

FEKETEFENYŐVEL REKULTIVÁLT BAUXIT KÜLFEJTÉSEK VEGETÁCIÓJÁNAK TERMÉSZETVÉDELMI SZEMPONTÚ ÉRTÉKELÉSE

CSERESNYÉS Imre, CSONTOS Péter

MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Talajtani és Agrokémiai Intézet
1022 Budapest, Herman Ottó út 15., e-mail: cseresnyes.imre@rissac.hu

Kulcsszavak: bauxit külfejtések, cönológiai szukcesszió, feketefenyő, rekultiváció, természetességi érték

Összefoglalás: Feketefenyővel (*Pinus nigra*) rekultivált bauxit külfejtések aljnövényzetének cönológiai vizsgálatát és természetességének értékelését végeztük el a Gerecse (Nagygyeháza) és a Bakony (Szóc és Sáska) területén. A három, különböző korú fenyőállományt (6 éves – Szóc; 15 éves – Nagygyeháza; 20 éves – Sáska) három szukcessziós stádiumnak tekintettük. 10 m×10 m-es kvadrátokban 2010-ben felveteleztük az aljnövényzet fajainak %-os borítását, valamint a feketefenyő borítását, meghatároztuk az aljnövényzet fajszámát, összbóritását és Shannon-diverzitását az egyes kvadrátokra és mintaterületekre vonatkozóan. Vizsgáltuk a fenyőborítás hatását az aljnövényzet borítására, fajszámára és diverzitására. A fajok borításai alapján elkészítettük minden mintaterületre az aljnövényzet szociális magatartás típus, Raunkiaer-életforma és cönoszisztematikai besorolás szerinti csoporttömeg-eloszlását, és a vegetációkat ezek segítségével jellemeztük. Az eloszlásokat homogenitásvizsgálattal hasonlítottuk össze. Kiszámítottuk az aljnövényzet természetességi értékének kvázi-átlagát a szociális magatartás típus szerinti csoporttömegek és a fajok természetességi értékének figyelembevételével. Tanulmányoztuk, milyen eltérések és hasonlóságok figyelhetők meg a külfejtések növényzete és egy olyan vegetáció között, amely (1) a vizsgálati terület potenciális klimax vegetációját alkotja, illetve (2) hasonló élőhelyen regenerációs szukcesszióval alakul ki feketefenyő hatása nélkül. Potenciális vegetációként *Quercetum petraeae-cerris* társulást határoztuk meg. Szakirodalmi forrásokban közölt cönológiai felvételek adataiból elkészítettük e társulás természetes állományainak hasonló csoporttömeg-eloszlásait, majd ezeket a saját adatainkból számoltakkal vetettük össze. Hasonló összehasonlítást végeztünk cseres-tölgyesek ernyős felújító vágást követő regenerációs szukcessziójában az aljnövényzet tanulmányozásakor rögzített florisztikai adatok felhasználásával.

A mintaterületek vegetációinak különbségei a domináns fajokban, a Shannon-diverzitásban és a vizsgált csoporttömeg-eloszlások szignifikáns különbségeiben is megnyilvánultak. A legfiatalabb, 6 éves állományt (Szóc) még a zavarástűrők uralták (főként *Calamagrostis epigeios* és *Solidago gigantea*), a 15 éves telepítésben (Nagygyeháza) ezek már részben visszaszorultak, a 20 éves fenyvesben (Sáska) pedig szerepük alárendelt volt. E fajok arányának csökkenésével párhuzamosan nőtt a természetes vegetáció fajainak részesedése, a vegetáció diverzitása és természetességi értéke. A fenyőborítás növekedése csökkentette az aljnövényzet borítását és fajszámát, a Shannon-diverzitásra azonban nem volt hatással. Megfigyeltük egyes fajok eltűnését a magasabb fenyőborítású kvadrátokból. A külfejtések növényzete szignifikánsan eltér mind a területek potenciális vegetációjától, mind az ernyős felújító vágás után regenerációs szukcesszióval kialakult társulástól. A bauxitfejtők aljnövényzete kisebb természetességű, bennük magasabb – a természetes cseres-tölgyesekből általában hiányzó – zavarástűrő és társulásközömbös fajok (leginkább az őshonos ruderális és adventív kompetitorok) csoporttömege, ugyanakkor a természetes lomberdei fajok (főként a specialisták) aránya lényegesen alacsonyabb. Ugyanilyen eltérések mutatkoznak, ha a külfejtések növényzetét a cseres-tölgyes regenerációs szukcesszió korban megfelelő stádiumával vetjük össze. A gyomok kiszorulása és a természetes fajok elterjedése lassúbb a feketefenyő alatt; a tölgyesek geophyta fajai, valamint a védett fajok még a legrégebben rekultivált helysínről is hiányoznak. A rekultivált területeken a szukcessziós változásokat a propagulumhiány és a feketefenyő kedvezőtlen hatásai lassíthatják. Természetvédelmi szempontokat figyelembe véve, a rekultivációk során létesített feketefenyvesek helyén a természetes vegetáció mielőbbi restaurálása lenne kívánatos.

