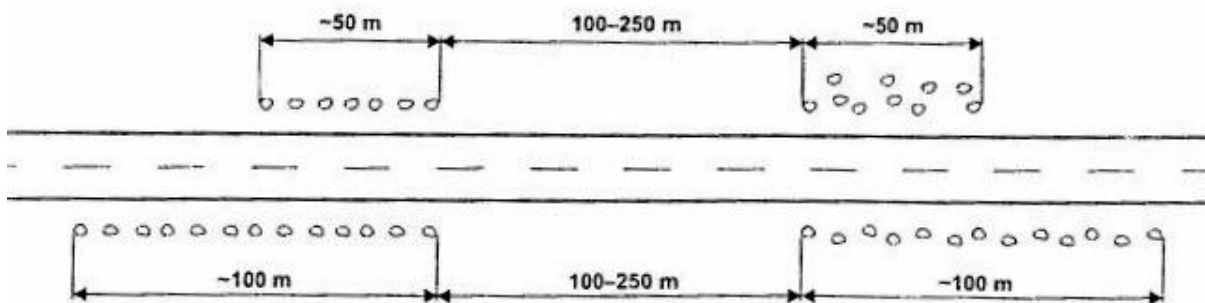
11. táblázat A fák legkisebb oldaltávolsága a külső forgalmi sáv szélétől meglévő utak esetén, vezetőkortát nélküli szakaszokon

Útkategória	Műszaki paraméter	A fák legkisebb távolsága a külső forgalmi sáv szélétől (m)	
Gyorsforgalmi utak			
autópályán legalább	egyenes szakaszok és 600 m-nél nagyobb sugarú ívek	12	
autóúton legalább		9	
autópályán legalább	egyenes szakaszok és 600 m vagy annál kisebb sugarú ívek	14	
autóúton legalább		11	
Első- és másodrendű főutak	egyenes szakaszok és 340 m-nél nagyobb sugarú ívek	5	
	340 m vagy annál kisebb sugarú ívek	7	
	ha a 340 m vagy annál kisebb sugarú ívet legalább 500 m hosszú egyenes szakasz előzi meg	9	
	töltés és bevágás	1 m-nél magasabb töltés esetén a töltéslábtól 3 m-en belül fa akkor sem ültethető, ha az előírt oldaltávolságon kívül helyezkedne el	
		töltésrézsűn fa nem telepíthető, még az előírt oldaltávolságon kívül sem	
		bevágási rézsűn, ha van oldalárok a rézsűnek a koronaél feletti 1,5 m magasságot meghaladó részén, az előírt oldaltávolságon belül is telepíthető fa	
Mellékutak	egyenes szakaszok és 180 m-nél nagyobb sugarú ívek	4	
	180 m vagy annál kisebb sugarú ívek	6	

Útkategória	Műszaki paraméter	A fák legkisebb távolsága a külső forgalmi sáv szélétől (m)
	ha a 180 m vagy annál kisebb sugarú ívet legalább 500 m hosszú egyenes szakasz előzi meg	8
	töltés és bevágás	1 m-nél magasabb töltés esetén a töltéslábtól 3 m-en belül fa akkor sem ültethető, ha az előírt oldaltávolságon kívül helyezkedne el
		töltésrészűn fa nem telepíthető, még az előírt oldaltávolságon kívül sem
	bevágási részűn, ha van oldalárok a részűnek a koronaél feletti 1,5 m magasságot meghaladó részén, az előírt oldaltávolságon belül is telepíthető fa	

Forrás: (ÚT 2-1.163:2005)

Az elszórt és a fasor jellegű ültetés helyett a lényegesen kisebb baleseti kockázat miatt, új telepítéseknél törekedni kell a szakaszos faültetésre (facsoport ill. rövidebb fasor cserjékkel és hosszabb fa nélküli szakasz). A javasolt méretek: 50-100 m fasor vagy facsoport, majd 100-250 m fa nélküli szakasz (34. ábra).

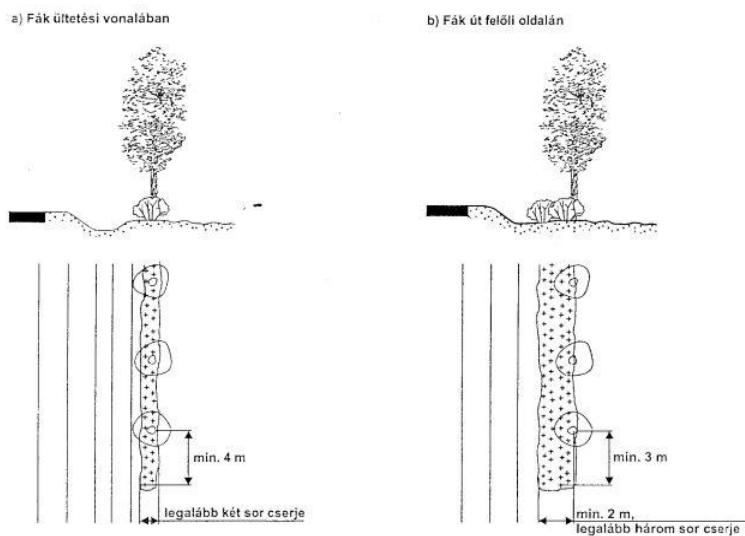


34. ábra A facsoportok megfelelő elhelyezése az utak mentén (ÚT 2-1.163:2005)

A meglévő, de átépítésre kerülő utak mentén (pályaszélesítés, útkorszerűsítés, útkorrekció, új forgalmi sávok létesítése, keresztmetszet bővítés) új fák telepítése, a kivágott fák pótlása esetén az új utakra vonatkozó oldaltávolságokat kell betartani.

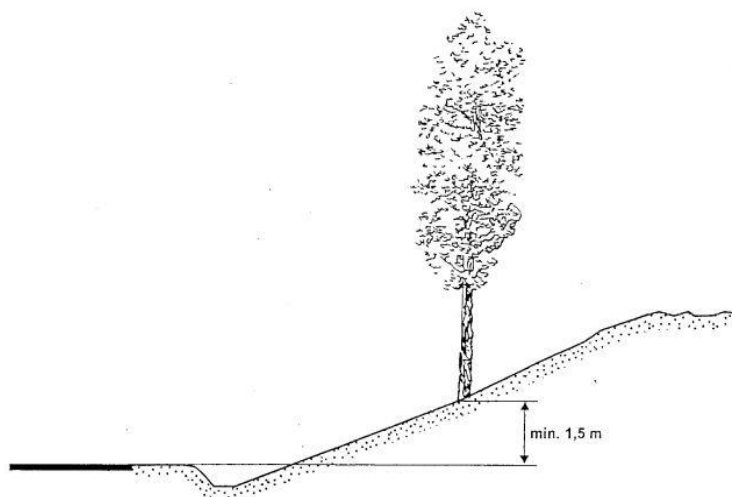
Az esetleges kisodródásos balesetek súlyosságának csökkentése érdekében a fák között és a fák út felőli oldalán sűrű állományban cserjék, cserjesávok telepítése ajánlott (35. ábra), mert az esetleges ütközéseket felfogó cserjékkel a passzív védelem fokozható. A cserjék telepítése – a vonatkozó egyéb szempontok (pl. közúti úrszelvény, látómezők szabadon tartása, stb.) figyelembevételével – a fákra előírt oldaltávolságon belül is lehetséges. Az alacsony fává is megnövő

cserjék törzseinek vastagodását figyelemmel kell kísérni, és szükség esetén tőre kell vágni azokat.



35. ábra Cserjék telepítése a passzív védelem fokozása érdekében (ÚT 2-1.163:2005)

Az út menti fásításoknál tekintettel kell lenni a terepadottságokra is, ahogy ezt a 36. ábra szemlélteti.



36. ábra Fásítás bevágási részsűn (ÚT 2-1.163:2005)

Az út menti fásítások változatossága

Az út menti fásítások változatossá tétele többféle eszközzel lehetséges, mint például:

- az adott termőhelynek megfelelő minél több fafaj alkalmazása, azok csoportos és egyenkénti változtatása,
- cserjék ültetése önállóan vagy facsoportokkal, egyes fákkal együtt,
- a tőtávolság változtatása a különböző fajok igényeinek megfelelően,

- a fasorok megszakítása olyan helyeken, ahonnan például szép kilátás nyílik a kíséző tájra,
- jegenyenyűvű fák alkalmazása egy-egy rövidebb szakaszon,
- szoliter fák és cserjék változatos, szakszerű elhelyezése,
- az útkíséző fásítások összekapcsolása az úthoz csatlakozó korábbi fásítással, erdővel.

Az útkíséző fásítás faegyedei távolról össz- és tértérhatásukban érvényesülnek. Közelebb érve azonban – vonalszerű elhelyezkedésük következtében – egyedileg is. Minden fafajra jellemző a formája, habitusa, ágelágazása, külső megjelenése, stb. A különböző koronaformájú, törzsalakú, kérgű, levélformájú fák – váltakozva történő elhelyezésükkel – nagymértékben hozzájárulnak az esztétikai hatás biztosításához, fokozásához.

Az esztétikai hatás fokozható kellemes színhatás biztosításával is. Ehhez ismerni kell a fa- és cserjefajok vegetációs időszak alatti lombszínéződését, tónusát, őszi elszíneződését, virágzatának és termésének színét. A szabálytalan elrendezésben ültetett és a tájjal harmonikusan összeillő fa- és cserjecsoportok kellemesen hatnak az ott közlekedőkre, változatos útképet nyújtanak és a közlekedés biztonságát szolgálják.

8.3 Az út menti fásítások szűrő hatásai

8.3.1 Zajcsökkentés fásítással

Az út menti fásítások zöld növényei sok hasznos tulajdonsággal rendelkeznek, amelyek figyelembe vétele a növények kiválasztásánál fontos. A közútfásítás szempontjából különösen nagy jelentőséggel bír a **zaj elleni védelem**.

Műszeres mérések igazolják, hogy a háromszintű növényzet – akár csak a mechanikai szűrés esetén – jobban véd a zajtól, mint a beton- vagy téglafal. Ennek oka a növény tulajdonságaiban rejlik, másrészt a levelek közötti levegő szintén szigetelőként szolgál. A növényfal zajvédőképessége függ még annak szélességétől és szerkezetétől, így a védőfásítást mindenképp a zajterhelés nagyságához kell igazítani. A szakemberek javaslata:

- 800 gépkocsi/óra forgalomnál 20 méter,
- 2000 gépkocsi/óra forgalomnál 30 méter,
- 3000 gépkocsi/óra forgalomnál 50 méter,
- e felett 80 méter széles erdősáv telepítendő (lehetőleg az út mindkét oldalán).

Külföldi vizsgálatok azt mutatják, hogy a közlekedési zaj csökkentésére eredményesen alkalmazhatók bizonyos növényfajokból létesített védőfásítások. A vizsgálatokból a gyakorlat számára az alábbi következtetések vonhatók le:

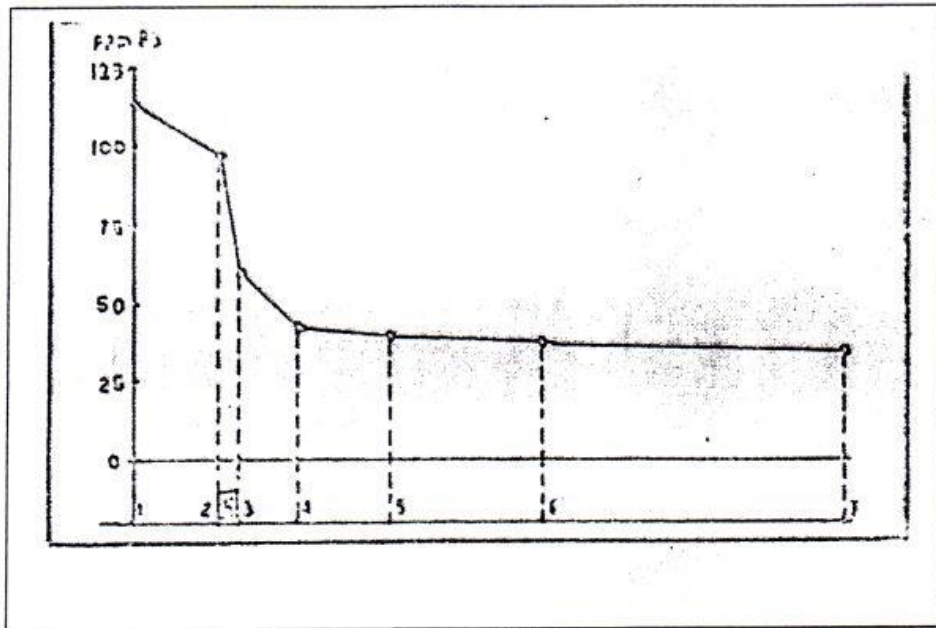
- a fák és a cserjék zajcsökkentő képessége fajspecifikus és főként a lomb szerkezetétől függ, ezen belül olyan fajokat kell választani, amelyek hosszú ideig lombosak, ill. a száraz lomb télen is a fán marad (tölgyek),
- kedvező a nagy és viszonylag erős, kemény levéllemez, a hangbeesés irányára merőleges, azaz függőleges levélállás, a sűrű lombszerkezet a korona belsejében is,

- a tűlevelű fajok zajcsökkentő hatása kisebb, mint a lomblevelűeké, emiatt a tűlevelű fajokkal csak extenzív módon hasznosítható a védőfásításra rendelkezésre álló terület,
- zajcsökkentő védőfásítás céljára leginkább az örökzöld lombos fák és cserjék alkalmasak, mert ezek lomb specifikus hatása nagyon jó (pl. *Viburnum rhytidophyllum*, *Rhododendron catawbiense*),
- a védőfásítás aktív zónáját, a szegély sávot, hézagmentesen egybekapcsolódó koronájú cserjékből, falszerűen kell kialakítani, a hatást növeli, ha a fásítás magassága a hangforrástól távolodva növekszik,
- az aktív zóna hatása fokozható a zajforrással párhuzamosan elhelyezett, többlépcsős, sűrű fásítással,
- a védőfásítások megszakításai kedvezőtlenül befolyásolják a védőhatást, ez a hátrány csak egymás mögött elhelyezett, a megszakítást hosszan átfedő védősávokkal küszöbölhető ki,
- a védőfásítás hossza nagyobb legyen a zajforrás hosszánál,
- a védőfásítás zajcsökkentő hatása nemcsak a sáv szélességétől, hanem annak szerkezetétől is függ, a legnagyobb zajcsökkentő hatás 10 dB körül alakul.

8.3.2 Légszennyezés csökkentése fásítással

A légszennyező anyagok egy részét a fák lombtömege képes lekötni. Szűrőként úgy működik, hogy a szilárd szennyező anyagok (porszemcsék a hozzájuk ragadó nehézfémekkel, a korommal, olajszármazékokkal, azbeszttel, stb.) megülednek a leveleken. Az eső a szennyeződést időnként lemossa és a megtisztult levélfelület azután ismét szűrőként funkcionál. A megkötött szennyezőanyagok mennyisége attól függ, hogy a fák, illetve védősávok milyen távolságban helyezkednek el a szennyező forrásoktól. Ezért az utak melletti fasorok, védősávok, közeli erdőfoltok és erdők nagy jelentőséggel bírnak a légszennyezés csökkentésében.

Az utat szegélyező, mindössze 75 cm széles élősövény például közel harmadára csökkenti a szennyezett levegő ólomtartalmát (37. ábra). Különösen sok ólmot fognak fel a szőrös levelű cserjék, mint például a mogyoró (*Corylus avellana*).

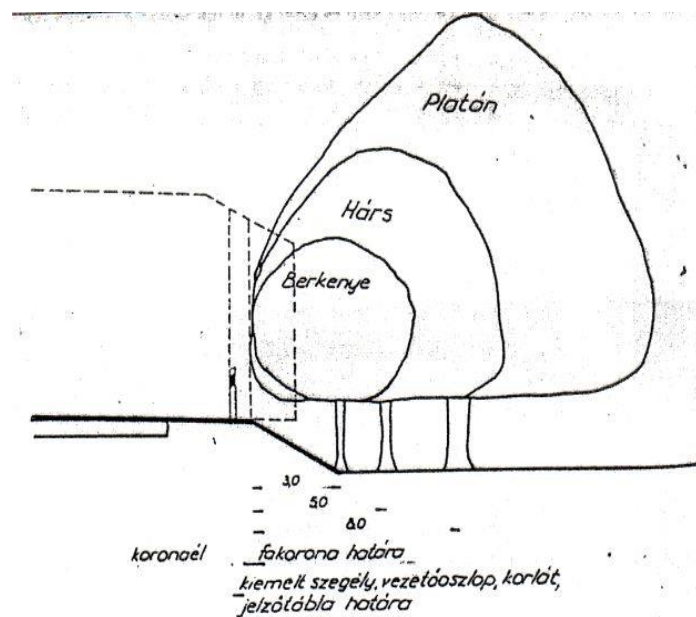


1 - az út széle, 2-3 - 1 m magas és 75 cm széles sövény, 4-7 - gyepek a sövény mögött
2, 5, 10 és 20 m távolságra

37. ábra A közutat szegélyező élősövény védőhatása a fű ólomtartalmára egy napi 12000 gépkocsi forgalmú autópálya mellett (Kovács, 1975)

8.4 Az út menti fásítások telepítésekor alkalmazható fafajok

A közlekedési utak telepítéseinek tervezésekor és kivitelezésekor szem előtt tartandó, hogy a fák teljes kifejlődésük idején se lógnak be az út űrszelvényébe (38. ábra).



38. ábra A különböző koronaméretű fák telepítési távolsága az útkoronától (Krízsián, 1979)

Út menti fasorok telepítésére nálunk elsősorban az úgynevezett elegy-fafajok alkalmazása a leggyakoribb. A telepítési lehetőségek és az alkalmazható fafajok az alábbiak:

megfelelő termőhelyen az országban csaknem mindenütt telepíthetők és magas kort érnek el:

- hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus*)
- korai juhar (*Acer platanoides*)
- nagylevelű hárs (*Tilia platyphyllos*)
- kislevelű hárs (*Tilia cordata*)
- ezüst hárs (*Tilia tomentosa*)
- madárberkenye (*Sorbus aucuparia*)
- barkócaberkenye (*Sorbus torminalis*), stb.

főleg **városokban**, illetve **ipartelepek** közelében ajánlható:

- platán (*Platanus x acerifolia*)

megfelelő termőhelyen szintén mindenütt alkalmazhatók, mint gyorsan növő fafajok:

- rezgőnyár (*Populus tremula*)
- kőris (*Fraxinus sp.*)
- éger (*Alnus sp.*)
- fűz (*Salix sp.*)

kötés talajon, magas hegyhátakon, homoktalajokon ültethető:

- nyír (*Betula pendula*)

vadgyümölcsök ajánlottak, de a nemes gyümölcsök kerülendőek (metszés, permetezés, stb.):

- dió (*Juglans nigra*)
- mandula (*Prunus amygdalos*)
- szelídgesztenye (*Castanea sativa*)

pihenőhelyek fásítására például ajánlott, de a közlekedési utak mellé nem kívánatos (nagy-mennyiségű lomb, virág és terméshullás miatt):

- vadgesztenye (*Aesculus hippocastanum*)

A fásítások gazdasági és védelmi jelentősége

Számottevő hasznót jelent az útkísérő fásítások faanyaga és madárvédelmi jelentősége. Hazánk közel 80 ezer km hosszúságú úthálózata mentén évente több ezer m³ faanyag képződik. Egy-egy juhar, illetve hárs fasor például 40 éves korban 7 m-es tőtávolság esetén km-enként 100-150 m³ fatérfogatot képvisel, a 20 éves nyárfasor 6 m-es tőtávolság esetén legalább 150-250 m³ faanyagot jelent km-ként.

8.5 Hófogó erdősávok

Minden télen előfordul, hogy hosszabb-rövidebb útszakaszokat a hófúvás eltorlaszol, lehetlenné téve ezáltal a közlekedést (39. ábra). Ezen útszakaszok mentén célszerű hófogó erdősávok telepítése.



◀ A Budapestet Győrrel és Hegyeshalommal összekötő M1-es autópályán több ezer autós vesztegelt a hó fogságában – volt, aki két napon át.

39. ábra Két napig veszteglő gépjárművek 2013. márciusban az M1-es autópályán
http://www.kisalfold.hu/gyori_hirek/ilyen_volt_2013_-_hofuvas_marciusban/2362407/

A hófogó erdősávoknak a közlekedési utak mentén különleges szerepe és jelentősége van. A közlekedési utakat ezek nélkül csak igen költséges és sokkal kevésbé hatásos, un. hófogó rácsok felállításával lehet biztonságosan üzemeltetni (40. ábra).



40. ábra Hófogó rácsok alkalmazása
(Fotó: Frank N.)

A hófogó rácsok alkalmazásakor azonban igen komoly hiányosságok jelentkeznek. Egyrészt ezeknek a „szerkezeteknek” kicsi a hó összegyűjtő képességük, egy 2 m magas hófogó rácsnál fm-ként ez maximum 30 m³ hó mennyiséget jelent. Másrészt, ezek a hófogó rácsok nagy hóviharak esetén csak akkor fejtik ki a kellő védőhatást, ha időben magasabbra emelik azokat. Erre a megemelésre azonban már akkor szükség lenne, ha a hófogó rácsnak a 2/3-ad részét a hó betakarta. Ezt a munkát azonban hóvihár esetén szinte lehetetlen elvégezni.

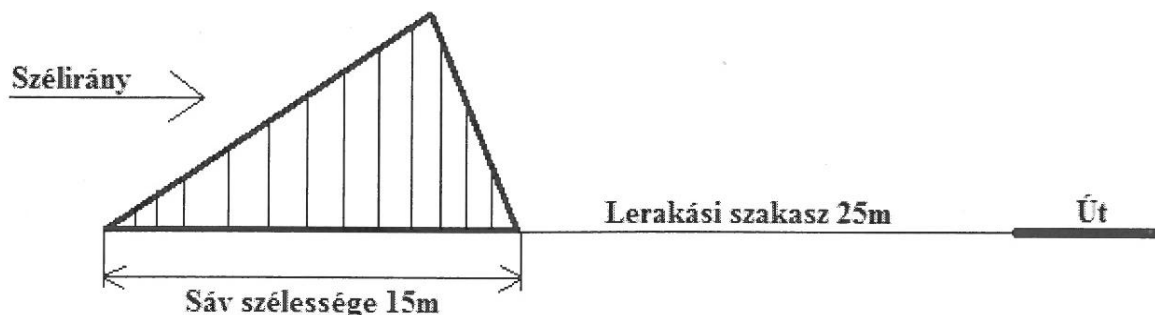
A **hófogó erdősávok** viszont már a telepítés utáni első években is – különösen gyorsan növekvő fajok alkalmazásával – kedvező védőhatást fejtenek ki, és a továbbiakban sem igényelnek újabb költséget. Sőt, a védőhatás és az utak biztonságos üzemeltetésén túlmenően faanyag-termelésükkel még nyersanyagot is biztosítanak.

Gyakorlati adatok igazolják, hogy a hófogó erdősávok – helyesen kialakított szerkezet és gondos ápolás esetén – már 3 éves kortól megkezdik a hó felhalmozását és 6-7 éves kortól kezdve nincs szükség állítható hófogó rácsok alkalmazására (41. ábra).



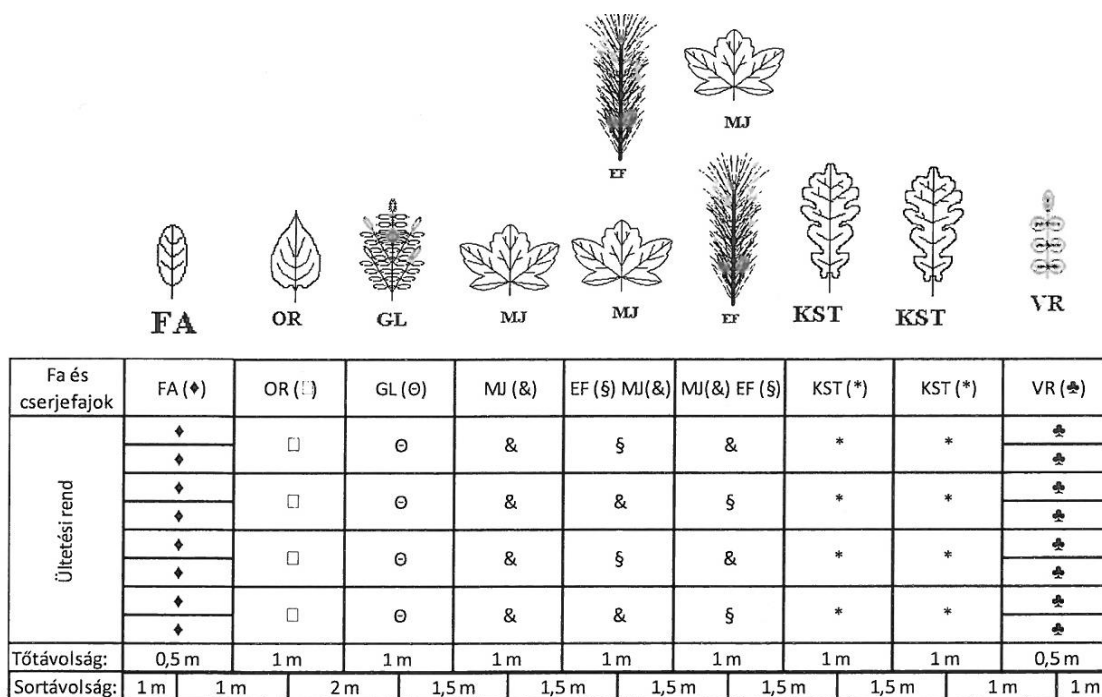
41. ábra Hólerakódás a közút és a hófogó sáv között
(Fotó: Frank N.)

A hófogó erdősávok hatása a hó eloszlásra elsősorban az erdősávok sűrűségétől függ. Azok a védősávok működnek a legnagyobb hatásfokkal, amelyek keresztmetszeti elrendezése megközelítően olyan háromszög, amelynek a szél felőli oldala mintegy 45° alatt emelkedik a fák útkörna szintjéig, az út felőli oldala pedig 60° alatt erősen lejt (42. ábra).



42. ábra A hófogó sáv keresztmetszete

Ez az alakzat megfelelően telepített cserjék és fák kombinációjával érhető el. A hófogó erdősávok megvalósítása előtt - hatóságilag jóváhagyott - erdősítési tervet kell készíteni (részletes termőhely-feltárási szakvélemény alapján kerül sor a fafaj-megválasztásra). A 43. ábrán egy jó szerkezetű hófogó sáv szerkezete látható az alkalmazott fajokkal és a telepítési vázrajzzal.



43. ábra Egy hófogó sáv általános szerkezete telepítési vázrajzzal

A sáv szélessége általában gyakorlati tapasztalatok alapján állapítható meg a legnagyobb hó mennyiségéből kiindulva. A hófogó erdősáv elhelyezése akkor helyes, ha az út azon oldalán létesül, amelyik az uralkodó szél irányába esik. Az erdősáv előtt a légtömegek felemelkednek, ezáltal a hó egy része a sávban, másik része a sáv mögötti 20-25 m-en rakódik le. A javasolható sáv szélesség 15-20 m között van, a sor és tőtávolság fajtától függ, de bizonyos irányelvek vannak:

- a fákat kötésben kell elhelyezni,
- legcélszerűbb sortávolság 1,5-2,0 m,
- tőtávolság a gyorsan növényöző fajok esetén 2-2,5 m, lassan növényöző fajoknál 1,0 m,
- cserjék telepítési sor- és tőtávolsága 0,5-1,0 m.

9. Vízfolyások, hullámterek, csatornák fásítása

A hazánkat körülvevő hegyekről a csapadék patakok, folyók formájában érkezik le a sík területre. A víz kezdeti magas mozgási energiája miatt erős eróziós munkát végez. A meredek esésű területekről leérve építő munkája is megmutatkozik rombolóhatásai mellett. Nagy folyóink - Duna, Tisza, Rába, Körös, Maros, Dráva - mellett még számos patak és kisebb folyás található. Mindezek következményeképpen a folyók meanderező mozgása és a főleg tavaszi, esetleg nyár eleji árvizek, állandóan érintik az országot.

A folyók kanyargós mozgását a terepszín és a kőzetek különbözősége alakítja ki. Amikor a folyó viszonylag egyenesen halad, akkor a legnagyobb sebességű részek a legnagyobb keresztmetszet közepén haladnak. Ilyenkor a folyó főleg medermélyítést végez, akkor, ha az alapkőzet engedi. A parton eróziós munka tapasztalható, de ez nem erőteljes a kanyarulatokhoz képest. A kanyarokban a folyó építő, valamint romboló hatása már lényegesen elkülönül. Az ívek külső részén a megnövekedett sebesség, nyomás hatására a partot rendszeresen pusztítja. Ezen mosások sokszor alámosásként is jelentkeznek, amely végső soron a termőhely leszakadásához vezethet. A kanyarulatok belső ívén viszont a folyó a hordalékot lerakja, és zátonyokat képezhet. Mindezen hatásokat a télvégi hóolvadás következményeként jelentkező árvizek fokozzák.

