

**Rézsűk és sziklafalak védelme
természetes és mesterséges anyagokkal**

László Zoltán

Budapest 2002. november 4.

Tartalom

| | |
|---|----|
| Tartalom..... | 2 |
| Bevezető | 3 |
| 1.A barlangvédelem és szakadófal védelem helye a szakmai rendszerben..... | 3 |
| 2.Szakirodalmi előzmények..... | 7 |
| 2.1.Útmenti és mezővédő erdősávok | 7 |
| 2.2.Vízgazdálkodási árvédelmi erdők..... | 7 |
| 2.3.Út-vasút menti fásítások | 7 |
| 2.4.Vízmosásvédelem, erdővédelem..... | 7 |
| 2.5.Barlangok védelme..... | 8 |
| 3. Első kísérletek..... | 9 |
| 4.A barlangvédelemre alkalmazott eljárások hasznosítása más területeken | 10 |
| 4.1.Vízgazdálkodási alkalmazás | 10 |
| 4.2.Bányafalak védelme és természetvédelmi területmegóvás | 10 |
| 5.Kombinált eljárás netlonháló, rőzsefonat és élőnövény alkalmazásával | 11 |
| 5.1.Az eljárás lényege..... | 11 |
| 5.2.Hibák, hiányosságok, balesetek | 12 |
| 5.3.Kísérleti eredmények | 14 |
| 5.4.Következtetések, javítandó eljárási módok..... | 14 |
| 6.Általános természetvédelmi elvárások a barlang és sziklafal bevédek kivitelezésénél | 15 |
| 6.1.Akadályok:..... | 15 |
| 6.2.Javaslatok a szakképzett kivitel érdekében | 15 |
| 7.A nem megfelelő barlangvédelemből adódó hátrányok..... | 15 |
| 7.1.Hibás vagy hiányos töbörvédelem hatásai | 16 |
| 7.2.Szint fölé emelt stabil nyelőszáj kiépítés-barlanglezárás hatásai..... | 16 |
| 7.3.Szintben kiépített nyelőszáj-lezárások hatásai | 16 |
| 8.A jelenlegi lezárási rendszerek mellett lehetséges teendők | 17 |
| 8.1.Építési szükséglet..... | 17 |
| 8.2.Állapotellenőrzés | 17 |
| 8.3.Folyamatban lévő új feltárásoknál követendő eljárások | 18 |
| 8.4.Végleges lezárási nélküli, vagy tervezett feltárásnál javasolt eljárások..... | 18 |
| 8.5."Ipari" kertészeti technológiák alkalmazása töbörök bevédekénél | 19 |
| 9.Bevédek elmaradásának okai és ezen okok megszüntetése..... | 20 |
| 9.1.Ismeretanyag és technológiahány megszüntetése | 20 |
| 9.2.Oktatás megszervezése | 20 |
| 9.3.Pénzügyi alapok: a környezet- és természetvédelmi értékszámítás megalkotása | 20 |
| 9.4.Biológiai környezetállapot-felmérés módja és eszközei | 21 |
| 10.Összefoglalás | 22 |
| Felhasznált szakirodalom..... | 24 |
| Rajzok jegyzéke..... | 24 |
| Képek jegyzéke..... | 25 |



©László Zoltán 2002.

Ez a tanulmány tartalmaz:

- 20 rajzot, melyből 18 a szerző műve, 2 db. átvett rajz
- 32 fotót, melyből 30 a szerző felvétele, 2 db a szakanyagból átvett fotó
- legalább öt szabadalomgyanús ötletet.

BUDAPEST 2002. NOVEMBER 04.

Mottó: „A földre a legveszélyesebb az ember, s ebbe sajnos beletartozik a barlangász is.”

Szenthe István 1979. október.

Eger Csillagában elhangzott beszélgetéséből.

Bevezető

A fenti mottót nem véletlenül alkalmaztam jelen munkámhoz, mivel abban az időbe írtam első barlangász tanulmányomat a „Szilveszter bg. előzetes kitöltés anyag vizsgálata” címmel, s akkoriban volt a barlangok védelmével foglalkozó első ankét is, melynek összefoglaló anyaga számomra még ma is elsődrendű alap-szakirodalom.

Sajnos azóta sem került kiadásra hasonló, az elmúlt huszonöt év változásait feldolgozó tanulmány. Pedig az idő és a gyakorlat igen sok eredményt hozott. Elsősorban létrejött egy erősebb természetvédelem, egy nemzeti park rendszer.

Többen többféle feladatot végeztünk ebben a témakörben. Csak egyet-egyét kiragadva: a barlangok kitakarítása, veszélyes hulladék mentesítése. Karbidmész, elem stb. kihordása, melyet épp akkor kezdeményezett Szenthe István a létrási Vizes-barlangban, és azóta igen sok helyen megvalósult. Vagy Zentai Ferenc kezdeményezésére az általam is végzett mérések a mezőgazdasági szennyezésekről, melyek kivédésére kidolgozott elveimről öt éve Veszprémben tartottam előadást. Jelen munkám is ehhez csatlakozik, bár az eredményt nem barlangi területen értük el. Ettől függetlenül az eljárás itt is alkalmazható, nemcsak azért, mert hasonló szakadófalak kőbányáinkban és az ott lévő, ott nyíló barlangjainknál is léteznek, illetve természetes barlangszájaknál is létező probléma ez, hanem azért is, mert ez egy rendszer, egy ma még nem létező szakma része. Adott esetben a legfontosabb része, a kezdőpontja. Ez a szakma a **műszaki biotechnika**, amelynek feladata lenne: „*A természetes és mesterséges vízfolyások, építmények, vonalas létesítmények (utak, vasutak), lakónegyedek védelmét szolgáló, meghatározott védelmi céllal telepített fás és lágyszárú növényekből összeválogatott és gazdaságos rendszerbe állított, tájazonos termő- és védőfelületek kialakítása*”.

Ha belegondolunk, maga a rendszer létezik, hisz csak a térképre kell nézni, vagy a költő szavával „ki gépen száll föléje, annak térképe e táj”, amely a fenti hálózatot kirajzolja, de a gyakorlat a teljes vagy részbeni védtelenségét is megmutatja. Immáron huszonöt éve dolgozom a rendszer különböző területein (út, vasút, vízügy, barlangkutató, természetvédelem stb.), s próbálom az egyes részterületeken kifejleszteni az analóg megoldásokat, amelyek gyors eredményt és gazdaságos rendszerbentartást biztosítanak a védelem érdekében. Jelen munkám is ilyen analóg eljárás, melyet a barlangkutató és természetvédelmi gyakorlatomból átvéve a vasút területén kísérleti jelleggel valósítottunk meg, de az eredmények hasznosíthatók a bányarehabilitációban és a barlangok védelmében is. Elvégre a barlang szája a vízfolyás kezdete; ha ott nem védjük a befolyó víz tisztaságát, akkor a szennyeződés a zárt térben akumulálódva elnyújtott, tartós szennyeződést eredményez. Így az élővíz-tartalék minőségromlása elkerülhetetlenné válik. A bányafalakat az ember maga teremtette, épp úgy, mint az utak-vasutak bevágásait, sziklafalait is. Így kötelességünk azok visszánövényesítése, rendbetétele.

Igen, ez valamennyiünk feladata. S még egy költői idézet: „Ez a mi munkánk, s nem is kevés”. E rövid dolgozatomban ezekre a kérdésekre kívánok megoldást adni.

1.A barlangvédelem és szakadófal védelem helye a szakmai rendszerben

Mint a bevezetőben említettem, létezik egy nem létező szakma, a **műszaki biotechnológia**, mely a vonalas rendszerek (közút-vasút hálózatok) és a hozzájuk csatlakozó pontbázisok ültetvényekkel való gazdaságos védelmével foglalkozna.

Milyen részterületei vannak a műszaki biotechnológiának?

- Út és vasút menti mezőgazdálkodás, azok hó- és homokfúvástól való védelme érdekében, másrészt a közlekedésből eredő szennyeződések szűrésére a mezőgazdasági termények minőségmegóvására.
- Lakónegyed, üzemi terület és egyedi épületek védőfásítása, a forgalmi létesítmények (utak, vasutak, repülőterek) okozta hang, rezgés, zaj és porhatástól való védelem érdekében, továbbá a lakóépületek, víz-bázis-pontok védelme ipartelepek káros hatásaitól és a környezeti hatásoktól (pl. homokfúvás) növényfalakkal.
- Mezőgazdasági területek védelme a deflációtól, eróziótól és a környezeti, közlekedési por- és vegyszer-szennyezéstől.

- Villamos rendszerek és távvezetékek, földfeletti-földalatti csőrendszerek közvetlen környezetének tisztán tartása a fás növényzettől, és a biztonsági sávon kívüli erdősávokkal a sugárzás és egyéb hatások árnyékolása. A létesítmények légtérből való felismerhetővé tétele fasorokkal a jobb ellenőrizhetőség érdekében.
- Műemlékek és öreg épületek szerkezetének megóvása a biológiai károktól (repedésekben megtelepedő növényzet, korrozív állati ürülék), a veszély eltávolítása és a további károsodások kizárása mechanikai és vegyszeres felületkezeléssel (pl. víztaszító felület képzése, galambvédelem stb.).
- Vízkárelhárítási és vízminőség-, vízbázisvédelmi erdő- és mezőgazdálkodás! A gátak, folyók vízfolyások, csatornák, a természetes karsztos, hévizes és a mesterséges (fúrt stb.) ivóvízbázisok védelme. Cél a nagy vízhozamok károkozásainak csökkentése és vizek megóvása az emberi tevékenység okozta szennyeződésektől.
- A mesterséges és természetes omladékfalak (pl. bányafalak, út-vasút bevágások) biztosítása balesetveszély és erózió ellen visszánövényesítéssel, elsősorban a természetvédelmi területeken.

Tehát a szakadófal- bányafalvédelem és barlangszájvédelem mind közlekedési, mind vízbázis-vízminőségvédelmi célokat is szolgál. Alkalmazása célszerű, sőt, szükséges, mégis elhanyagolt terület. Ennek okai:

- Gazdasági többletigény, és a tevékenység nemtermelő beruházásként való megjelenése.
- Nincs kialakult, egységes szakmai rendszer, mert a tevékenység a kertészeti, erdészeti szakmák perifériájára szorult, s bár speciális képzettséget igényel, ezt a szaktudást nem oktatják.
- A természetvédelem, a környezetvédelem nem tekinti feladatának a rendszer működtetését, ugyanakkor a gazdálkodó, üzemeltető szervezetek (út, vasút, vízügy, MOL, ELERI, erdészetek, önkormányzatok stb.) egy-egy irányító ember alkalmazásával a feladatot megoldottnak tekintik.

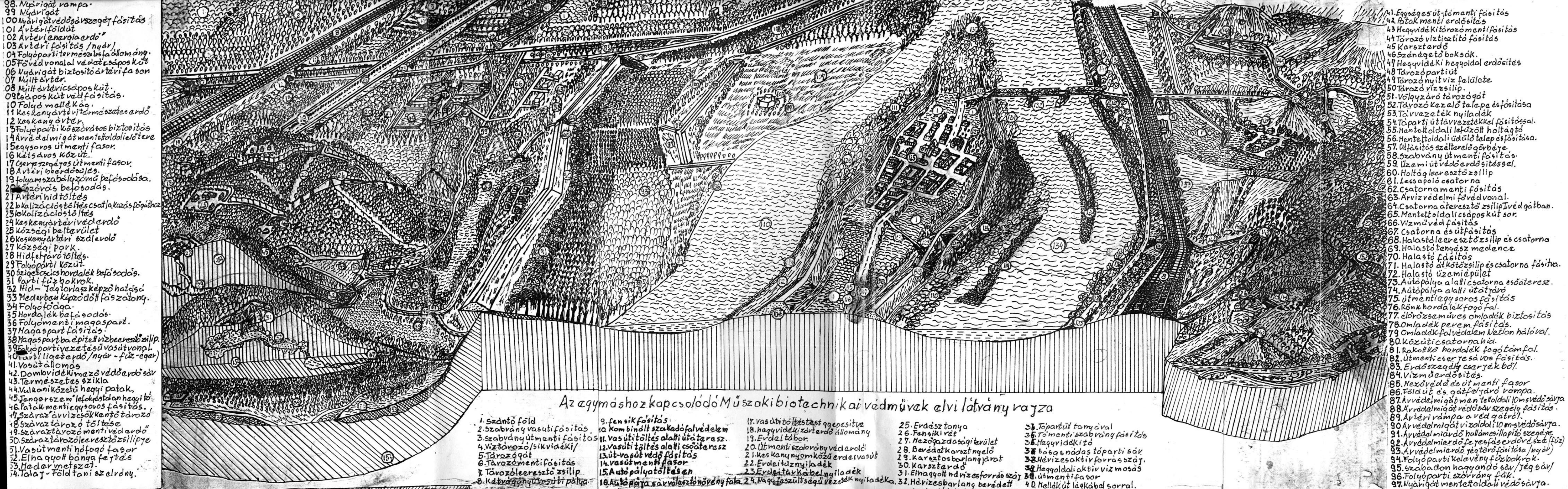
Pedig a rendszer egyes elemeivel országos szinten kb. 10.000 fős mérnök-technikus gárda foglalkozik. Csak önkormányzat kb. 3500 van az országban, ahol egy, de több helyen két fő is ezzel foglalkozik. Ez már magában 4500-5000 főt tesz ki. A fenti szervezeteket (út, vasút stb.) is figyelembe véve, és országosan 200-200 fővel számolva máris további 2000-2500 fő munkájáról beszélünk. Ezt az erdészetek, mezőgazdasági vállalkozások, kertészeti, erdészeti, vasúti, közúti kivitelező cégek 1-2 szakembere további 2000-2500 fővel egészíti ki.