Bevezetés

A tájidegen feketefenyő (*Pinus nigra*) állományai Magyarországon jelenleg mintegy 67000 hektár területet foglalnak el (MGSZH 2012). A feketefenyvesekkel kapcsolatos hazai kutatómunkák rendszerint a fenyvesítés következményeként fellépő, ökológiai és

természetvédelmi szempontból káros hatásokra hívják fel a figyelmet (TAMÁS 2001a). Ezek közül megemlítendő az őshonos, főként a dolomitvegetáció jelentős elszegényítése (BORHIDI 1956, BÓDIS 1993, HORÁNSZKY 1996, CSONTOS et al. 1998), egyéb tájidegen özön-növények térhódításának elősegítése (TÖRÖK et al. 2003, CSERESNYÉS és CSONTOS 2012), valamint a jelentős éghetőanyag-felhalmozódásból eredő fokozott tűzveszély (TAMÁS 2001b, GHIMESSY 2003, CSERESNYÉS és CSONTOS 2004, CSERESNYÉS et al. 2011). Ráadásul a szuboptimális élőhelyekre telepített, ezért fiziológiailag néhány évtized alatt legyengülő fenyveseket gomba- és rovar-kártevők kiterjedt epidémiái is rendszeresen pusztítják, így további fenntartásuk erdőgazdasági szempontból is indokolatlan (KOLTAY 1999).

A feketefenyőt Európa-szerte, így hazánkban is az 1950-es évek óta széleskörűen alkalmazzák különböző technogén területek erdészeti rekultivációjára is (TÓTH és KRISZTIÁN 1985, FETTWEIS et al. 2005). A hazai homokbányákban, dolomit, bauxit és barnaszén külfejtéseken, meddőhányókon, erőművi salaklerakókon és timföldgyári vörösiszap-tárolókon végzett erdősítések során a feketefenyővel kapcsolatos pozitív eredményekről számolnak be (FEJÉR 1960, SZERÉMY 1981, PAPP 1982, BARANYI 1986, HORVÁTH 2002, KÁROLY et al. 2006), mely tapasztalatok a faj csekély termőhelyi igényeire vezethetők vissza. A műszaki rekultiváció során kialakított fedőréteg tápanyagszolgáltató-képessége gyakran igen gyenge, pH-ja szélsőségesen alacsony vagy magas, textúrája (így víztartó- és vízvezető-képessége) térben erősen heterogén. A meddők, de különösen a salak- és vörösiszap-tárolók anyagaiban magas a mobilis vagy könnyen mobilizálódó, toxikus nehézfémek és vegyületek (pl. szulfidok) koncentrációja (SZEGI 1985). A feketefenyő szárazságtűrő, csekély tápanyagigényű fafaj, mely jól tolerálja számos mérgező fém (pl. Al, As, Cd, Cu, Sb, Sn, W), valamint a pirit magas koncentrációját (PRATAS et al. 2005). Gyors gyökérnövekedése még kedvezőtlen termőhelyi körülmények között is hatékony víz- és tápanyagfelvételt tesz lehetővé (RICHARDSON 1998). Talajjavító hatása ugyan nem kielégítő, de a sűrű gyökérrendszer, a koronaszint gyors záródása és a dús tűavar-képzés az eróziót nagymértékben csökkenti (MILETIĆ et al. 2011, FILCHEVA et al. 2000).