A víz e munkáját a folyószabályozások jelentősen enyhítették, ám nem szüntették meg. Ezen kívül az állandóan nedves talaj, amely sokszor szemcsés hordaléktalaj és szerkezeten belüli kohézióval nem vagy kevéssel rendelkezik, a kisebb nyírószilárdsága révén kisebb terhelés hatására is elszakadhat.

A partszakadás, alámosás, rombolás mehetne a természet útján tovább, de a civilizált és kiépített világot ez meglehetősen kiszámíthatatlanná és esetlegessé tenné. Ezek kiküszöbölésére műszaki és biológia védelmet lehet alkalmazni. Ezek ismertetése előtt azonban néhány fogalommal tisztában kell lenni.

9.1 Vízfolyások és partvédelem

A **vízfolyás** összefoglaló név, amely alatt a meghatározott pályán, azaz mederben mozgó vizek minden lehetséges formája értendő, a keskeny patakoktól a hatalmas folyamokig. A vízfolyások közös tulajdonságai:

- a víz a magasabban fekvő pontok felől az alacsonyabb szintek felé halad,
- a víz mederben folyik,
- a vízszállítás kisebb-nagyobb mértékben ingadozik.

Vízgyűjtő: azon terület, amelyre a lehulló és azon összegyűlő csapadék egyazon vízfolyásba vagy annak jól elhatárolható szakaszába folyik le.

Lefolyás: a vízgyűjtő területre lehulló csapadékmennyiség azon része, amelyen a vízgyűjtőn összegyülekezve, egységnyi idő alatt a vízfolyásba kerül.

Vízmosás: a csapadékvizekből keletkezett, koncentráltan nagy energiával mozgó időszakos felszíni lefolyás nyomán kialakuló barázdás, árkos, szakadékos meder a hozzátartozó hordalék-kúppal.

Meder: a vízfolyást vagy állóvizet magában foglaló természetes mélyedés vagy kiépített terep-alakulat, amelyet meghatározott partvonalig a víz rendszeresen elborít.

Vízmosáskötés: olyan természetű komplex mérnöki-biotechnikai munka, amellyel élő és holt anyagokkal a vízmosásból kiáramló hordalék mennyisége és az általa okozott kár csökkenthető.

Partél: vízfolyások, csatornák, állóvizek azon medervonala, amely a középszint és a környező terep metszésvonalaként határozható meg.

Partbiztosítás: vízfolyások, csatornák, állóvizek esetén a mederállékonyság biztosítása érdekében épített mérnöki létesítmény.

Árvízmentesítés: a mederből kilépő vizek, árvizek kártételei elleni megelőző tevékenység, amely az előlthető területet (árteret) árvízvédelmi művek (töltések, falak, árvízcsúcs-csökkentő tározók, árapasztó csatornák) létesítésével mentesíti (mentesített ártér) a rendszeres elöntéstől.

Elhabolás: a víz (folyó, patak, csatorna, tározó, tó) hullámzó mozgásának hatására a partban keletkezett rongálódás.

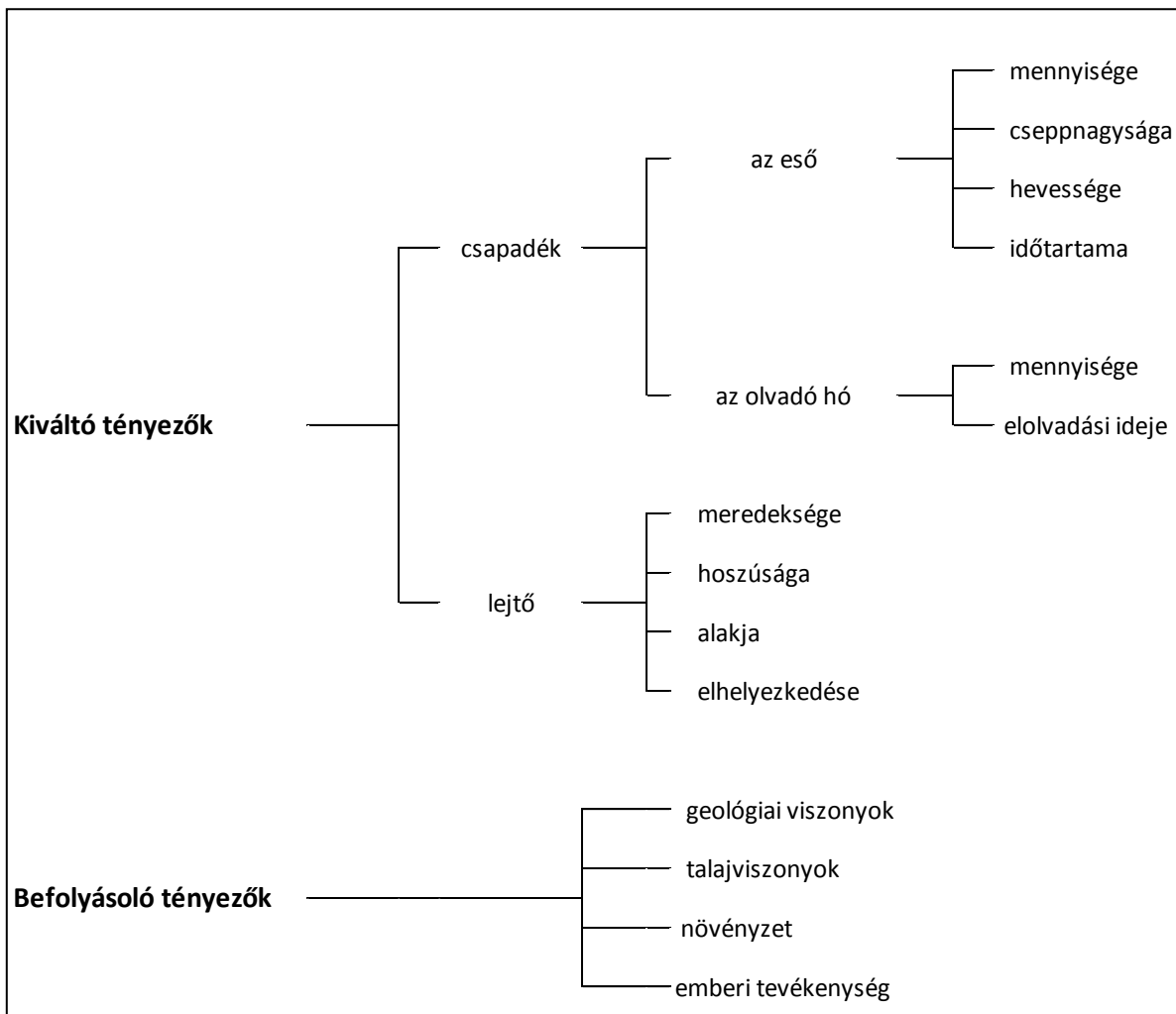
Védmű: a vizek kártételei elleni védekezéshez szükséges vízi létesítmény.

Vizek kártételei elleni védelem és védekezés (vízkárelhárítás): a károsan sok vagy károsan kevés víz elleni szervezett tevékenység, ideértve a kártételek megelőzését szolgáló védőművek építését, rekonstrukcióját, fejlesztését, üzemeltetését és fenntartását, valamint a védekezést követő helyreállítást is.

Partvédelmi erdő: olyan erdő, amely az árvízvédelmi töltések, gátak, hullámverés és jég elleni védelmét szolgálja (hullámtéri véderdő), vagy amely a csatornák, folyók, tavak, holtágak partszakaszait az elhabolás és káros szivárgások ellen védi, illetve a talajvízháztartást szabályozza.

9.1.1 A partvédelem szükségessége

A partvédelem szükségességét az **erózió** váltja ki. A természeti tényezők közül a csapadék és a lejtő szerepe a meghatározó, ezek hiányában ugyanis erózió nem alakulhat ki. Az erózió formáját, intenzitását, dinamikáját több természeti illetve emberi tényező befolyásolhatja (44. ábra)



44. ábra Az eróziót kiváltó és befolyásoló tényezők

Mérnökbiológiai, biotechnikai védelem során a part rézsűje védelmét döntően **élő szervezetek** szolgálják. A megfelelő hatás érdekében az élő anyagok kiegészíthetők elhalt növényi részekkel is. Az élő szervezeteknek sok pozitív hatása van:

- felhasználhatók a természetes anyagok, ezek ökológiailag és ökonómiailag is kedvezőbbek,
- elasztikus növények használhatók, amelyek állandóan erősödnek,
- jól illeszkedik a tájba, ezzel társadalmi igények is kielégíthetők,
- jelentős vizet vesznek fel a növények, ezáltal a talaj ellenállását is növelik,
- természetes kapcsolat alakulhat a talajvíz és folyóvíz között.

9.1.2 A partvédelem biotechnikai létesítményei

A vízfolyások partvédő biotechnikai létesítményeit tekintve sokfélék, és legjobban ezeket összehangolva lehet alkalmazni. Mindegyikről elmondható, hogy védelemnyújtásuk mellett a tájba is beilleszkednek, valamint hosszú időre nyújtanak partvédelmet. Ápolásukra természetesen hangsúlyt kell fektetni, de ennek költségei messzemenően megtérülnek.

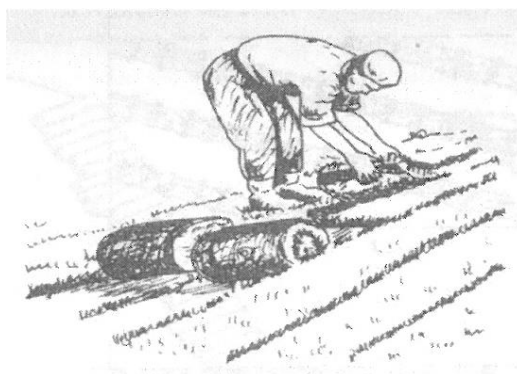
Frissen erodált, esetleg nemrég helyreállított patak és folyópartok védelmét hivatott szolgálni a **gyepburkolat**. A gyeptermőhelyi viszonyoknak megfelelő, különböző fűfajokból és pillangósokból természetesen kialakult vagy mesterségesen létrehozott élőlévi növénytakarás. A gyepesítésnél fontos a helyes fűfaj megválasztása, lehetőség szerint a tarackos növények 60-70%-ot, a bokros növekedésűek 30-40%-ot képezzenek.

A gyepburkolat készítése történhet vetéssel, gyepetglával és előre gyártott gyepszőnyeggel.

A **vetéssel történő gyepesítés** a rézsűvédelem egyik legegyszerűbb módja. A rézsű felületére 15-20 cm humuszos talajt terítenek, majd ebbe a fűmagot kézzel elvetik. Nyers rézsűfelületet vízsugaras gyepesítéssel is vethetnek. A fűmagot, a tápanyagot és valamilyen vízben oldódó ragasztóanyagot vízzel összekeverik, a keveréket magas nyomású permetezővel a rézsűre juttatják. A csírázás megindulásáig és a meggyökeresedésig a ragasztó a rézsűhöz rögzíti a fűmagot és kezdetben a szükséges tápanyagot is biztosítja. Fűmagkeverék helyett gyakran kékvirágú csillagfürtöt is használnak a rézsűk védelmére, amelynek dús gyökérzete hatásosan megköti a felületet.

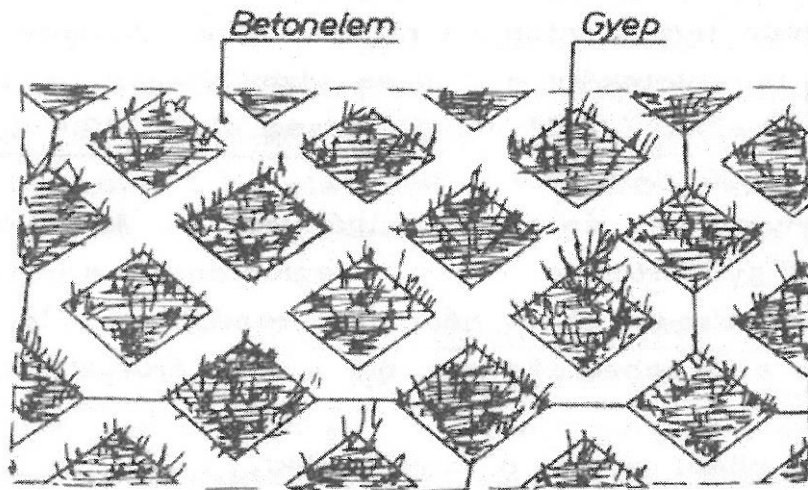
A gyepesítés másik módja a **gyepetglázás**. Előnye, hogy gyorsan nagy területeket lehet lefedni, de ez a technológia csak 1,8-2,6 m/sec vízsebességig alkalmazható. Lefektetésüket biztosítással kell ellátni az esetleges elöntés miatt, ez karók leverésével érhető el.

A **gyepszőnyeg** előregyártása ásványi talajon, tőzegágyon és műanyaghab alapanyagon történhet. A gyepszőnyeg 20 cm vastag, 80 cm széles és tetszőleges hosszúságú. A tápanyagot tartalmazó réteg alá műanyag fóliát szoktak helyezni a gyökerek áthatolásának megakadályozására. A kész gyepszőnyeget 10 cm átmérőjű farúdra tekercselve szállítják és a helyszínen, a beépítéskor göngyölitik le (45. ábra).



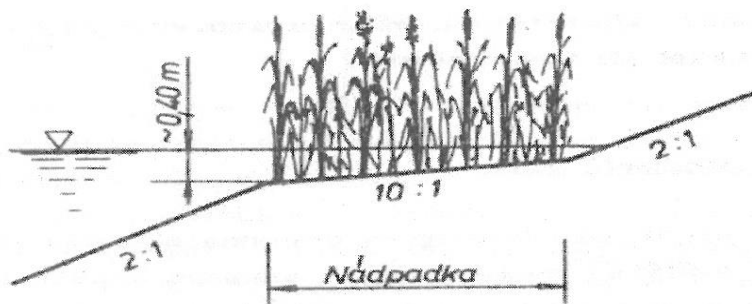
45. ábra Előregyártott gyepszőnyeg beépítése (Tomba, 1977)

Kombinált gyepburkolat segítségével növelhető a gyepburkolat ellenállása a víz elragadó erejével szemben. A növényzet segítségével a vékony burkolólapok rögzíthetők. A terméskőburkolat, betonburkolat fugái vetőmaggal kevert humuszos földdel kitöltve 2-3 hét alatt kizöldülnek és a tömött gyeptakaró hatásos védelmet nyújt a vízzel szemben. A gyepek nyílásokkal ellátott előre-gyártott betonelemekkel, vagy műanyaglapokkal együttesen alkalmazzák (46. ábra).



46. ábra Betonelem és gyep együttes alkalmazása (Tompa, 1977)

A víz alatti rézsű (2 m-es vízborítottságig) megvédésére szolgál a **nád** (*Phragmites australis*), illetve nádpadka (47. ábra) abban a tartományban, ahol gyakori a vízállás változása, nagy a vízjáték és erős a hullámzás. A növény a víz energiájának csökkentése mellett szűrőként is működik. Telepítésnél ügyelni kell arra, hogy a beültetendő rézsű hajlása ne legyen 3:1 rézsűhajlásnál meredekebb. Telepítése történhet nádgyökeres termőföldterítéssel, magvetésből nevelt palántázással, valamint helyben-vetéssel.



47. ábra Nádpadka kialakítása (Tompa, 1977)

A nádpadkák felső részéhez csatlakoztatható egy **zöld pántlikafű sáv** (*Baldingera arundinacea*) is. Ezt a sávot azonban lehetőleg 2 m-es vízborítás ne érje, mert kipusztul. Sűrű gyökérzetű növény, amely jól kiegészíti a nádsávot.

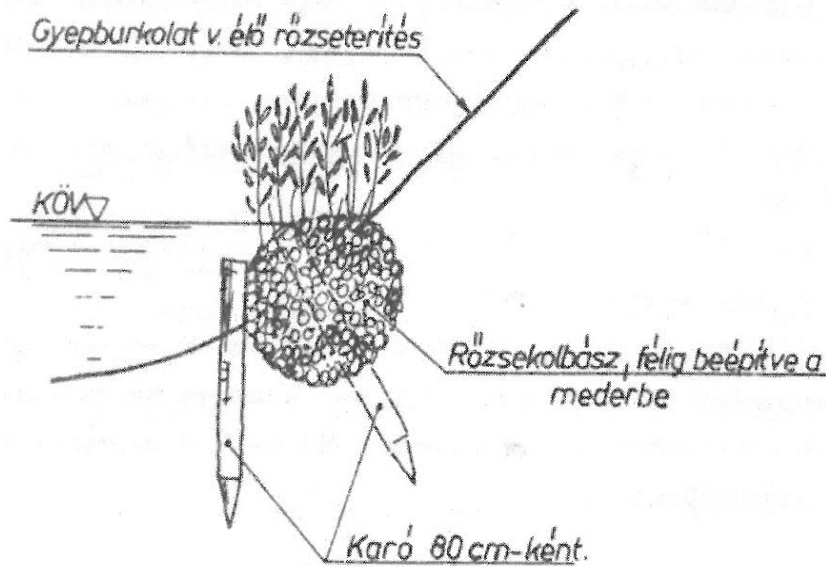
A partok védelme nemcsak lágyszárú, hanem **fás szárú növényekkel** is biztosítható. Ezek a növények nagyobb vízsebességnél is alkalmazhatók (6-8m/sec). Gyökérzetük mélyebbre hatol, valamint tetemes vízsebesség csökkentésre képesek.

Élő rőzseművek telepítéséhez

- fűzfajok (*Salix alba*, *Salix viminalis*, *Salix purpurea*, *Salix daphnoides*) és
- mézgás éger (*Alnus glutinosa*) használható.

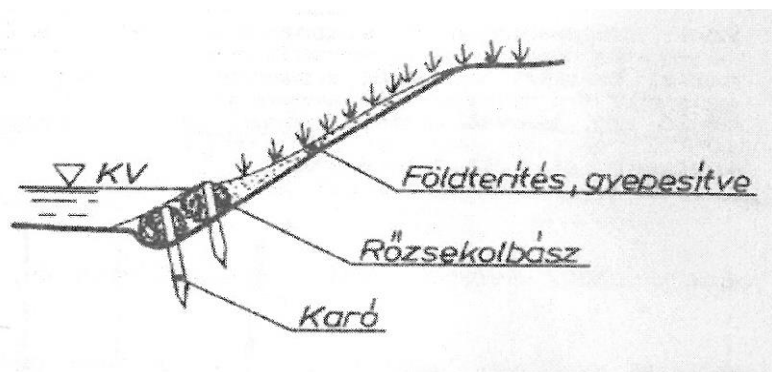
Mindkettő erőteljesen növekedik, ápolásuk azonban különös gondot igényel.

Élő rőzsemű a **rőzsekolbász**, amely a rézsúláb biztosítását hivatott szolgálni (48. ábra). Építéséhez, amely szeptembertől májusig végezhető, 2 éves 2-3 m-es vesszők alkalmasak, rögzítésükre karók használhatók.



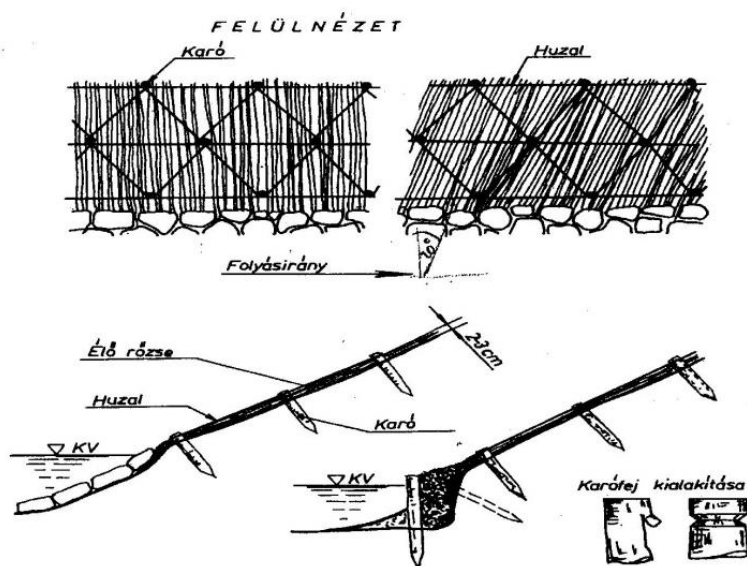
48. ábra Élő rőzsekolbász (Pankotai-Rácz, 1975)

A rőzsekolbász sorban elhelyezve is alkalmazható. A 20-50 cm vastag rőzsekolbászt a rézsú aljánál, a kisvízi meder védelmére karóval rögzítve helyezik el. Alkalmazható két-három sorban is (49. ábra).



49. ábra Rőzsekolbász sor (Pankotai-Rácz, 1975)

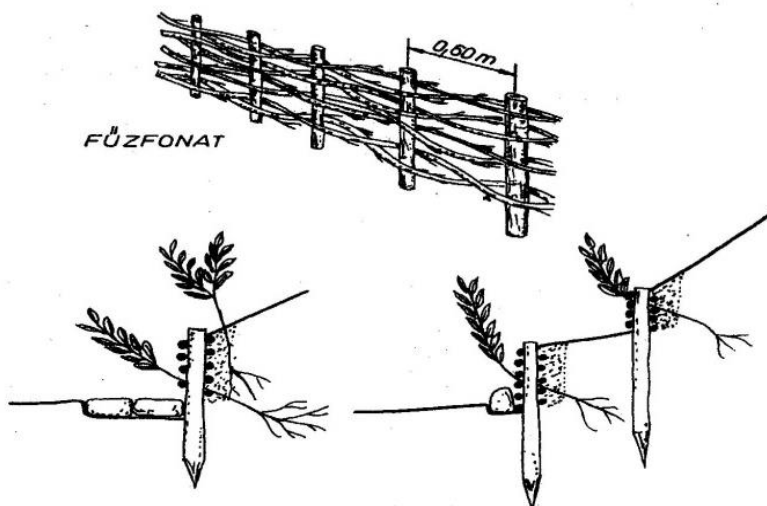
A rőzse nem csak rőzsekolbászként telepíthető, hanem egyszerű terítéssel is, amely azonnal hatékony és védi a rézsút. Ilyenkor a karókkal rögzített hajtások a folyásirányra merőlegesen vagy kicsi hegyesszögben kerülnek fektetésre, amelyet ezután 2-5 cm vastag termőfölddel kell lefedni és tömöríteni (50. ábra).



50. ábra Élő rőzse terítése
[Pankotai-Rácz, 1975]

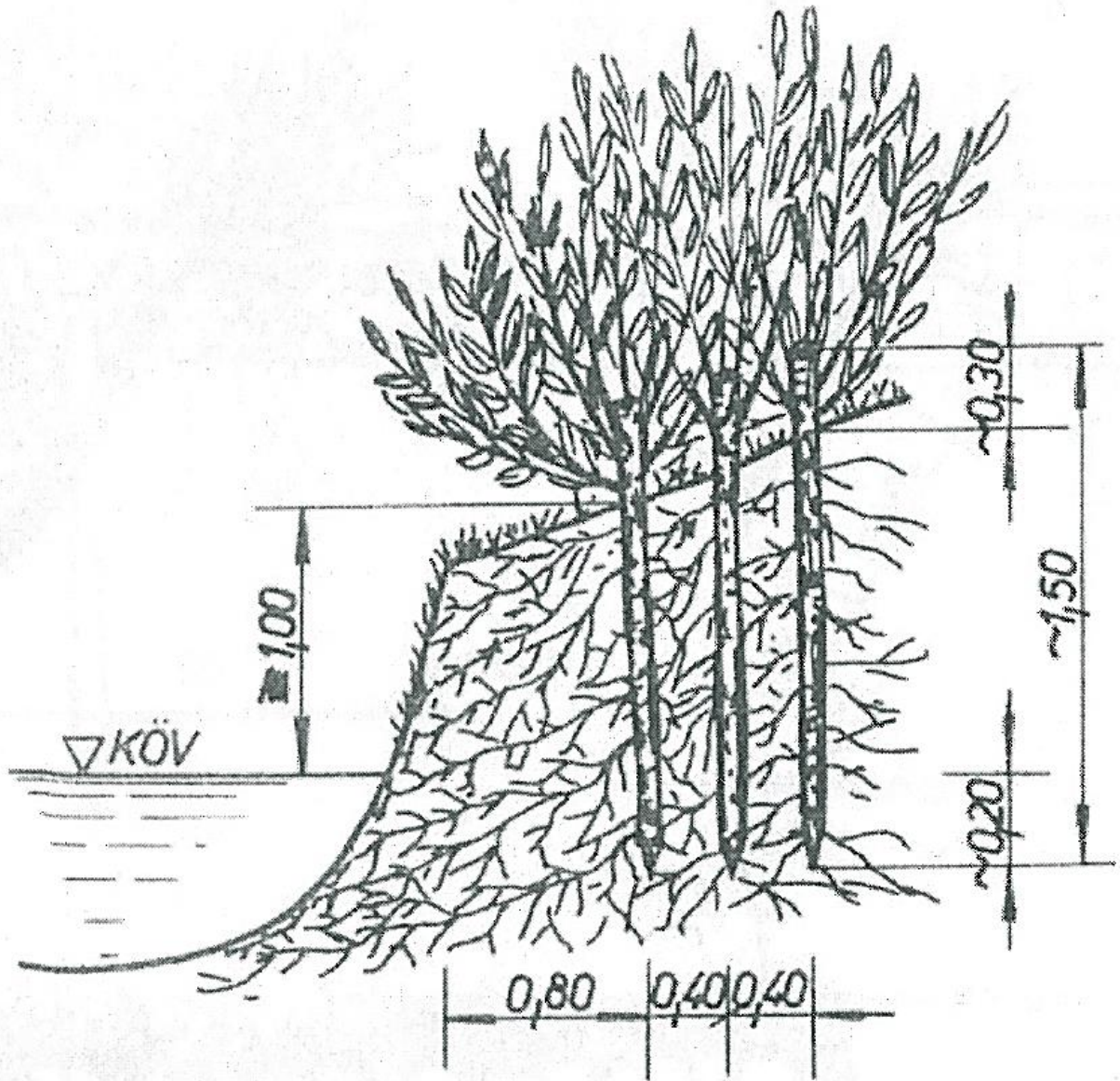
Nemcsak rőzseként, hanem dugványként is telepíthetők, ekkor karó- és gyökérdugvány használható. A dugványok 30-35 cm-es sortávolsággal és 10-15 cm-es tőtávolsággal telepítendőek.

Élő fűzfonatok elhelyezésével kisebb vízfolyások rézsútláb biztosítása megoldható, amikor a karók közé fonják a fűzhajtásokat (51. ábra).



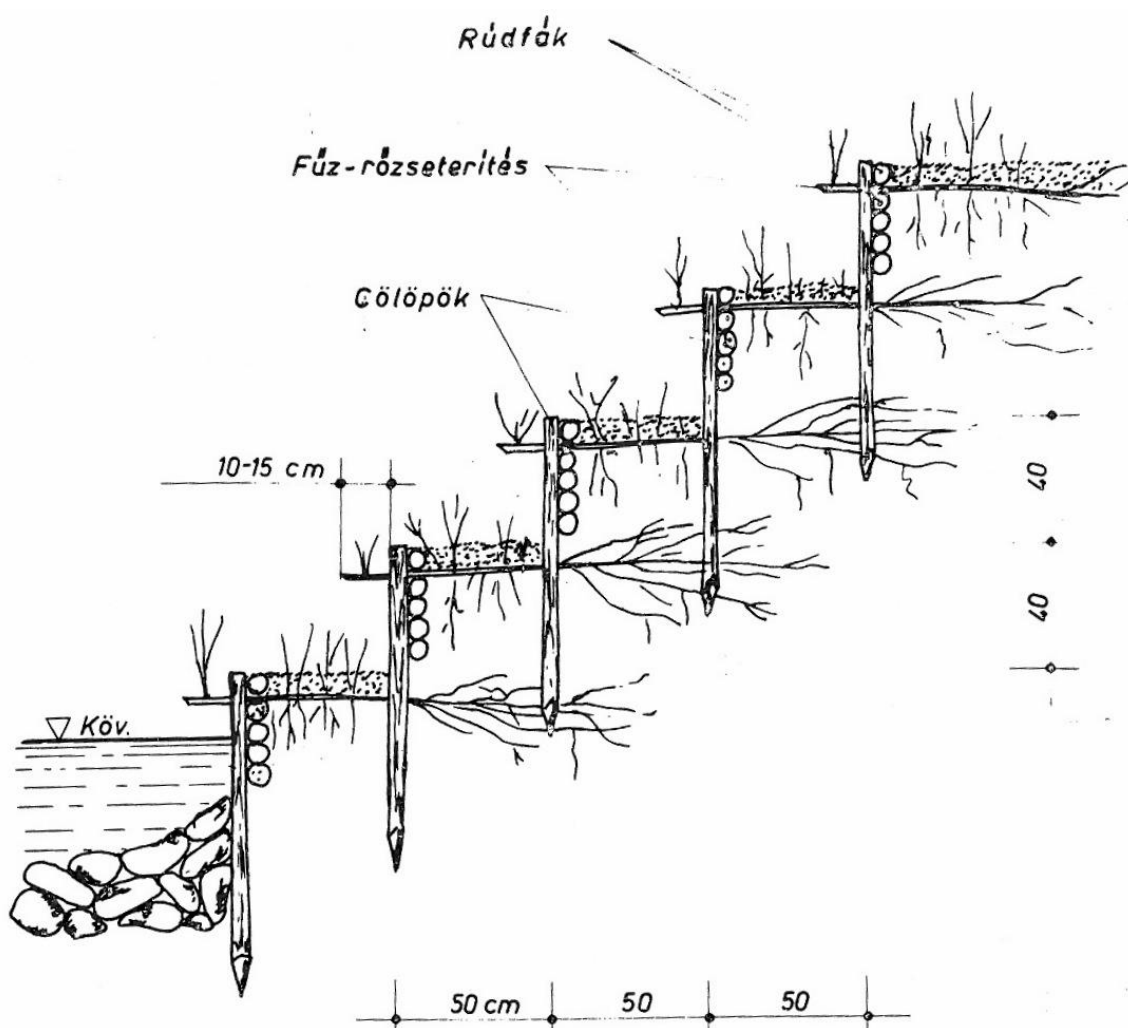
51. ábra Fűzfonatok elhelyezése
[Pankotai-Rácz, 1975]

Kisebb vízfolyások partjának védelmére szolgál az élő dorongfal (52. ábra). Az 1,5 m hosszú és 8-10 cm átmérőjű karódugványokat a vízszint felett kb. 1 m magasságban helyezik el. Kihajtás után a gyökérzet jól átszövi a part talaját, a gallyak pedig fokozzák az érdességet.