A baj, hogy mindenütt a gazdaságtalanságot és az egy embert látják. „Nem látszik a fától az erdő”, avagy azt tudják ugyan, „hol lakott Vörösmarty Mihály”, de nem szállnak gépen fölébe, és az ország térképét is valószínűleg a 8. általánosban nézegették utoljára. Pedig:

- Egy szakadófal benövényesítése és a hordalék megkötése még egy elhúzódoó beruházással is olcsóbb, mint a rendszeres hordalék eltávolítás
- A vízbázisok előzetes szűrőtisztítása olcsóbb egy passzív rendszerrel, mint a folyamatos víztisztítás és csíramentesítés, vagy távolabbi pontokról ivóvízszállító rendszer kiépítése
- ez fokozottan igaz, ha a biotechnikai létesítmények többségében olyan fás és lágyszárú növényeket telepítenek, melyek anyaga iparilag is hasznosítható (megfelelő fák, nád stb.)

Mivel az elsődleges cél, a környezet megóvása megköveteli a természetes társulásoktól való eltérést a növényfajok egymás mellé telepítésekor, ezért a fajtaválaszték meghatározásakor általában gazdasági érdekek is figyelembe vehetők. Így termelhető ipari és gyógynövény alapanyag a bodzából vagy a csipkebogyóból, de fűtőanyag bármilyen fás szárú növényből úgy is, hogy nem tőből vágjuk a növényt, hanem a védelmi célból történő metszés hulladékát dolgozzuk fel apríték tüzelőnek stb. Mindez látszólag egyszerű, „józan paraszti ésszel” felfogható, de ez utóbbit nem tanítjuk az egyetemeken, mert ilyen tanszéket még nem hoztak létre. Éppen így sem az oktatásban, sem a gyakorlatban nincs **műszaki biotechnológia**, mint szakma; elemei ugyan léteznek, de igyekszünk tudomást nem venni róla!

Az 1. rajz éppen azt ábrázolja látványképpen, hogy a műszaki biotechnológia egyes elemei hogyan kapcsolódnak egymáshoz. Ezen belül a 2. sz. rajz kiemelten azt mutatja, hogy a barlangok védelme hogyan tagozódik be a vízhálózati rendszerbe.

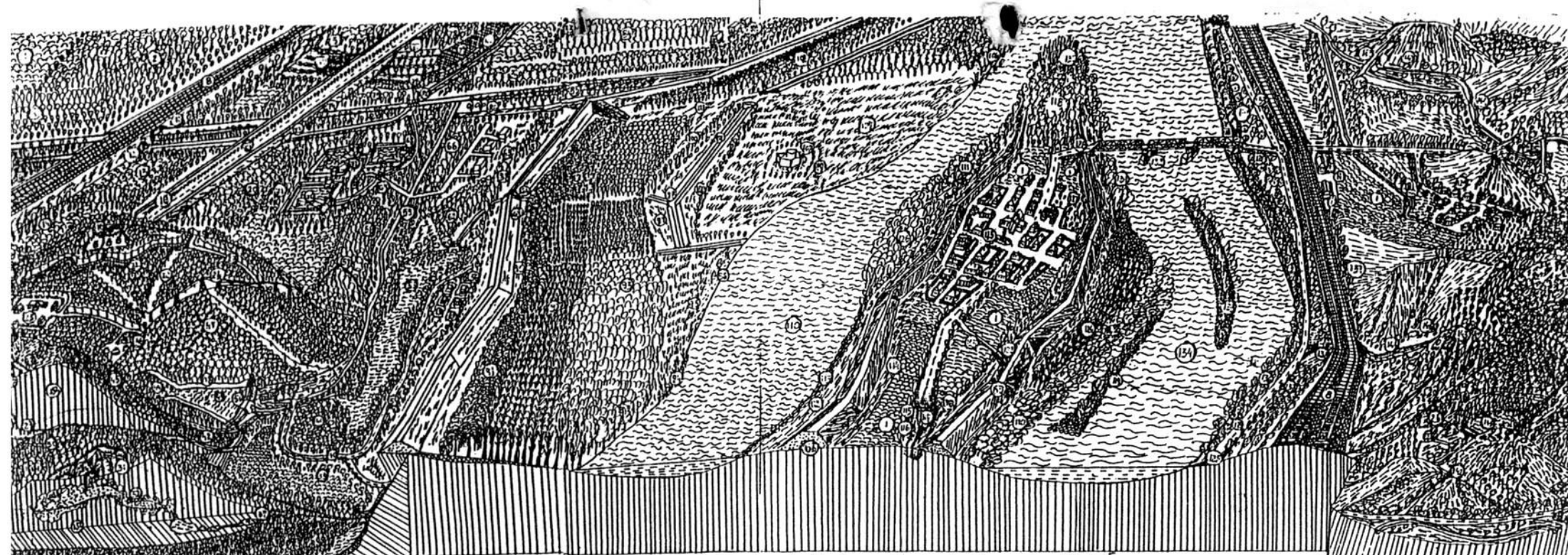


- 99 Nyári gát
- 00 Nyári gát védősáv szeptember fásítás
- 01 Ártéri földút
- 02 Ártéri enarglaerdő
- 03 Ártéri fásítás (nyár)
- 04 Folyóparti természetes állomány
- 05 Fővédvonalal védőcsápos kút
- 06 Nyári gát biztosító ártéri fasor
- 07 Nyílt ártér
- 08 Nyílt ártér csápos kút
- 09 Csápos kút védő fásítás
- 10 Föld mellé kút
- 11 Keskenyártéri természetes erdő
- 12 Keskeny ártér
- 13 Folyóparti köszörvénys biztosítás
- 14 Ártéri dalmi gát menteltoldali előtere
- 15 Egy soros út menti fasor
- 16 Kétsávos közút
- 17 Cserjeszegélyes út menti fasor
- 18 Ártéri beerdősítés
- 19 Folyamszabályozó befősodása
- 20 Köszörvénys befősodás
- 21 Ártéri hidtöltés
- 22 Lokalizációs töltés csatlakozás főgáthoz
- 23 Lokalizációs töltés
- 24 Keskenyártéri védőerdő
- 25 Közszociális terület
- 26 Keskenyártéri szárdelő
- 27 Közszociális park
- 28 Hidfeltároló töltés
- 29 Folyóparti közút
- 30 Szigetcsúcs hordalék befősodás
- 31 Partifűzfokrok
- 32 Hid-jegető hatáskör
- 33 Mederben képződött fászatony
- 34 Folyótorony
- 35 Hordalék befősodás
- 36 Folyómenti magaspart
- 37 Magaspart fásítás
- 38 Magaspartba épített vízbeeresztő zsilip
- 39 Folyóparti vezetékes vasútvonal
- 40 Ártéri ligeterdő (nyár-fűz-céger)
- 41 Vasútállomás
- 42 Dombvidéki mész védőerdő sáv
- 43 Természetes szikla
- 44 Vulkanikus kőzetű hegyi patak
- 45 Janghegyes m. lefolyástalan hegyi tó
- 46 Patak menti egy soros fásítás
- 47 Száraz árnyékcsökkentő tározó
- 48 Száraz tározó töltése
- 49 Száraz tározó menti védőerdő
- 50 Száraz tározó leeresztő zsilipje
- 51 Vasút menti hófogó fasor
- 52 Elhagyott bányafejtés
- 53 Meder metszet
- 54 Talaj-Földtani szelvény

- 41. Egy sávos út-tómenti fásítás
- 42. Fő gát menti erdősítés
- 43. Hegyvidéki tározó menti fásítás
- 44. Tározó vízszinttől fásítás
- 45. Karst erdő
- 46. Szélesgát boksák
- 47. Hegyvidéki hegyoldali erdősítés
- 48. Tározóparti út
- 49. Tározó nyit víz felülete
- 50. Tározó víz zsilip
- 51. Völgyzáró tározógát
- 52. Tározó kezdeti talapa és fásítása
- 53. Tárvázatok nyíladék
- 54. Táparti út tárvázatokkal fásítással
- 55. Menteltoldali lefűzött holtág
- 56. Menteltoldali üdülő telep fásítása
- 57. Útfásítás szeltárelő görbője
- 58. Szabvány út menti fásítás
- 59. Úzami út védő erdősítéssel
- 60. Holtág leeresztő zsilip
- 61. Lecsapoló csatorna
- 62. Csatorna menti fásítás
- 63. Árvízvédelmi fővédvonal
- 64. Csatorna áteresztő zsilip védő gátban
- 65. Menteltoldali csápos kút sor
- 66. Víz-művéd fásítás
- 67. Csatorna és út fásítás
- 68. Halastó leeresztő zsilip és csatorna
- 69. Halastó tengérsz. medence
- 70. Halastó fásítás
- 71. Halastó át-kötő zsilip és csatorna fásítása
- 72. Halastó üzemi épület
- 73. Autópálya alatti csatorna esőáteresz
- 74. Autópálya alatti útátjáró
- 75. út menti egy soros fásítás
- 76. Rönk hordalék fogófal
- 77. Előző szeméves omladék biztosítás
- 78. Omladék perem fásítás
- 79. Omladék falvédelem Netlon hálósáv
- 80. Közúti csatorna hid
- 81. Rakott kő hordalék fogó támfal
- 82. út menti cserjesávos fásítás
- 83. Erdőszegély csapadékfal
- 84. Víz-mű erdősítés
- 85. Mészvédő és út menti fasor
- 86. Földút és gát feltároló vámpa
- 87. Árvízvédelmi gát menteltoldali 10m védősávja
- 88. Árvízvédelmi gát védősáv szeptember fásítás
- 89. Ártéri vámpa a véd gátról
- 90. Árvízvédelmi gát vízoldali 10m védősávja
- 91. Árvízvédelmi erdő hullámszórt szeptember
- 92. Árvízvédelmi erdő fenyves erdővérsző (fűz)
- 93. Árvízvédelmi erdő jegető fásítása (nyár)
- 94. Folyóparti kelevény fűzfokrok
- 95. Szabadon hagyandó sáv/jegető sáv
- 96. Folyóparti szabvány fűz
- 97. Nyári gát menteltoldali védő sávja

Az egymáshoz kapcsolódó Műszaki biotechnikai védművek elvi látvány rajza

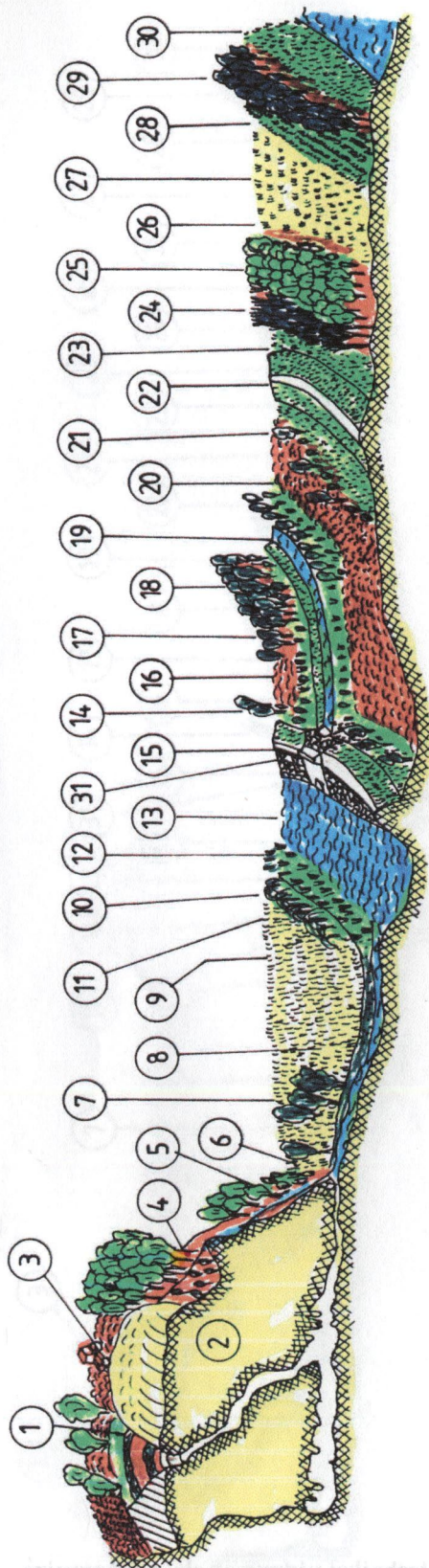
- | | | | | |
|--|--|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Szántó föld 2. Szabvány vasúti fásítás 3. Szabvány út menti fásítás 4. Víz tározó/síkvidéki 5. Tározógát 6. Tározó menti fásítás 7. Tározó leeresztő zsilip 8. Kétsávos vasúti pálya | <ul style="list-style-type: none"> 9. fensík fásítás 10. Kombinált szakadófalvédelem 11. Vasúti töltés alatti út átereszt 12. Vasúti töltés alatti csatorna 13. út-vasút védő fásítás 14. vasút menti fasor 15. Autópályatöltés en 16. Autópálya sáv választó növény fal | <ul style="list-style-type: none"> 17. vasúti töltés test qg. építés 18. hegyvidéki zárt erdő állomány 19. Erdői tábor 20. út menti szabvány védőerdő 21. keskeny nyomközű erdő sáv 22. Erdőtárváz nyíladék 23. Erdőtárváz nyíladék 24. Nagy faszűrt ségű vezetéknyladék | <ul style="list-style-type: none"> 25. Erdősztanya 26. Fensík rét 27. Mezőgazdasági terület 28. Berédek karst nyelők 29. Karstos barlangjárát 30. Karst erdő 31. Elhagyott hővizes forrás 32. Hővizes barlang berédek | <ul style="list-style-type: none"> 33. Táparti támfal 34. Tómenti szabvány fásítás 35. Hegyvidéki tó 36. bősávos táparti sáv 37. Hővizes aktív forrás száj 38. Hegyoldali aktív víz mosás 39. út menti fasor 40. Mellékút legkötél sorral |
|--|--|--|---|---|