A rekultiváció során a technogén területen bekövetkezett állapotváltozás, a terület regenerációjának sebessége és mértéke rekultivációs monitoring rendszerek alkalmazásával vizsgálható (BÉRES 2004). A végrehajtott monitoring gyakran csak a talaj, valamint a felszíni és a felszín alatti vizek vizsgálatára terjed ki, a területen a biológiai rekultiváció során vagy azt követően kialakult növényzet jellemzőit kevésbé követi nyomon. A flóra szünbiológiai vizsgálata kiemelt fontosságú lehet a rekultivált terület jövőbeni használati formájának tervezésekor is, különösen akkor, ha egy – védelemre is érdemes – potenciális vegetáció helyreállítása a cél. Ezért munkánk során feketefenyő-telepítéssel rekultivált bauxitfejtők növényzetének cönológiai vizsgálatát és természetességi állapotának felmérését végeztük el annak érdekében, hogy a feketefenyő természetes szukcesszióra gyakorolt hatásáról információt nyerjünk. Eredményeink elősegíthetik e tájidegen faj természetvédelmi szempontú értékelését és hozzájárulhatnak a meglévő állományok eredményes kezeléséhez.

Anyag és módszer

A cönológiai vizsgálathoz három bauxitfejtőt jelöltünk ki: egy terület a Gerecse déli részén, Nagyegyháza közelében, kettő pedig a Bakony nyugati peremén, Sáska község közigazgatási területén helyezkedik el (1. táblázat). A mintaterületeket a feketefenyő telepítése óta eltelt idő szerinti sorrendben ismertetjük:

I. táblázat A bauxitfejtők rekultivációja során létesített feketefenyő állományok és a cönológiai felvételezéshez kijelölt kvadrátok adatai
 Table 1. Data of Austrian pine stands created for reclamation of open-pit bauxite mines and the code of quadrats used for coenological study

Mintaterület (erdőrészlet, terület, kor)	Kvadrát kódja	GPS-koordináták	<i>P. nigra</i> borítás (%)
Sáska 6I Szóc 6,9 ha; 6 év	A1	N 46°59'59,9"; E 17°31'33,8"; 282 m	15
	A2	N 46°59'59,2"; E 17°31'35,0"; 284 m	10
	A3	N 46°59'58,6"; E 17°31'35,3"; 289 m	10
	A4	N 46°59'57,9"; E 17°31'34,1"; 294 m	15
	A5	N 46°59'57,2"; E 17°31'33,5"; 299 m	15
Bicske 7A Nagyegyháza 3,2 ha; 15 év	B1	N 47°32'38,5"; E 18°32'48,2"; 276 m	40
	B2	N 47°32'39,3"; E 18°32'49,4"; 278 m	70
	B3	N 47°32'48,6"; E 18°32'56,1"; 297 m	25
	B4	N 47°32'47,5"; E 18°32'57,7"; 291 m	90
	B5	N 47°32'43,5"; E 18°32'52,1"; 290 m	70
Sáska 63G 6,4 ha; 20 év	C1	N 46°59'49,6"; E 17°30'55,8"; 261 m	20
	C2	N 46°59'49,1"; E 17°30'54,4"; 260 m	60
	C3	N 46°59'48,7"; E 17°30'56,0"; 261 m	55
	C4	N 46°59'49,8"; E 17°30'56,5"; 262 m	20
	C5	N 46°59'49,3"; E 17°30'58,3"; 263 m	75