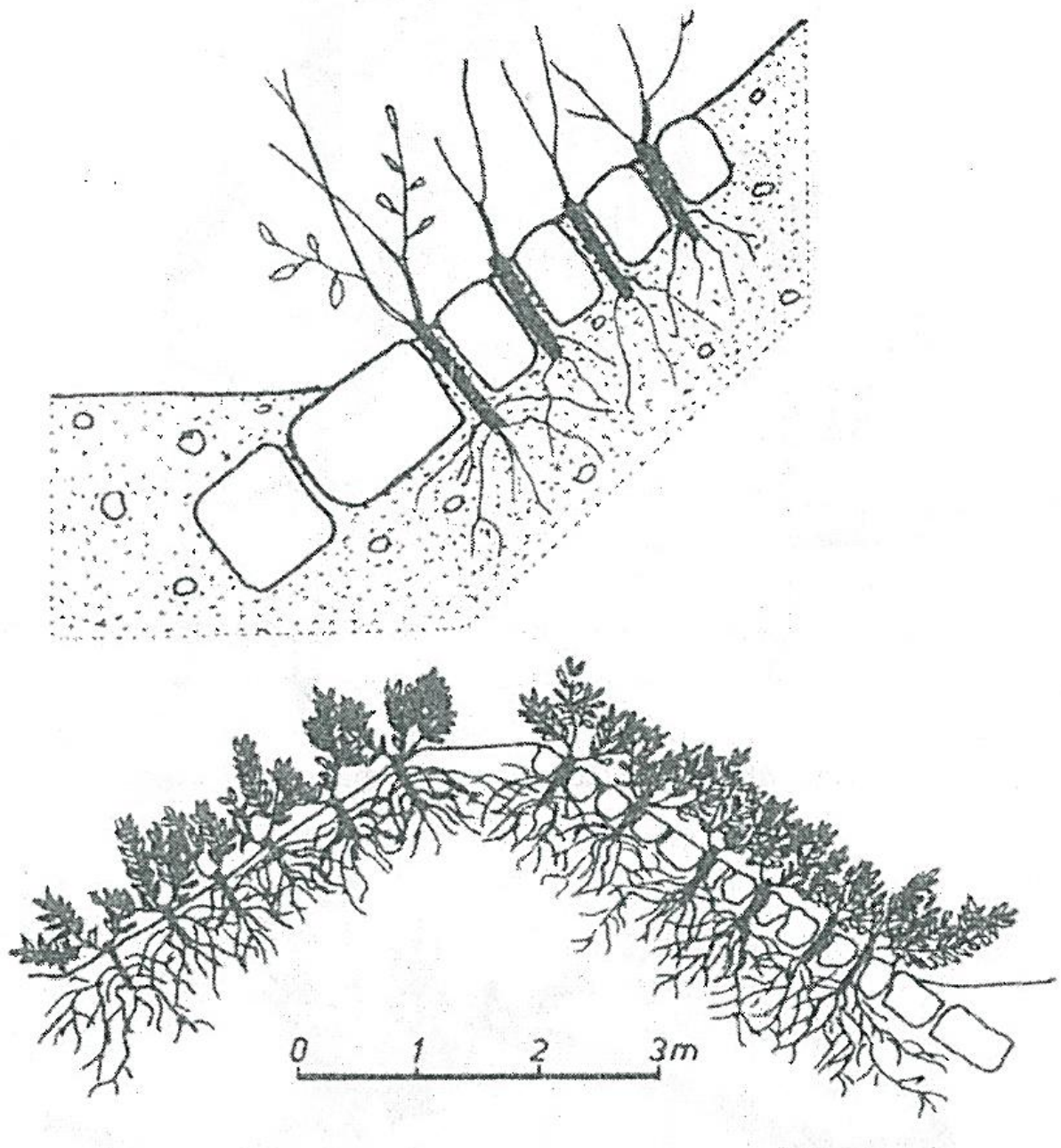
52. ábra Élő dorongfal
(Tompa, 1977)

Erősen megrongálódott és nagyon igénybevett partoknál alkalmazzák a **lépcsős partépítést** (53. ábra). Kialakításának előfeltétele a hossz-szelvény biztosítása. A rézsűlábát meg kell erősíteni olyan kerítéssel, amely 5-6 egymáson fekvő rúdfából áll, amelyek közül 3-4 a mederfenekére fekszik. Az így létrejött lépcsőt az ottani talajjal kell kitölteni és fűzgallyakból álló egyszerű terítéssel úgy betakarni, hogy a vastag végek 10-15 cm-re a felső rúdfa felett a folyó felé kiálljanak. Egy rászegezett rúddal a vesszővégeket leszorítják, majd a rőzseterítésre 3-5 cm-es földborítást tesznek. Ez kb. 25-30 cm magas, 3-4 rúdfából áll, az utolsó rúd alá is fűzterítést helyeznek. Az építést minimálisan a magas víz szintjéig folytatják, illetve gyakran a rézsú koronájáig. Viszonylag nagy anyag- és költségigényű, de még talajelhordás esetén is kihajt a fűz és ezzel zárt bokorvédelmet ad. A rudak 4-5 év után széthullnak, de akkor már a fűzbokrok biztosítják a partot.



53. ábra Lépcsős partépítés
(Tompa, 1977)

Célszerű a különböző technológiákat együttesen alkalmazni, ezzel ugyanis hatékonyságuk nagymértékben növelhető. Több helyen használt megoldás például a **száraz kőburkolat** alkalmazása **fűzdugvánnyal**. A kőburkolat hézagjait földdel töltik ki, majd fűzdugványokat tűzdelnek a résekbe (54. ábra).

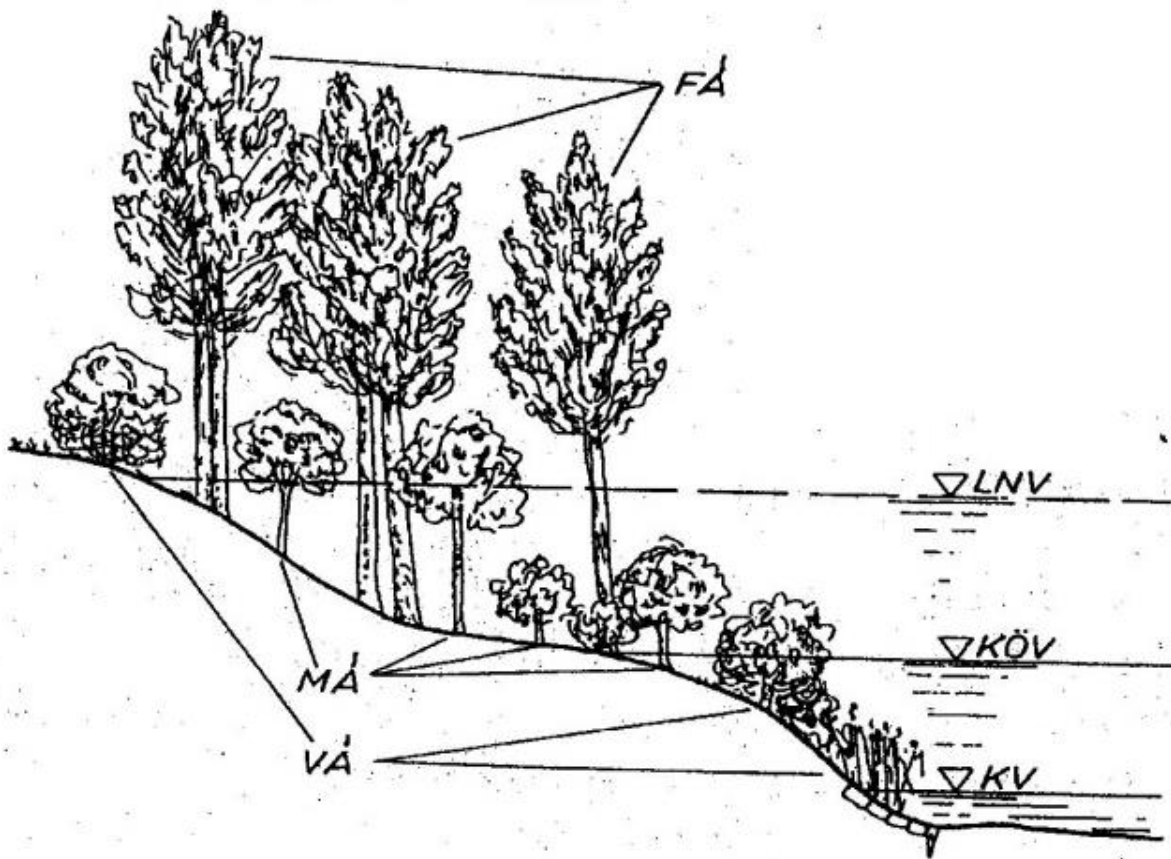


54. ábra Száraz kőburkolat fűzdugvánnyal
(Tompa, 1977)

Partvédelem lág- és fás szárú növényzet együttes alkalmazásával

Egy partvédő állományt vizsgálva három rész különíthető el és mindegyik résznek meg van a funkciója (55. ábra):

- **technikai védőállomány:** magát a partot hivatott erősíteni a partoldal ellenállóképességének növelésével. Feladata az alámosás megakadályozása és a talajréteg gyökérzettel való összetartása; ilyenek a már említett nádpadkák, zöld pántlikafű sávok és a fűzfajok dugványai,
- **biológiai mellékállomány:** a technikai védőállományt és a főállományt segíti, mintegy második lombkoronaszintet képez,
- **főállomány:** csak akkor telepíthető, ha a védőállomány már megvan; tájvédelmi funkciója mellett a gazdasági fatermesztés is cél.



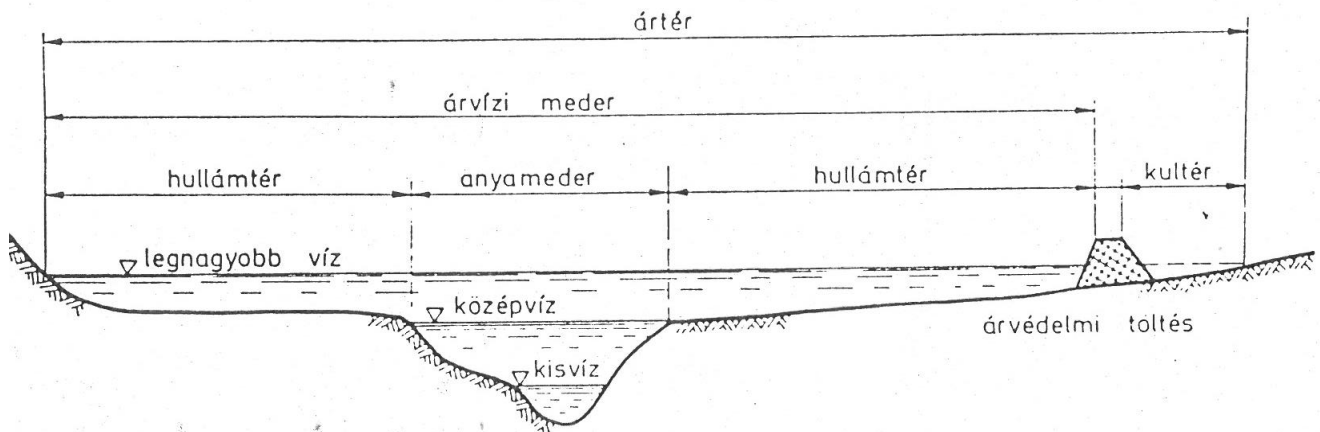
55. ábra A főállomány (FÁ), mellékállomány (MÁ) és a védőállomány elhelyezkedése
(Pankotai-Rácz, 1975)

A part menti fás vegetáció telepítésének és fenntartásának elsődleges célja minden esetben a védőképesség biztosítása, illetve növelése. Az árterek speciális fásításával részletesen a hullámtéri fásítás kerten belül foglalkozunk.

9.2 Hullámterek fásítása

Az árvízvédelmi biztonság megkívánja, hogy minden lehetséges eszközzel védjük a töltéseket a káros árvízi hatásoktól, ezért fontos az a természetes védelem, amit a hullámtéri véderdők nyújtanak. Most is azonban néhány fogalommal, illetve az ártér felépítésével kell először megismerkedni.

Az **ártér** az a terület (56. ábra), amelynek talaját a folyók vize árvízkor közvetlen elöntéssel vagy pedig az altalajba szivárgással állandóan vagy időnként átítat.



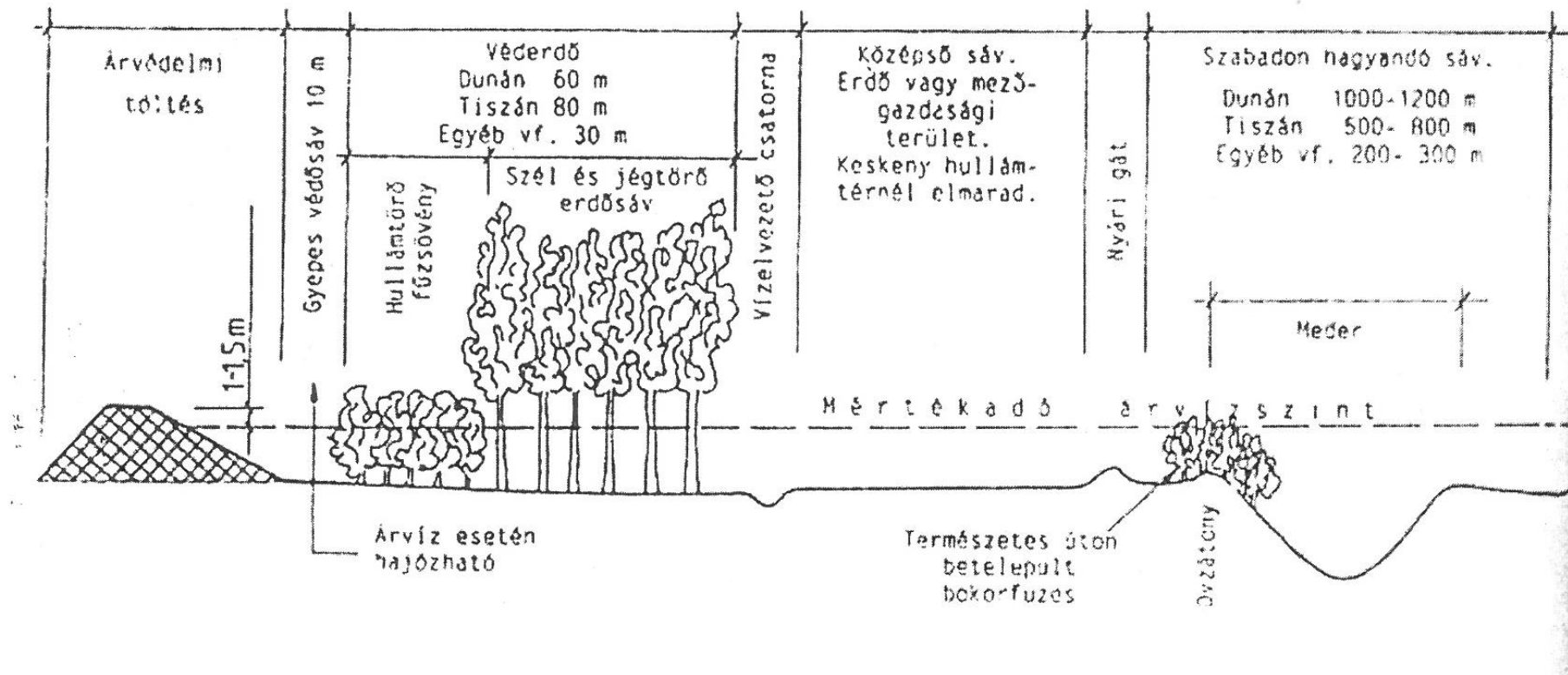
56. ábra Az ártér keresztmetszete
(Tihanyi, 1991)

Az **árvízi meder** a folyó völgynek az a része, amelyben az árvízi tömeg lefolyik. Töltéssel ellátott folyóknál a jobb és bal parti hullámtér, valamint a főmeder együttes területe.

A **hullámtér** a vízfolyás, a folyó folyam partjának éle és az árvízvédelmi védőtöltés közötti terület (57. ábra). Védőtöltés nélküli folyószakaszokon a hullámtér megegyezik az ártérrel. A hullámtér a szabadon tartandó sávra, a középső sávra (erdő-, vagy mezőgazdasági használatra), a véderdőre és a töltés melletti szabadon tartandó füves sávra tagolódik.

Csak a széles hullámterek, mint a Duna, Tisza, Hármas-Körös, Kettős-Körös, Bodrog, Rába, Maros hullámtere fásíthatók.

A hullámtér felépítése ábráján látható, hogy az ártéren belül található az árvízvédelmi töltés, ami művi építmény, és az ennek védelmét biztosító véderdősáv, ami már mérnökbiológiai létesítmény.



57. ábra A hullámtér felépítése
(Tihanyi, 1991)

A hullámtéri véderdő feladata a töltés magasságában – elsősorban a nagyvíz által támasztott részekben – összefüggő, dús lombosított koronaszintjével az árvízvédelmi töltés előtt a szél és víz sebességének csökkentése, a hullámverés csillapítása és erős törzseivel a jégtáblák romboló hatásának megakadályozása.

További feladata lehet – megfelelő fafajok telepítésével – az árvízvédelmi rózseanyag megtermelése is. Fűzek telepítésével, fejesfa üzem móddal, vagy újabban esetleg földig ágas cserjeneveléssel, a helyszínen megtermelhető akár a szükséges teljes mennyiség.

A hullámtéri véderdővel szemben támasztott **árvízvédelmi követelmények:**

- a véderdő szélessége:
 - Duna: 60 m,
 - Tisza: 80 m,
 - egyéb folyókon 30-40 m legyen,
- minden tevékenység az árvízvédelmi biztonság függvényében végezhető (!),
- fontos az erdősítés minél előbbi elvégzése,
- a vízügyi előírások maximális betartása,
- a véderdő vonala kövesse a töltés, illetve a sodorvonalat,
- a fafajok gyors növekedésűek legyenek, dús, rugalmas ágrendszerrel,
- a fafajok elviselik az elöntést, ellenállóak, lombosítottuk bírja az elöntést, jó a visszacsúszó-képességük (nyárok, fűzek),
- a töltés állandó védelme (a véderdő töltés felőli oldalán a talajszintig terjedő zárt erdőszegély kialakításával).

Hullámtéren a termőhely-minősítés, illetve az ezt követő fafaj-megválasztás annak függvénye, hogy a területet az árvizek milyen magasságban és mennyi ideig borítják el, illetve az elöntések mely évszakban fordulnak elő. Meg kell határozni az elöntési idő függvényében a magassági fekvést és ennek figyelembe vételével javasolhatók a körülményekhez alkalmazkodó fa- és cserjefajok. Öt magassági szint különíthető el, és ennek függvényében alakulnak a fásítás lehetőségei az alábbiak szerint:

Igen mély fekvésű hullámterek:

- az elöntés 4-6 hónapig is tarthat,
- felszínig nedves, levegőtlen,
- nyers öntéstalaj, a vízfolyási teknőkben láptalajok,
- nem erdősítendő, fás növények megtelepedésére alkalmatlan.

Mély fekvésű hullámterek:

- az elöntés 2-4 hónap,
- felszínig nedves; nedves-vizes
- nyers öntéstalaj, a vízfolyási teknőkben láptalajok,

- bizonyos fás növények megtelepedésére már alkalmas:
 - éger (*Alnus glutinosa*)
 - fehér fűz (*Salix alba*)
 - kutyabenge (*Frangula alnus*)
 - rekettyefűz (*Salix cinerea*)
 - csigolyafűz (*Salix purpurea*)
 - mandulalevelű fűz (*Salix triandra*)
 - kosárkötő fűz (*Salix viminalis*)

Középmély fekvésű hullámterek:

- előntés 1-2 hónap,
- állandó vízhatás; felszínig nedves, félnedves-nedves
- humuszos öntéstalaj,
- telepíthető fafajok:
 - éger (*Alnus glutinosa*)
 - fehér fűz (*Salix alba*)
 - fehér nyár (*Populus alba*)
 - fekete nyár (*Populus nigra*)
 - vörösgyűrű som (*Cornus sanguinea*)
 - csíkos kecskerágó (*Euonymus europaeus*)
 - kutyabenge (*Frangula alnus*)
 - kosárkötő fűz (*Salix viminalis*)
 - kányabangita (*Viburnum opulus*)

Középmagas fekvésű hullámterek:

- előntés 1 hét - 1 hónap,
- időszakos, állandó vízhatású területek; félnedves-üde,
- a talajvízszint 200-350 cm,
- öntés vagy réti erdőtalaj, esetleg pszeudoglejes barna erdőtalaj,
- telepíthető fafajok:
 - magyar kőris (*Fraxinus angustifolia ssp. pannonica*)
 - magas kőris (*Fraxinus exelsior*)
 - fehér nyár (*Populus alba*)
 - fekete nyár (*Populus nigra*)
 - kocsányos tölgy (*Quercus robur*)
 - mezei juhar (*Acer campestre*)
 - vadalma (*Malus sylvestris*)
 - zselnice meggy (*Padus avium*)
 - vénic szil (*Ulmus laevis*)
 - mezei szil (*Ulmus minor*)

Magas fekvésű hullámterek:

- legfeljebb néhány napos elöntés,
- időszakos vízhatású területek; üde-félszáraz,
- a talajvízszint mindig elérhető (200 cm),
- jellemzőek a barna erdőtalajok,
- telepíthető fafajok:
 - kocsányos tölgy (*Quercus robur*),
 - magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* ssp. *pannonica*)
 - magas kőris (*Fraxinus excelsior*)
 - mezei juhar (*Acer campestre*)
 - korai juhar (*Acer platanoides*)
 - gyertyán (*Carpinus betulus*)
 - vadalma (*Malus sylvestris*)
 - vadkörte (*Pyrus pyraeaster*)
 - kislevelű hárd (*Tilia cordata*)
 - mezei szil (*Ulmus minor*)
 - vénic szil (*Ulmus laevis*)

9.3 Csatornafásítás

Európában Hollandia után hazánkban jut 1000 ha szántóföldi területre a legnagyobb öntözőcsatorna hossz. Elöljáróban már meg kell jegyezni, hogy öntözéssel csak a talaj szárazságát lehet megszüntetni, de a föld feletti légtömegek szárazságát nem. Ha nincs megoldás arra, hogy a párolgás és a transzspiráció révén átnedvesedett légtömegek az öntözött terület felett maradjanak, akkor jelentős mértékben megemelkednek az öntözővíz normák és romlik a transzspiráció produktivitása. A fejezetben ismét egyrészt a csatornákkal, mint művi létesítményekkel, másrészt a hozzájuk tartozó fásításokkal, azaz mérnökbiológiai létesítményekkel foglalkozunk. A fásítást indokolja, hogy az öntözött területeken a sikeres gazdálkodáshoz korszerű hidrotechnikai, agrotechnikai és erdő-meliorációs műveletek komplex alkalmazására van szükség. A fő cél pedig a szárazság és a szárító szelek hatásának mérséklése.

A légszárazság növényekre kifejtett hatása:

- nő a transzspiráció,
- a növény vízfelvétele nem fedezi a vízleadást,
- a növény hervadásnak indul.

Az erdősávrendszer telepítése lehetővé teszi az öntözési normák csökkentését. A párolgás csökkentése a másodlagos szikesedés veszélyének mérséklése szempontjából is igen fontos. A csatornákból kiszivárgó és a kapillárisokon a felszínre emelkedő víz elpárolgása után a vízben oldott sók a felszínen maradnak. Az erdősávok a csatornák mentén megakadályozzák az elszikesedést és az elmocsarasodást (a nagyobb transzspiráció következté-

ben, mellyel a filtrációs vizet elpárologtatják), valamint elősegítik az öntözővíz ésszerűbb felhasználását.

Öntözött területeken is, ahogy a mezővédő erdősávok esetén már láttuk, kellő védőhatás csak erdősávrendszerek létesítésével érhető el. Az erdősávok egységnyi területről többet párologtatnak el, mint az összefüggő erdőségek, mivel:

- nagyobb a lombkorona felületük,
- a szélnek és a hőmérsékletnek jobban kitettek,
- valamint a felső lombkorona szint alatt fejlett cserje- és aljnövény szinttel rendelkeznek.

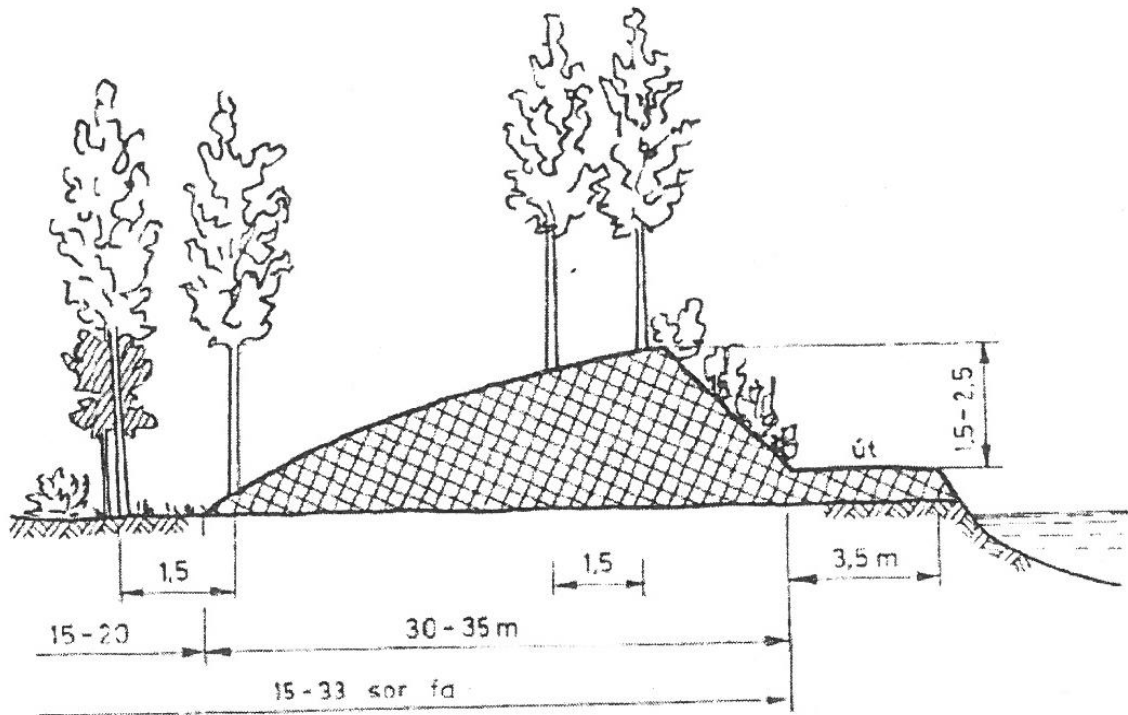
Az erdősávok elhelyezésénél és szélességük tervezésénél a fásítandó csatorna típusát – főcsatorna, víztározó, elosztócsatorna, állandó jellegű öntözőcsatorna – kell figyelembe venni, amely csatornák fásításához mindig a vízügyi szervek előzetes hozzájárulása szükséges.