4. Az egymáshoz kapcsolódó Műszaki biotechnikai védművek elvi látvány rajza

- | | | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| 1 Szántó föld | 9. fennsík fásítás. | 17. vasúti töltéstest gqgesítése | 25. Erdész tanya | 33. Tópartú tonyóval |
| 2 Szabvány vasúti fásítás | 10. Kombinált szakadófalvédelem | 18. hagyóvídek, zárterelő állomány | 26. Fennsík rét | 34. Tó menti, szabvány fásítás |
| 3 Szabvány útmenti fásítás | 11. Vasúti töltés alatti útátjárás | 19. Evdaltóbor | 27. Mezőgazdasági terület | 35. Hagyóvídek tó |
| 4. Víztorozó/síkvidékli | 12. Vasúti töltés alatti csőátjárás | 20. Út menti, szabvány védáró | 28. Berendezéskorlát jelző | 36. Belső erdőszőlőparton |
| 5. Tározógát | 13. Út-vasúti védő fásítás | 21. Keskeny nyomközű erdőátjáró | 29. Karzatos borlángjárt | 37. Ház és oktatási forrás szög |
| 6. Tározó menti fásítás | 14. Vasúti menti fasor | 22. Erdész tanya nyíka dűk | 30. Karzslavó | 38. Heggaloldali aktív vízmosás |
| 7. Távozólétesztő zsilip | 15. Autópályatöltés en | 23. Erdész tanya kábelgyűjtő dűk | 31. Elhagyott ház és forrás szög | 39. Út menti fasor |
| 8. Kábelgyűjtő vasúti pályán | 16. Autópályán közlekedő járművel szembe fordított fásítás | 24. Műgyógyászati székelykő nyíladéka | 32. Ház és borláng berendezett szakadófallal | 40. Hálókőű létkézd sorral |
| 41. Egyedves út menti fásítás | 42. Fülk menti erdőfásítás | 43. Hegyvidék tározó menti fásítás | 44. Tározó vízteljesítő fásítás | 45. Korlát erdő |
| 46. Szandegató boksák | 47. Hegyvidék hegyoldali erdőfásítás | 48. Tározópartú út | 49. Tározó nyit víz falútele | 50. Tározó víz zsilip |
| 51. Völgyzáró tározógát | 52. Távozó kez elő talapa és fásítás | 53. Távvízvezeték nyíladék | 54. Tóparti út lárvazelékkel fásítással | 55. Henteloldali lakóház holtág |
| 56. Henteloldali üdülő telep fásítása | 57. Útfásítás szellőrele görbétje | 58. Szabvány út menti fásítás | 59. Út menti védő erdőfásítással | 60. Hóllóg keréskötő zsilip |
| 61. Lacsapó csatorna | 62. Csatorna menti fásítás | 63. Arvixédelmi fásítás | 64. Csatorna átvezető zsilip | 65. Csatorna átvezető zsilip |
| 66. Csatorna átvezető zsilip | 67. Csatorna átvezető zsilip | 68. Csatorna átvezető zsilip | 69. Csatorna átvezető zsilip | 70. Csatorna átvezető zsilip |
| 71. Csatorna átvezető zsilip | 72. Csatorna átvezető zsilip | 73. Csatorna átvezető zsilip | 74. Csatorna átvezető zsilip | 75. Csatorna átvezető zsilip |
| 76. Csatorna átvezető zsilip | 77. Csatorna átvezető zsilip | 78. Csatorna átvezető zsilip | 79. Csatorna átvezető zsilip | 80. Csatorna átvezető zsilip |
| 81. Csatorna átvezető zsilip | 82. Csatorna átvezető zsilip | 83. Csatorna átvezető zsilip | 84. Csatorna átvezető zsilip | 85. Csatorna átvezető zsilip |
| 86. Csatorna átvezető zsilip | 87. Csatorna átvezető zsilip | 88. Csatorna átvezető zsilip | 89. Csatorna átvezető zsilip | 90. Csatorna átvezető zsilip |
| 91. Csatorna átvezető zsilip | 92. Csatorna átvezető zsilip | 93. Csatorna átvezető zsilip | 94. Csatorna átvezető zsilip | 95. Csatorna átvezető zsilip |
| 96. Csatorna átvezető zsilip | 97. Csatorna átvezető zsilip | 98. Csatorna átvezető zsilip | 99. Csatorna átvezető zsilip | 100. Csatorna átvezető zsilip |

VIZIBIOTECHNIKAI MŰVEKKEK VÉDETT EGYMÁSHOZ CSATLAKOZÓ VÍZGAZDÁLKODÁSI TERÜLETEK ELVI KERESZTMETSZETI VÁZLATRAJZA



2. rajz. Vízbiotechnikai elemekkel védett vízgazdálkodási területek

1. élőörművel védett karsztyeldő
2. vízszintes és függőleges barlang járatok
3. mg. művelésű fedettkarszt plató
4. vízmosásos hegyoldali növény borítással
5. nyílt vízmosás, hegyi patak
6. kőfoglalásos forrás száj
7. kisvízfolyás parti fa- és cserjesorral
8. gyepek partvédelem kisvízfolyásnál
9. élőörművel védett tor-kolat
10. víztározó parti szomorúfűz sáv

11. víztározó menti mg. művelésű terület
12. víztározó parti nádsáv nápadkán
13. víztározó, tó
14. tározó gát mentelt oldali egysoros fa és cserje sávja
15. vízfelelől kővel burkolt tározó gát
16. síkvidéki csatorna menti egysoros cserje sáv
17. csatorna menti 2x2 soros fa- és cserje sáv
18. csatorna menti e gysoros fa-, cserje sáv
19. síkvidéki csatorna gyepek parti rézsúvél
20. mg. művelésű terület

21. árvédelmi gát mentertoldali cserjével vegyített fasora
22. gyepek árvízvédelmi töltés
23. árvízvédelmi gát 10 m széles víztoldali gyepek előtere
24. árvédelmi botoló fűz erdőszáv
25. árvédelmi jégfűrő szálerdőszáv
26. árvédelmi erdő víztoldali cserje sávja
27. dűrtéri terület középső mg. műv sávja
28. jégelvonulási szabadonhagyandó sáv
29. szabad 10 m-es parti sáv és galériaerdő
30. folyó meder és parti nádas
31. csatorna fapzszip kőburkolattal

2. Szakirodalmi előzmények

2.1. Útmenti és mezővédő erdősávok

Már Tessedik Sámuel az 1700-as évek közepén kidolgozta e rendszert az alföldi eróziós és deflációs károk enyhítésére.

2.2. Vízgazdálkodási árvédelmi erdők

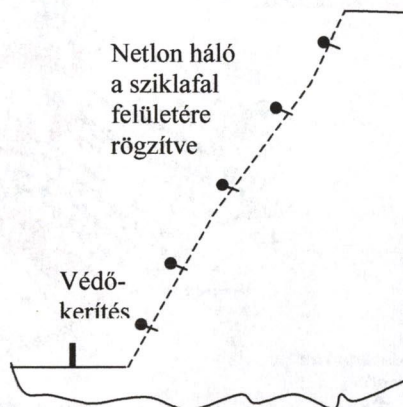
Már Vásárhelyi Pál is szorgalmazta az árvédelmi erdők létesítését, de szabályzatba az 1950-60-as években került. A csatorna vízfolyásmenti fásítás módosításaiban Hibbey Bertalan és Hazslinszky Tamás (VITUKI) komoly szakmai munkásságot fejtett ki, a vízfolyások szakadófalainak növényekkel való megkötésére.

2.3. Út-vasút menti fásítások

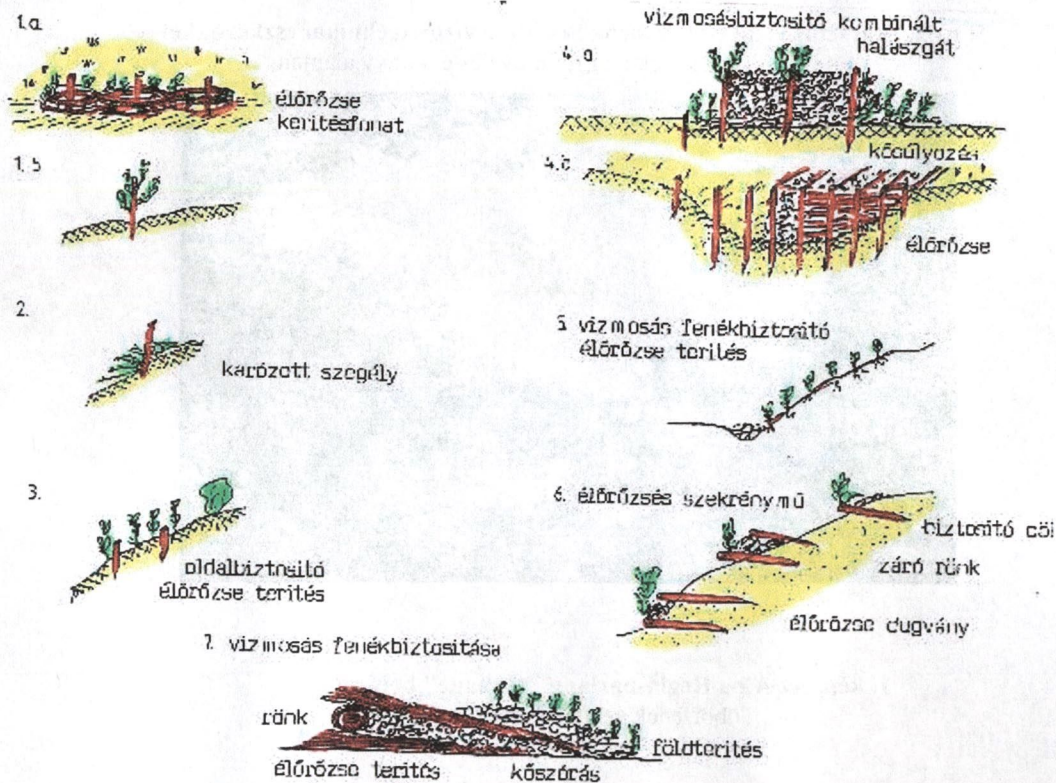
Az útfásítást a szakirodalom az 1950-es években foglalta szabályzatba, míg a vasút az 1890-es évektől tartja rendszerben és folyamatosan korszerűsíti a D-11 és D-18 útmutatót. A 3. rajz a szakadófalak Netlonhálós védelmét mutatja be a legutóbbi módosítás szerint. A cél itt még a hordalék közvetlen falközébe tartása és falsíkban való levezetése, nem pedig a helyben való megkötés.

2.4. Vízmosásvédelem, erdővédelem

Az erdészeti utasítások, szakmai leírások ezt már az 1890-es évektől tárgyalják, elsősorban helyi anyagok (föld, kő, rözse) alkalmazásával. (4. ábra)



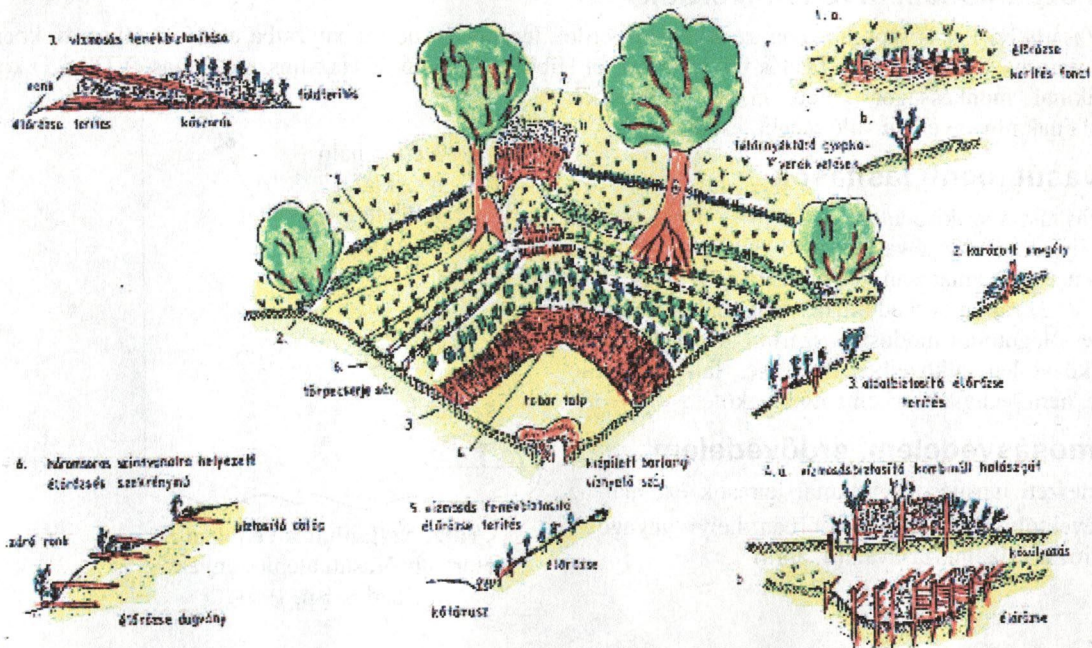
3. rajz. Netlonhálós védelem
(Horváth: Vasúti alépítmények...
Közdok Bp. 1991.)