(1) 6 éves mintaterület, jelölése: Szóc. Sáska községhatár 6I erdőrésze. A 6,9 hektáros fenyőtelepítés egy északra néző, meddőöntéssel kialakított rézsún található, Szóc-Határvölgy külterület mellett, Szóc községtől 2,6 km-re délre, a Szár-hegy lábánál (a terület közigazgatásilag Sáska községhez tartozik). Az állományt főként cseres-tölgyesek veszik körül. A több száz hektáros szóc-halimbai bauxitmezőn (Félibánya) a külfejtéses termelés 1977–86 között folyt (KOVÁCS 1998), a rekultivációt több lépésben végezték 2005-ig. A mintaterületen a bauxitos meddő elegyengetése után a meredekebb részeket padkákat és vízelvezető övarkokat létesítettek, valamint rőzsegákat alakítottak ki; a talajjavítás fűrészpor és műtrágya felhasználásával történt. A rézsút a Bakonyerdő Erdészeti és Faipari Zrt. 2003-ban magvetéssel fenyvesítette, majd a nagyarányú kiszáradás miatt az állományt 2004-ben csemeteültetéssel felújították. 2010-ben, azaz a vizsgálatunk évében a mintaterületen a fenyőtelepítés 1–1,5 m magas fákból áll, helyenként nagyvadak által erősen taposott, és a rőzsegákat kiépítése ellenére mély eróziós árkokkal szabdalta. Az aljnövényzetet sok helyen a *Solidago gigantea* uralja.

(2) 15 éves mintaterület, jelölése: Nagyegyháza. Bicske 7A erdőrésze. A 3,2 hektáros állomány Nagyegyházától 3,5 km-re északra, Bicske városától 9 km-re ÉNy-ra található, a Hársas-hegy oldalában. A területet északon és nyugaton cseres-tölgyes, délen és keleten akácok szegélyezi. A nagyegyháza-csordakúti bauxitmezőn a külfejtéses termelés 1985–1993 között zajlott (NOVÁK 2007). A műszaki rekultiváció a folyamatos rézsú- és meddőhányó-csúszások miatt gyorsan megtörtént, az erdőtelepítést a Vértesi Erdészeti és Faipari Zrt. végezte 1995-ben. A magvetéses telepítés előtt a területen szerves trágyát és darabolt lombosfa-kérget forgattak a talajba. 2010-ben a feketefenyő állomány 3–5 m

magas és viszonylag sűrű volt, csak helyenként ritkult, az aljnövényzetben a *Calamagrostis epigeios* dominanciája volt szembetűnő. Fő zavaró tényezőnek a nagyvadak túrása tekinthető.

(3) 20 éves mintaterület, jelölése: Sáska. Sáska 63G erdőrészlet. A 6,4 hektáros feketefenyves a szőci állománytól 1 km-re nyugatra kerül el. Többnyire cseres–tölgyesek vesznek körül, csak nyugat felől határolja egy – akác által részben már előzőnőtt – cserjés terület. A csemeteültetéssel 1990-ben telepített állomány Félixbánya letermelt, Ny-ÉNy felé enyhén lejtő területén található. A fenyőtelepítés előtt a fedőréteget mélylazítóval felszaggatták, majd fűrészpórral és műtrágyával javították (KOVÁCS 1998). A vizsgálat évében a 4–6 m magas fákból álló telepítés sűrűsége változó, foltokban a kiszáradás miatt pusztul. Aljnövényzete a kiritkult részeken gazdag, de vaddisznók túrásai sok helyen láthatóak.