Szélesebb erdősávokat ajánlatos telepíteni a víztározók mentén. Az elosztó, a lecsapoló és az állandó öntözőcsatornák mentén kisebb szélességű erdősávok létesítendőek. Az ideiglenes öntözőcsatornák mentén erdősávokat nem kell telepíteni.

A fafajok megválasztásánál speciális követelmény, hogy a fafajok alkalmazkodni tudjanak az időnként fellépő vízbő viszonyokhoz, illetve elviseljék a mesterségesen kialakított, sokszor kedvezőtlen talajviszonyokat (depóniák, anyagárhok). Alkalmazható fafajok:

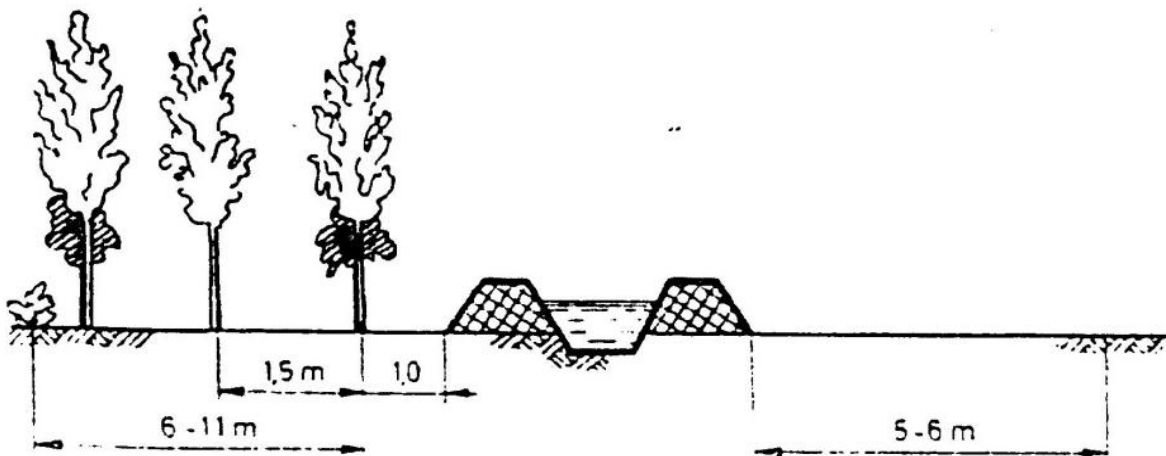
- hazai és nemes nyárok (*Populus sp.*),
- fűzek (*Salix sp.*).

A **főcsatornák** (pl. a Keleti- és a Nyugati-főcsatorna) mentén javasolt véderdőövezet látható a 58. ábrán. A rendelkezésre álló terület nagyságától a 20-25 m széles véderdősáv biztosítja a csatornák legnagyobb védelmét és a terület legjobb kihasználását. A gépek számára az ábrán úttal jelölt padkán a közlekedés biztosított.



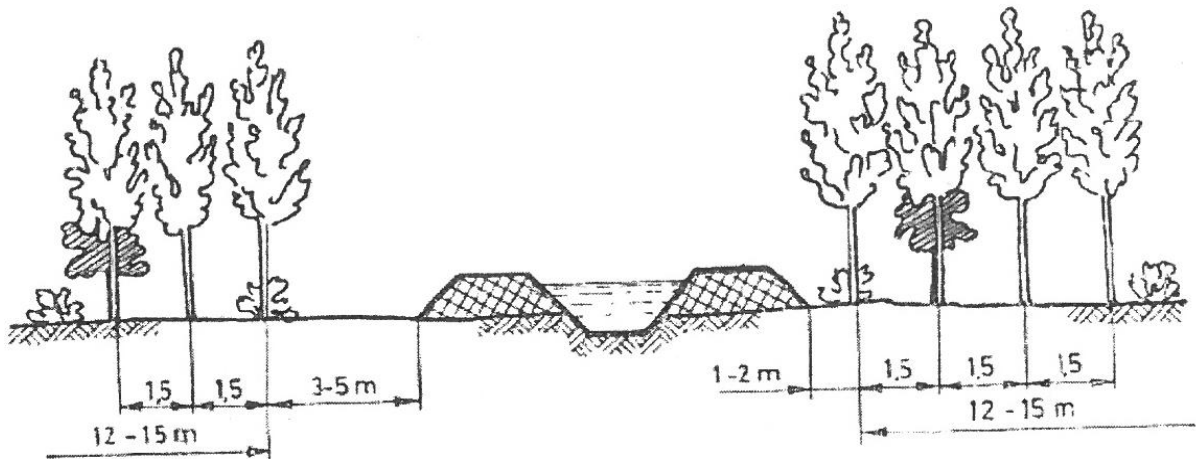
58. ábra Főcsatornák fásítása
(Gál-Káldy, 1977)

Az állandó jellegű öntözőcsatornák mentén, ha a csatorna karbantartása géppel történik, csak az egyik oldalon telepítendő hézagos erdősáv (59. ábra).



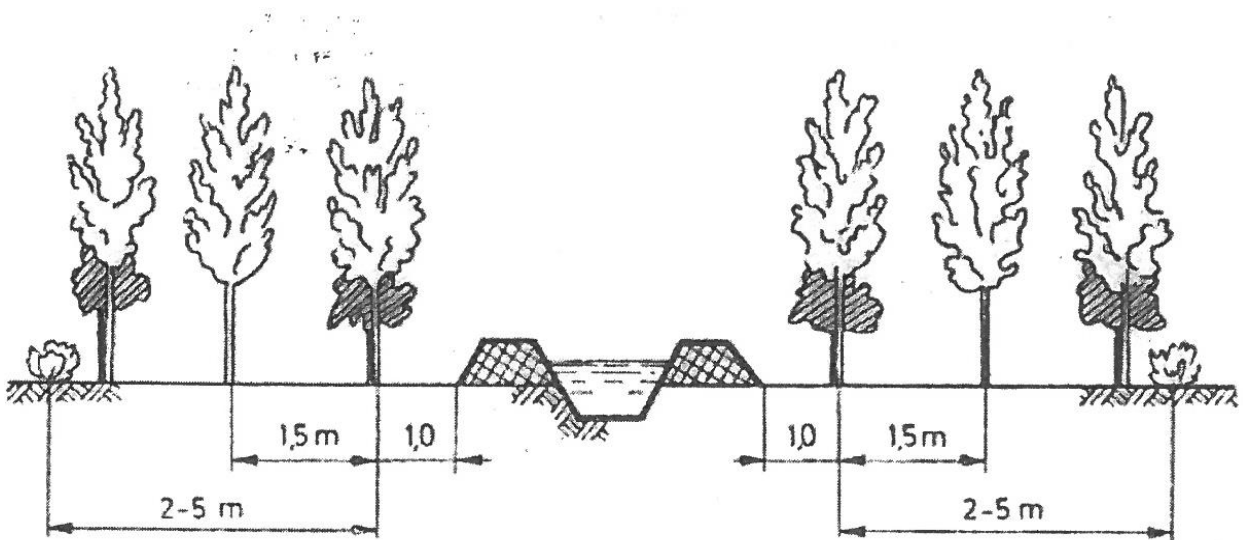
59. ábra Öntözőcsatorna fásítása gépi karbantartás esetén
(Gál-Káldy, 1977)

A gépi karbantartásra helyet kell biztosítani az elosztócsatornák esetében is (60. ábra).



60. ábra Elosztócsatorna fásítás
(Gál-Káldy, 1977)

Kézi karbantartás esetén közvetlenül a csatorna mellé, mindkét oldalra lehet 1-3 soros erdősávot telepíteni (61. ábra).

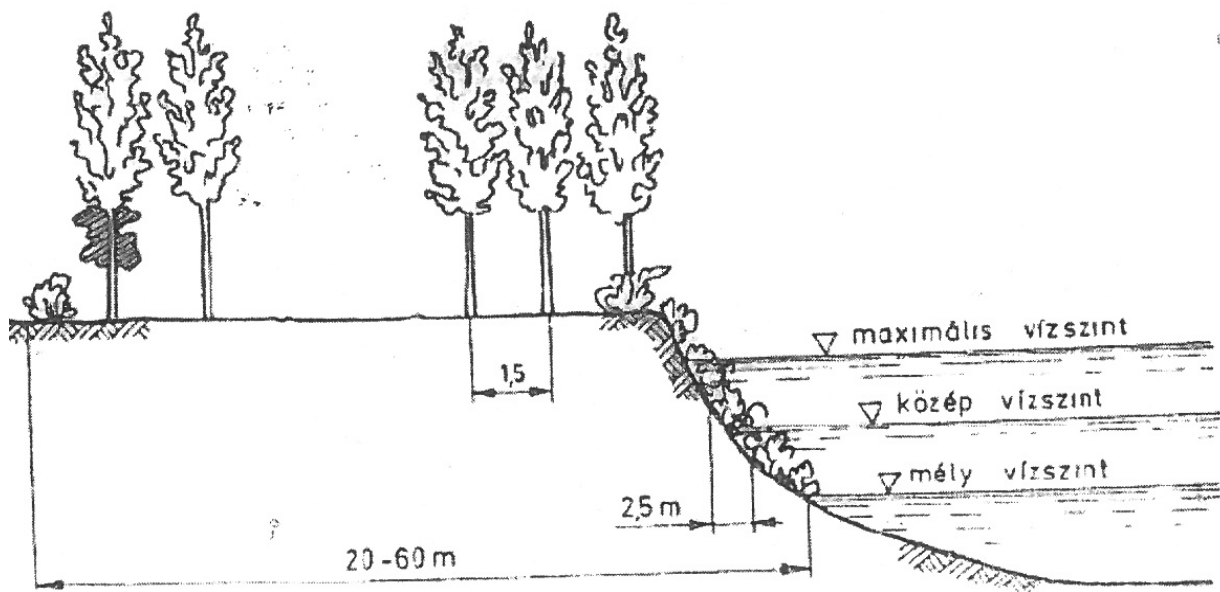


61. ábra Öntözőcsatorna fásítása kézi karbantartás esetén
(Gál-Káldy, 1977)

A víztározók körül létesítendő védősávoknak illetve védérdőövezeteknek több funkciója van:

- partmegkötés és hullámtörés,
- széltörés,
- árnyalás,
- hordalékmegkötés a lejtős partoldalon.

A legmélyebb vízszint közelébe zárt, többsoros cserjeszegély (pl. bokorfűzzel) létrehozása javasolt (62. ábra).



62. ábra Víz tározó fásítási vázlata
[Gál-Káldy, 1977]

Mindezek alapján elmondható, hogy mind a természetes vízfolyások, mind az emberi létesítmények védelmét mérnökbiológiai eszközökkel, azaz biotechnológiai védelemmel meg lehet óvni a természet károsításai ellen. A legfontosabb, hogy ezek a technológiák a nekik megfelelő helyen kerüljenek alkalmazásra, amelynek alapja az alapos tájbejárás és a környék megfelelő ismerete.

10. Települések zöldfelületei

A települések különböző területei, területrészei más-más rendeltetésűek, és ettől függően szolgálják a lakást, a termelést, a szolgáltatást, a pihenést, az üdülést, stb. Az utcai sétálásra, a szabadidős tevékenységre, sportra, sétára, játékra szánt területek használati értékét döntően meghatározza, hogy környezetükben (az utcán, a parkerdőkben, üdülőerdőkben, sport- és játszótereken, stb.) milyen elrendezésben, mekkora növénytömeg található.

A települések mérnökbiológiai létesítményeinek tervezése és megvalósítása során szükséges tisztában lenni néhány, a településtervezésben gyakran használt fogalommal.

A települések területén belül el lehet különíteni a növényzettel fedett, benőtt, betelepített területek összességét és ezeket a felületeket tekintik **zöldfelületeknek**. Ezt a zöldfelület meghatározást használják a település tervezés során is. A település zöldfelülete azonban a valóságban a három dimenzióban értelmezhető fogalom, a térben kibontakozó effektív zöld növényi felszint jelenti. Azaz a település egésze a biológiailag aktív (zöldfelületek + vízfelületek) és biológiailag inaktív (burkolt, beépített) felületekből áll.

A településtervezésben gyakran használt fogalom a **biológiailag aktív felületek** fogalma. Mivel a növényzettel borított felszínen túl a vízfelületek is fontos élőhelyek, ezért a biológiailag aktív felületeket a zöldfelületek és a vízfelületek összegeként értelmezik (Almási, 2007).

A gyakorlatban még ma is gyakran keveredik egymással két fogalom: a **zöldfelület** és a **zöldterület** fogalma. A zöldterület fogalmát a vonatkozó jogszabályok határozzák meg. A **zöldterület** olyan OTÉK-ben szereplő terület-felhasználási kategória, melyre sajátos jogszabályi előírások vonatkoznak (OTÉK, 1997). A zöldterületek részei a zöldfelületnek, a zöldfelületi rendszer kiemelt tagjai. Ki kell emelni, hogy bár minden zöldterület zöldfelület is egyben, azonban nem minden zöldfelület zöldterület, ugyanis a **zöldterületek csak közterületek** lehetnek. Lényeg, hogy a zöldterületek megközelíthetőek legyenek közútról, köztérről kerekesszékekkel, gyerekkocsival is. A rendelet előírásai szerint a zöldterületek maximálisan 3%-a beépíthető, és kizárólag a pihenést, testedzést, vagy vendéglátást, esetleg a zöldterület fenntartását szolgáló épületek helyezhetők el rajtuk. A zöldterületek közé sorolják a közparkokat, közkerteket, fásított köztereket, és a játszótereket (OTÉK, 1997).

10.1 A zöldfelületek típusai

A zöldfelületi rendszer elemeit különféle szempontok szerint típusokba sorolhatjuk. A tipizálás segítheti a városi zöldfelületek állapotának felmérését, értékelését. A fejezetben a zöldfelületek funkcionális, használat szerinti és térbeli elhelyezkedés szerinti típusaival foglalkozunk.

10.1.1 A zöldfelületek funkcionális típusai

A zöldfelületek elsődleges funkcióik szerint két nagy csoportba sorolhatók:

1. **Termesztési célú zöldfelület** alatt olyan dominánsan gazdasági célú ültetvényeket értünk, melyeket mező-, kert-, vagy erdőgazdasági módszerekkel művelik. Ezeken a felszíneken a közvetlen vagy közvetett gazdasági hasznosítás az elsődleges. A termesztési célú zöldfelületeket a felszínfedettség jellege alapján az alábbi alkategóriákba soroljuk:
 - **Tartós fedettséget adó fás szárú** ültetvénnel borított zöldfelületek. Ezek a városok közigazgatási területén belül elhelyezkedő gazdasági célú erdők, gyümölcs ültetvények, illetve szőlőterületek.
 - **Tartós fedettséget adó lágyszárú** növényzettel borított területek. Ezek a főként legeltető állattartásra, kaszálásra szolgáló területek, de ide tartoznak a nádasok is.
 - **Időszakos fedettséget adó lágyszárú** növényzettel borított területek körébe a szántóterületek és a zöldségtermesztő területek sorolhatók.
2. **Kondicionáló célú zöldfelületnek** Jámbor (1982) definíciója szerint az olyan növényzettel fedett területek, ültetvények összessége, melyek az embert részint közvetlenül, részint közvetve érvényesülő közjóléti hatásokkal szolgálják. A kondicionáló célú zöldfelületeken belül további alcsoportokat tudunk kialakítani aszerint, hogy melyik a hangsúlyos a közjóléti (ökológiai, rekreációs, esztétikai) funkcióik közül:
 - A **rekreációs, ökológiai és klimatikus célú** kondicionáló zöldfelületek a szabadidő eltöltésének kedvelt színterei a városi lakosság számára. Ebbe a kategóriába tartoznak például a városi erdők közül a kirándulóerdők, pihenőerdők, parkerdők, a környezetvédelmi célt szolgáló véderdők. A városi zöldterületek (közparkok közkertek) is jelentős rekreációs, és ökológiai funkcióval rendelkeznek.
 - Az **esztétikai-településszerkezeti szerepkörű** zöldfelületek esetében elsődlegesen a település esztétikai értékének javítása a cél. Például az utcáfásítások, fasorok, illetve a külterületen a tájképvédelmi célú takarófásítások tartoznak ebbe a kategóriába. Természetesen az ebbe a kategóriába sorolt zöldfelület típusoknak is van ökológiai, klimatikus hatása, ám a kialakításuk célja döntően esztétikai városképi célt szolgál.

A kondicionáló célú zöldfelületek esetében a rekreációs ökológiai, illetve az esztétikai funkciók gyakran együtt jelentkeznek, ezért ezek nem minden esetben határolhatók el egyértelműen egymástól (Jámbor, 2002).

10.1.2 A zöldfelületek használat szerinti típusai

A települések zöldfelületei a használat jellege és a tulajdonviszonyok szerint két nagy csoportra bonthatók:

1. **Magántulajdonú zöldfelületek** (például családi házak kertjei).
2. **Közcélú, köztulajdonú zöldfelületek**, melyek közösségi (állami) tulajdonban vannak és kielégítik a település egész lakosságának, vagy a lakosok egy körének igényeit. Állami vagy önkormányzati területen, közpénzekből kerültek kialakításra, fenntartásukról is az önkormányzat, vagy az állam gondoskodik. Használatukat tekintve a közcélú zöldfelületeket két altípusba sorolhatjuk:
 - **Közhasználatra szánt zöldfelületek** (ide tartoznak a zöldterületek, például a közparkok, közkertek út- és térfásítások, ill. a közcélú erdők).
 - **Korlátozott közhasználatú zöldfelületek** (például az időszakosan látogatható szoborparkok, játszóterek, temetők).

10.1.3 A zöldfelületi rendszer térbeli típusai

A várostervezés, illetve a városok történelmi fejlődése révén alakul ki a városi zöldfelületek térbeli elrendeződése. A városi zöldfelületek térszerkezete az alábbi főbb típusokba sorolható (Jámbor, 2002):

1. Szigetszerű zöldfelületi rendszer

Az egyes zöldfelületi elemek szórtnan, térbeli kapcsolatot nélkül, egymástól elszigetelten helyezkednek el a településen belül. Általában nagy, tömör alaprajzi formájú zöldfelület foltokból állnak, amelyek alkalmasak a közösségi használatához kapcsolódó funkciók (közparkok, temető stb.) kialakítására.

2. Gyűrűs zöldfelületi rendszer

A település zöldfelületi elemei egy, vagy több koncentrikus kört, gyűrűt alkotnak a városmag körül. A gyűrű általában a történelmi várfal és a régi városfalak helyét jelzi, ahol egykor a városi köztulajdonban lévő mezők, erdők (parkerdők, véderdők, stb.) területe állt. Ma már a város túlnőtt rajtuk, de sokszor még ma is meghatározó elemei a városi zöldfelület szerkezetének. Ez a térbeli rendszer általában a lassú fejlődésű, történelmi városmaggal rendelkező városokra jellemző.

3. Sugaras zöldfelületi rendszer

A sugaras térszerkezetű zöldfelületi rendszer azokra a városokra jellemző, melyek szerkezetét valamilyen természeti adottság (folyóvölgy, völgyek, hegygerincek) vonalszerűen tagolta, megosztotta. A sugaras zöldfelületi rendszer a jellemző továbbá az olyan tudatosan tervezett városokra is, ahol a sugárutak kialakításával egy időben a zöldfelületek létesítésére is figyelmet fordítottak.

4. Sugaras-gyűrűs zöldfelületi rendszer

A sugaras és a gyűrűs zöldfelületi rendszer ötvözete. Ez a zöldfelület rendszer az, amely a legjobban segíti az ökológiai kiegyenlítő felületek érvényesülését. A városközpontot akár több koncentrikus körben is körülvevő zöldfelületek felől a sugár irányú zöldfelületi elemek, mint ventilációs folyosók segítik a hűvös, páradús levegő mozgását a városközpont irányába.

5. Sávos zöldfelületi rendszer

Általában domborzati, vízrajzi adottságok (például folyóvölgyek) hatására alakulnak ki az egymással párhuzamos zöldfelületi sávok, de létrejöhetnek egymással párhuzamosan kialakított közlekedési pályák (vasutak, autópályák) között is.

10.2 A települési növényzet mikro-klimatikus hatása

A települési növényzet kedvező hatást gyakorol (Jámbor, 2002) a település környezeti állapotára, mivel:

- a városi zöldfelületek fontos élőhelyek az állatvilág számára, növelik a városok biodiverzitását,
- a növényzet 3D-ben kibomló felülete módosítja a besugárzási viszonyokat; a növényzettel borított felszín hatására csökken a talajfelszínen a direkt sugárzás, nő a diffúz sugárzás aránya,
- a cserjék, fák levélfelületén jelentős mennyiségű (gyakran toxikus nehézfémeket is tartalmazó) por kötődik meg; ez a hatás a facsoportok, illetve a tűlevelűek esetében a legjobb hatásfokú,
- CO₂ megkötése, O₂ termelés; 1600 m² levélfelület 2,3 kg CO₂ abszorpciójára, 1,7 kg O₂ kibocsátására képes; 1 ha lombos erdő 30 ember oxigénszükségletét képes biztosítani,
- a városi növények (leginkább a fenyőfélék) kiváló zajszűrő tulajdonságúak,
- bizonyos városi növények gyökérszete képes felvenni a szennyezett talaj toxikus mikroelemeit, ezáltal a talajszennyezések csökkentésére alkalmasak,
- a városi növények intenzív párologtatásuk révén növelik a levegő páratartalmát,
- a párologás hőt von el a környezetéből, a városok növényzettel fedett részein hűvösebb a mikroklíma, mely csökkenti a városi hősziget intenzitását; akár 4-5 °C-al is hűvösebb a levegő a növényzettel fedett felszínek felett a mesterséges burkolattal rendelkező felületekhez képest; a növények felett kialakuló magasabb nyomású hideg levegő a meleg levegőjű városközpont felé áramlik, így is mérsékelve a városi hősziget hatásait,
- a cserjék, fák ágai miatt a csapadék hosszabb időn keresztül szivárog a talajba, ezért a növényzettel fedett felszínek alatt a talaj nedvességtartalma magasabb, vízháztartása kedvezőbb, mint a kopár felszínek felett,

- a növényzet csökkenti a szél erősségét, ezért főként a magas házak közötti keskeny utcákba telepített növényzet kifejezetten kedvezően befolyásolja a városi szélviszonyokat.

A növényzet szerepe nagymértékben függ az ott lévő növényzet faj, illetve fajtaösszetételétől, valamint térbeli elrendezettségétől. Egy település klímajellemzőinek, azaz mikroklímájának alakulására több tényező van együttesen hatással, mint a település:

- makroklíma jellemzői,
- beépítettsége,
- szerkezete,
- területhasználati rendszere,
- domborzati és
- vízrajzi adottságai.

A város intenzíven beépített területei és a körülötte lévő, szabad beépítetlen, tehát zömmel zöldfelület jellegű területek közötti különbségeket foglalja össze a 12. táblázat. A német nagyvárosok meteorológiai mérései alapján összeállított táblázat átlagértékeket, jó közelítő becsléseket tartalmaz (Radó, 2001).

12. táblázat A város és a városkörnyék klimatikus különbségei

Klíma jellemző	A szabad területhez viszonyított érték
SUGÁRZÁS	
Teljes sugárzás a vízszintes felületre	-20%
visszaverődés	+10%
ibolyántúli sugárzás télen	-70% - -100%
ibolyántúli sugárzás nyáron	-30% - -10%
NAPFÉNYTARTAM	
téli félév	-18%
nyári hónapok	-10%
KÖDÖS NAPOK SZÁMA	+10%
LEVEGŐ HŐMÉRSÉKLETE	
éves középhőmérséklet	0,5 - 1,5 °C
téli minimum hőmérséklet	1 - 3 °C
téli fagy periódus időtartama	-25%
PÁRATARTALOM	-65% - -30%
SZÉLSEBESSÉG	
éves átlagban	-25%
viharos szelek esetében	-15%
szélcsendes napok száma	+13%
Vegetációs periódus időtartama	+8 - 10 nap

Forrás: Radó, 2001

10.3 A zöldfelület tervezés alapjai

A zöldfelületi elemek (közterületi zöldfelületek, intézménykertek, fasorok, utcai zöldsávok, magánkertek) összessége, hálózata alkotja a **település zöldfelületi rendszerét**. A zöldfelületi rendszer akkor működik jól, ha az egyes egységek egymáshoz kapcsolódnak, a különböző feladatköröket ellátó zöldfelületek egymást erősítik, kiegészítik. A megfelelő zöldfelületi ellátottságot tükröző zöldfelületi rendszer egyben a település arculatát és életettségét is meghatározza.

A zöldfelület tervezés egyik legfontosabb feladata a zöldfelületi elemek térszerkezetének tervezése úgy, hogy az alkalmazkodjon a város ökológiai, történelmi adottságaihoz, de egyben jól ki is használja azokat. A zöldfelületi rendszer tervezése a fenntartható településfejlesztés egyik legfontosabb része. A településrendezési tervhez kapcsolódóan, annak egyéb szakági alátámasztó munkarészeként van lehetőség zöldfelületi rendszerterv készítésére (Jámbor, 2002).

A zöldfelületi rendszer tervezésének első lépése a jelenlegi zöldfelületi rendszer állapotának vizsgálata, mely célja a városi zöldfelületek legfontosabb mennyiségi, és minőségi jellemzőinek ökológiai, társadalmi, és gazdasági szempontú elemzése különféle indikátorokkal. Ezt követi a tervezési folyamat a tervezendő zöldfelület függvényében. Az alábbiakban röviden foglalkozunk néhány települési zöldfelületi tervezéssel, illetve kondicionáló zöldfelület bemutatásával.

10.3.1 Belterületi utcafásítás

Az utcafásítás tervezési szempontjai

Az utcafásítás legfontosabb célja a kellemes esztétikai hatás biztosítása. A közterületekre telepített fák, cserjék meghatározzák az utcák képét, karakterisztikussá teszik, kiemelik azok fontosabb épületeit. A fák védelmet nyújtanak a déli napsütés melege elől, lombosítással leárnyékolva az adott gyalog-, vagy kerékpárutat (63. ábra).



63. ábra Egy kerékpárút védelmére kialakított dekoratív fásítás
http://ezermester.hu/cikk-2656/Kozteruleti_fak

A telepítendő növényfajokkal szembeni követelmények:

- bírják a lakott területi környezetet, ne legyenek érzékenyek a közlekedési gázok, valamint a leülepedő por és korom általi szennyeződésekre,
- lehetőleg ne legyenek nagy magassági növekedéssel bírók, mivel kárt okozhatnak a felső magassági vezetékekben,
- ideálisak lehetnek a gömbkoronát fejlesztő, nemesített fajták,
- fontos szempont a sűrű lombzat, ez nagyobb hatásokkal véd a hőség, a szennyeződések és a zaj ellen,
- a lombos fajok előnye a tűlevelűekkel szemben, hogy azok évszaktól függően változatos képet nyújtanak az örökzöldek viszonylagos egyhangúságával szemben,
- lehetőleg kerülendő a puhafájú fajok alkalmazása, mivel ezek ágai idősebb korban vagy erősebb szélben könnyen letörhetnek, veszélyeztetve az emberek és a közlekedési eszközök épségét,
- nem javasolt a gyümölcsfák utcai telepítése, ezek egyrészt intenzív ápolást igényelnek (permetezés, metszés), másrészt a lehullott gyümölcsök balesetveszélyessé (csúszás) teszik a járdát vagy az utat,
- célszerű olyan fajok választása, amelyek nem húsos termésűek, vagy olyan fajták telepítése, melyek egyáltalán nem hoznak termést,
- kerülni kell az olyan fajok alkalmazását, melyek virágporukkal, termésükkel allergén tüneteket válthatnak ki,

- lehetőleg ne legyenek agresszívan terjeszkedők sem generatív, sem vegetatív úton,
- előny, ha a választott faj lombozata egy időben hullik le, csökkentve a szükséges takarítások számát,
- előny az is, ha a faj termése télen az ágakon marad, az ugyanis fontos táplálékforrást biztosít a madaraknak.

Az utcafásítás tervezése

A tervezés az építési szabályzat és a helyi települési rendeletek együttes figyelembevételével történik. Ehhez első lépésként egy részletes termőhely-feltárást kell végezni. Figyelembe kell venni a település domborzatát, éghajlatát (csapadék, csapadékeloszlás, hőmérséklet, hőmérsékleti szélsőségek, napsütéses órák száma, uralkodó szélirány, stb.), genetikai talajtípust, a talaj egyéb jellemzőit, hidrológiai viszonyokat, stb., majd az adatokból termőhely-feltárási szakvéleményt kell készíteni.

Fel kell mérni a település aktuális utcafásítási állapotát, megvizsgálni a szükséges és lehetséges változtatások minőségét és mennyiségét (finanszírozási keret figyelembevételével). A pótlások, kiegészítések során ügyelni kell arra, hogy a telepítendő növényzet illeszkedjen az utca már meglévő képébe, vagy előnyösen alakítsa azt. Meg kell határozni azokat az utcákat, ahol teljesen új fásítás szükséges, és azokat is, amelyek esetleg nem alkalmasak fásításra. Ezután, többféle választási lehetőséget adva, javaslatot kell tenni a fásítást alkotó fajokra, tulajdonságaikkal jellemezve azokat. Az alkalmazható fa- és cserjefajok között több kertészeti változat is előfordul. A fásítás lehetőleg méretesebb ültetési anyaggal történjen (64. ábra).