4. rajz. Védelem helyi anyagokból

2.5. Barlangok védelme.

Mint a bevezetőben említettem, a Barlangok Védelme c. 1976. évi miskolci ankét összefoglalója kitér a barlangok lezárására, bár elsősorban merev védelmet (betonozás) javasol. Zentai Ferenc, az Alba Regia btkutató csoport kutatásirányítójának ötlete alapján a Tési-fennsíkron rendszeres méréseket végeztek a mezőgazdasági vegyszerszennyezések figyelésére, és az első többrétegű eljárások is az ő ösztönzésére kerültek kidolgozásra. Itt az erdészeti elemeket alkalmazzák rendszerbe fogottan (5. rajz). A barlangok lezárására a csoport Zentai irányításával dolgozta ki a kútgyűrűs-idomköves-rácsszerkezetes módszert először szintben (1. kép), később szint fölé emelve.



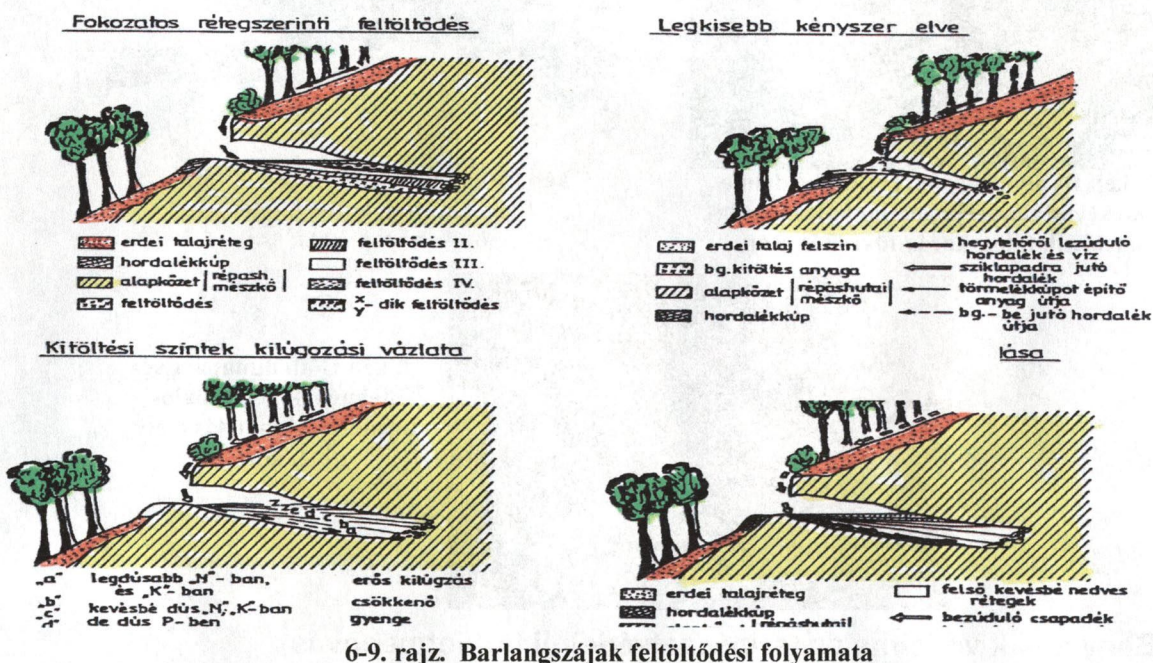
5. rajz. Karsztos víznyelők, töbrök bevédése vízbiotechnikai eszközökkel
Védőelemek az Erdőművelés c. könyv alapján



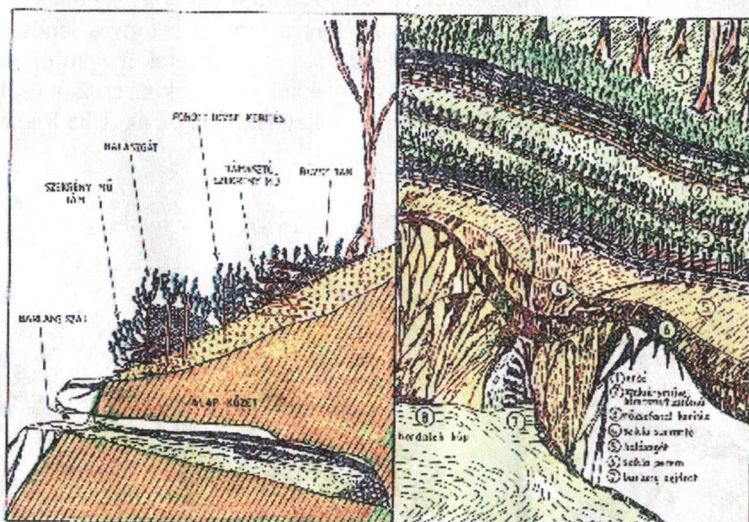
1. kép. Az Alba Regia-barlang "Gubanc" bejárata
Töbrőfenék szinten kiépítve – 1998. nyár

3. Első kísérletek

A Szilveszter-barlang előzetes kitöltés vizsgálata c. munkámban definiáltam a „legkisebb kényszer elve” alapján történő üregfeltöltődés és kitöltésanyag-átmosódás elvet, mely szerint a víz a barlangfeletti sziklapárkányról a hordalékot a barlang előtti téren kúpba halmozza, majd a kúp – torlaszt képezve – a vizet és a hordalékot folyamatosan a barlangbejáratba tereli (6. 7. 8. 9. rajz). A jelenséget egyébként Dobos László már 1930-ban leírta, de nem definiálta. A folyamat megállítására a 10. rajz szerinti, nagy területet felölelő növényfalakat érdemes telepíteni, melyek elterelik a küszöbről a vizet és a hordalékot, illetve oldalt elvezetik azokat. A védművek elemei azonosak a töbörvédelem elemeivel: elsősorban természetes anyagokból alakítandók ki. Az eljárások a Vízgazdálkodási növényvédelmi segédlet 1990. évi számában és a Barlangok bevédeése növényi elemekkel (1998. Veszprém) c. előadásomban már publikálásra kerültek. Itt csak azért említem meg, mert ezek voltak a kiinduló alapok az új, kombinált eljáráshoz.



6-9. rajz. Barlangszájak feltöltődési folyamata



10. rajz. Kiemelkedett barlangszájak bevédeése élőrózse művekkel az akumulálódó szennyezések ellen

4.A barlangvédelemre alkalmazott eljárások hasznosítása más területeken

4.1.Vízgazdálkodási alkalmazás

A töbrök oldalának védelmére kialakított rönk-rözsze „szekrényműveket” szintén sikerrel lehetett alkalmazni a dunai magaspart védelmére Göd térségében (2. és 3. kép). Itt már netlonhálót is terítettünk a felületre (4. kép) az elmosódás csökkentésére; ez földborítást kapott és fűmag-vetés került rá. A kikelt fű a netlon alatti rétegbe is kapaszkodva tartós, egyöntetű szőnyeget képezett, míg a szekrényművek a vízleamosódást csökkentették (1992).



2. kép Duna magaspart (Göd) védelme rőzsekévé-élőcserjés-netlonhálós kombinációval, földtakarás-füvesítés után.



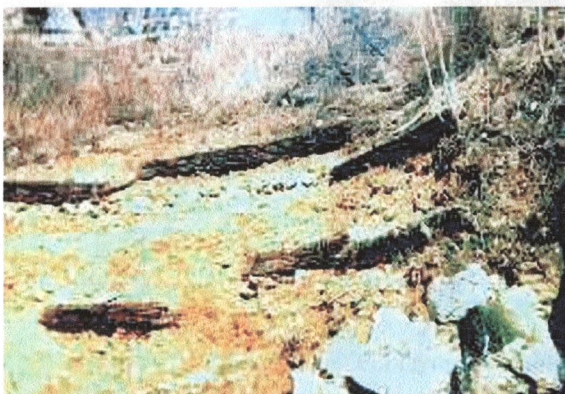
3. kép Duna magaspart védelme rőzsekévé-szekrényműbe ültetett élősvénnel. 1992. ős



4. kép Gödi dunapart védelmének netlonhálóborítása földborítás előtt. 1992. koraős

4.2.Bányafalak védelme és természetvédelmi területmegóvás

1999. tavaszán Kovács Béla és Litauvszki István felkérésére részt vettem a Pálvölgyi-barlang bányaudvarának rehabilitációs munkáiban. A szakadófalakat 10x10 cm hálóra font 5 mm Ø betonvas laposművek mögé ültetett élősvény növényzettel (5. kép) vagy lépcsős támaszfelülettel (6. kép) próbáltuk megkötni, míg a bányaudvar ellentétes oldalán kő föld művekbe ültetett lépcsős szekrényművekkel próbáltuk az eróziót csökkenteni (7. kép). Hasonló lépcsősművet bőr vízmosás-helyének megkötésére is alkalmaztunk, pl. az Alba Regia barlangnál és az 1/43. töbrőnél (8. kép).



5. kép Betonvas hálóra font lapos rőzseszekrény omló fal védelmére, szaggatott kivitelben, cserje ültetéssel. Pálvölgy, 1999. ős



6. kép Betonvas hálóra font rőzsemű vízfolyás lépcsőzésére, rövid szakaszokban. Pálvölgy, 1999. ős



8. kép Rönk-föld szekrénymű töbörben vízmosás fej biztosítására. Alba Regia-bg. 1998. nyár



7. kép Kő-föld szekrénymű élőcserje beültetéssel, törmelékerózió megkötésére. Pálvölgy, 1999. ősz

A lapos rőzseművek vízmosás keresztmetszében helyüket jól megállták mind bányában, mind töbörben, de a meredek szakadófal megkötésére alkalmazott rőzseművek leszakadtak, ahol nem összefüggően kerültek kialakításra, bár a jelenség anyagfüggő is, mint azt a későbbi kísérletek bizonyították. A szaggatott kivitel vízfolyás-csökkentő hatása is kisebb. Az alkalmazás próbajellegű volt, és nem finanszírozott pótmunkaként valósult meg. Mivel a fonat rendkívül munkaigényes, ez csökkentette a kialakítható felület nagyságát. Tapasztalható volt továbbá az is, hogy a költségvetésben a legkisebb összeg a növényültetési munkákra volt beállítva. A függőfalak védelme tervezésre sem került, az igény a helyszínen merült fel – jellemzően, mint ez bármilyen út vagy vízügyi beruházásnál ez előfordul.

5. Kombinált eljárás netlonháló, rőzsefonat és élőnövény alkalmazásával

A kombinált eljárás először a MÁV Somoskőújfalu vasútállomásán, a természetvédelmi terület határára eső riolittufa alapú, homokkőfedéses szakadófalon, 300-350 m² felületen került alkalmazásra, a feltöltődött hordalékfogyó tehermentesítésére.

5.1. Az eljárás lényege

A 22 m magas, kb. 70°-ban hátradőlő falon, a legkitettebb, legjobban töredező kőzetszakaszon H15 jelű, 60x60 mm lyukméretű netlon hálót feszítettünk fel egymáshoz varrva, ill. oldalt két sorban Ø10 mm drótkötéllel átszőve, amiket U szögyszerű Ø6 mm betonvasakkal rögzítettünk. A „varrások” felfekvő felületein is hasonló rögzítést alkalmaztunk, ugyanúgy, mint felső rögzítő tartó-feszítő rudazat falhoz rögzítésénél, amely 2 db Ø24 mm betonvas rúdból képeztünk ki, a hálót felül 40 cm-re visszahajtva és azon így átfűzve. E rudazatot felül Ø20 mm drótkötelekkel még külön is betongyámokhoz rögzítettük.