A cönológiai felvételezéshez minden mintaterületen kijelöltünk 5 db 10 m×10 m-es állandó kvadrátot az állomány szegélyétől legalább 20 m-re, majd meghatároztuk középpontjaik GPS-koordinátáit (1. táblázat). A három alkalommal (2010. május–június, 2010. augusztus–szeptember és 2011. április) végzett felvételezés során megbecsültük a feketefenyő borítását, majd vegetációs szintenként rögzítettük a kvadrátban lévő fajok százalékos borításait. Munkánkban SIMON (2000) nevezéktaát vettük alapul. Az eredmények feldolgozásakor – az egyes vegetációs szinteket külön kezelve – kvadrátonként egyesítettük a három felvételezés eredményét oly módon, hogy a fajokat mindig a legmagasabb borításértékkel vettük figyelembe. További elemzéseink alapját az aljnövényzet fajai képezték. Meghatároztuk minden mintaterület összes fajszámát, kvadrátonkénti átlagos fajszámát, valamint domináns és konstans fajait. A Shannon-diverzitást (H') a terület öt kvadrátjának egyesített adatsorából számoltuk ki (természetes alapú logaritmus alkalmazásával), emellett meghatároztuk az egyenletességet (E), valamint az egyes kvadrátok diverzitását is (a „+” jelű, kicsiny borítású fajokat 0,1%-os értékkel vettük figyelembe). A mintaterületek diverzitását Hutcheson-féle t -próbával hasonlítottuk össze (HUTCHESON 1970). Regresszióanalízissel elemeztük, hogyan befolyásolja a feketefenyő borítása a kvadrátban található aljnövényzet borítását, fajszámát és diverzitását. A kialakult vegetáció jellegének leírásához minden fajhoz hozzárendeltük a (1) szociális magatartás típusát (BORHIDI 1993), a (2) Raunkiaer-életformát (SIMON 2000), valamint a (3) cönoszisztematikai besorolást (BORHIDI 1993). A fajok borításainak (a terület 5 kvadrátjának átlaga) figyelembevételével elkészítettük a mintaterületek említett attribútumok szerinti csoporttömeg-eloszlásait a következő kategóriák alkalmazásával:

(1) szociális magatartás típus: S (specialisták); C (természetes kompetitorok); G (generalisták); NP (természetes pionírok); DT + W (természetes zavarástűrők és őshonos gyomfajok); RC (őshonos ruderalis kompetitorok); AC + I (tájidegen kompetitorok és meghonosodott fajok). Az ábrázolás során a kategóriákat a természetességi érték (BORHIDI 1993) szerinti csökkenő sorrendbe helyeztük.

(2) Raunkiaer-életforma: MM + M (Phanerophyta); N + Ch (félcserjék és Chamaephyta); H (Hemikryptophyta); G (Geophyta); TH (Hemitherophyta); Th (Therophyta).

(3) cönoszisztematikai besorolás: Zavart termőhelyek; Antropo-zoogén félcserjések, gyepek és rétek (továbbiakban: Gyepek); Erdőközeli cserjések és kórósrétek (továbbiakban: Cserjések); Lombos erdők; Társulásközömbös (Indifferens) fajok.

Minden mintaterületre kiszámítottuk az aljnövényzet természetességi értékének kvázi-átlagát a szociális magatartás típus szerinti csoporttömegek figyelembevételével, BORHIDI

(1993) természetességiérték-skálája alapján. A mintaterületek vegetációját a kapott csoporttömeg-eloszlások homogenitásvizsgálata alapján hasonlítottuk össze egymással (a statisztikai próbák elvégzésekor az eredeti borítás-értékeket vettük alapul).