64. ábra Utcafásítás kivitelezése többéves sorfával
http://ezermester.hu/cikk-2656/Kozteruleti_fak

Az utcafásítás során gyakran alkalmazható fa- és cserjefajok:

Fák:

- tűzvörös juhar (*Acer ginnala*)
- japán juhar (*Acer palmatum* 'Atropurpureum')
- korai juhar fajta (*Acer platanoides* 'Deborah')
- gömbjuhar (*Acer platanoides* 'Globosum')
- pirosvirágú vadgesztenye (*Aesculus carnea* 'Briotti')
- nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*)
- bugás csörgőfa (*Coelreuteria paniculata*)
- magas kóris (*Fraxinus excelsior*)
- virágos kóris (*Fraxinus ornus*)
- boróka fajta (*Juniperus sabina* 'Rockery Gem')
- boróka fajta (*Juniperus sabina* 'Tamariscifolia')
- díszalma (*Malus* 'Red Jade')
- díszalma (*Malus braccata* 'Street parade')
- vöröslevelű díszalma (*Malus* 'Royalty')
- eperfa változat (*Morus alba* 'Fegyvernekiana')
- szomorú eperfa (*Morus alba* 'pendula')
- vérszilva (*Prunus cerasifera* 'Nigra')
- díszcsereesznye (*Prunus serrulata* 'Amanogawa')
- vadkörte fajta (*Pyrus communis* 'Beech Hill')
- fehér akás (*Robinia pseudoacacia*)
- csigolyafűz (*Salix purpurea* 'Nana')
- oszlopos thüringiai berkenye (*Sorbus x thuringiaca* 'Fasigiata')
- ezüsthárs (*Tilia tomentosa*)
- kislevelű hárs (*Tilia cordata* 'Savaria')

Cserjék:

- fehér borbolya (*Berberis candidula* 'Yitte')
- borbolya fajok (*Berberis* sp.)
- japánbirs fajok (*Chaenomeles* sp.)
- tarka levelű fehér som (*Cornus alba* 'Sibirica Variegata'),
- ragyogólevelű madárbirs (*Cotoneaster divaricatus*),
- piros galagonya (*Crataegus laevigata* 'Scarlat'),
- egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*),
- korai zanót (*Cytisus praecox*),
- gyöngyvirágcserje (*Deutzia gracilis*)
- keskenylevelű sárgalonc (*Diervilla sessilifolia*)
- csíkos kecskerágó (*Eonymus europaeus*),
- aranyvessző (*Forsythia intermedia* 'Minigold'),

- orbáncfű (*Hypericum hidcot*),
- kínai viráglonc (*Kolkwitzia amabilis*),
- télizöld fagyal (*Ligustrum ovalifolium*),
- mirtuslonc (*Lonicera nitida 'Maigrün'*),
- kerti mahónia (*Mahonia aquifolium*),
- jezsámen (*Philadelphus 'Schneesturn'*),
- babérmeggy (*Prunus laurocerasus 'Otto Luyken'*),
- bokortermetű fűzfajta (*Salix integra 'Hakuro-nishiki'*),
- hóbogyó (*Symphoricarpus albus*),
- kányabangita (*Viburnum opulus*),
- kis télizöld meténg (*Vinca minor*),
- rózsalonc (*Weigela Florida 'Viktoria'*).

10.3.2 Játszóhelyek, játszóterek fásítása

A játszóhelyek a szabad levegőn végzett mozgás, a kísérletezés, a felfedezés helye, ahol a gyermek tapasztalatokat, ismereteket szerez a világról. A gyermekek számára a parkok számos részlete kínálja a sport, a megismerés és a felfedezés örömét. A természetes anyagok, a víz, a kő, a fa kimeríthetetlen forrást jelentenek a legkülönbözőbb tevékenységekhez, tapasztalatok gyűjtéséhez (Konkolyné, 2003).

A játszóhelyek, játszóterek létesítése

A játszóterek létesítésének célja a gyermekek kikapcsolódásához kellemes környezetet biztosítani. A játszóterek létesítése az OÉSZ előírásai és a helyi települési rendeletek együttes figyelembevételére alapján történik. A helykiválasztásnál, ha lehetőség van rá, tekintetbe kell venni, hogy:

- a lakástól rövid idő alatt megközelíthető legyen,
- forgalmas úttól távolabb /balesetveszély! / helyezkedjen el.

Játszóhelyek mérete a tervezett látogatók (a térségben lakók) számától, ill. a gyermekek életkorától függ. Általánosságban elmondható, hogy területi nagyságuk kb. az alábbiak adatok figyelembe vételével alakul a különböző korosztályoknak:

- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| • 1-6 éves korú gyerekek | 0,8-1,5m ² / lakos |
| • 6-10 éves gyermekek | 2,0-3,0 m ² / lakos |
| • 10-14 éves gyermekek | 2,0-3,0 m ² / lakos |
| • pihenőhelyek | 2,2-2,5 m ² / lakos |

A játszóterek többféle szempont alapján csoportosíthatók, leggyakoribb az elhelyezkedésük alapján történő csoportosítás. Eszerint vannak:

- közterületi,
- intézményi
- magán játszóterek.

A **közterületi játszóterek** lehetnek teljesen nyitottak, vagy elkerítettek (általában egy meghatározott nyitvatartási időn belül, legtöbbször sötétedésig látogathatók). Ezeket a játszótereket általában a 2-14 éves korosztály látgatja, ahol a kisebb gyermekek kísérelével érkeznek, tehát gondoskodni kell a jó átláthatóságról, az egyszerű megközelíthetőségről. Ezek a játszóterek különösen nagy igénybevételnek vannak kitéve – még rendeltetésszerű használat esetén is – ezért különösen fontos a kiváló minőség és élettartam (65. ábra).

Az **intézményi játszóterek** az iskolák, óvodák, egyéb közintézmények udvarán, kertjében találhatóak. Az óvodákban a 3-7 évesek, míg az iskolákban a 6-14 éves korosztály aktív időtöltését segítik a különféle játszóeszközök. Ezek a játszóterek minden esetben elkerítettek, kevésbé vannak kitéve a szándékos rongálásnak. Fontos szempont, hogy az eszközök alkalmasak legyenek különböző szerepjátékokra is, melyek a közösségi nevelés fontos eszközei. A nagyfokú igénybevétel ez esetben is megköveteli a biztonságos és minőségi eszközöket.

A **magánterületi játszóterek** különböző lakótelepeken, bevásárlóközpontok udvarában, parkolójában találhatóak (nem az önkormányzat, hanem az adott lakópark, vagy vállalkozás felügyeli).



65. ábra Lakótelep környezetében kialakított játszótér
<http://vg-kft.hu/hu/parkfenntartas>

Ezekon kívül ismertek még az ún. **speciális játszókertek**, melyek különleges felszerelésekkel rendelkeznek. Egyedi kialakításuk révén szórakoztató vagy oktató, illetve ismeretbővítő szerepük van, mint például:

- **építő játszókert:** a gyerekek számára az alkotás lehetőségét nyújtja felügyelő személyezettel,
- **vizes játszókert:** nyáridőben, a hőségnapokon klimatikus hatását és élményszerző szerepét tekintve is nagyon különleges,
- **közlekedési játszókert:** alapvetően oktató szerepe van a közlekedés szabályainak megismerésére,
- **kaland játszókert:** fantáziát megmozgató játszótértípus, változatos terepalakulatokkal és berendezésekkel,
- **felnőttek játszókertje:** a gyermekek játszóhelyeitől elkülönítetten helyezkedik el, berendezési tárgyai az aktív pihenést szolgálják: mini golf, asztalitenisz, lengőteke, sakk- és játékasztalok a leggyakoribb berendezései.

A játszóhelyek, játszóterek talajborítása lehet gyeppel, murvás talaj, illetve játéktól függően aszfalt.

A játszóhelyek, játszóterek fásítási szempontjai

A játszóhelyek, játszóterek kialakítása, növényzettel való ellátása az általános tervezési szempontok szerint történik. Az eltérés a játszóterek rendeltetéséből adódik, ami főleg az alkalmazható fa- és cserjefajok megválasztásában nyilvánul meg.

Fontos a fajválasztás szempontjából, hogy a telepítésre kerülő fák és cserjék ne legyenek tüskés, tövises, szúrósak, ne hozzanak mérgező virágot vagy termést, pollenszórásuk ne okozzon allergiás tüneteket, kérgük ne legyen túlzottan vékony, sérülékeny, termésük mérete, illetve súlya ne legyen balesetveszélyes éréskor. Az agresszívan terjeszkedő fajokat mindenképpen kerülni kell. Bizonyos területek megkívánhatják, hogy az ott lévő fajok só tűrők legyenek, például forgalmasabb utak, gyalogjárdák melletti telepítések esetén. Jól bírja az utak, terek sózását például az osterfa vagy a pusztaszil.

A játszótéren a fásítások elszórtan, foltokban, csoportokban fordulnak elő. A játszóeszközök között, elválasztás céljából, különböző cserjéből álló sövények is alkalmazhatók.

A játszótérek mellé, erősen szeles területeken, védelmi funkciót betöltő szélfogó fasor telepíthető, amelyek egyben árnyalnak is. A szélfogó sorok fái általában magas termetűek, sokszor hazai nyár vagy juhar fajokkal.

Az ültetés lehetőleg méretezesebb ültetési anyaggal történjen, suhánggal, sorfával, burkolt gyökérzetű csemetével, érdemes akár jó minőségű virágföldet is használni a gödrös ültetésnél.

A játszótérek fásításai nemcsak a telepítés utáni időszakban, hanem folyamatosan ápolást, nyesést, metszést, esetleg öntözést igényelnek. A növények védelméről is gondoskodni kell, ezt is fokozott körültekintéssel kell végezni.

Alkalmazható fafajok:

- mezei juhar (*Acer campestre*),
- korai juhar (*Acer platanoides*),
- tatár juhar (*Acer tataricum*),
- vadgesztenye (*Aesculus hippocastanum*),
- nyír (*Betula pendula*),
- nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*),
- liliumfa (*Magnolia*),
- tulipánfa (*Liriodendron tulipifera*),
- fehér nyár (*Populus alba*),
- fehér fűz (*Salix alba*),
- japán akác (*Sophora japonica*),
- jegenyefenyő (*Abies alba*),
- barkóca berkenye (*Sorbus torminalis*), stb.

Cserjék:

sövénynek:

- csíkos kecskerágó (*Euonymus europaeus*),
- fagyal (*Ligustrum vulgare*),
- kányabangita (*Viburnum opulus*),
- hóbagoly (*Symphoricarpos albus*), stb.

csoportosan vagy szálanként:

- mályva (*Malva sylvestris*),
- aranyvessző (*Solidago virga-aurea*),
- aranyeső (*Laburnum anagyroides*),
- csertömörce (*Cotinus coggyria*),
- mogyoró (*Corylus avellana*),
- húsos som (*Cornus mas*).

Nem ajánlott:

- tiszafa (*Taxus baccata*),
- kökény (*Prunus spinosa*),
- fehér akác (*Robinia pseudoacacia*),
- vadrózsa (*Rosa canina*),
- sóskaborbolya (*Berberis vulgaris*), stb.

10.3.3 Temetők fásítása

A **temető** kegyeleti hely. A temetők az emlékezés helyei és kulturális örökségünk részei, történelmi emlékhelyek is. Létezésük egyidős a település-építészettel. Kialakulásuk, jellegük tükrözik a népesség, az ott élők hit- és hiedelemvilágát, halotti kultuszát és bizonyos fokig természetszemléletét és környezetkultúráját is. A történelem során folyamatosan változott.

A mai temetőknek alapvetően hármas funkciójuk van:

- **kegyeleti,**
- **közegészségügyi és**
- **zöldfelületi.**

A temetők akkor tölthetik be jól rendeltetésüket, ha ez a hármas funkció megfelelő egyensúlyban van. A mai temetőnek korszerűnek és humanusnak kell lenni, ötvözni kell benne a kultúrát, a kertművészetet, az építőművészetet és a szobrászat együttes harmóniáját. A temető a települési zöldfelületi rendszer része, kegyeleti és pihenőhely azok számára is, akik szeretteik temetési helyétől távol élnek, de számukra bármely temető lehet az emlékezés helye (Polcz-Angyal, 2001).

A temetőkertek típusai

Jogszabályi előírások – az *1999. évi XLIII. törvény a temetőkről és a temetkezésről, kiegészítve a 2013. évi CXXXVIII. törvénymódosítással* – a temetkezési helyek több típusát határozza meg. A terület jellegétől, jelentőségétől függően a főbb temető típusok:

építészeti temető, erdei temető, urnatemető és parktemető.

(de a törvény még több kategóriát is definiál, mint a köztemetőt, temetkezési emlékhelyet, nemzeti sírkertet, hősi temetőt, stb.).

Építészeti temető:

- szigorú mértani rendben épült, szabályos alaprajzi elrendezéssel, többnyire sivár,
- a sírmezők egymáshoz szorosan helyezkednek el,
- hiányoznak a gyepfelületek, a növényzetet az utakat szegélyező szabályos fasorok adják,
- a merev rendet a későbbiekben, a temető rehabilitációk során több esetben próbálták feloldani köztes terek, szélesebb utak és cserjetelepítések révén.

Erdei temető:

- ennek gondolata és gyakorlata Németországból származik, ahol az alapot a város környékének meglévő erdőállományai adták,
- a sírok egymástól távol, festői szabálytalansággal helyezkednek el, a sírokhoz a terpehez és a fákhöz igazodó utak vezetnek,
- hátrányuk a nagy helyigényűk, és a nehéz sírásás,
- jellemzőjük az őshonos fa- és cserjefajok dominanciája (66. ábra).



66. ábra A Körtvélyesi erdei temető egy részlete
http://hu.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6rtv%C3%A9lyesi_erdei_temet%C5%91

Parktemetők:

- az angol tájképi kert mintájára jöttek létre,
- kiterjedt nagy növényfelületek jellemzik,
- a magas fák és a gyepterületek dominálnak,
- előtérbe kerülnek a nem őshonos fafajok is.

Urnatemetők:

- a hamvasztás gyakoribbá válásával megnőtt a jelentősége,
- az urnákat földbe vagy kolumbáriumokba helyezik,
- egészségügyi szempontból előnyös és a helytakarékoság miatt gazdaságos, jól kombinálhatók a sírmezőkkel, a kolumbáriumfalak térhatárt adnak a sírhelytábláknak és a temetők egészének.

Falusi temetők:

- kialakításuk a temetők általános szempontjai szerint történik,
- fontos a harmonikus tájba illesztés, a tájban elfoglalt szerepük.

A temető kertek tervezési szempontjai

Helykijelölés, méretezés

Területi nagyságukat – az érvényben lévő rendeletek alapján – az átlagos évi halálozási arány függvényében méretezik. A temetők alapegységei a sírok. A sírhelytáblák jó megjelenésének előfeltétele, hogy azok ne legyenek túl nagyok. Legfeljebb 200-300 sír elhelyezése ajánlott egy-egy sírhelytábla keretültetvényei közé. Figyelembe veendő, hogy a talajvíz legmagasabb szintje a talajfelszín alatt 2,5 m-nél nem emelkedik magasabbra, ideális lejtés 2-5%. Fontos a lakott területtől való távolság meghatározása, mivel megfelelő védőtávolság jelölendő ki a lakóterülettől. Könnyen megközelíthető legyen (megfelelő burkolatú úttal), megfelelő víznyerési lehetőséggel rendelkezzen, és megoldott legyen a személtelhelyezés is.

A temetők fásításának szempontjai

A temetőnek komoly, békés hangulatot kell tükröznie, ahol a környezet belső megnyugvásra, elmélyülésre készítet, és a növényzetnek is ezt kell sugallnia. Fontos, hogy a meglévő vagy az új temetők – a fenntartás, a fejlesztés vagy a rekonstrukció során – gondozott növényzettel illeszkedjen a település zöldfelületi rendszerébe. A tudatosan, jelentős növényállománnyal rendelkező temetők értékes részei a települési zöldfelületeknek és ezáltal ezek, a korábban említett zöldfelületekhez hasonlóan, nemcsak esztétikai, de jelentős kondicionáló hatással is rendelkeznek. A temető területének fásítása, zöldfelületi kialakítása oly módon történjen, hogy segítse a tájékozódást, és ne akadályozza a közlekedést. A nagy terek elválasztására sorfák javasoltak. A megfelelő növényfajtákból kialakított egységes állományú zöldfelület elősegíti a fenntartási munkát, betöltve ezzel az esztétikus temetőkép látványát és biztosítva a kondicionáló hatást is. Ezt leginkább az elegyes fajösszetételű (fenyő-lomb) és a megfelelően elhelyezett díszítő cserjék biztosítják.

Ajánlott fenyő és lombos fafajok:

- boróka (*Juniperus communis*),
- havasi cirbolyafenyő (*Pinus cembra*),
- tiszafa (*Taxus baccata*),
- tujafélék (*Thuja sp.*),
- fenyők (*Pinus sp.*),
- duglászfenyők (*Pseudotsuga sp.*),
- törpe mandula (*Amygdalus nana*),
- sajmeleggy (*Cerasus mahaleb*),
- kőris fajok (*Fraxinus sp.*),
- liliumfa fajok (*Magnolia sp.*),
- berkenye fajok (*Sorbus sp.*),
- hársfajok (*Tilia sp.*),
- juharfajok (*Acer sp.*),

- bükk (*Fagus sylvatica*),
- tölgyfélék (*Quercus sp.*).

(általában kertészeti nemesített fajok – esztétikai szempontok figyelembevételével)

10.3.4 Üdülőerdők

Az **üdülőerdők**, mint az emberi felüdülés színterei, előbb alakultak ki, mint maga a fogalom. Az újkorban Európában, így hazánkban is, a városok elvesztették már védelmi jelentőségüket, ezért falaikon jóval túlterjeszkedve elfoglalták a környékbéli mezőgazdasági területeket vagy erdőket. A városlakók – az urbanizációs folyamat hatására – egyre meszszebb kerültek életelemüktől, a természettől, ezért szabadidejükben a környező természethez közelálló területeket keresték fel tömegesen. Ezt nagyban segítette a közlekedési eszközök (vonat, autó, kerékpár) rohamos fejlődése is.

Mára éppen a közlekedési eszközökhöz szükséges pálya és a kapcsolódó művi létesítmények, a lakó- és iparterületek megnövekedett száma alakította ki a folyamatosan növekvő igényt a város környéki erdők iránt. Ezek olyan erdő jellegű faállományok, amelyek a természetesség látszatát keltve a városlakókat viszonylag gyorsan friss levegőhöz, szabadtéri mozgáshoz juttatják és kielégítik ösztönös vágyódásukat a természet iránt.

Az elmúlt 60-70 évben sok fogalom jelent meg a szakirodalomban ezekre az átmeneti erdőformákra (parkerdő, erdőpark, üdülőerdő, sétaerdő, stb.) és ráadásul az egyes szerzők nem is mindig ugyanazt értették ugyanazon kifejezés alatt. A 2009-es erdőtörvény törvényi megfogalmazásában a közjóléti rendeltetésű erdők közötti felsorolásában a **parkerdő** fogalmát, mint a sport, turisztika és üdülés céljára kijelölt erdőt adja meg.

Az üdülőerdő típusai

Az üdülőerdők feladata az üdülés, a pihenés, a kirándulás és a turisztika lehetőségeinek szolgáltatása. A szakirodalom az üdülőerdők három típusát különbözteti meg (Mészöly, 1981): pihenőerdő, sétaerdő és kirándulóerdő.

Pihenőerdő

- intenzíven feltárt,
- napi pihenésre, felüdülésre szolgál,
- a településtől max. 30 percre elérhető,
- területe 3 ha /1000fő; nagyobb település körül több,
- intenzív üdülőerdő-gazdálkodás: teljes feltártság, nagyfokú berendezettség,
- létesítése, fenntartása költséges.

Sétaerdő:

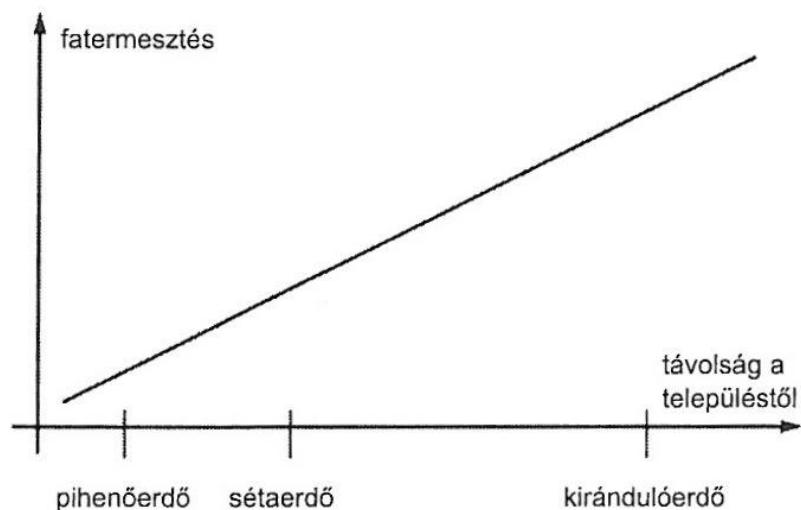
- extenzíven feltárt,
- fél és egész napos pihenésre alkalmas,
- sok természeti szépséget nyújtson,

- nem szükséges a település közvetlen közelében lennie, de a gépjárműveknek parkoló biztosítandó,
- jól megközelíthető és úthálózattal feltárt legyen, pl. kilátókhöz, dombtetőkre, forrásokhoz, stb.

Kirándulóerdő

- csak turistautakkal feltárt, nagy kiterjedésű üdülőerdő,
- hosszabb idejű kirándulásra, aktív pihenésre, túrázásra alkalmas,
- rendszerint a településtől távol helyezkedik el,
- megközelítése gépjárművel lehetséges, parkoló biztosítandó,
- kiépített túra úthálózat, gondozott források, stb., de kevesebb kényelmi berendezés.

Az egyes üdülőerdők ismertetéséből kiderül, hogy az elérhető távolság növekedésével az üdülési feladatot szolgáló létesítmények csökkennek. A fatermesztési cél vagy a természetesség egyre hangsúlyosabb lehet attól függően, hogy elsődlegesen fatermesztési célú vagy természetvédelem alatt álló erdőterületről van szó. A felsorolt erdők településtől való távolságát szemlélteti a 67. ábra.



67. ábra Üdülőerdők típusai a fatermesztési cél és a településtől vett távolság összefüggésében szemlélve (Konkolyiné, 2003)

A szakirodalomban az üdülőerdőkkel kapcsolatban néhány egyéb zöldfelületi fogalommal is találkozhatunk, melyek közül néhány fontosabb:

Zöldfolyosók

- az erdei üdülőterületeket kötik össze,
- erdei szerepük: erdős, zöld keretet adjanak azoknak az útvonalaknak, melyeken a kirándulóforgalom az üdülőhelyek között áramlik.

Erdei autóspihenők

- intenzíven feltárt és berendezett,
- autós turistáknak és közúton közlekedőknek néhány órás pihenést, erdei feltöltődést biztosít.

Erdei tábor- és kirándulóhelyek

- kisebb, nagyobb csoportok egy vagy több napos tartózkodására,
- valamilyen vonzerőhöz kapcsolódó (forrás, műemlék, kilátóhely, vízpart), kisterületű, jól kiépített pihenőhely.

Egyéb erdei üdülési helyek

- speciális rendeltetésű erdei üdülési helyek, pl. erdei torna-, sí-, szánkó-, lovaglópályák, faházak kemping, erdei turistaház, erdei múzeum, oktatóösvény, arborétum, stb.

Erdei tornapályák

- természeti környezetben egészséges testmozgás, aktív pihenés,
- erdei ösvény – különböző megállókkal (az állomások száma 10-15 körül ideális),
- egyszerű, stabil felépítésű tornaszerek – a gyakorlatokat előíró, magyarázó táblákkal – sport- és orvos-szakértői véleménnyel,
- folyamatos karbantartást igényel.

Erdei télisport területek

- középhegységi területeinken jellemző,
- sípályák – lehetőleg északi oldalon – jó megközelíthetőséggel,
- szánkópályák – fontos, hogy elkülönített legyen a sípályáktól.

Erdei lovassport

- népszerűsége fokozódik,
- lovaglótutak, erdei kocsitutak, tisztán tartott nyiladékok, tisztások, erdei rétek.

Az üdülőerdők létesítése, fenntartása

Üdülőerdőt meglévő erdő átalakításával vagy telepítéssel lehet létrehozni. Különösen ez utóbbi esetben, a gyors eredmény érdekében, gyorsan növekvő fa- és cserjefajokat célszerű telepíteni, amelyeket később aztán fel lehet váltani helyi, őshonos fajokkal. Az őshonos növények adják ugyanis az adott területen a legkedvezőbb eredményt, jól fejlődnek, ellenállóbbak az abiotikus és biotikus tényezőkkel szemben. Törekedni kell a termőhelytípusnak megfelelő elegyes, többszintű és vegyes korú faállományok létrehozására.

Az üdülőerdők közül a pihenőerdő látogatottsága viszonylag magas, és egyre inkább növekvő tendenciát is mutat. Ennek következtében a taposási és egyéb kártétel miatt a növényzet fenntartása és különösen felújítása nagy gondot jelent a szakemberek számára. Ezekben az erdőkben csak a természetközeli, folyamatos erdőborítást biztosító

erdőfelújítási eljárások (pl. szálalás) engedélyezhető. Még a vágásérettségi kort elérő faállományokban is csak egészségügyi fakitermelés, illetve a balesetveszélyes egyedek eltávolítása lehetséges.

Új üdülőerdő telepítésénél, vagy meglévő erdő üdülőerdővé történő kijelölésekor, esetleg felújításakor, tekintettel kell lenni a bemutatni kívánt látnivalóra, vagy látnivalókra. Úgy kell a felnövekvő faállományt alakítani, hogy az ne takarja el a kirándulási célpontot, illetve annak jelentőségét (nem szerencsés például, ha egy kilátóból a faállomány éppen a panorámát takarja el).

Az erdő berendezései, használati tárgyai, ha mód van rá, a helyszínen fellelhető anyagokból (fa, kő) készüljenek és lehetőleg egyszerűen, de a célnak megfelelően, és időtállóra kialakítva (68. ábra).



68. ábra Homokkő-forrás, erdei pihenőhely

<http://www.mapatia.com/contents.php?idProv=1&idCont=16419292&h=d6b9>

Gyakran komoly feladatot jelent az üdülőerdőkben is az erdő védelme a „káros antropogén” hatásokkal szemben (fa-tolvajok, orrvadászok, szándékos gyűjtogatók, rongálók, terepjárművel száguldozók, stb.). Ilyen esetekben célszerű az erdőben való mozgást korlátozni, például az üzemi utakat lezárni a járműforgalom elől. A lezárásnál lehetőleg kevés mesterséges elem kerüljön felhasználásra, inkább a természetes alakulatokat érdemes felhasználni, ezekkel meggátolni a továbbjutást (pl. szűk völgy, sziklakibúvás, vízfolyás, stb.) úgy, hogy a lezárás lehetőleg megkerülhetetlen legyen.

Az üdülőerdőket a lakosság, a nagyközönség számára létesítik. Ezek a beruházások akkor hasznosulnak, ha minél többen élnek a szabad természeti környezetben való felüdülés, sport, a játék, a pihenés lehetőségével. Akkor keresik többen fel az üdülőerdőket, ha felhívjuk ezekre a figyelmet, bemutatjuk a látnivalókat, megfelelő tájékoztatást adunk a megközelítési lehetőségekről, stb. Az erdők közjóléti funkcióinak feltárásával az volt a társadalom célja, hogy minél több ember részesülhessen az erdő áldásos hatásaiból.

11. Hulladékelhelyezés és rekultiváció

11.1 A hulladék keletkezése, fajtái, csoportosítása

A természetben végbemenő körfolyamatok (például a víz-, a szerves anyagok-, vagy a talaj körforgása) nem termelnek felesleges anyagokat, melléktermékeket. Ez a rendszer évmilliók során alakult ki és tökéletesen működik mind a mai napig. Ezzel szemben, amióta megjelent az ember a Földön, azóta termel tevékenysége révén fizikai és kémiai hulladékot, amely megváltoztatja a levegő, a talaj és a természetes vizek összetételét. Azaz az emberi tevékenységnek van mellékterméke, amely a természetben ismeretlen: ez pedig a **szemét** és a **hulladék**. A két fogalmat a napi életben nehéz elválasztani egymástól, hiszen a hétköznapi **szemetet** szakmai szóval **Települési Szilárd Hulladéknak (TSZH)** nevezik. Lényegi különbség van azonban a szemét és a hulladék között.