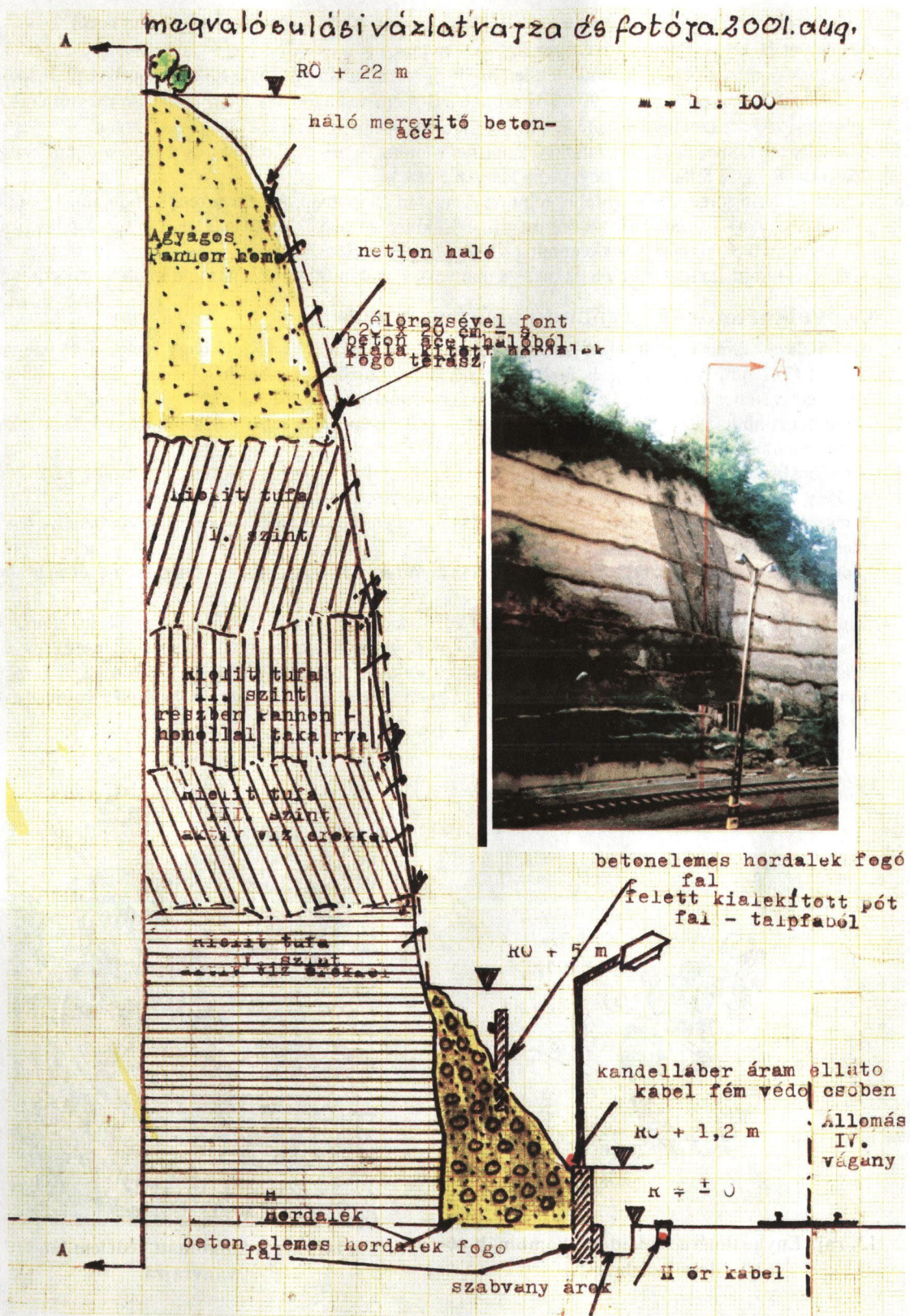
Az eredeti állapot a 9. a teljes eredeti felület a 10. képen látható.



9. kép MÁV Somoskőújfalu vá. szakadófala eredeti állapotban (akésőbbi hálózás helye) 1999. aug.



10. kép Somoskőújfalu vá. szakadófal, eredeti állapot. 1999. aug.



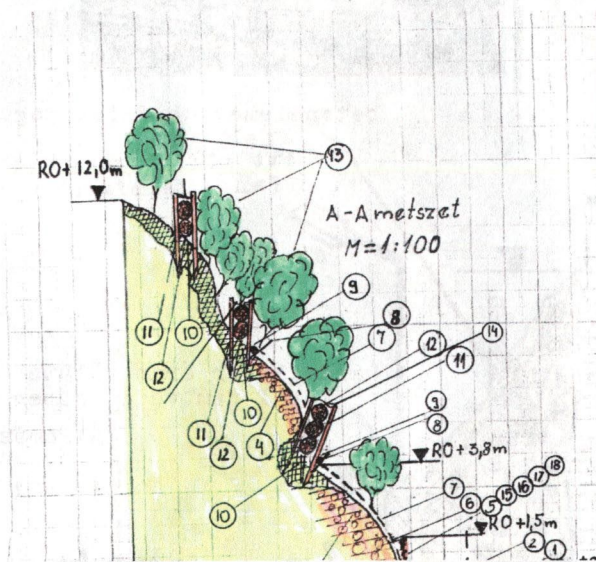
12. Kép és rajz Somskőújfalú, szakadófal védrendszer. Megvalósulási vázlatrajz és fénykép. 2001. aug.

5.3. Kísérleti eredmények

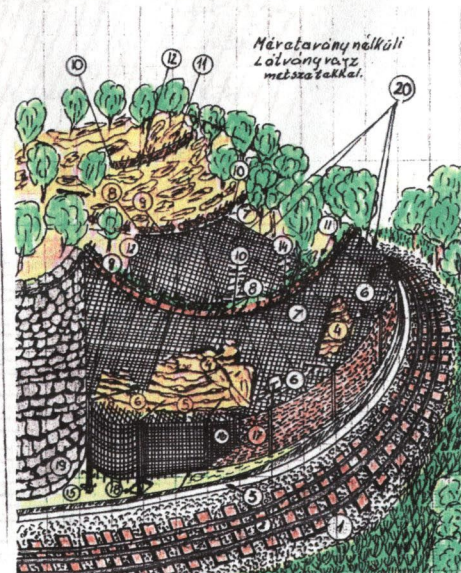
1. Három éves vizsgálati idő alapján a terek kialakítása és feltöltő képessége 60 %-ban tartós.
2. Az ültetett és egyszer pótoltn növényzet 60 %-os eredésű.
3. A terek és a lehálózott feltöltődő felület 20-30 %-ban spontán növényesedik, elsősorban fűfélékkel.
4. A sziklafal homokborítottsága 90 %-os felületen 3-4 cm vastagon szemmel láthatóan megtörtént. Az eddigi görgeteg 70 %-a szemmel láthatóan a falon, ill. a terekben maradt.
5. A lehálózott felület abszolút stabil. A hálót nem lopják, mert nem tudják, és a háló mögötti felszakadás a leese görgetegtől feltelítődik (legkisebb kényszer elve).
6. A háló mögötti töredezés kevesebb, mint az érintetlen állapotban, mert a fekete színű háló — a téli napot is magába szívva — a mérések szerint még $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ külső hőmérsékletnél is $0..-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -t tart a felületi üregekben is, míg a fal $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ maradt. Csökkent tehát a kifagyás veszélye.
7. A kísérlet kimutatta a gyenge pontokat és a hiányosságokat mind tervezési, mind kivitelezési szinten.

5.4. Következtetések, javítandó eljárási módok

1. A kivitelezés során vitatott teljes hálózás szükséges, de nem a H13-15 jelű nagy lyukméretű hálóval, hanem H8-cal ($2 \times 2\text{ mm}$ lyukméret), és úgy, hogy alá kell feszíteni egy rasel hálóba font fűmag felületet. Ennek részleges v. teljes kikelésével a felület tovább „éresíthető”, és a hordalékkötés gyorsítható.
2. A tereket alul szélesebbre, felül keskenyebbre kell kiképezni a felső vetés fokozására, és a fokozatos alsóbb felhalmozóképesség növelésére.
3. A terekben nemcsak netlon hálót, hanem terfil szövetet is szükséges teríteni, így kisebb lesz a talaj elmosódása, és a tápanyag is kevésbé lúgozódik ki a növények alól.
4. A terektartókat a jövőben nem sima beszorítással, hanem betonhabarcsos spirálcsvár behelyezésével érdemes a furatokba helyezni.
5. Szorgalmazni kell a pénzügyi fedezet szezonhoz kötött biztosítását, mert az eddigi ütemezés már alapállásból 40 % minőségi hibát rejt magában.
6. Nagyfeszültségű légvezetékek közelében (MÁV villamosított vonal, ELMŰ távvezeték) az eljárás — a tömeges vasanyag alkalmazására való tekintettel — nem javasolt; célszerű az üvegszál tartók és a nagyobb lyukméretű netlon háló kipróbálása. Enyhébb, 50-60o-os dőlésű felületek esetében a 13. 14. rajz szerinti, természetes anyagokból (fa, rózse) kialakított, a gyermekvasút mellé tervezett védőmű alkalmazása a célszerű (Jelenlegi állapota: 15. 16. kép).



13. rajz Enyhe dőlésű szakadófal kombinált védelmi vázlat



14. rajz A kombinált védelem látványrajza



15. kép Omladékfal a gyermekvasúton



16. kép Az omladékfal felső szakasza
2001.

6.Általános természetvédelmi elvárások a barlang és sziklafal bevédek kivitelezésénél

Műszaki igény és a természetvédelem igénye is, hogy a növényállomány termőhelyazonos legyen. Az állomány megtartása és a nagyobb arányú eredés is ezt indokolja.

6.1.Akadályok:

- Nincs minden növényállomány helyileg felmérve, és nem áll mindig, sőt többnyire nem áll rendelkezésre megfelelő, szennyeződésmentes szaporítóanyag
- Az eseti helyszínon szaporítóanyag előállítás jelentős költségnövelő, és a kivitelezőnek nem is érdeke a precíz munka: ami költséget meg tud takarítani, az számára haszon. E munkánál tehát létfontosságú a szakképzett tervező, kivitelező és műszaki ellenőr.

6.2.Javaslatok a szakképzett kivitel érdekében

1. A természetvédelmi bányarehabilitációkat és sziklafalvédelmi munkákat térségre kell koncentrálni, mert így a szükséges szaporítóanyag nagyobb mennyiségben, fajlagosan tehát olcsóbban állítható elő
2. A barlangkutató bázisok a területi Nemzeti Parkkal összefogva, azok gazdasági támogatásával mérjék fel a bevéendő karsztos és hévizes objektumaikat. Szisztematikusan határozzák meg a mikroökoszisztéma növénypopulációját. Az NP-k területén, vagy saját területükön az NP-k támogatásával alakítsanak ki szaporítóanyag-bázist, amelyen garantált minőségű szaporítóanyagot állítanak elő a szükséges munkákhoz. Ez ugyanúgy a kutatóközösségek mint a Nemzeti Parkok érdeke.

7.A nem megfelelő barlangvédelemből adódó hátrányok

Mint ismert, a barlangok bejáratai elsősorban felszíni jelenségek (preformációk) alapján található meg (kivételek azok a hévizes rendszerek, amelyek bányászat vagy építkezés következtében nyílnak meg). E felszíni megjelenési formák: töbör, víznyelő vagy elhagyott forrásszáj preformációk – a természet fizikai, kémiai, biológiai összhatására alakulnak ki! A fenti hatások alapján, az embertől függetlenül működnek! Mondhatnánk: a barlangász a harmóniát csak zavarja. Példa rá a Szelim-barlang felszakadó szájának természetes növénytakarója (17-18. kép), vagy a Hétlyuk-zsomboly bejárata. A természet működik nélkülünk is, és mi csak zavarjuk őt (lásd mottó). Henter Pál mondta: „A természetet nem kell védeni, az elvan magában!” Minket kéne távol tartani tőle, vagy a mi tevékenységünket kellene-kell mindig korrigálni úgy, hogy a természet és az ember is jól járjon. Vagy a természet korrigálja önmagát, de mi nem járunk jól! Jellemző példa az omladékos barlangrendszereknél az ideiglenes ácsolatok rendszeres pusztulása (Spejzi-bg., Létrási-fennsík, Egérfogó, Tési-fennsík stb.).



17. kép Szelim-lyuk aknájának felső pereme – 1998.



18. kép Hétlyuk-zsomboly felső pereme 1997.

7.1. Hibás vagy hiányos töbörvédelem hatásai

A töbör bevédésének elmaradása, vagy szakszerűtlen kialakítása az alábbi károkat okozza:

- Védművek rongálódása, alámosódása, szerepük elvesztése (19. kép).
- Vízmósás-fej bővülése: eredménye a töbörtalp feltöltődése és a hordalék, illetve az átlúgozott és szennyezett csapadékvíz barlangba jutása.

7.2. Szint fölé emelt stabil nyelőszáj kiépítés-barlanglezárás hatásai

A merev, betonsiló-szerű kiépítés hatására, amennyiben az a töbörtalp fölé emelkedik (pl. Alba Regia-bg.) a következő káros folyamatok játszódnak le:

- töbörtalp feltöltődés
- oldalfelszakadások képződése a kavargó víz hatására (20. kép)
- az oldalfelszakadások következtében a bejárat

egyébként is omladékos szakaszainak további korródálódása és mozgása

- az első barlangszakasz elvizesedése, elsárosodása
- a töbörtalpon kavargó víz az oldalfelszakadásokon keresztül lassan elszivárogyva folyamatosan kilúgozza a hordalékot, így ismeretlen mennyiségű és minőségű szennyezés jut a barlangba és a karszrendszerbe. Adott esetben több helyen, egyes szifonokban felhalmozódik a szennyező anyag, és így folyamatossá válik, illetve egyes időszakokban töményedik a szennyeződés. Pl. az Alba Regia-barlangba befolyó mezőgazdasági szennyezés (kukorica gyomirtó szer) 1988. évi felhalmozódása az U-szifonban, 64 m mélységben.

- a lassú oldal-elszivárgás mellett nagy vízhozamnál (pl. tavaszi hóolvadás) a kavargó szennyezettséget lúgozó víz átsap a kiemelésen, és közvetlenül szennyezi a járatot.