A feketefenyő flórára gyakorolt hatásának megismeréséhez tanulmányoztuk, milyen eltérések és hasonlóságok figyelhetők meg a felvételezett növényzet és egy olyan vegetáció között, amely (1) a vizsgálati terület potenciális klimax vegetációját alkotja, illetve (2) e klimax irányába haladó regenerációs szukcesszióval alakul ki, feketefenyő jelenléte nélkül. A Magyarország Első (1780–1784) és Második (1819–1869) Katonai Felmérése során készült térképszelvények, valamint a termőhelyi viszonyok és a rekultivált területet körülvevő vegetáció jellemzői alapján a mintaterületek potenciális vegetációtípusának *Quercetum petraeae-cerris* társulást határoztunk meg. Mintaterületeink növényzetét először más szerzők természetes cseres–tölgyes társulásokban készített cönológiai felvételeivel hasonlítottuk össze, figyelembe véve, hogy a felhasznált florisztikai adatok földrajzilag saját mintaterületeinkhez közeli területekről származzanak. Így nagygyeházi adatainkat BARINA *Quercetum petraeae-cerris* társulásban készített publikálatlan cönológiai felvételeivel vetettük össze, amelyek a Gerecse déli részéről származnak (Nagygyeháza, Óbarok és Tarján térsége), saját mintaterületünkötől 2–5 km-es távolságból. A szöci és sáskai eredmények értékeléséhez pedig SZODFRIDT és TALLÓS (1964) munkáját használtuk, melynek felvételei a felsőnyírádi erdőben készültek (mintaterületeinktől kb. 8 km-re). A területet borító genyötés cseres–tölgyes magasabb térszintjében felvett adatokkal dolgoztunk az értékelés során (a mélyebb térszintben lápi elemek megjelenése figyelhető meg, amely az adatok összehasonlíthatóságát rontja). Mivel SZODFRIDT és TALLÓS (1964) Braun–Blanquet-skálát használt, adataikat van der Maarel-transzformációval %-os borításokká alakítottuk át (MAAREL 2007).

Az elemzés másik részét a rekultivált területek növényzetének összehasonlítása képezte regenerációs szukcesszió során kialakult vegetációkkal. *Quercetum petraeae-cerris* társulás regenerációját CSONTOS (1996) vizsgálta a Visegrádi-hegységben. Az általa tanulmányozott területek 2–28 éve estek át ernyős felújító vágáson. A regenerációs szukcesszió során kifejlődött aljnövényzetet a szerző kor szerint négy szukcessziós stádiumba (I. = 1–3 év; II. = 4–11 év; III. = 12–21 év; IV. = 22–28 év) sorolta. A szöci terület erdészeti rekultivációja 6 éve történt, így az összehasonlításhoz a CSONTOS (1996) által megállapított II. stádiumú területek cönológiai adatait használtuk. A nagygyeházi és sáskai feketefenyő állomány kora 15 illetve 20 év, így ezek értékeléséhez a III. stádiumú vágásnövényzetek adatait vettük figyelembe. A közölt cönológiai tabellákat saját felvételeinkkel összehasonlítva meghatároztuk a fajkészletben mutatkozó hasonlóságokat és eltéréseket. Előállítottuk a szociális magatartás típus, a Raunkiaer-életforma és a cónoszisztematikai besorolás szerinti csoporttömeg-eloszlást, majd ezeket a saját eredményeinkből készített eloszlásokkal vetettük össze.

Eredmények

A felmérések során összesen 170 növényfajt jegyeztünk fel (1. melléklet). Az összes fajszám a fenyőállomány korával növekedett: a 6 éves Szöcön volt a legalacsonyabb (83) és a 20 éves Sáskán a legmagasabb (108; 2. táblázat). A mintaterületek kvadrátonkénti átlagos fajszáma 43,8 (Nagygyeháza – 15 éves terület) és 55,2 (Sáska), míg az aljnö-

vényzet (B- és C-szint) borítása 39% (Nagyegyháza) és 95% (Szóc) között változott. A Shannon-diverzitás (H') és az egyenletesség (E) egyaránt emelkedett a feketefenyves korával: mindkét mutató a 6 éves szöci állományban volt a legalacsonyabb ($H' = 2,220$; $E = 0,502$), és a 20 éves sáskai fenyvesben a legmagasabb ($H' = 2,914$; $E = 0,622$). A Hutcheson-teszt szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) csak a korban leginkább eltérő szöci és sáskai terület diverzitása között mutatott ki, a nagyegyházi terület diverzitása ezektől szignifikánsan nem különbözött. A konstans (az adott terület összes kvadrátjában megtalálható) fajok száma tág határok közt változott: Nagyegyházán mindössze 6, ugyanakkor Szöcön 19 konstans fajt jegyeztünk fel.

2. táblázat: Feketefenyővel rekvitált bauxitfejtések vegetációjának jellemző adatai ($n = 5$).