Szemét vagy Települési Szilárd Hulladék:

- olyan haszontalanná vált anyagok, amelyeket tulajdonosa nem tud, vagy nem akar tovább használni. A szemét (mint anyag), kikerül a gazdaság körforgásából és vegyesen kerül tárolásra, illetve lerakásra (általában elásva kerülnek a föld alá, illetve egyéb módon megsemmisítésre).

Hulladék

- azok az anyagok, amelyek keletkezésük helyén (háztartás, ipari terület, mezőgazdaság, stb.) haszontalanná váltak, de anyagfajtként külön kezelve, szelektíven gyűjtve még másodlagos nyersanyagként hasznosíthatók. A hulladékokat további fajtákra lehet osztani, mint:
 - papírhulladék,
 - üveghulladék,
 - műanyag hulladék,
 - fémhulladék,
 - zöldhulladék,
 - gumihulladék,
 - elektronikai hulladék,
 - roncsautók, gépjármű-hulladék,
 - veszélyes hulladék,
 - textilhulladék,
 - használt olaj és zsiradék,
 - italkarton hulladék.

Érdeemes elgondolkodni azon, hogy mi történik a hulladékkal, miután „megszabadulunk” azoktól. Néhány hulladék lebomlási ideje ugyanis:

- konzervdoboz: 50-100 év,
- műanyagflakon: soha,
- nejlonzacskó: 10-100 év,
- pamutruha: 1-5 év (a cellulóz, beásva a nedves talajba, évekig nem bomlik el),
- papír: 2-5 hónap,
- pelenka: 50-100 év,
- sörös dobozok műanyag karikája: 450 év,
- tejes doboz: 5 év,
- zöld üveg: 1 millió év.

Természetesen a hulladékokban is vannak hasznos másodnyersanyagok is, mint pl.: a vas, fémek, réz, kábel, stb. Ezekből a másodnyersanyagokból sokkal kisebb energiaráfordítás révén lehet ismét értékes termékeket nyerni, mintha ugyanezt ércek feldolgozásával tennék.

Hulladékok csoportosítása

A hulladékok csoportosítása – mivel szinte minden emberi tevékenység során és rendkívül változatos formában keletkezhetnek – több szempont szerint történhet (13. táblázat):

- A **keletkezés jellege** szerint: gyártási (termelési melléktermékek), amortizációs (elhasznált termelőeszközök), fogyasztási (elhasznált) termékek.
- A **keletkezés helye** szerint: háztartási, kommunális/települési, termelési, ipari, mezőgazdasági, bányászati (stb.).
- **Halmazállapot** szerint: szilárd, folyékony, gáznemű.
- **Összetételtől** függően: veszélyes, kommunális/települési, inert.

13. táblázat A hulladékok csoportosítása

		Halmazállapot szerint			
		Szilárd	Folyékony	Iszapszerű	Gáznemű
Eredet szerint	Települési	Háztartási- és utcai szemét	kommunális szennyvíz	kommunális szennyvíz-iszap, szippantott iszap	Lakóház fűtésének füstje
	Termelési	Ipari melléktermékek és hulladékok, állati eredetű hulladékok, almos trágya	ipari szennyvizek, olajok, hígtrágya	ipari szennyvíziszapok	Ipari füstök és gázok
	Veszélyes	Különböző ipari törmelékek, porok	savak, lúgok, oldatok, festékek, trafóolajok	Galvániszapok	Vegyipari, petrokémiai gázok és füstök

Az **inert hulladék** fogalmát a gyakorlatban leginkább építési és bontási hulladékként, kitermelt földként vagy síttként említik. Ez olyan hulladék, amely nem megy át jelentős fizikai, kémiai vagy biológiai átalakulásra, vízben nem oldódik, nem ég, illetve más fizikai vagy kémiai módon nem reagál. Nem bomlik le biológiai úton, vagy nincs kedvezőtlen hatással a vele kapcsolatba kerülő más anyagra oly módon, hogy abból környezetszennyezés vagy emberi egészség károsodása következne be. További csurgaléka és szennyezőanyag tartalma, illetve a csurgalék ökotoxikus hatása jelentéktelen, így nem veszélyes a felszíni vagy felszín alatti vizekre.

A **települési** (kommunális) hulladékokat képződési helyük alapján sorolják egy-egy csoportba. Ez az a hulladékcsoporthoz, amely leginkább érinti a civil lakosságot, hiszen ez az a hulladék, amelyre gyakran használják a „szemét” kifejezést. Eredete szerint településinek nevezhető minden olyan hulladék, amely a lakosság fogyasztási tevékenységéből származik, és összetétele megegyezik a lakossági hulladékkal. Ezen hulladéktípuson belül halmozállapotuk szerint megkülönböztetünk **települési szilárd, folyékony és iszaphulladékot**.

Kommunális (háztartási) szilárd hulladék:

- háztartási hulladék: az emberek mindennapi élete során a lakásokban, valamint a pihenés, üdülés céljára használt helyiségekben és a lakóházak közös használatú helyiségeiben és területein, valamint az intézményekben keletkezik,
- közterületi hulladék: közforgalmú és zöldterületen keletkezik,
- háztartási hulladékhoz hasonló jellegű és összetételű hulladék: gazdasági vállalkozásoknál keletkező – külön jogszabályban meghatározott – veszélyesnek nem minősülő szilárd hulladék.

Leggyakoribb összetevői az üveg, papír, fémek (vastartalmú, nehézfémek, stb.), többféle anyagból készült dobozok, fehéráruk (hűtőszekrény, mosógép, stb.), barna áruk (elektromos gépek, mikrohullámú sütő, stb.), a háztartási vegyi hulladékok, gumi vagy gumiabroncs, szerves anyagok, műanyagok, stb. Összetétele a lakosság életszínvonalától és fogyasztási szokásaitól függ, amely évszakonként periodikusan változhat.

Kommunális (háztartási) folyékony hulladék:

- fő tömegét alapvetően a szennyvíz adja,
- ebbe tartoznak azok a vegyszerek (mosószerek, tisztítószerek, mosogatóvíz, stb.) is, melyek a lefolyóba, WC-be kerülnek.

Kommunális iszaphulladék:

- szennyvíziszap, a nyersiszap, a csatornaiszap és a rácsszemét.

A hulladék besorolása történhet annak veszélyessége alapján is: veszélyesnek minősülő és nem veszélyesnek minősülő hulladéokra bontva.

Veszélyes hulladéknak minősül minden olyan anyagot vagy összetevőt tartalmazó hulladék, amely eredete, összetétele, koncentrációja miatt az egészségre, a környezetre koc-

kázatot jelent. Ezen belül veszélyes hulladék az, ami rendelkezik a hulladékról szóló törvényben leírt, illetve felsorolt veszélyességi jellemzők közül eggyel vagy többel, illetve ilyen anyagokat vagy összetevőket tartalmaz. (A fejezetben nem foglalkozunk sem a veszélyes hulladékok elhelyezésével, sem azok ártalmatlanításával.)

A hazánkban keletkező hulladék döntő többsége a nem veszélyes hulladékok kategóriájába tartozik (69. ábra).



69. ábra A hulladékok megoszlása hazánkban

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszet tudomanyok/kornyezeti-nevelés/hulladekok-a-haztartasban/hulladekok-csoportositasa>

11.2 Hulladékgazdálkodás

A hulladéklerakással, valamint a hulladéklerakók létesítésével a „*2012. évi CLXXXV. tv. a hulladékról*” szóló törvény rendelkezik.

A törvény hatálya kiterjed:

- minden hulladékra (néhány, külön felsorolt kivételtől eltekintve),
- a hulladékképződést megelőző tevékenységre,
- a hulladékgazdálkodásra és
- a hulladékgazdálkodási létesítményekre.

A jogi szabályozás háttérében az áll, hogy 2009-től csak azon hulladéklerakók üzemelhetnek, amelyek megfelelnek a *99/31 EU irányelven alapuló 20/2006. (IV.5.) KvVM rendelet* szigorú előírásainak.

A **hulladékgazdálkodás** a hulladékkal összefüggő tevékenységek rendszere. Foglalkozik a hulladékok keletkezésének megelőzésével, mennyiségének és veszélyességének csökken-

tésével, a hulladékok kezelésével, ezek tervezésével és ellenőrzésével. Gondoskodik a kezelő berendezések és létesítmények üzemeltetéséről, bezárásáról, utógondozásáról, a működés felhagyását követő vizsgálatokról, valamint az ezekhez kapcsolódó szaktanácsadásról és oktatásról.

A hulladékgazdálkodás **alapelvei és céljai:**

- A **megelőzés elve** a hulladékok mennyiségének és veszélyességének a legkisebb mértékűre csökkentését jelenti.
- Az **elővigyázatosság elve** alapján – a veszély és a kockázat valós ismerete nélkül – úgy kell eljárni, mintha azok a lehetséges legnagyobbak lennének.
- A **gyártói felelősség elve** azt jelenti, hogy a termék előállítója felelős a hulladékgazdálkodás követelményei szempontjából kedvező anyagok, technológiák megválasztásáért. (Beleértve a termék előállítását, életciklusát, hulladékká válását, hasznosítását, ártalmatlanítását.) A gyártónak a hulladékok kezelésének költségeihez is hozzá kell járulnia.
- A **megosztott felelősség elve** szerint a gyártói felelősség alapján fennálló kötelezettségek teljesítésében a termék és az abból származó hulladék teljes életciklusában érintett szereplőknek együtt kell működniük.
- Az **elvárható felelős gondosság elve** alapján a hulladék mindenkori birtokosa köteles a lehetőségeinek megfelelően mindent megtenni annak érdekében, hogy a hulladék minél kisebb mértékben terhelje a környezetet.
- Az **elérhető legjobb eljárás elve** alapján törekedni kell a legkíméletesebb környezet-igénybevétellel járó technológiák bevezetésére (anyag és energiatakarékos technológiák, környezetszennyező anyagok kiváltása stb.).
- A **szennyező fizet elv** alapján a hulladék termelője, birtokosa vagy a hulladékká vált termék gyártója köteles a hulladék kezelési költségeit megfizetni, vagy a hulladékot ártalmatlanítani. A szennyezés okozója, ill. előidézője felel a hulladékkal okozott környezetszennyezés megszüntetéséért, a környezeti állapot helyreállításáért, az okozott kár megtérítéséért.
- A **közelség elve** alapján a hulladék hasznosítása, ártalmatlanítása a lehető legközelebbi, arra alkalmas létesítményben történjen.
- A **regionalitás elve** alapján a hulladékkezelő létesítmények kialakítása során a területi gyűjtőkörű létesítmények hálózatának létrehozására kell törekedni.
- Az **önellátás elve** alapján a képződő hulladékok teljes körű ártalmatlanítására kell törekedni.
- A **fokozatosság elve** alapján a hulladékgazdálkodási célokat ütemezett tervezéssel, egymásra épülő lépésekben, az érintettek lehetőségeinek és teherviselő képességének figyelembevételével kell elérni.
- A **példamutatás elve** alapján az állami és a helyi önkormányzati szervek munkájukban érvényesítik a hulladékgazdálkodási törvény céljait és elveit.

- A **költséghatékonyság elve** azt jelenti, hogy a hulladékkezelés szabályait úgy kell kialakítani, hogy a gazdálkodók, fogyasztók által viselendő költségek a lehető legnagyobb környezeti eredménnyel járjanak.

11.3 A hulladék elhelyezése, hulladéklerakók

A hulladékok végleges elhelyezésére és ártalmatlanítására hosszú idő óta három eljárás terjedt el a világon, amelyek hatékonyságukban és költségkihatásaiban is különböznek egymástól. Ezek:

- a szeméttégetés,
- a komposztálás, és
- a rendezett depóniában történő elhelyezés.

A tantárgy keretében csak ez utóbbival, a hulladékok rendezett depóniában történő lerakásával foglalkozunk részletesebben. **Rendezett lerakásról** a települési szilárd, folyékony és iszaphulladékok esetében akkor beszélünk, ha a hulladékokat:

- az adott környezetvédelmi-közegészségügyi feltételrendszer betartásával,
- előre megszabott technológiai rendben,
- talajon, vagy talajban létesített természetes vagy mesterséges üregben helyezik el.

Mielőtt a részletes ismertetésre sor kerül, szükséges tisztázni a rekultiváció fogalmát a hulladéklerakók esetében is, mivel ez a fogalom – az 5. fejezetben láttuk a bányák esetében – alapvetően emberi tevékenység által roncsolódott terület termelésbe való visszaállítását jelenti. Hulladéklerakók esetében akár a mezőgazdasági, akár az erdészeti hasznosítás nem, vagy csak korlátozott mértékben valósítható meg, a beépítésük pedig aránylag nagy nehézségbe ütközik. A hulladéklerakók rekultivációjának legfontosabb feladata a tájseb eltüntetése és a hulladéklerakóból történő szennyezőanyag kibocsátás megszüntetése, illetve minimalizálása (70. ábra)

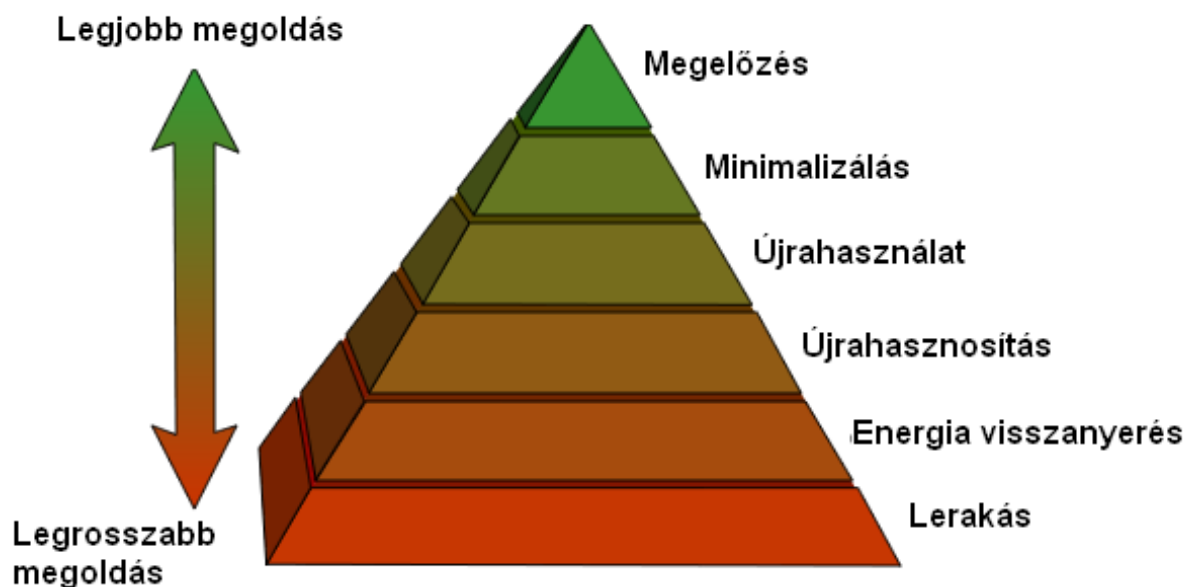


70. ábra Hulladéklerakó szigetelése

http://www.gtt.bme.hu/gtt/oktatas/feltoltesek/BMEEOGTKM04/hulladeklerakok_20130320.pdf

11.3.1 A hulladéklerakás, mint ártalmatlanítási módszer

A hulladékok lerakása hosszú távon az ártalmatlanítási módszerek közül a legtöbb hátránnyal jár. A 71. ábra jól mutatja a lerakás, mint ártalmatlanítási megoldás helyét a hulladékkezelési megoldások hierarchikus sorrendjében.



71. ábra A hulladéklerakás helye a hulladékkezelési eljárásokban
www.diossylvaszlo.hu/files/Hulladekok_rendezett_lerakasa.ppt

A hulladéklerakók rekultivációjának végrehajtása több célt szolgál. Megvalósítása egyrészt tájképi szempontok miatt szükséges, másrészt gondoskodni kell arról, hogy a műszaki felhagyás után a további környezetszennyezést megakadályozzák (víz, talaj, levegő). Fontos, hogy új funkció meghatározásával ökológiai szempontból is a legkedvezőbb állapot alakuljon ki. Olyan körülményeket kell teremteni, hogy a hulladék-elhelyezés révén roncsolt területet a természet visszafoglalhassa, azon megfelelő biológiai élettér kialakulhasson.

A régi hulladéklerakók rekultivációja alatt olyan intézkedések sorozata értendő, amelyekkel:

- kizárható a korábbiakban lerakott hulladékrétegbe a csapadékvíz beszivárgása, megakadályozva ezzel az átszivárgás következtében fellépő talaj- és talajvízszennyezést,
- megoldható a lefedett lerakó felszínén összegyűlő, nem szennyezett csapadékvíz elvezetése,
- megoldható a biogázok elvezetése,
- és megfelelő növényzet telepítésével biztosítható a racionális földhasználat elve.

Ezek alapján **rekultiváción** a települési szilárdhulladék lerakók felszíni és felszín alatti környezetszennyező hatásának, azaz a környezeti elemek terhelésének csökkentését, további terhelésük megakadályozását értjük, a tájjelleg esztétikai szempontjainak, a tájba illesztés feltételeinek együttes figyelembevételével. A *2012. évi hulladékról szóló CLXXXV. törvény* a hulladéklerakás kérdéskörét is szabályozza. Ez a jogszabály, hasonlóan az EU szabályozásokhoz, lényegében együtt kezeli a működő és a régi, felhagyott lerakók rekultivációjával kapcsolatos teendőket, így egyben közös műszaki megoldások alkalmazását írja elő. A hulladéklerakók létesítésének és üzemeltetésének vannak előnyei és hátrányai is.

A hulladéklerakás **előnyei**:

- viszonylag olcsó megoldás, így a kistérségek számára megfizethető alternatívát jelent,
- a hulladéklerakók üzemeltetése jól megszervezhető, aránylag kis költségvetéssel üzemeltethető,
- üzemeltetésük nem igényel bonyolult logisztikai szervezést,
- hazánkban az állam által környezetgazdaságilag leginkább támogatott ártalmatlanítási módszer.

A hulladéklerakás **hátrányai**:

- a felhalmozott hulladék eltemetése idejétmúlt megoldás, a minimalizálásra kellene törekedni,
- a lerakott hulladékok egyes típusainak (bizonyos műanyagoknak) lebomlási ideje akár 1000 éves nagyságrendű folyamat,

- az eltemetett hulladékok energiatartalma nem hasznosul,
- a lezárt hulladéklerakók rekultivációja, utógondozása és tájba illesztése igen költséges,
- a szigetelőréteg sérülése esetén veszélyt jelentenek a talajra és a felszín alatti vizekre,
- a lerakott biohulladékok és nagy energiatartalmú hulladékok (pl. fa, papír) eltemetése pazarlás, energiát és értékes komposztot lehetne ezekből kinyerni.

11.3.2 Hulladéklerakók létesítése, üzemeltetése

A hulladéklerakók – még ha rendezett lerakóról is van szó – potenciális környezetszennyezők. Mivel a közvetlen befogadó közeg a talaj, elsősorban annak, ill. víztartalmának elszennyeződése jelent kiemelt kockázatot. Fennáll azonban a felszíni vizek szennyezésének veszélye is. Ezen túlmenően a lerakók az élővilágra is jelentős hatással vannak.

Rendezett körülmények között ezen hatások, ha nem is küszöbölhetők ki teljesen, de minimalizálhatók. Ennek érdekében azonban a lerakó tervezése, építése, üzemeltetése, utógondozása során fontos a környezetvédelmi előírások betartása.

A hulladéklerakókban végbemenő folyamatok

A települési hulladék lerakóhelyen lényegében öt leépülési fázis megy végbe, melyek időben egymást követik.

1. a lerakás után egy rövid aerob fázisban a hulladék szerves alkotói a még jelenlévő oxigénnel szén-dioxidra és vízzé alakulnak át;
2. az első anaerob fázisban az erjesztő és acetáló baktériumok aktivitása megnő, folyékony zsírsavak, széndioxid, hidrogén keletkezik, a savas reakció felszabadítja a nehézfémeket;
3. az anaerob folyamat további lefolyása során megnő a metánképző baktériumok aktivitása;
4. a metánképződés stabilizálódik, a folyékony zsírsavak részaránya tovább nő;
5. a folyamat végén csak a nehezen leépülő szerves anyagok maradnak vissza, fokozatosan ismét nitrogén és oxigén diffundál az atmoszférából a depóniatestbe.

A régi felhagyott lerakók környezetszennyező hatásának megakadályozására használatos műszaki megoldások:

- a felületszigetelés,
- az oldalirányú szigetelés,
- az altalaj szigetelés,
- és a fentiek kombinációja.

Új hulladéklerakó létesítésének követelményei sok szempontot kell, hogy figyelembe vegyenek, mint:

- hulladékgazdálkodási tervekkel való összhang,
- egyes hulladéklerakókon elhelyezhető hulladékok,
- lerakásból kizárt hulladékok,
- hulladéklerakó besorolása,
- védőtávolságok meghatározása,
- helykiválasztás szempontjai,
- helyszíni kizárások.

Legális hulladéklerakó üzemeltetéséhez szükséges engedélyek

A helyi hatóság (polgármesteri hivatal, jegyző) által kiadott engedélyek:

- telepengedély,
- építési engedély.

A környezetvédelmi hatóság által kiadott engedélyek:

- környezetvédelmi engedély,
- hulladékkezelési engedély,
- egységes környezethasználati engedély,
- vízjogi engedélyek.

A helykiválasztás szempontjai

A lerakó helyének kiválasztásánál elsősorban a hatályos jogszabályokat kell alkalmazni, melynek során részletesen figyelembe kell venni:

- a terület ökológiai adottságait,
- a levegőtisztaság-védelmi,
- a vízvédelmi,
- a termőföld-védelmi,
- a földvédelmi,
- a természetvédelmi és tájvédelmi követelményeket,
- az erdő és fásítás rendeltetésszerű használatának követelményeit,
- a közegészségügyi előírásokat,
- az ásványvagyon-védelmi előírásokat,
- a területfejlesztési szempontokat,
- a településrendezési terv önkormányzati rendelkezéseit,
- az OTÉK általános érvényű előírásait.

A hulladéklerakók típusai a lerakásra kerülő hulladékok alapján

A lerakásra kerülő hulladékok veszélyességének, környezetre (talajra, talaj- és felszíni vizekre, levegőre, élővilágra) való hatása alapján három alaptípusát (2 altípussal) különböztetik meg:

- Inert hulladék lerakására szolgáló hulladéklerakó (A kategória),
- Nem veszélyes hulladék lerakására szolgáló hulladéklerakó (B kategória),

- Szervetlen, nem veszélyes hulladék lerakására szolgáló (B1 kategória),
- Vegyes összetételű, jelentős szerves és szervetlen anyagtartalommal egyaránt rendelkező, nem veszélyes hulladék lerakására szolgáló (B3 kategória),
- Veszélyes hulladék lerakására szolgáló hulladéklerakó (C kategória).

Települési szilárd hulladéklerakó létesítésére **nem minden terület alkalmas**. A létesítésből kizárt területek:

- ivó-, gyógy- és ásványvíz-bázisok védőterületei,
- felszíni vizek 200 m-es sávja,
- árvízveszélyes és árvízvédelmi töltésen belül lévő területek (árterek),
- kiemelten védett természeti értékek előfordulási helyei (nemzeti parkok, barlangok),
- kiemelten védett levegőtisztaság-védelmi kategóriába sorolt területek,
- repülőterek védőterületei.

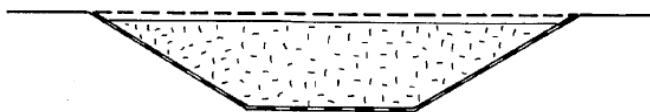
Hulladéklerakóban **tilos** - jogszabályban előírt - **veszélyes anyagokat** elhelyezni.

A hulladéklerakó-telepek kötelező technológiai építményei a következők:

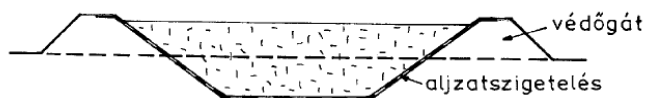
- medencék vagy más alakú lerakó-tér,
- aljzatszigetelési rendszer,
- csapadék-és szivárgó-víz gyűjtő, ellenőrző, kezelő rendszer,
- az üzemelés biztonságát szolgáló létesítmények,
 - kerítés,
 - védőerdősáv,
 - kommunikációs kapcsolat (telefon),
 - kár-és baleset-megelőzési,
 - kárelhárítási létesítmények,
- a lerakó lezáró szigetelési és vízelevezetési rendszer,
- hídmérleg,
- a folyamatos ellenőrzést biztosító monitoring rendszer.

A hulladéklerakók a **kialakítás módja szerint** alapvetően **4 féle típusúak** lehetnek (72. ábra):

Gödőfeltöltési módszer



Védőgátas földmedence



Dombépítési módszer

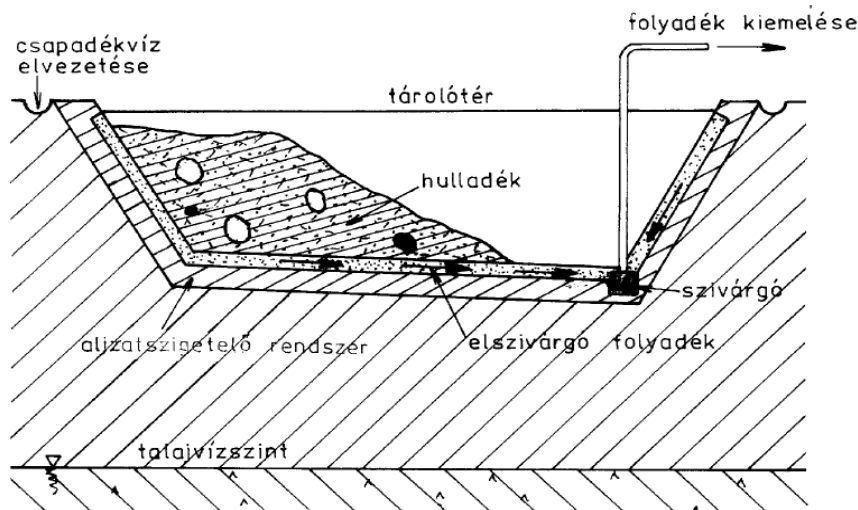


Völgyfeltöltési módszer



72. ábra A hulladéklerakók alaptípusai

A hulladéklerakók típusai között a leggyakoribb a **gödőfeltöltési** módszer. Elterjedésének fő oka, hogy a felszín közelében kialakított depóniagödrök tájképileg a leginkább elrejtethetők, esetenként a meglévő bányagödrök gazdaságosan kihasználhatók. Ugyanakkor legfőbb hátránya ennek a kialakítási módnak, hogy a keletkező csurgalékvíz és az üzemelés során a nyitott részekben bejutó csapadékvíz elvezetése nehézkes, ill. a megoldás jelentős többletberuházást igényel. A szabad kifolyás, elvezetés nem biztosított. Kialakítását mutatja a 73. ábra.



73. ábra Egy rendezett gödörfeltöltéses hulladéklerakó
www.diossylvaszlo.hu/files/Hulladekok_rendezett_lerakasa.ppt

11.3.3 A hulladéklerakó lezárása, utógondozása, rekultivációja

A hulladéklerakó rekultivációjára a lerakott hulladék szervesanyag-tartalmától függően két ütemben kerülhet sor. Az első ütemben átmeneti felső záróréteg rendszerrel kell lezárni a hulladéklerakót a hulladéktest biológiailag lebomló szerves összetevőinek biológiai stabilizálásáig, de legfeljebb 10 évig. A végleges felső záró réteg rendszer kialakítására, amely a második ütem, a stabilizálódási időtartam után kerülhet sor.

A hulladéklerakó rekultivációja esetén a Felügyelőség utógondozási időszakot határoz meg. A Felügyelőség az utógondozási időszak meghatározásakor figyelembe veszi azt az időtartamot, ameddig a hulladéklerakó még veszélyt jelenthet a környezetre.

A rekultiváció időszakában a hulladéklerakó karbantartásáért, megfigyeléséért és ellenőrzéséért a Felügyelőség határozatában (engedélyben, illetve kötelezésben) meghatározott üzemeltető vagy a terület tulajdonosa a felelős. Az engedélyes vagy kötelezett köteles az utógondozási időszakban észlelt környezetszennyezésről a Felügyelőséget – az észleléstől számított 8 napon belül – értesíteni.

11.4 A hulladéklerakók biológiai rekultivációja

Az engedélyező építési hatóság által meghatározott feltöltési szint, illetve terepszint feletti magasság elérése után a hulladék lerakását be kell fejezni és az engedélyezett feltöltési szint elérése után a lerakót védőréteggel be kell fedni, le kell zárni. A lezárás módja akadályozza meg a csapadékvíz beszivárgását a lerakott hulladékba és teszi lehetővé a lerakó tájba illesztését, rekultivációját. Ez a **gyepesítést**, illetve az **erdősítést** jelenti.

A biológiai rekultivációs tervek tartalma

A rekultivációs tervnek tartalmazni kell a tervezett erdősítések és fásítások:

- földnyilvántartási adatait,
- elhelyezkedését (térlépi megjelenítés),
- a különböző típusú, szerkezetű erdősítések, fásítások tervezett területi adatait,
- a különböző típusú erdősítések, fásítások javasolt fafaj-összetételét – szerkezeti-pusonként.