7.3. Szintben kiépített nyelőszáj-lezárások hatásai

A töbör alján képzett, azzal síkban kialakított lezárások hatásai (pl. Tűzköves, Jura-zsomboly):

- közvetlenül, nagy tömegben jut a szennyeződés a barlangba
- a nagy tömegben a felszín alá jutó szennyezés elsárosítja a bejárat zónát és felhalmozza a bomló biológiai masszát
- a barlangban közvetlenül szennyező gát alakul ki



19. kép Alámosódott rönk szekrénymű Tés, 1/43 töbör



20. kép Töbörtalpon lezárás melletti felszakadás Alba Regia 1998.



21. kép Jura-zsomboly ágakkal feltöltött töbrre 2002.

— folyamatos szennyezés-akkumuláció (lerakódás) válik lehetővé

— a védelem nélküli töbröt a gondatlan erdészeti munkások feltöltik vágáshulladékkal (21. kép), és a korhadó hulladék közvetlenül jut a rendszerbe (pl. Jura-zsomboly nagy nyelője, 2002. aug.)

— a vágáshulladékkal feltöltött töbr balesetveszélyes

— a talpszinten lezárt, bevédetlen töbrü barlang azonos állapotú, mint a lezáratlan: a szennyezéseknek korlátlanul kitett.

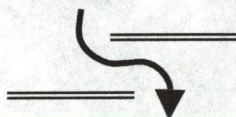
A maga idejében mindkét lezárási mód komoly haladást jelentett és célravezetőnek látszott, ám az eredmények azt mutatják, hogy végeredményben mindkettő hasonló károkat okoz

8.A jelenlegi lezárási rendszerek mellett lehetséges teendők

A jelen állapotokat figyelembe véve és a folyamatokat ismerve a károk csökkentése érdekében az alábbiak a teendőink:

8.1.Építési szükséglet

1. Ahol a töbrkiépítés nincs meg, ott azt a rövid időn belül meg kell kezdeni, fokozatosan az alábbi sorrendben:
2. A töbrperemtől 0,8 – 1 m-re 40 – 50 cm széles, 50 – 60 cm mély V-szelvényű vízlevezető árokkal körülárolni (övérok), a felszíni csapadék előszikkasztására.
3. A töbrperemtől 20 – 40 cm-re egysoros helyiélő cserjesávokból, gyökeres cserjékből élőrózse sor képzése árkos ültetéssel, a vízgyűjtő felületéről lesodródó hordalék szűrésére, felfogására. A bejárati részen eltolt kettős kerítésszakasz kiépítésével, a járóút és a szűrés egyidejű biztosítására (22. kép: épülő kerítésszakasz).



22. kép Élőrózse fonat telepítése Tés, 1/43 – 1998.

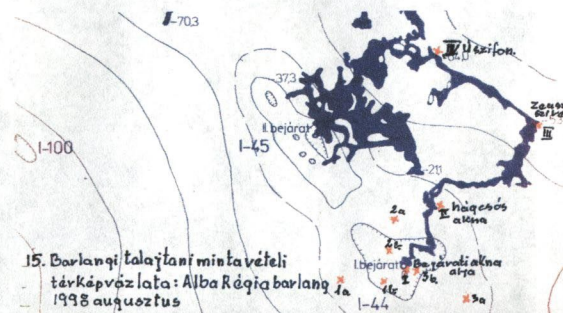
4. A nyelő befolyási szakaszának (a vízmosás fejének) talajba épített és egymásra erősített, ferdén a talaj felé döntött rönk-lépcsőzése a vízsodrás lassítására.
5. Szükség és lehetőség szerint, szükség szerinti számban a töbr oldalába a talajhoz simuló, körkörös szelvényű rönk/rózse sorok kiépítése Távköz 1-2 m, a lejtéstől függően.
6. Töbroldal beültetése, a 8. kép szerinti végleges kialakítás.

8.2.Állapotellenőrzés

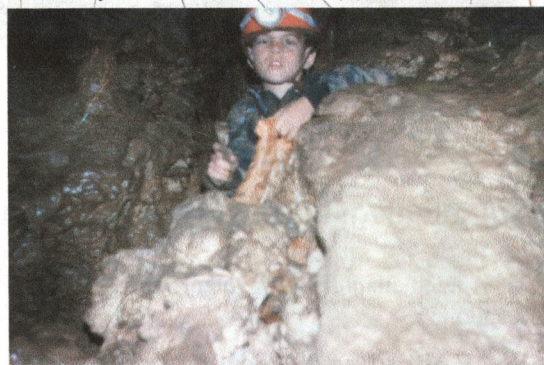
A jelenlegi helyzetben csak tudomásul vesszük a bejárati szakasz elsárosodását, elszennyeződését, de nem tudjuk, mik a következmények. Nem ismerjük a szennyezések karsztrendszerre gyakorolt várható hatását. A jobb megismerés, a szennyezés prognosztizálása/előrejelzése érdekében szükségesnek látszik a felszín-felszínalatti szennyezéskapcsolat mérése, az alábbi paraméterekre és gyakorisággal:

1. Évente egyszer, tavaszi áradás után minden megnyitott nyelőnél
2. Felszíni talajminta vétel a töbrperemnél és attól 50 m-re körben háromszögelve a töbröt
3. A barlangban minden olyan ponton, ahol hordalékfelhalmozódás alakul ki, a bejáratától kb. 300 m-ig (15. rajz, egy valós talajmintavételi térkép az Alba Regia-barlangból, illetve a 23. és 24. kép a talajminta vételről és a felszíni szennyezésről)
4. Vizsgálat: talaj tápelemek összehasonlító mérése első sorban N, P, K és nyomelemekre: Zn, Na, Cu, szulfát, ammónia, humusz, továbbá pH.
5. Mikrobiológiai vizsgálatok mind baktériumokra, mind gombákra. Ilyen vizsgálatok most is vannak, de elszórtan, sem területileg, sem országosan nem rögzítettek. Így nincs összehasonlíthatóság.

6. A vizsgálati eredmények országos regisztrációjának és értékelésének megszervezése
7. Mezőgazdasági környezetű nyelőknel (pl. Tési-fennsík) a vizsgálatot célszerű kiterjeszteni a környező növénykultúra felhalmozódó hatású növényvédő szereire is (gyomirtó, stb.)



23. kép Felszíni szennyeződés barlangban



24. kép Felszíni szennyezés mintavétele barlangban Tés, 1998.

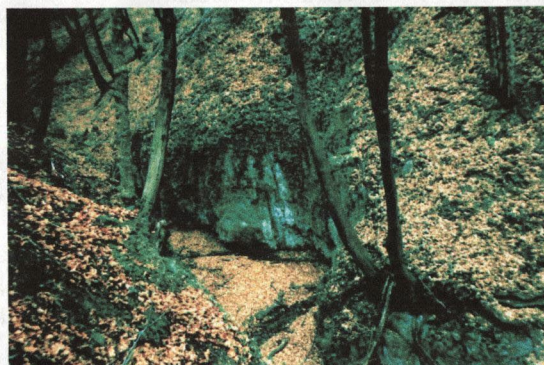
8.3. Folyamatban lévő új feltárásoknál követendő eljárások

Az újonnan feltároló, illetve feltárás alatt lévő barlangoknál legfontosabb a meglévő természetes növénytakaró minél nagyobb mérvű megtartása (25-26. kép, ahol az 1/100-as töbör feltárása folyik). Hévízes rendszernél a 10. rajz szerinti perembevadás megépítése szükséges.

Töbröknél a már kiépített barlangoknál ajánlott védőfelület fokozatos kialakítása célszerű.



25. kép Meredeken kitermelt, nehezen bevédehető töbör Tés, 1/100 – 1998.



26. kép Hévízes barlangszáj feletti természetes szakadófal

8.4. Végleges lezárás nélküli, vagy tervezett feltárásnál javasolt eljárások

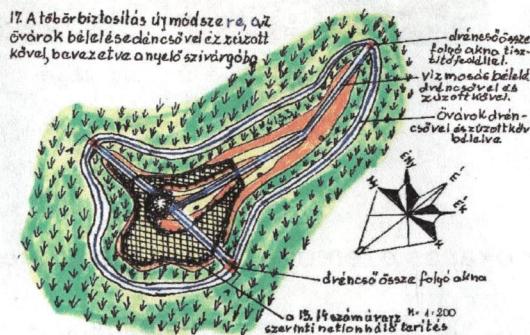
A még le nem zárt, betonozott bejárati aknával ki nem épített barlangoknál a beton kútgyűrű vagy helyszíni betonozású akna szerkezetét úgy kell kialakítani, hogy alul a szálkőre illeszkedő felülete hézagos legyen. Felette a betonszerkezetet is áttörten kell kialakítani: kútgyűrűnél fűréssal, helyi betonozásnál keresztcsövek elhelyezésével 1 m magasságban, 10 cm sortávolsággal, és egymástól 10 cm-re, eltolt sorosan Lyukátmérő min. 30 mm.

A szerkezet külső felére (zsaluzott rendszernél betonozás előtt a zsalu külső oldalára elhelyezett) két H6 (2x2 mm lyukméretű) netlon háló közé terfil szövetet („szendvics” szűrőrétegek) kell elhelyezni.

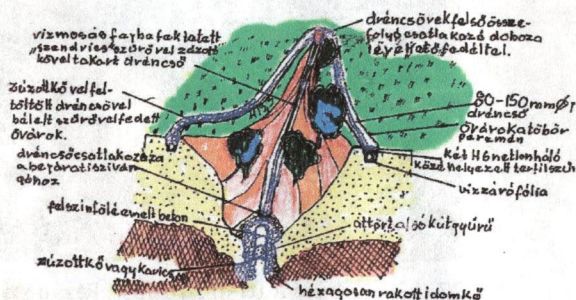
A betonakna „szendvics” szűrővel borított külső fala és a talaj közé, helytől függően 0,8-1,2 m szélességben kulé (nagy szemcséjű) kavics, vagy zúzottkő vízvezető rétegkitöltést kell helyezni. Az akna felső pereme a töbrőtalp felett 0,8-0,9 m legyen. Az így kialakított rendszer folyamatos, szűrt vízvezetést biztosít (16. rajz).

8.5. "Ipari" kertészeti technológiák alkalmazása töbrök bevédésénél

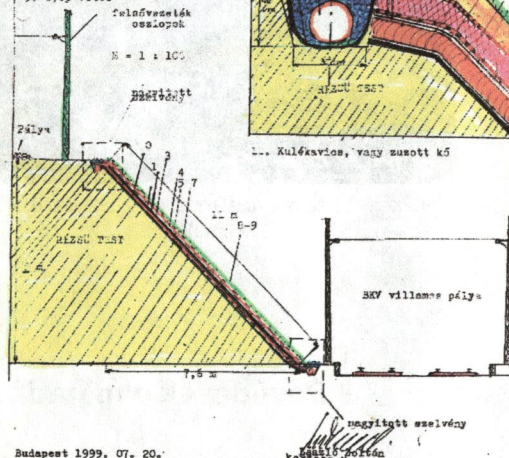
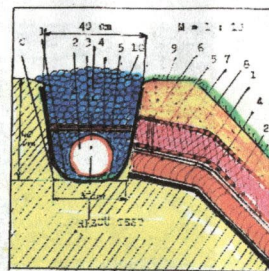
A kertészeti, vasútépítési technológiában ismert és alkalmazott eljárás, hogy az 1:1 ill. 1:1,5 dőlésű rézsűk felületének vízelmosódása esetén a felső peremtől 0,4-0,6 m távolságra kiképzett övárókban (27. kép — Bp. Kőbánya felső) U-ban lefektetett agrofóliára helyezett, vízhozamtól függő bordázott, áttört Ø80-150 mm dréncső kerül elhelyezésre, amelyre félkörívben felfektetett, az előzőekben leírt „szendvics” szűrőt helyezünk. A 40-60 cm mély árkot kulé kavicssal vagy zúzott kővel töltjük fel (18. rajz). A talpnál ugyanilyen szivárgó készül. a rézsűoldal vízmosság-felszakadásai ugyanilyen szerkezettel kerülnek kialakításra, de a zúzott követ föld fedí, mely fűvesítésre kerül. Az alsó és felső ároknál a csőcsatlakozások a 18-19. rajz szerint tisztítható műanyag aknákkal készülnek. Hasonló megoldás került alkalmazásra a Hűvösvölgyi út 6. sz. társasház parkjának 1:1 hajlású rézsűinél is (28. kép).