Az erdősítések és fásítások szerkezetének kialakításakor környezetvédelmi szempontokat is figyelembe kell venni:

- az erdősítés és fásítások védelmi céljának meghatározása,
- természetvédelmi szempontok (pl. tájképvédelem, biotópok helyreállítása, stb.),
- ökológiailag stabil faállományok kialakítása (természetességre való törekvés).

Az erdősítés, fásítás tervezésénél elemezni kell a helyi adottságokat és a telepítendő növények termőhelyi igényeit: részletes termőhely-feltárási szakvéleményt kell készíteni (éghajlati és talajadottságok, tápanyag-ellátottság, vízháztartás, stb.), a fa- és cserjefajok erdőművelési tulajdonságainak ismertetésével, abiotikus és biotikus károsítások valószínűségével, stb.

A rekultivációs tervek elbírálásában tervezett erdősítés és fásítás esetén a területileg illetékes Kormányhivatal Erdészeti Igazgatósága szakhatóságként vesz részt. Természetvédelmi tilalom alá eső vagy azzal szomszédos (védett területhez kapcsolódó) rekultivációs terület esetén az illetékes természetvédelmi hatóságot is be kell vonni szakhatóságként az eljárásba.

A biológiai rekultiváció egyik legköltségesebb eleme a jó minőségű termőréteg biztosítása. Általában ugyanis a jó minőségű humuszos talaj csak korlátozott mennyiségben áll rendelkezésre a rekultiválandó területeken. A termőrétegnek színtezettnek kell lenni és biztosítani kell a növények számára szükséges megfelelő tápanyagokat. A termőréteget lehetőleg a legközelebbi erre alkalmas helyről kell nyerni és onnan szintenként kell eltávolítani. A rekultiválandó területen ugyanis alulra a B szint talaja kerüljön és fölé az A szint. Legfelülre pedig, legfeljebb 30 cm-es vastagságban kerül a növénytelepítéshez szükséges mennyiségű humuszos szint.

A rekultiválandó területekre javasolt leggyakoribb fa- és cserjefajok:

Fafajok:

- mezei juhar (*Acer campestre*)
- tatár juhar (*Acer tataricum*)
- ezüstfa (*Eleagnus angustifolia*)
- virágos kőris (*Fraxinus ornus*)
- deltoid nyár (*Populus deltoides*) – a gát koronájába

- kínai nyár (*Populus demoil*) – a gát oldalra
- csertölgy (*Quercus cerris*)
- nyír (*Betula pendula*)
- akác (*Robinia pseudoacacia*)

Cserjék:

- gyalogakác (*Amorpha fruticosa*)
- galagonya (*Crataegus monogyna*)
- csíkos kecskerágó (*Eounymus europeus*)
- cserszömörce (*Cotynus coggyria*)
- vadrózsa (*Rosa rugosa /pompinellofolia/*)
- tamariska (*Tamarix galliea*)

Gyepfelület kialakítása: telepíthetőségi időpontban a lehető leghamarabb célszerű elvégezni. Jelentősen megnöveli a rézsűk állékonyságát, csökkenti, illetve megakadályozza az eróziót és a deflációt. A gyepszintet legalább 4-5 komponensből álló fűmagkeverékkel kell biztosítani – előtérbe helyezve a szárazságot tűrő fűféléket (réti csenkesz, réti perje, stb.). Vetőmag mennyiség összetételtől függően 20-50g/m². A rekultivált terület az évek során fenntartási munkák végzését igényli. Az esetleges öntözésen túl a fák, cserjék közvetlen közelében szükséges végezni gyomirtást (kapálást, legalább a telepítést követő első öt évben. A gyepfelületen – a teljes elgyomosodás megakadályozására – a vetés utáni két évben, évi 2-3-szori kaszálást érdemes végezni.

Fák ültetése: minimálisan 80 x 80 x 80 cm-es ültetési gödör kialakítása szükséges. A gödör feltöltése csak humuszban gazdag termőtalajjal történjen. Gödrönként 1q istállótrágya, vagy annak megfelelő hatóanyag-tartalmú műtrágya ajánlatos a tápanyag-utánpótlás biztosítására.

Cserjék ültetése: 40 x 40 x 40 cm-es gödrökbe történjen, a tápanyag-utánpótlás pedig a fáknál alkalmazott módon, arányosított mennyiségben. Ültetési idő a fák és cserjék esetében az ősz, vagy a tavasz, az ültetés utáni években – időjárástól függően – célszerű kétszeri áztatás szerű öntözésről gondoskodni.

11.5 A Soproni hulladéklerakó közeljövőben megvalósuló biológiai rekultivációja

Napjainkban kerül sor Sopron város eddig működő és most lezárásra került hulladéklerakójának **biológiai rekultivációjára**. A telephely a város külterületén helyezkedik el. A hulladéklerakó üzemszerű működését az Észak-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (a továbbiakban Felügyelőség), mint elsőfokú hatóság engedélyezte, és ebben az engedélyben egyben kötelezte az üzemeltetőt a rekultivációs terv elkészítésére is.

A környezetvédelmi hatóság a hulladéklerakót **nem veszélyes hulladéklerakónak** sorolta be. A lerakó 1981-ben létesült, műszaki védelemmel nem rendelkezik. Az üzemi területen üzemeltetést biztosító létesítmények vannak (szociális épület, műhelyek, stb.). A hatóság a telepen a települési szilárd, termelési és ipari hulladékok lerakással történő ártalmatlanítását engedélyezte. A határozatban egyúttal nem engedélyezte a települési szennyvíz tisztításából származó iszapon kívül az állati hulladékok, étolaj, zsír és a 020805 EWC kódszámú folyékony hulladékok kezeléséből származó iszapok elhelyezését. A hatósági tiltások előtt ezek a hulladékok is a telepen kerültek ártalmatlanításra.

A hulladéklerakó egy kisebb, szélső részét már korábban lezárták. Ott a szemetet humusszal lefedték, majd a területet akáccal telepítették be. Ez a lefedés azonban nem a ma érvényben lévő rendelet szerinti lefedés volt.

A csapadék- és csurgalékvíz gyűjtőmedence a telep keleti szélénél helyezkedik el. A hatóság a csurgalékvíz gyűjtésének korszerűsítése érdekében **szigetelt medence** kialakítását írta elő. Az új medencét megépítették, a depóniagáz elvezető hálózat kivitelezése megtörtént. A hulladéklerakó környezetében létesült monitoring rendszer keretében 17 db talajvízfigyelő kút létesült.

A rekultiváció tervezésének elengedhetetlen feltétele a hulladéklerakó morfológiájának pontos ismerete és a hulladék osztérfogatának meghatározása. Ennek érdekében elvégezték a lerakóhely teljes körű geodéziai felmérését.

A hulladéklerakó rekultivációját a leggyakrabban alkalmazott módszerrel, **felületszigeteléssel, felső lezárással** tervezték. A rekultivációt követően a kockázati tényező nagymértékben csökken, és a rekultivált lerakóhely néhány éven belül biológiai élettérre válik.

A hatóság a hulladéklerakóba **építési törmelék és települési hulladék** elhelyezését engedélyezte összesen kb. 244 000 m³ mennyiségben. A hulladéklerakóba a hulladék lerakása **rendezett és ellenőrzött, prizmás rendszerben** gödörfeltöltéssel és dombépítéssel történt. A hulladékot elegyengették és kompaktorral tömörítették. A 32-33 m magas hulladéktest megformálása során 1:3 rézsűk kerültek kialakításra 5 m széles padkák beiktatásával. A hulladéktest vízszintes területének lejtése kb. 2%. A tervezett domb állékonyságát biztosítják a megfelelően kialakított rézsűk, a közbeiktatott padkák, a spontán kialakuló, és a telepített vegetáció. A tereprendezésnél törekedtek arra, hogy minimális terep egyenetlenségek se maradjanak a felszíni vizek levezetésének biztosítása, valamint a pangó vizek kialakulásának elkerülése érdekében.

A telepen depóniagáz kitermelő rendszer üzemel és megtörtént a rendszer jelentős bővítése is. A képződő biogáz összegyűjtésére és elvezetésére a hulladék betöltésével párhuzamosan épült ki a biogáz elvezető rendszer. Ennek során a gázkutakat magasították.

A területen gondoskodni kell a **felszíni vizek elvezetéséről**. Vízfolyás csak csapadék és hóolvadás esetén van. Övárkot a hulladékomb körül, a hulladékomb rézsűlábánál terveztek. Az övárók fő feladata a rekultiváció után a platóról és a rézsűkről lefolyó szennyezetlen csapadékvíz összegyűjtése és elvezetése. Mivel a csurgalékvíz és a csapadékvíz

nincs szétválasztva, az átmeneti rekultiváció után esetleg még előforduló csurgalékvizet is az övások fogja elvezetni. Mindaddig számolnak ezzel, amíg a teljes terület végleges lefedése meg nem történik.

Az árkok befogadója az újonnan épült szigetelt csurgalék-és csapadékvíz gyűjtő medence. Az övások trapéz szelvényűek, betonlap burkolattal ellátva. Fenékszélesség: 0,4 m, rézsűhajlás: 1:1,5, mélység: 0,57 m. Az övások összes hossza kb. 1080 m. A Harkai közút felőli oldalon lévő övások hulladékra halad. Az övást, a hatósági előírásnak megfelelően, vízzáró módon alakították ki. A vízzárást rugalmas PVC, illetve gumilemez biztosítja. A szigetelő lemezt felemelkedés ellen szárazon rakott betonlap burkolat terheli le. Az övások alatt, a meglévő és az új hulladékra átvezető szakaszon, a szigetelő agyagréteget folyamatosan továbbvezették, annak későbbi, a végleges rekultiváció agyagrétegéhez történő csatlakoztatási lehetőségét biztosítva. Az övások déli végében, a rézsűlábánál, vasbeton energiatörő medencét alakítottak ki. A lerakó végleges lezárása megakadályozza a csapadékvíznek a hulladéktestbe való bejutását. A humuszrétegen esetlegesen átszivárgó csapadékvizet a humuszréteg alatt lévő szivárgó réteg elvezeti az övásokba.

A biológiai rekultiváció célja a rendezett felszín növényzettel való betelepítése, a lerakóhely felszínét borító földréteg stabilizálása. A biológiai rekultivációt az átmenetileg rekultivált felületeken is el kell végezni. A biológiai rekultiváció során a megtisztított felszínre gyeptelepítést javasolnak, ugyanakkor számolnak a helyi viszonyokat jól tűrő, és a lerakó környezetére jellemző cserjék spontán betelepülésével és elterjedésével is. Az első telepítésre a használati értéktől függően 40 g/ m² vetőmagot használnak. A biológiai rekultiváció során törekednek a tartós zöldfelület gyors kialakítására, mely nagymértékben hozzájárul a roncsolt táj eltüntetéséhez, a tájszivárság érzetének megszüntetéséhez.

A rekultiváció megvalósulási folyamata az alábbiak szerint foglalható össze:

- magassági és sarokpontok kitűzése, munkaterület átadása – átvétele,
- hulladék összegyűjtése, a hulladéktest formálása,
- gázkutak magasítása,
- rekultivációs réteg felhordása, elterítése, majd tömörítése,
- övások építése,
- fűmagvetés,
- utógondozás.

A rekultivált terület **utógondozásáról** rendszeresen gondoskodni szükséges. Az utógondozás a gyeptelepítés esetében szükség szerinti öntözést, kaszálást, és utóvetést jelent. Utógondozás hiányában a rekultivált terület elgyomosodik. Parlagfű megjelenésével is számolni lehet. Az utógondozás emiatt kiemelten fontos feladat. Az utógondozás keretében a depónia testben az esetlegesen előforduló süllyedéseket, suvasodásokat ill. megcsúszásokat felszámolják, illetve helyreállítják. Az utógondozás során a monitoring kutak vizsgálhatóságát fenntartják. A kutak karbantartását, felújítását és tisztítását folyamatosan végzik, a monitoring vizsgálatok a szakhatóságok előírásainak megfelelően történnek. Ezeket az üzemeltetési utasítás részletesen tartalmazza.

Az építési területen természetvédelmi, tájvédelmi, épített környezetet érintő érték nem található, így azok védelmével kapcsolatos külön intézkedésekre nincs szükség. A technológiai előírásokhoz kapcsolódóan szükséges betartani és betartatni a vonatkozó környezetvédelmi és munkavédelmi előírásokat.

12. Szennyvízelhelyezés és hasznosítás

A környezetvédelmi feladatok között az egyik legfontosabb a természetes felszíni és földalatti vizek tisztaságának megőrzése, a megfelelő vízminőség biztosítása és az egyre nagyobb mennyiségben keletkező szennyvíz tisztítása.

12.1 Szennyvíz keletkezése

A **szennyvíz** emberi használatból származó hulladékvíz. A hulladékhoz hasonlóan a civilizáció mellékterméke, olyan hulladék, amely kis területre koncentrálódva nagy tömegben keletkezik és környezetre ártalmas anyagokat tartalmaz. A szennyvíz felhasználása nem mezőgazdasági vagy erdészeti, esetleg vízügyi probléma, hanem társadalmi, környezetvédelmi ügy.

A szennyvizet keletkezésük helyszíne alapján 2 csoportba sorolják:

- **Lakossági (szociális) szennyvíz:** lakások, intézmények, szolgáltatások révén keletkezik.
- **Ipari szennyvíz:** ipari tevékenység, mezőgazdasági termékfeldolgozás, stb. révén keletkezik (az állati híg vagy szalmás trágya nem szennyvíz).

A **szennyvízelvezetés** történhet csővezetéken (csatornában), a felhasználási helytől távolabbra épült szennyvíztisztítóban, vagy a fogyasztási hely közelébe épült szikkasztóba, illetve egyéb közműoptló létesítménybe. Ez utóbbi csak egyedi ellátásban, illetve átmeneti helyzet megoldására alkalmazható. A szennyvizet a szennyvíztisztítóban hatóságilag előírt minőségűre kell tisztítani.

Lehetőleg olyan természetközeli szennyvíztisztítási megoldást kell találni ennek kezelésére, amely lehetővé teszi a szennyvíz újrahasznosítását. A kommunális szennyvízben ugyanis sok olyan anyag van, amely mint növényi tápanyag az élővizek eutrofizálódását okozza, kárba vész, ahelyett, hogy a növénytermesztésben hasznosulna.

A szennyvíz tisztulásának folyamata

A szennyvízelhelyezés és hasznosítás során háromféle tisztítási folyamat játszódik le:

- **Mechanikai tisztítás:** a kiöntözés során a talajra jutott szennyvízből a talaj kiszűri a mechanikai szennyeződések.
- **Biológiai tisztítás:** a talaj különböző rétegein átszivárgó szennyvízből a talajban élő mikroorganizmusok lebontják a szerves anyagokat, a káros baktériumokat elpusztítják, a szerves anyagok pedig a talajszemcsékhez kötődnek.
- **Biokémiai tisztítás:** a lebontott és a talajszemcséken adszorbeálódott tápanyagokat a növények felveszik, a talajból kivonják, és a testükbe beépítik.

A növény, a talaj és a szennyvíz egy olyan rendszert alkotnak, amelyben mindhárom tényezőnek megvan a maga szerepe. A szennyvízelhelyezés és hasznosítás során ezt a rendszert kell működtetni és ellenőrizni úgy, hogy miközben a szennyvíz megtisztításra kerül, a talaj ne károsodjon.

12.2 A természetközeli szennyvíztisztítás

A szennyvizet különböző biológiai szennyvíztisztítási eljárásokkal lehet tisztítani, illetve hasznosítani. Ezek az eljárások annál kedvezőbbek, minél közelebb állnak a természetben lejátszódó folyamatokhoz, és ezeket az ún. **természetközeli szennyvíztisztítási** eljárásoknak nevezik.

A természetközeli szennyvíztisztítás **ismérvei:**

- természetközeli élettér, mesterséges talaj – víz - növény ökoszisztéma jellemzi,
- a főszerep a természetben lejátszódó fizikai, kémiai és biológiai folyamatoké,
- a szervesanyag lebontást mikroorganizmusok végzik külön oxigén bevitel nélkül,
- többnyire nincs szükség elektromos energia és vegyszer felhasználásra,
- alacsony a beruházási és üzemeltetési költségigénye.

A természetközeli szennyvíztisztítás **előnyei:**

- tájba illeszkedő, ökológiai szempontból is különösen hasznos megoldások,
- a vizek megtartása helyben történik,
- kevés a gép-, energia- és személyzet igényük, működtetésükhöz nem szükséges magas szintű szaktudás (de a tervezéshez, engedélyezéshez igen),
- viszonylag egyszerűek,
- beruházási költségük alacsony (30-60%-a a hagyományosnak),
- fenntartási költségük is alacsony (10-30%-a a hagyományosnak),
- minimális mennyiségű, további kezelést igénylő járulékos hulladék, pl. szennyvíz-iszap keletkezik.

A természetközeli szennyvíztisztítás **hátrányai:**

- viszonylag nagy a területigényük,
- érzékeny területeken, belvizes, és magas talajvízállású területeken nem, vagy csak korlátozottan alkalmazhatóak és ez általában költségnövekedést eredményez,
- több szakértelmet igényel, a műszaki mellett biológiai ismereteket is,
- érzékenyek az időjárási viszonyok változásaira (téli üzem).

12.3 A természetközeli szennyvíztisztítás típusai

A természetközeli szennyvíztisztítás típusai annak függvényében különíthetők el, hogy a növények milyen arányban vesznek részt a tisztítás folyamatában. Eszerint vannak:

- **Növényzet nélküli tavas rendszerek:**
 - tórendszer levegőztetés nélkül,
 - tórendszer mesterséges levegőztetéssel.
- **Növényzetes tavas rendszerek** (ún. épített wetland-ek)
- **Sorba kötött 2-3 féle természetes eljárás**
- **Faültetvényes talajbiológiai tisztítás;** faültetvényeken történő szennyvízelhelyezés

12.3.1 Növényzet nélküli tavas rendszerek

A vízben élő mikroszervezetek (gombák, baktériumok, algák) lebontó tevékenységének következtében fokozatosan végbemegy a szennyvíz szervesanyagainak lebomlása, mineralizálása, stabilizálása. Ott használják elsősorban, ahol megfelelő nagyságú terület áll rendelkezésre és megfelelőek az éghajlati viszonyok is. Ezeken a helyeken kedvező és gazdaságos is használatuk. Célszerű alkalmazni olyan helyeken, ahol pl. a telepre (tóba) érkező vízmennyiség nagymértékű ingadozása várható (pl. üdülőterületeken). Legkedvezőbbek a sorba kötött tavas rendszerek, amelyek általában 3 lépcsőből állnak: anaerob tó, fakultatív tó és utótisztító aerob tó.

12.3.2 Növényzetes tavas rendszerek (ún. épített wetland-ek)

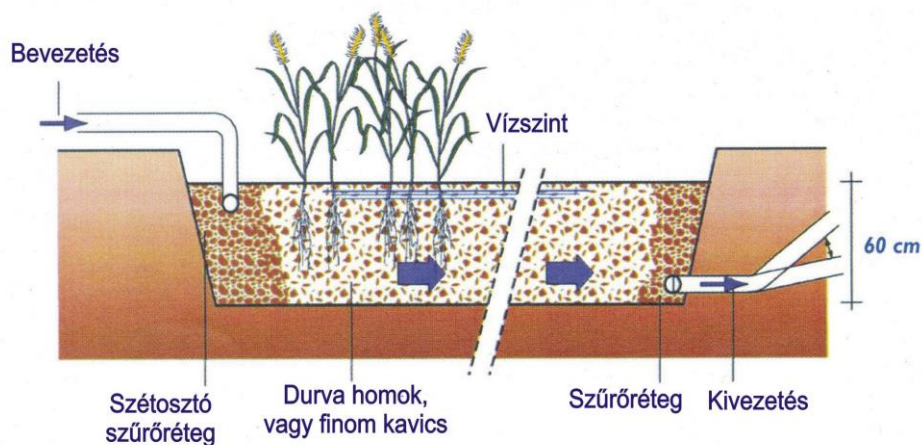
Ott alkalmazzák elsősorban, ahol megfelelő földműves kialakítású, szigeteléssel ellátott medencék állnak rendelkezésre. Típusai a növények élettere szerint csoportosíthatóak:

- mocsári növényes,
- lebegőhínáros,
- és hínáros.

Mocsári növényes rendszerek a víz áramlási iránya szerint:

- vízszintes áramlás (74. ábra),
- függőleges áramlás,
- mindkettő irányba történő áramlás.

VÍZSZINTES ÁTFOLYÁSÚ RENDSZER

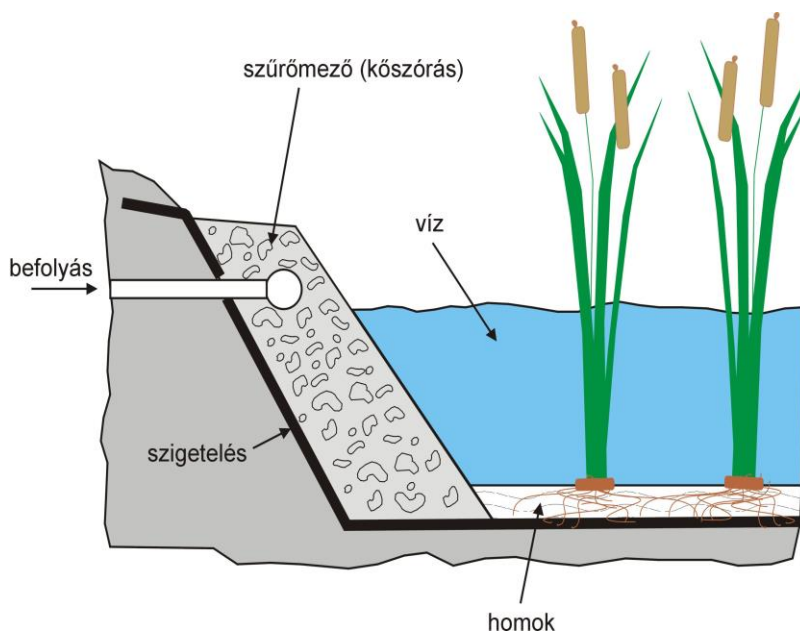


74. ábra Épített wetland: felszín alatti átfolyású, gyökérmezős rendszer

http://www.orszagoszoldhatosag.gov.hu/dokumentumok/KEK_07_06_04_Kaloczy_Anna_Szennyviztisztitas.pdf

Mocsári növényes rendszerek a víztest elhelyezkedése szerint:

- felszín feletti átfolyású (SVF v. Free water surface system) (75. ábra),
- felszín alatti átfolyású (FA-rendszer v. gyökérzónás, ill. mezős),
- a kettő kombinációja, átszivárgásos.



75. ábra Épített wetland/Mocsári növényes rendszerek a víztest elhelyezkedése szerint/ felszíni átfolyású rendszer

http://www.orszagoszoldhatosag.gov.hu/dokumentumok/KEK_07_06_04_Kaloczy_Anna_Szennyviztisztitas.pdf

12.3.3 Sorba kötött természetes eljárás

A sorba kötött természetes eljárások közül a német Kickuth-féle **nádgyökérteres szennyvíztisztítási technológia** a legismertebb, melyet néhány kisebb településen hazánkban is alkalmaznak (Gajdov, 2004).

A technológia első eleme egy több aknás (minimum három) vasbeton medence, amely a beérkező szennyvíz fogadására és a benne lebegő anyagok ülepitésére szolgál. A víz innen a nádágakba alagcsövön keresztül, kavics vagy murva rétegen szétosztva egyenletes eloszlásban kerül bevezetésre. A Kickuth-féle szennyvíztisztítási technológia kulcseleme a **nádág**, illetve a nád gyökerei által átszótt talaj, vagyis a **gyökértér**. Ezen a közegen horizontálisan átszivárogtatva tisztul meg a szennyvíz.

A nádág egy négyszögletesen kialakított, erre a célra megfelelő műanyag fóliával szigetelt földmedence. A talajban átszivárgó szennyvíz a gyökérzónában lezajló tisztulási folyamat után a medence ellenkező oldalán lévő kavics vagy murva rétegben gyűlik össze, majd szintén alagcsövön keresztül távozik. A nádágban a talaj szennyvízzel való telítettségét, és így a hidraulikai esés nagyságát a kifolyó oldalon kialakított ellenőrző aknában lévő flexibilis csövek végének magasságbeli állításával, mint egyszerű vízszintszabályozóval lehet változtatni. A talajban a gyökérzet sűrűsége a vízszint alakulásától függ. Így az üzemeltetés során a vízszint időnkénti csökkentésével nagyban elősegíthető a gyökérzet fejlődése, átrendeződése.

A legalkalmasabb vízinövénynek a **nád** (*Phragmites communis*) bizonyult, de felhasználható még a széles- és keskenylevelű gyékény, a sás, és a tavi káka is. A nád nagy tűrőképessége révén az életterében bekövetkezett változásokat (hőmérséklet, pH, oldott sótartalom, nehézfémek, stb.) is különösebb károsodás nélkül képes elviselni, ezért alkalmas a kommunális szennyvizek változó paramétereinek elviselésére is. A nád rizómái a talajban olyan sűrű paplant alkotnak (76. ábra), hogy a többi növény részére lehetetlenné teszi a megtelepedést.



76. ábra A nád rizómáinak szövedéke a talajban
<http://greenfo.hu/uploads/szakdolgozatok/Gajdov.pdf>

Tapasztalati adatok alapján ez a szennyvíztisztítási technológia számos előnnyel jár:

- a művi szennyvíztisztításhoz képest 40-60%-al alacsonyabbak a beruházási költségek,
- a település fejlődésével arányosan a telep kapacitása bármikor rugalmasan bővíthető, esetleg szűkíthető is,
- a rendszer élettartama hosszú, és nagy a megújuló képessége,
- a nádágys és az egyéb technológiai elemek biztonságos szigetelése megakadályozza talaj és a talajvíz elszennyeződését, szaghatása elhanyagolható, mivel a szennyvíz zárt vezetéken jut el a nyár gyökérszónájába, ahol a lebomlás szintén a földfelszín alatt megy végbe,
- a rendszer a téli hónapokban is eredményesen üzemeltethető,
- alacsonyak az üzemeltetési és karbantartási költségek.

A nád alkalmazása mellett szól az is, hogy jól illeszthető a tájba (77. ábra), mivel a nádas látványa sehol sem idegen, bárhol alkalmazható, még természetvédelmi területen is.



77. ábra Mesterséges nádas

<http://greenfo.hu/uploads/szakdolgozatok/Gajdov.pdf>

12.3.4 Faültetvényes talajbiológiai tisztítás

Az ültetvényes talajbiológiai tisztítási eljárás a **faültetvényeken történő szennyvízelhelyezést** jelenti. Az előbbieken alapján látható, hogy a szennyvizet különböző biológiai szennyvíztisztítási eljárásokkal lehet hasznosítani, de hazai viszonyaink között a szennyvízelhelyező és hasznosító faültetvények jelentik a legjobb megoldást. Megfelelő sík területek állnak rendelkezésre ezek kialakítására, és a szennyvíz egész évi folyamatos tisztítása biztosított. A vízigényes fafajokból (nyárok, fűzek) létesített ültetvényekre télen, a ve-

getációs időszakon kívül is kijutatható a szennyvíz. Az itt termelt növények nem kerülnek emberi vagy állati fogyasztásra, így enyhébbek a közegészségügyi előírások is.

A faültetvényeken történő szennyvíz-hasznosítási technológia előnyei:

- a felszíni vizek védelme,
- lényegesen olcsóbb üzemeltetési költség,
- a szennyvíztisztítás termelő folyamatokkal kapcsolódik össze (lehetőleg nagytömegű és jó minőségű faanyag kerüljön ki a területről),
- a szennyezőanyagok lebontásához természetes energiaforrásokat használnak,
- a már egyszer hasznosított víz újrahasznosítását valósítja meg,
- egyidejűleg több célt szolgáló, tehát jobban kihasználható beruházásokat tesznek lehetővé, főként fatermesztési célokat szolgálnak.

A talaj szerepe a szennyvíztisztításban összetett: **fizikai, kémiai és biológia szűrőként** működik.

A **fizikai szűrő hatás** a különböző méretű talajszemcsék között átszivárgó szennyvízből kiszűri a szennyeződések. A legtöbb talajban a szemcsék mérete és eloszlása olyan, hogy a lassan lefelé szivárgó vízből, már rövid út megtétele után is, kiszűrődnek a lebegő szennyeződések. Túlzott igénybevétel esetén azonban a talaj szűrőképessége lecsökken a pórusok eltömődése miatt.

A fizikai szűréssel egyszerre megkezdődik a **kémiai szűrés** is. A talajszemcsék felületén lévő vegyületek, elemek kiragadják a vízben ionos formában levő társaikat és magukhoz kötik őket. A kémiai szűrés négyféleképpen megy végbe a talajban: ioncsere, adszorpció, kicsapódás és kémiai átalakulás révén.