16. barlangtöbrök bevédésének és a barlang szájának újtípusú lezárási elvi rajza

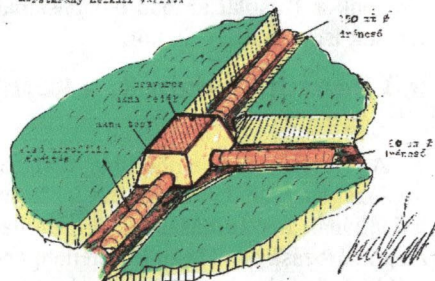
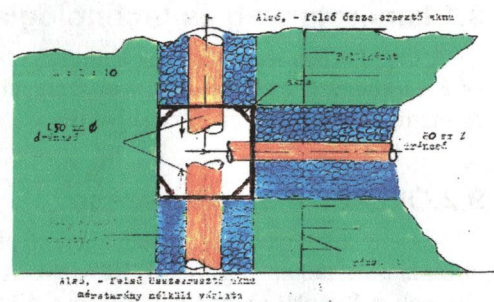


1. árk talp, és oldal
2. profilus belső fólia
3. 150. ill. 80 mm Ø-ű dréncső
4. geotextília
5. H6 jelű netlon háló
6. kitöltött 10 cm vastag talaj
7. K4 belső szalag
8. H 0 jelű netlon háló
9. Talaj felületére szintre
9. drep vetés



18. rajz. Rézsű dréncsőes szivárgó védel me

A töbrök bevédésénél ez a rendszer az övárók és a fő vízmosságokban kiképzett levezető árkok fenti módon történő kibélelésével, és az alsó csőcsonkoknak a bejárati akna szivárgójába való szabadvégű csonkkal való bekötésével alakítható ki (16-17. rajz). Ez a megoldás azonban nem nélkülözheti az 5. rajz szerinti bevédést sem, mert a töbrök fala a magas fák miatt többnyire beárnyékolt, és ezért gyér aljnövényzetű (29. kép). A kialakítás nagy hátránya a jelentős költségvonat, ezért elsősorban mezőgazdasági művelésű területeken elhelyezkedő töbröknél célszerű alkalmazni. Sziklafalak felső pereménél is alkalmazható, ha mezőgazdasági vegyszer jelentős szennyezést okozhat. Az elrendezés komoly szűrőhatást képes nyújtani, így jelentős vízminőség-óvó hatása van (pl. Alba Regia-bg.). (30. kép)



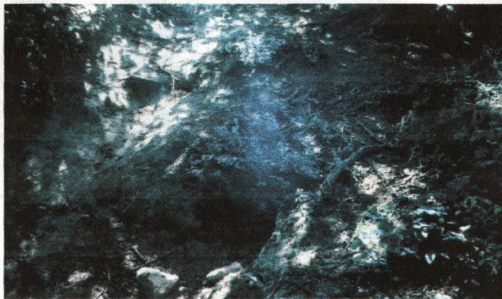
19. rajz.



27. kép Kőbánya felső állomás. Rézsű szivárgó építése (nyitott felső övák)



28. kép Társasházi park szivárgós rézsű



29. kép Lezárás melletti oldal-felszakadás töbrortalpon



30. kép Az Alba Regia-barlang töbre a szántó földein

9. Bevédések elmaradásának okai és ezen okok megszüntetése

A barlangok és töbreik, valamint a szakadófalak bevédetlenségének okai az ismeret hiánya, az anyag kimaradása az oktatásból és finansziális hiányok. Ezek feloldása az alábbiak szerint lehetséges:

9.1. Ismeretanyag és technológiai hiány megszüntetése

A tárgykorban létrejött, vagy létrejövő szakirodalmi anyagot (pl. az Alba Regia csoport anyaga), amennyiben az éves kutatási jelentésekben nem szerepel, ki kell kérni a csoportoktól, illetve az éves jelentésekből ki kell gyűjteni, rendszerezni és kiértékelve összesíteni. Erre a Társulaton belül célszerű egy szakcsapatot létrehozni.

9.2. Oktatás megszervezése

A kiértékelt szakanyag alapján ajánlom oktatni már alapfokon is, mert a végrehajtás jelentős része az egyszerű barlangkutatókon fog múlni. Részletesen a túra- és kutatásvezető képzés részévé kellene tenni. Célszerű e témának a Társulat szabad előadásaiiban a fotós-filmes előadások között is helyet szorítani az általánosabb jellemzők ismertetése céljából.

9.3. Pénzügyi alapok: a környezet- és természetvédelmi értékszámítás megalkotása

A természetvédelemben, de általában a környezetvédelemben sincs megtérülési számítás. Az első ilyen számítás a vasútvonalak 1995. évi lezárása kapcsán készült, melyhez hasonló ma hivatalosan a MÁV pályahasználati díjának kiszámításához. A számítás alapelve a közúthoz való viszonyítás, a közút többlet károkozásának meghatározásával. Hasonló ellentétpár-számítási elv kidolgozására volna szükség, amelynek kialakításánál az alábbiak figyelembevételét javaslom:

Barlangkutatás helyett geológiai fúrás és rétegsor-meghatározás, figyelőkút-rendszer fúrása a felszínalatti vízkészlet megfigyelésére. Továbbá csak felsorolás-szerűen a barlangkutatás eredményeit említem meg, melyeknek az ellentétpárját célszerű a későbbiekben vizsgálni: vízminőség ellenőrzés és csepegésmérés, felszínalatti radonvizsgálatok, felszínalatti mikrobiológiai vizsgálatok (gombák és baktériumok), felszínalatti egészségügyi vizsgálatok, régészet, őslénytani feltárások értéke, víztisztítás aránya a tiszta karsztvízhez képest stb. Mindezek csak példák kívántak lenni egy számítás-sorra.

- A barlangok töbreinek bevédésénél, azok mértékének meghatározásakor az alábbiakat veszem figyelembe:
- a— A víznyelő rendszer vízgyűjtő területe, a várható legnagyobb évi összes és az alkalmi hóolvadási lehetséges vízbefogadó képessége. Mérhető és számítható mennyiségek.
 - b— 1 km² vagy annál nagyobb terület esetén, illetve egyszeri téli 50 mm csapadék esetén már 0,5 km²-nél is indokolt a bevédés.
 - c— Milyen a vízgyűjtő terület: erdő, mezőgazdasági, vegyes. Mezőgazdasági művelési terület esetén már 0,5 km²-nél is indokolt a bevédés.
 - d— Amennyiben a nyelő fala omladékos és omlásveszélyes a bejárati szakasz felett, illetve a töbörtalp több helyen felszakad a víz elvezetésére, akkor indokolt a bevédés.
 - e— Amennyiben az a-d pontok, vagy akár csak kettő is együttesen jelentkeznek, a kiépítés költségétől függetlenül az 5, 13, 16-19. rajzok szerinti együttes védelem kialakítása szükséges, mert a szennyezés veszélye nagyobb, mint a védelmi költség, és lényegtelen, hogy a rendszer járható-e vagy sem.
- Hévízes források, elhagyott bányában szakadófal alatt nyílt barlangok, amennyiben jelentős vizet képesek befogadni (nemkarsztos esetben is) a 10-11. rajz szerinti bevédést igénylik, amennyiben az a-d esetekből bármely kettő együttesen jelentkeznek.

9.4. Biológiai környezetállapot-felmérés módja és eszközei

Ha nem tudjuk, hogy mi történik a felszínen, a mikroökoszisztémában, mihez viszonyíthatnánk a felszínalatti állapotot?

A 8.2. pontban már részletezetlenül említett páros talajminta vételen (felszíni+felszínalatti összehasonlító mintavétel) túlmenően, a 6.2. pontban javasolt növénypopuláció és helyi ökoszisztéma felmérés érdekében rendszeres felszíni meteorológiai mérések célszerűek. Erre már komoly és viszonylag olcsó kombinált elektronikus eszközök is adtak, amelyek adatai számítógépre vihetők. De ilyen eszközöket az Alba Regia csoportban Zentai Ferenc is fejlesztett.

A rovarvilág meghatározására és gradációs csúcsaik mérésére a 31-32. képen látható fény- és feromon csapdák a legcélszerűbbek. A növénypopuláció felmérése sajnos jó szakembert igényel, de ebben a helyi erdészek, a Nemzeti Park szakemberei és a mezőgazdászok jelentős segítséget tudnak adni épp úgy, mint az állatfajok meghatározásánál (ide értem a kisemlősöket is). Ezt a munkát egyszer kell elvégezni és dokumentálni. Utána már csak 15-20 évente célszerű felülvizsgálni és fejleszteni az adatbázist.



31. kép Fénycsapda



32. kép Feromon csapda

Ahol vannak felszíni élő vagy zárványtavak, ott a vízi növényi és állati szervezetek felmérése is célszerű (Aggtelek, Bükk-fennsík, Tési-fennsík, Abaliget stb.), mert ezek — felületüktől függetlenül is — jelentősen befolyásolhatják a helyi populációt növényi pollenek és a rovarok útján, még 4-5 km távolságban is.

A növényi és mikrobiológiai pollenek (spórák, baktériumok), mint a levegőben lévő anyagok meghatározása is fontos. Ennek módszerei ismertek a légbeszívós (ventillátoros) és spontán olajos üveglemezes spóracsapdával. Meghatározásuk viszont komoly felbontású mikroszkópot és szaktudást igényel. Sarkalatos pont, évente

a tenyészidőszakban legalább 4-5 alkalommal szükséges elvégezni ezeket a méréseket, hogy tisztességes eredményeket kapjunk. Itt is szükséges folyamatos mérés, mert a levegő pollen- és csírateltsége időjárásfüggő, és ez évente változik még azonos időszakon belül is.

10. Összefoglalás

A rézsűk és sziklafalak védelme egy ma nem létező technika elemei, mely szakterületet MŰSZAKI BIOTECHNOLÓGIÁNAK nevezhetünk. Tárnya az egymást keresztező vonalas létesítmények növényfalakkal való elzárása a létesítményből eredő szennyeződések (zaj, rezgés, por, sugárzás stb.) visszafogására, vagy a létesítmény védelmére a külső hatásoktól (vegyszer, hullámverés, por, sár, hófúvás, erózió, defláció stb.). Ilyen vonalas létesítmények az út, vasút, vízfolyás, légvezeték stb. (20. rajzon térhatású térkép).

A barlangok alsó vége már önmagukban is mint a vízfolyás kezdőpontjai jelennek meg forrás formájában, de a valós védelmet már a nyelőpontoknál szükséges megkezdeni. A „szakmán belül” az egyes elemek hasonlóak, pl. rézsű lehet vasút, út mellett, de kertben is, éppen úgy, mint omló sziklafal út vagy vasút mellett illetve kőbányában. Ugyanakkor egy víznyelő vagy töbör oldala is rézsű vagy a hévizes forrasszaj befoglaló szálköve is lehet omló sziklafal. Mivel a barlangjáratok bevédésére szisztematikus kutatások-munkák nem voltak, ezért a más területen végzett védelmi munkák eredményét mutatjuk be: Somoskőújfalu vasútállomás sziklafalán készült élőrácskeretes és netlonháló, a gödi Dunapart rőzse szekrényműves és netlonháló, vagy Kőbánya-felső vasútállomás rézsűjének dréncsöves, szűrőfelületes elmosás elleni védelmét. De ugyanez egy társasház kertjében is kivitelezhető. E megoldásokra barlangi töbör és szakadófal analógiákat modelleztem e munkában, javasoltam továbbá az eljárások bővítését felszíni-felszínalatti talajtani, mikrobiológiai és felszíni ökoszisztéma felmérési programok bevezetésével. Végül ezen eljárások pénzügyi háttérének biztosítására újfajta természetvédelmi, barlangtani értékszámítás kidolgozását szorgalmaztam. Mindezek az eljárások és módszerek ismeretterjesztése, oktatása és rendszerezése szükséges a barlangkutatásban, de az egységes rendszerben, mint MŰSZAKI BIOTECHNOLÓGIA, mert e feladattal irányítási szinten országosan kb. 10.000 mérnök és technikus foglalkozik (végrehajtási szinten kb. 40.000 fő, ez mindösszesen 50.000 munkavállaló, míg a hadsereg létszáma 45.000, a MAV 62.000). A baj, hogy ők maguk sem tudják, mit is csinálnak; így az egyes szakterületek képtelenek egymással tisztességesen, szakmai szinten érintkezni. Mindezen problémák felvetése, pontszerű megvilágítása volt a céloom, az elmúlt 25 év személyes tapasztalatainak összefoglalásával.

Bízom benne, hogy e munka többeket elgondolkodtat, és jó ötleteket ad a témával foglalkozó barlangkutató, erdész és kertész szakembereknek. Néha túlléptem a mértéktartó hangnemet, és keményen bíráltam is, de bírálatomat építő jellegűnek szánom, és senkire sem haragszom. Ha munkám során tréfát is csináltam, ezt sem bánatsból tettem, pusztán azért, hogy jobban figyeljen rám és mondandómra az, aki kezébe veszi e dolgozatomat.