A szennyvíz oly mértékben képes megtisztulni a szennyvízelhelyező faültetvényben, hogy például a Gyulán működött, időközben már felszámolt, szennyvízelhelyező nyáras drén-csövekkel összegyűjtött csurgalékvizét közvetlenül bevezették egy halastóba. A 14. táblázat pedig a talajon átszűrődött szennyvíz tisztulási százalékát mutatja egy fával beültetett, és egy fa nélküli tenyészében.

14. táblázat A szennyvíztisztítás hatásfoka fával beültetett ill. fa nélküli tenyészedényekben

Komponensek	A szennyvíztisztítás hatásfoka %-ban							
	a fával beültetett tenyészedényekben				a fa nélküli tenyészedényekben			
	az 1-4. kezelésben							
	1	2	3	4	1	2	3	4
Összes oldott anyag	78,9	60,7	57,9		27,0	38,7	46,1	
Szerves oldott anyag	77,6	63,7	64,2		36,2	34,7	47,0	
Ásványi oldott anyag	79,7	59,5	55,3		21,9	40,3	51,3	
Cl ⁻	75,9	37,9	33,7		14,8	16,4	35,7	
SO ₄ ²⁻	60,1	38,4	29,6			16,5	40,9	
HCO ₃ ⁻	98,6	96,6	87,8	96,1	61,1	56,1	56,5	56,7
CO ₃ ²⁻	99,9				86,2			
NO ₂ ⁻	99,4	96,7	93,0			61,6	77,6	
NO ₃ ⁻	91,8		17,1	94,3				
PO ₄ ³⁻	99,9	99,9	99,1	92,5	98,5	96,5	97,8	30,0
Ca ₂ ⁺	76,6	54,3	52,8	55,9	17,7	27,1	38,2	
Mg ₂ ⁺	83,8	67,3	60,3	84,5	35,4	36,7	47,6	49,2
Na ⁺	91,3	70,6	53,6	77,5	25,8	23,0	37,8	3,0
K ⁺	98,4	95,2	91,2	94,2	84,6	83,7	87,2	60,1
NH ₄ ⁺	99,7	99,5	98,8		97,1	97,7	97,1	
Összes ásványi só számított	84,6	65,4	58,1	70,7	24,3	32,9	45,4	
Káros oldott ásványi anyag	84,6	63,6	56,1	71,5	25,9	30,6	44,3	3,8
Szerves P	100,0	98,9	97,4		81,3	80,0	92,1	
Összes P	100,0	99,6	98,8		94,1	91,4	96,1	
Szerves N	99,7	98,8	96,7		85,1	91,6	94,8	
Összes N	99,6	99,0	97,2		67,0	85,4	90,2	
BOI ₅ utolsó rész minta	99,0	98,5	97,4		94,7	95,0	95,6	
KOI (K ₂ Cr ₂ O ₇ -al)	98,4	98,2	95,7		81,3	89,3	89,7	
O ₂ fogyasztás (KMnO ₄)	99,4	98,5	96,4		86,6	91,1	92,5	
Fenolok	98,0	95,0	100,0		60,0	33,3	70,0	
Detergens (anionaktív)	99,2	99,1	97,4		82,7	82,0	85,2	
Cu ²⁺	99,2	99,3	98,6		92,0	95,4	96,0	
Ni ²⁺	96,2	100,0	98,6		73,1	68,8	70,4	
Zn ²⁺	98,1	96,5	61,8		76,1	70,2	71,9	
Ca ²⁺	100,0	100,0	97,6		40,0	86,4	95,2	
Fe ³⁺	99,3	95,0	44,1	75,4	56,5	37,1	1,5	36,2

Forrás: Tihanyi, 1991

A **biológiai szűrést** a talajban élő mikroorganizmusok: baktériumok, gombák, egysejtűek, algák stb. végzik. Közülük a felső 15-20 cm-es rétegben, egy gramm talajban 10⁷ nagyságrendben élnek baktériumok, 10⁶ nagyságrendben sugárgombák, 10⁵ nagyságrendben pedig egyéb gombafélék. Ezen mikroszervezetek számára a talajba juttatott szennyvíz szervesanyag-tartalma értékes energiaforrás.

A mikroszervezeteknek nagy szerepük van a talaj nitrogén és foszforforgalmában, a mikroelemek mobilizálásában és a fertőző mikrobák elpusztításában. Tevékenységük eredménye, hogy a szennyezőanyagokból a növények számára felvehető tápanyag keletkezik.

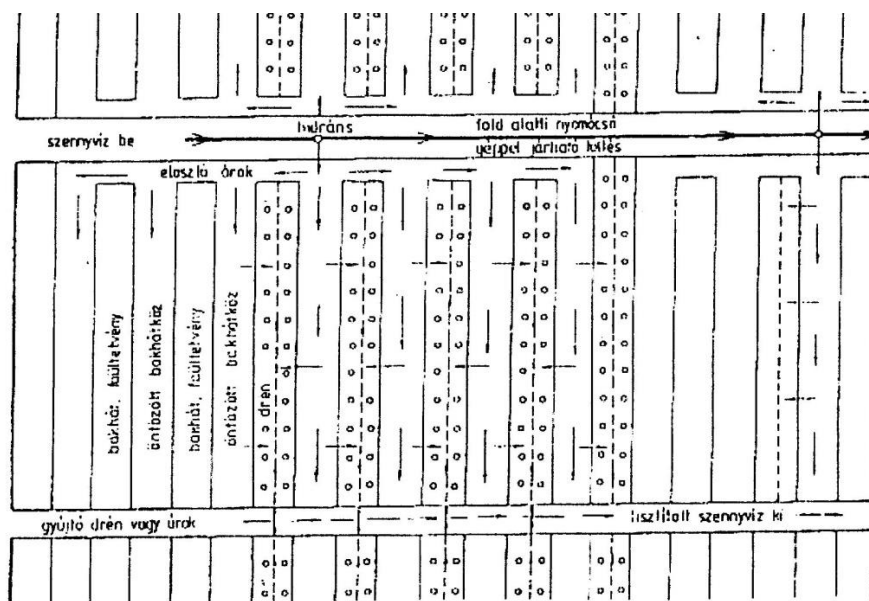
A növények és különösen a fák szerepe a szennyvíztisztításban a következő:

- a faanyag felépítéséhez tápanyagokat vonnak ki a talajból,
- elpárologtatják a víz egy részét,
- a terméketlen szűrőkkel ellentétben fatermesztési célokat szolgál,
- fedik a terepet,
- szűrik a levegőt,
- szél és szag elleni védelmet biztosítanak,
- fokozzák a talajéletet,
- a gyökérzettel és a lehulló lombbal javítják a talaj szerkezetét és ez által a talaj szűrő és lebontó képességét.

Fontos tény azonban, hogy erre a célra nem lehet felhasználni a már meglévő erdőket, hanem külön erre a célra szolgáló ültetvényeket kell létesíteni.

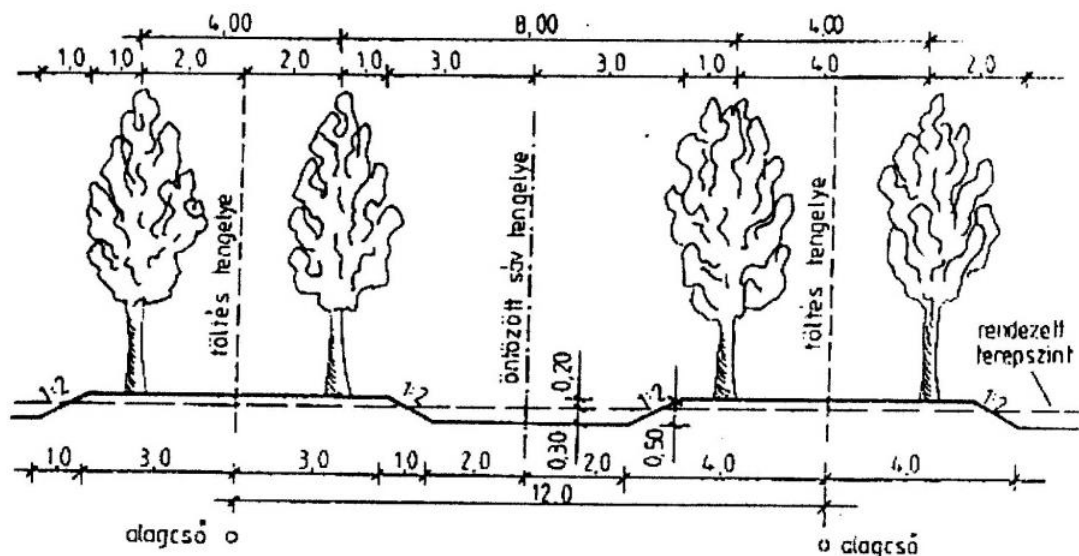
Az erdősisítés megkezdése előtt tereprendezést kell végezni, ezután meg kell valósítani az alagsövezést, ki kell építeni az öntözésre szolgáló műszaki berendezéseket.

A folyamat során biztosítani kell a víz kijuttatását földalatti nyomócsöveken, a vízkivételi helyeket hidrásokon, a víz elosztását felszíni vezetékeken vagy elosztóárkokkal, és az öntözővíz talajba juttatását öntözőárkokkal, bakhátak közötti sávokkal, barázdákkal. Majd ezután következhet csak a telepítés. Egy szennyvíztisztító elrendezését mutatja a 78. ábra.



78. ábra A szennyvíztisztító faültetvény alaprajzi elrendezése
(Tihanyi, 1991)

Ezek az ültetvények azonban csak akkor töltik be szerepüket, ha kellő gondossággal történik a helykiválasztás, nem terhelődik túl szennyvízzel a talaj és biztosított a rendszeres talajművelés. A 79. ábra szemlélteti a mai ismereteink szerinti leghatékonyabb műszaki megoldást, az úgynevezett széles bakhátas ültetvényt.



79. ábra A szennyvíztisztító faültetvény széles bakhátközökben
(Tihanyi, 1991)

Szennyvízzel öntözött területek fafaj-megválasztása

Egy adott terület fafaj-megválasztása függ a klímától, a hidrológiai viszonyoktól, a genetikai talajtípustól, a termőréteg vastagságától, a fizikai talajféleségtől és a vízgazdálkodási foktól.

A szennyvízzel öntözött területeken azonban a termőhelyi viszonyok, ezek közül is főként a hidrológiai viszonyok, mesterségesen igen nagymértékben megváltoznak.

A faültetvények öntözésekor nem a hasznosítás, a fák vízigényének megfelelő kielégítése, hanem az elhelyezés, a túlóntözés lép előtérbe, figyelembe véve a fák víztűrő képességét és a talaj lebontó szennyvíztisztító képességét. A terhelési értékek olyan nagyok, hogy itt már csak a vízigényes vagy víztűrő fafajok jöhetnek számításba.

Alkalmazható fafajok:

- nyárok (*Populus sp.*),
- fűzök (*Salix sp.*),
- éger (*Alnus glutinosa*).

A szennyvízzel öntözött területeken értékes és nagy mennyiségű faanyag termeszthető. A Soproni Egyetem Erdőtelepítési Tanszékének (Tihanyi, 1983) ilyen jellegű kísérletei közül a 15. táblázat a fatérfogat alakulását mutatja a különböző mennyiségű szennyvízzel öntözött területeken, a kontrollhoz és a kizárólag csapadékkal történő kezeléshez viszonyítva.

15. táblázat Az abszolút száraz fatömeg %-a a kontrollhoz viszonyítva

<i>kezelés a tenyészidőszakban</i>	„I-214” olasz nyár	óriás nyár	„bédai egyenes” fűz
1. 1200 mm szennyvíz	116	122	123
2. 2000 mm szennyvíz	163	174	188
3. 3000 mm szennyvíz	196	219	239
4. 1200 mm csapvíz, kontroll	100	100	100
5. csak csapadék	30	36	32

Forrás: Tihanyi, 1983

Látható, hogy a nagymennyiségű szennyvízzel öntözött „bédai egyenes” fűz és az óriás nyár parcellák mutatták a legnagyobb fatérfogat növekedést a kontrollhoz viszonyítva.

Az eredmények alapján érdemes lenne új nemesnyár klónokkal is hasonló vizsgálatokat végezni, az elmúlt években ugyanis jó néhány új, államilag elismert nyárfajta került telepítésre az erdészeti gyakorlatban. Ezen telepítések tapasztalatai bizonyítják, hogy az új nemesnyár fajták – megfelelő termőhelyre telepítve – nagyobb fatermést adnak, mint a fenti kísérletben alkalmazott fajták. Szennyvízhasznosító ültetvényeken történő alkalmazásukról még nincsenek eredményeink, de bizonyára ott is felülmúlják a korábbi fajták fatérfogat mennyiségét.

AJÁNLOTT SZAKIRODALOM

Azoknak a hallgatóknak, akik az egyes területeken további, mélyebb ismeretekkel szeretnék bővíteni tudásukat, figyelmükbe ajánlom az alábbi szakkönyveket:

ÁLLAMI ERDÉSZETI SZOLGÁLAT (2005): Az egyes termőhelytípus-változatokon alkalmazható célállományok. FVM Erdészeti Főosztály, Budapest

BARTHA D. (1999): Magyarország fa- és cserjefajai. Mezőgazda Kiadó, Budapest

BIDLÓ A. – KOVÁCS G. – SZODFRIDT I. (2000): Talajtan. Egyetemi jegyzet. Soproni Egyetem, Sopron

BONDOR A. – GÁL J. (1976): Erdészeti szaporítóanyag termelés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

CSIHA I. (2005): Ültetvényszerű fatermesztés lehetőségei a változó mezőgazdasági földhasználat kereti között. OMÉK, Budapest

DANSZKY I. (szer.) (1972): Erdőművelés I. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

GÁL J. (1961): Az erdősávok hatása a szél sebességére. Erdészettudományi Közlemények 2., Budapest

GÁL J. – KÁLDY J. (.) : Erdősítés. Akadémiai Kiadó, Budapest

JÁRÓ Z. (1963): Talajtípusok. Országos Erdészeti Főigazgatóság, Budapest

KOLOSZÁR J. (2010): Erdő-ismerettan. Egyetemi jegyzet, 2. átdolgozott kiadás, NyME Egyetemi Kiadó, Sopron

KONDORNÉ SZ. M. (2012): Erdészeti ismeretek. Egyetemi jegyzet. NyME Egyetemi Kiadó, Sopron

MAGYAR P. (1960): Alföldfásítás. Akadémiai Kiadó, Budapest

MAJER A. (1963): Erdő- és termőhely-típusok útmutató növényei. Országos Erdészeti Főigazgatóság, Budapest

TÓTH B. – ERDŐS L. (1988): Nyár fajtaismertető. Az Állami Gazdaságok Országos Egyesülése, Budapest

TIHANYI Z. (1991): Erdészeti szaporítóanyag termesztés. Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron

TIHANYI Z. (1991): Erdősítés. Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron

VARGA F. (szerk.) (2001): Erdővédelemtan. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest

FELHASZNÁLT SZAKIRODALOM

- ÁNGYÁN J.** (1994): Környezetbarát gazdálkodási rendszer- és struktúraváltás a szántó-földi növénytermesztésben. "AGRO-21" Füzetek. 7.
- ÁNGYÁN J.** (1995): A növénytermesztési stratégiaváltás legfontosabb területei, rövid- és hosszú távú feladatai. GATE, Gödöllő
- ANTAL J.** (1999): A zöldtrágya, a zöldugár és zöldtarló szerepe a tápanyag-gazdálkodásban In: Füleki György (szerk.) Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- BARNA T.** (1994): Erdősávrendszerek telepítésének szükségessége Békés megyében. In: Baukó T. - Gurzó I. - Márton J. (szerk.): Az agrárszféra és az élelmiszergazdaság átalakulásának jellemzői és hatásai Békés megyében. MTA RKK ATI Békéscsabai Osztály.
- BARTHA D. - MÁTYÁS CS.** (1995): Erdei fa- és cserjefajok előfordulása Magyarországon. OTKA, Budapest
- BATES** idézi **GUYOT, G.** (1993): : L'eau et la Production Végétale. INRA
- BAUDRY, O.** (1988): Les brise-vents, réservoirs de faune auxiliaire. Foret Entreprise 52.
- BAZIN, P. - SCHMUTZ, T.** (1993): La recherches internationale sur les haies. Foret-entreprise 89
- CSEMEZ A.** (1996): Tájtervezés, tájrendezés. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- CSIHA I.** (2005): Ültetvényyszerű fatermesztés lehetőségei a változó mezőgazdasági földhasználat kereti között. OMÉK, Budapest
- DUDÁS B.** (2014): Írásbeli közlés, Sopron
- FARAGÓ S.** (1993): Vadon élő állatfajok fennmaradásának lehetőségei mezőgazdasági környezetben Magyarországon. WWF - füzetek 4.
- FARAGÓ S.** (1997): Élőhely-fejlesztés az apróvad-gazdálkodásban. A fenntartható apróvad-gazdálkodás környezeti alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- GÁL J. - KÁLDY J.** (1977): Erdősítés. Akadémiai Kiadó, Budapest
- GÁL J.** (1965): A mezővédő erdősávok hatásának komplex vizsgálata. Doktori értekezés, Sopron
- GENCSI L.** (1980): Erdészeti növénytan I. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- GRUBER I. - KOLOSZÁR J.** (1992): Mérnökbológia I-II. Kézirat, Sopron
- GUYOT, G.** (1988): Les effets biologiques des brise-vent. Foret Entreprise 52.
- JÁMBOR I.** (1982): Zöldfelület-rendezés. Egyetemi jegyzet. Kertészeti Egyetem, Budapest

- JÁMBOR I.** (2002): Kertépítészeti tér, szabad tér, zöld tér. Építésügyi Szemle 2.
- JÁMBORNÉ B. E.** (1988): Ipari területek. In: Schmidt G. (szerk.): A kert élő díszei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- JÁNOSKA F.** (1995): Fészkelő madárállományok vizsgálata kistáplói erdősávokban. Kandidátusi értekezés, Sopron
- JÁNOSKA F.** (2001): Mezővédő erdősávok fészkelő madárállományainak vizsgálata. Magyar Agróvadász Közlemény, Sopron
- JÁRÓ Z.** (1958): Alommennyiségek a magyar erdők egyes típusaiban. Erdészeti Lapok, Budapest
- KONDORNÉ SZENKOVITS M. - BARNA T.** (1994): Fás biotóprendszerek jelentősége mezőgazdasági környezetben. In: TIMÁR J. (szerk.): Az "alföldi út" kérdőjelei. MTA RKK ATI Békéscsabai Osztály
- KONDORNÉ SZENKOVITS M.** (2004): Fás biotópok szerepe a mezőgazdaságban, vadgazdálkodásban és természetvédelemben. Doktori szigorlat, Sopron
- KONKOLYNÉ GY. É.** (2003): Környezettervezés. Mezőgazda Kiadó. Budapest
- KOVÁCS M.** (1975): A bioszféra ólomszennyezettsége. Búvár, 30:9
- KREFFLY G.** (1969): Bányaművelés - Külfejtés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- KRIZSÁN K.** (1979): Úttervezés és forgalomtechnika. II. Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola, Közlekedésepítési Intézet. Tankönyvkiadó, Budapest
- LARTIGES, A.** (1988): L'intérêt cynégétique des haies. Forêt entreprise 52.
- MÉSZÖLY GY.** (1984): Arborétumok országsszerte. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- MÉSZÖLY GY.** (szerk.) (1981): Parkerdők Magyarországon. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- PÁLOS L.** (1984): Nagyméretű külfejtések tájrendezése. Doktori értekezés, Gyöngyös
- PANKOTAI G. - RÁCZ J.** (1975): Erdészeti vízgazdálkodástan II. Kézirat, Sopron
- PAPP T.** (1995): Eljárás pernyehányók biológiai rekultivációjára. Krónika Kiadó, Pécs
- PAPP T.** (2007): Pécsi pernyehányók biológiai rekultivációja. Előadási anyag, NyME, Sopron.
- POLCZ A. - ANGYAL E.** (szerk.) (2001): Letakart tükör. Halál, temetkezés, gyász. Helikon Kiadó, Budapest
- RADÓ D.** (2001): A növényzet szerepe a környezetvédelemben. Zöld Érdek Alapítvány – Levegő Munkacsoport, Budapest
- SCHAWERDA, P.** (1993): Entwicklungsplanung in den Fluren. Universität für Bodenkultur, Agrarische Operationen, Wien

- SCHMIDT G. - TÓTH I. (szerk.) (1996):** Díszfaiskola. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- STEFANOVITS P. (1975):** Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- SZABÓ J. (szerk.) (1977):** A melioráció kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- SZALAY GY. - KRISZTIÁN J. (1993):** Melioráció és rekultiváció. Mezőgazdaságtudományi Kar, Gödöllő
- SZALAY M. (1967):** Biológia a mérnöki gyakorlatban. Műszaki Kiadó, Budapest
- SZEDERJEIÁ. - STUDINKA L. (1962):** Nyúl, fogoly, fácán. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- TIHANYI Z. (1983):** Gyorsan növő fafajok fatermése és a szennyvízhasznosítás összefüggései. Kandidátusi értekezés, Sopron
- TIHANYI Z. (1991):** Erdősítés. Egyetemi jegyzet, EFE Erdőmérnöki Kar, Sopron.
- TOMPA K. (1977):** Mérnökbiológia és erdészeti melioráció I. Egyetemi jegyzet, EFE, Sopron
- ZENTAY T. (1987)** Magyarország talajjavító ásványi nyersanyagai. MÁFI Módszertani Közlemények, Budapest

<http://delpestihe.hu/a-tavunk>

<http://enfo.agt.bme.hu/drupal/etanfolyam/11525>

http://ezermester.hu/cikk-2656/Kozterületi_fak

<http://greenfo.hu/uploads/szakdolgozatok/Gajdov.pdf>

http://hu.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6rt%C3%A9s_erdetemet%C5%91

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Rekultiv%C3%A1ci%C3%B3>

<http://ipark.hu/pip/hirek/hir.php?mid=14fa3cb0ad6ead>

http://mek.oszk.hu/02100/02185/html/img/2_4_18g.jpg

<http://net.jogtar.hu>

http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99700253.KOR

http://phd.lib.uni-corvinus.hu/248/1/almasi_balazs.pdf

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/kornyezeti-neveles/hulladekok-a-haztartasban/hulladekok-csoportositasa>

<http://vg-kft.hu/hu/parkfenntartas>

<http://vit.bme.hu/tdk/1997/vmosztoicsszabo.htm>

<http://vmek.oszk.hu/01200/01214/01214.pdf>

http://www.academia.edu/4414670/A_biologiai_talajjavitas_Biological_soil_improvement_

<http://www.agr.unideb.hu/ktvbsc/dl2.php?dl=31/13%20eloadas.ppt>

http://www.diossylvaszlo.hu/files/Hulladekok_rendezett_lerakasa.ppt

http://www.eng.unideb.hu/userdir/dmk/docs/20091/09_1_05.pdf

<http://www.erdo.hu>

http://www.gtt.bme.hu/gtt/oktatas/feltoltesek/BMEEOGTKM04/hulladeklerakok_20130320.pdf

<http://www.gyorkavics.hu/hu/bemutatkozas/>

http://www.innoteka.hu/cikk/szazmilliardok_az_oroklott_szennyezesekek_felszamolasara.589.html

http://www.kisalfold.hu/gyori_hirek/ilyen_volt_2013_-_hofuvas_marciusban/2362407/

<http://www.kothalo.hu/kiadvanyok/fak.pdf>

<http://www.kvvm.hu/szakmai/hulladekgazd/oktatas/szakmaifuzetek/7.PDF>

<http://www.levego.hu/sites/default/files/kiadvany/fak.htm>

<http://www.lugos.hu/adat/cikknyl.pdf>

<http://www.mapatia.com/contents.php?idProv=1&idCont=16419292&h=d6b9>

http://www.orszagoszoldhatosag.gov.hu/dokumentumok/KEK_07_06_04_Kaloczy_Ann_a_Szennyvizisztitas.pdf

<http://www.prenergia.hu/bakonyi/energia/zoldmeddohanyok.doc>

http://www.sze.hu/~horvbal/TR_szviz.pdf

<http://www.sze.hu/~petocz/Kommunalis%20feladatok%202/Segedanyagok/KTSZ/%C3%81ltal%C3%A1nos%20tervez%C3%A9si%20el%C5%91%C3%ADr%C3%A1sok.pdf>

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFFTT600120/sc_o_14_03.htm Hartai Éva, 2011

<https://kereses.magyarország.hu/jogszabalykereso>

https://www.google.hu/?gws_rd=ssl#q=barnaesfiai.hu%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Ferdotelepites.doc

www.mkk.szie.hu/dep/talt/tl/iparkozl/IK14banya.ppt

www.net.jogtar.hu

MELLÉKLET

Fa- és cserjefajok rövidítései:

Fafajok

- KST (*Quercus robur*) - kocsányos tölgy
KTT (*Quercus petraea*) - kocsánytalan tölgy
MOT (*Quercus pubescens*) - molyhos tölgy
MAT (*Quercus farnetto*) - magyar tölgy
VT (*Quercus rubra*) - vörös tölgy
CS (*Quercus cerris*) - csertölgy
B (*Fagus sylvatica*) - bükk
GY (*Carpinus betulus*) - gyertyán
A (*Robinia pseudoacacia*) - akác
HJ (*Acer pseudoplatanus*) - hegyi juhar
KJ (*Acer platanooides*) - korai juhar
MJ (*Acer campestre*) - mezei juhar
ZJ (*Acer negundo*) - zöld juhar
TJ (*Acer tataricum*) - tatár juhar
HSZ (*Ulmus glabra*) - hegyi szil
MSZ (*Ulmus campestris*) - mezei szil
VSZ (*Ulmus laevis*) - vénic szil
MK (*Fraxinus excelsior*) - magas kőris
MAK (*Fraxinus angustifolia ssp. Pannonica*) - magyar kőris
AK (*Fraxinus pennsylvanica*) - amerikai kőris
VK (*Fraxinus ornus*) - virágos kőris
FD (*Juglans nigra*) - fekete dió
CSNY (*Cerasus avium*) - madárcseresznye
SM (*Cerasus mahaleb*) - sajmeggy
MBE (*Sorbus aucuparia*) - madárberkenye
BABE (*Sorbus torminalis*) - barkócaberkenye
SZG (*Castanea sativa*) - szelídgesztenye
EZ (*Eleagnus angustifolia*) - ezüstfa
NNY - nemes nyárák
HNY - hazai nyárák
FRNY (*Populus alba*) - fehér nyár
FTNY (*Populus nigra*) - fekete nyár
SZNY (*Populus canescens*) - szürke nyár
RNY (*Populus tremula*) - rezgő nyár
FFÚ (*Salix alba*) - fehér fűz

TFÚ (*Salix fragilis*) - törékeny fűz
KFÚ (*Salix caprea*) - kecskefűz
FÜFÚ (*Salix aurita*) - füles fűz
MÉ (*Alnus glutinosa*) - mézgás éger
HÉ (*Alnus incana*) - hamvas éger
HVÉ (*Alnus viridis*) - havasi éger
KH (*Tilia cordata*) - kislevelű hárs
NH (*Tilia platyphyllos*) - nagylevelű hárs
EH (*Tilia tomentosa*) - ezüsthárs
NYI (*Betula pendula*) - közönséges nyír
EF (*Pinus sylvestris*) - erdeifenyő
SF (*Pinus strobus*) - simafenyő
FF (*Pinus nigra*) - feketefenyő
LF (*Picea abies*) - lucfenyő
VF (*Larix decidua*) - vörösfenyő
DF (*Pseudotsuga menziesii*) - duglászfenyő
TF (*Taxus baccata*) - tiszafa
KBO (*Juniperus communis*) - közönséges boróka

Cserjék

BKR (*Euonymus verrucosa*) - bibircses kecskerágó
CSGG (*Crataegus laevigata*) - cseregalagonya
CSKR (*Euonymus europaea*) - csíkos kecskerágó
CSSZ (*Cotinus coggygria*) - cserszömörce
EGG (*Crataegus monogyna*) - egybibés galagonya
FA (*Ligustrum vulgare*) - közönséges fagyal
FBD (*Sambucus nigra*) - fekete bodza
FÜBD (*Sambucus racemosa*) - fürtös bodza
FZA (*Cytisus nigricans*) - fürtös zanót
HUSO (*Cornus mas*) - húsos som
KBG (*Viburnum opulus*) - kányabangita
KBN (*Frangula alnus*) - kutyabenge
KÖK (*Prunus spinosa*) - kökény
MÁ (*Rubus idaeus*) - málna
MO (*Corylus avellana*) - mogyoró
MOHO (*Staphylea pinnata*) - mogyorós hólyagfa
OBG (*Viburnum lantana*) - ostormén bangita
SBO (*Berberis vulgaris*) - sóskaborbolya
SEZA (*Sarothamnus scoparius*) - seprőzanót
VBN (*Rhamnus catharticus*) - varjútövis benge
VGY (*Cornus sanguinea*) - vörösgyűrű som