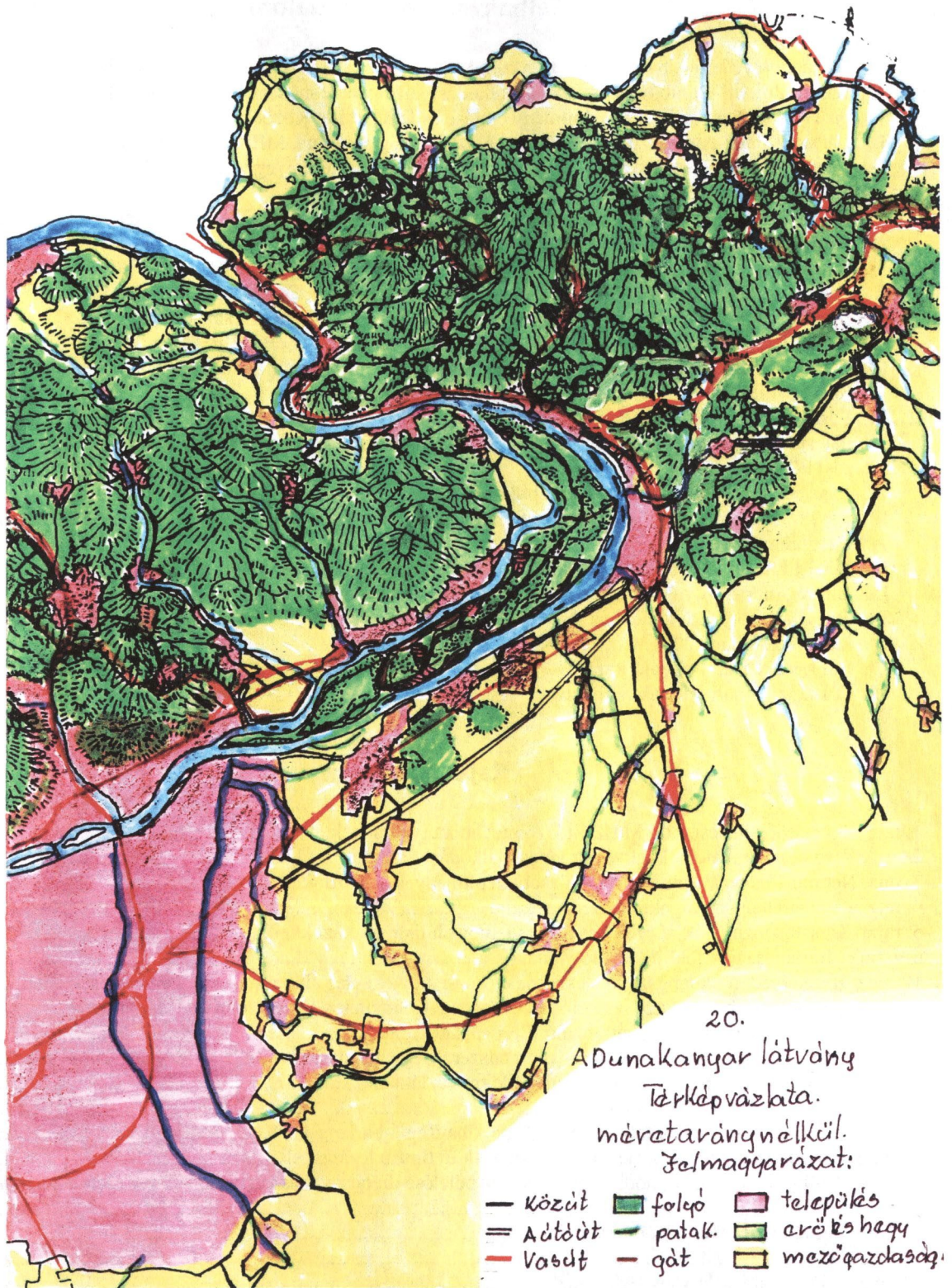
Budapest, 2002. november 4.

László Zoltán

Rövid magyarázat a 20. számú térképvázlathoz

Azért választottam éppen a Dunakanyar térképszelvényét látványképnek, mert —bár az egyes vonalas létesítmények típusai külön nincsenek jelölve, — itt „minden” megtalálható:

- Repülőtér. Alag, Hármashatárhegy.
- Fő- és mellékút, autótűt és készülő autópálya, közúti híd.
- Kétvágányú villamosított nemzetközi fővonal, egyvágányú villamosított vonal (Bp-Vácrátót), Egyvágányú fővonal (Bp-Esztergom), egyvágányú összekötővonal (Vác-Balaszgyarmat), egyvágányú bekötővonal (Diósjenő-Romhány), keskenynyomközű vasút (600 mm: Kemence, 750 mm: Kismaros-Királyrét), keskenynyomközű ingavonal (Nagybörzsöny-Nagyirtápuszta — ilyen legközelebb Chilében van), felszámolt keskenynyomközű vonalak. Vasúti híd folyón és patakon. Alagút (Pilisvörösvár — az ország 4. leghosszabb alagútja), kétvágányú villamosított helyi vasút (HÉV Bp-Szentendre), bevágás, szakadófal (Zebegény), magaspárt, magasvezetésű töltés, delta, kétvágányú+egyvágányú pálya (Vác-Kisvác).
- Országhatár: száraz, kis folyón, nagy folyón keresztben.
- Folyó, patak, folyó mellékág, öböl (Pilismarót), hegyi tó, síkvidéki tó, dombvidéki tó, tározó, száraz tározó (Rákos-patakon), nyílt ártér (Pilismarót). Gátnál: fő védvonal, II. rendű védvonal (Szentendrei-sziget csúcsa), kis és nagy szigetek, lokalizációs töltés (Kisoroszi), magaspárt (ugyanott), helyi körtöltés, helyi töltés (Dunakeszi, Szentendre, Göd), patak leeresztő zsilip töltésben (Göd). Patak visszatöltés (Szentendre), kisfolyó menti töltések (Ipoly) és kisfolyó duzzasztó (Vámosmikola).
- Nagyfeszültségű vezeték (Nagyymarosnál még folyón is átível)
- Elhagyott kőfejtők. Aktív kőfejtő (Vác), dolomitbánya.
- Vulkanikus barlangok (Visegrádi-hegység, Börzsöny), hévizes barlangok (Pilis), aknabarlang (Szoplaki-ördöglyuk, Hétylyuk), karszubarlang, víznyelő (Naszály), hévizes gipszbarlang (Sátorkőpuszta), dolomitüreg (Piliscsaba, Üröm).
- Olajvezeték, (Barátság) ill. vízvezeték (Szentendrei-sziget—Újpest, folyó alatt)



Felhasznált szakirodalom

1. Barlangok védelme. Szerk. Lénárt László. MKBT Északmagyarországi Szervezete. Miskolc, 1976.
2. László Zoltán –Barabás Ákos: Vízgazdálkodási növényvédelmi segédlet. VIZDOK Bp. 1990.
3. dr. Horváth Ferenc: Vasúti alépitmény építése és fenntartása. Közdok Bp. 1991.
4. László Zoltán: A vízgazdálkodás átfogó gazdaságos gyakorlata. MBSZI Bp. 1991.
5. László Zoltán: Jelentés a Szilveszter-barlang előzetes kitöltés anyag vizsgálatáról. Gépipar Spartacus Lóczy Lajos barlangkutató csop. 1978. évi jelentése.
6. László Zoltán: Peszticidek használatának hatása a karsztrendszerre a Tési-fennsíkon. Az Alba Regia barlangkutató csop. 1988. évi jelentésében.
7. László Zoltán: Vasútvonalak lezárásának hatása a vidéki területekre. MBSZI Bp. 1997.
8. László Zoltán: Műszaki javaslat görgeteg megfogására. MÁV Terézvárosi PGF Bp. 1999.
9. László Zoltán: Jelentés a Józsefhegyi-barlang beruházási építési munkáinak barlangtani-természetvédelmi műszaki ellenőri tevékenységről. KKDV-TTO Bp. 1989.
10. László Zoltán: Görgetegfogó fal felújítása Somoskőújfalu állomás bal oldalán 2001. évben. MÁV Terézvárosi PGF Bp. 2001.
11. László Zoltán: Budapest Kőbánya Felső vasútállomás Bp. X. ker. Kolozsvári úti töltésvízmosás omlásának stabilizálása dréncsöves, geoszövetes, netlonhálós vízszivárgatási technológiával. MÁV Terézvárosi PGF Bp. 1999.
12. László Zoltán: Barlangok barlangtöbrök bevédése növényfalakkal. MBSZI Bp. 1998.
13. László Zoltán: Barlangok felszíni és felszínalatti védelme. Előadás. MKBT Tudományos Találkozó. Veszprém 1997.
14. Lénárt László: Hidrogeológiai kirándulások a Bükkben. Tankönyvkiadó Bp. 1997.
15. Buskó András: A vasúti zajhatás pályás vonatkozásai. Sínek Világa 2001. 2-3.
16. Bozsák Károly-Szőke Ferenc: A Bodajk-Balinka vasútvonalon történt rézsűcsúszás helyreállítási munkái. Sínek Világa 2001. 4.
17. D 11. sz. Vasúti műszaki irányelv.
18. D 18. sz. Vasúti műszaki irányelv.

Rajzok jegyzéke

| | |
|--|----|
| 1. rajz. Egy-máshoz kapcsolódó Műszaki vízbiotechnikai védművek elvi látványrajza..... | 5 |
| 2. rajz. Vízbiotechnikai elemekkel védett vízgazdálkodási területek | 6 |
| 3. rajz. Netlonhálós védelem (Horváth: Vasúti alépitmények... Közdok Bp. 1991. | 7 |
| 4. rajz. Védelem helyi anyagokból | 7 |
| 5. rajz. Karsztos víznyelők, töbrök bevédése vízbiotechnikai eszközökkel..... | 8 |
| 6-9. rajz. Barlangszájak feltöltődési folyamata..... | 9 |
| 10. rajz. Kiemelkedett barlangszájak bevédése élőrózse művekkélez akkumulálódó szennyezések ellen | 9 |
| 11. rajz Somoskőújfalu bevágás szakadófal biz-tosítás. Könnyített görgetegfogó fal, függesztett élősvény, rőzsefonat, netlonháló. Elvi vázlat..... | 12 |
| 12. kép és rajz Somskőújfalu, szakadófal védrendszer. Megvalósulási vázlatrajz és fénykép. 2001. aug..... | 13 |
| 13. rajz Enyhe dőlésű szakadófal kombinált védelmi vázlata..... | 14 |
| 14. rajz A kombinált védelem látványrajza | 14 |
| 15. rajz. Barlangi talaj mintavételi térképvázlata: Alba Regia-barlang 1998. augusztus..... | 18 |
| 16. rajz. Barlangok bevédésének és barlang szájának új típusú lezárási elvi rajza | 19 |
| 17. rajz. A töbrök biztosítás új módszere: az övások bélelése dréncsővel és zúzott kővel, bevezetve a nyelő szivárgóba..... | 19 |
| 18. rajz. Rézsű dréncsöves szivárgó védelme | 19 |
| 19. rajz. | 19 |
| 20. rajz. A Dunakanyar látvány térképvázlata | 23 |

Képek jegyzéke

| | |
|---|----|
| 1. kép. Az Alba Regia-barlang "Gubanc" bejárata Töbörfenék szinten kiépítve – 1998. nyár..... | 8 |
| 2. kép Duna magaspárt (Göd) védelme rőzsekévézés-élőcserjés-netlonhálós kombinációval, földtakarás-fűvesítés..... | 10 |
| 3. kép Duna magaspárt védelme rőzse-kéve-szekrényműbe ültetett élősvénnnyel. 1992. ősz..... | 10 |
| 4. kép Gödi dunapart védelmének netlonháló-borítása földborítás előtt. 1992. koraősz..... | 10 |
| 5. kép Betonvas hálóba font lapos rőzseszekrény omló fal védelmére, szaggatott kivitelben, cserje ültetéssel. Pálvölgy, 1999. ősz..... | 10 |
| 6. kép Betonvas hálóba font rőzsemű vízfolyás lépcsőzésére, rövid szakaszokban. Pálvölgy, 1999. ősz..... | 10 |
| 7. kép Kő-föld szekrénymű élőcserje beültetéssel, törmelékerózió megkötésére. Pálvölgy, 1999. ősz..... | 11 |
| 8. kép Rönk-föld szekrénymű töbörben vízmosás-fej biztosítására. Alba Regia-bg. 1998. nyár..... | 11 |
| 9. kép MÁV Somoskőújfalu vá. szakadófal eredeti állapotban (akésőbbi hálózás helye) 1999. aug. | 11 |
| 10. kép Somoskőújfalu vá. szakadófal, eredeti állapot. 1999. aug. | 11 |
| 11. kép Somoskőújfalu szakadófal legtörékenyebb része hálózás és a rőzsetereb kialakítása után. 1999. dec. | 12 |
| 12. Kép Somskőújfalu, szakadófal védrendszer. Megvalósulási vázlatrajz és fénykép. 2001. aug. | 13 |
| 13. kép A somoskőújfalu szakadófal dédelmi rendszer behavazva. A hó jól mutatja a későbbi feltöltődés módját. 2000. febr..... | 12 |
| 14. kép | 12 |
| 15. kép Omladékfal a gyermekvasúton..... | 15 |
| 16. kép Az omladékfal felső szakasza 2001. | 15 |
| 17. kép Szelim-lyuk aknájának felső pereme – 1998..... | 16 |
| 18. kép Hétlyuk-zsomboly felső pereme 1997. | 16 |
| 19. kép Alámosódott rönk szekrénymű Tés, 1/43 töbör..... | 16 |
| 20. kép Töbörtalpon lezárás melletti felszakadás Alba Regia 1998. | 16 |
| 21. kép Jura-zsomboly ágakkal feltöltött töbre 2002..... | 17 |
| 22. kép Élőrőzse fonat telepítése Tés, 1/43 – 1998..... | 17 |
| 23. kép Felszíni szennyeződés barlangban | 18 |
| 24. kép Felszíni szennyezés mintavétele barlangban Tés, 1998. | 18 |
| 25. kép Meredeken kitermelt nehezen bevédhető töbör Tés, 1/100 – 1998..... | 18 |
| 26. kép Hévízes barlangszáj feletti természetes szakadófal..... | 18 |
| 27. kép Kőbánya felső állomás. Rézsű szivárgó építése (nyitott felső övások)..... | 20 |
| 28. kép Társasházi park szivárgós rézsűi..... | 20 |
| 29. kép Lezárás melletti oldal-felszakadás töbörtalpon..... | 20 |
| 30. kép Az Alba Regia-barlang töbre a szántó föld felől..... | 20 |
| 31. kép Fénycsapda..... | 21 |
| 32. kép Feromon csapda | 21 |