A diverzitás-értékek után felső indexben álló betűk a Hutcheson-teszt során kapott csoportokat mutatják
Table 2. Characteristics of the vegetations developed in open-pit bauxite mines reclaimed with Austrian pine ($n = 5$). Superscript letters after diversity values indicate groups distinguished by Hutcheson test

	Szóc	Nagyegyháza	Sáska
A terület kora (év)	6	15	20
Összes fajszám	83	106	108
Átlagos kvadrátonkénti fajszám	50,8	43,8	55,2
Aljnövényzet átlagos borítása (%)	95	39	73
Shannon-diverzitás (H')	2,220 ^a	2,538 ^{ab}	2,914 ^b
Egyenletesség (E)	0,502	0,544	0,622
Konstans fajok száma	19	6	17

A mintaterületek aljnövényzetének jellemzői, domináns és konstans fajai (3. táblázat):

(1) 6 éves terület, Szóc: Az egykori meddőhányó vegetációját a *Solidago gigantea* (48%), a *Calamagrostis epigeios* (12%) és az *Erigeron annuus* (4,4%) tömegei uralták. E fajok mellett jellemző volt a pillangósvirágú *Trifolium pratense*, *T. repens*, *T. alpestre* és *Medicago lupulina* (fajonként 4–6% borítással), valamint a fűfélék közül a *Holcus lanatus* és a *Dactylis glomerata* nagy abundanciája. A fiatal feketefenyves egyenletesen alacsony (10–15%-os) borítása miatt az aljnövényzet nagy területet tekintve is viszonylag homogén, ami a konstans fajok nagy számában is megnyilvánult. A 10 legnagyobb borítású faj mindegyike konstans, ezek mellett a *Galium verum*, az *Achillea collina*, az *Astragalus glycyphyllos* és a *Tussilago farfara* borítása közelítette vagy haladta meg a 0,5%-ot.

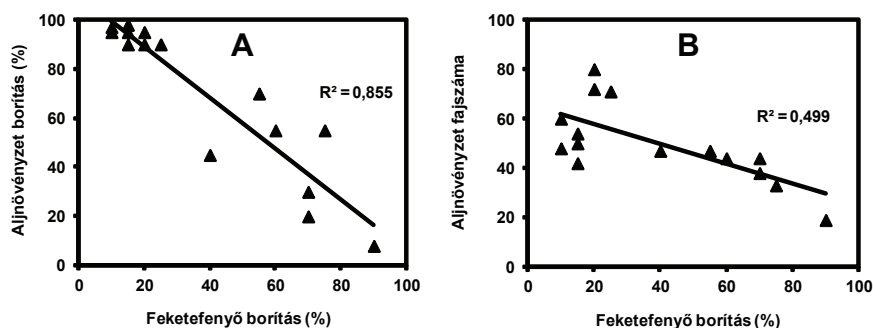
(2) 15 éves terület, Nagyegyháza: A rekvitált bányaudvar növényzetében a természetes zavarástűrők és az invazív fajok domináltak. A *Calamagrostis epigeios* átlagosan 20% (kvadráttól függően 5–60%), míg a *Solidago gigantea* 3,8% borítást képviselt, de általánosan jellemző volt az *Erigeron annuus*, valamint kisebb foltokban az *Asclepias syriaca* is. A fás szárú fajok közül nagy egyedszámban találtuk meg a *Fraxinus ornus* és a *Crataegus monogyna* fiatal példányait. A *Calamagrostis epigeios*, az *Erigeron annuus* és a *Crataegus monogyna* mellett konstans fajként az *Achillea collina*, a *Daucus carota* és a *Medicago lupulina* került feljegyzésre.

3. táblázat A rekultivált bauxitfejtők domináns és konstans fajai, valamint azok átlagos borítási értékei (D%)
 Table 3. Dominant and constant species of the reclaimed open-pit bauxite mines as well as the percentage cover of the species (D%)

	Domináns fajok	D (%)	Konstans fajok	D (%)
Szóc (6 éves)	<i>Solidago gigantea</i>	48	<i>Solidago gigantea</i>	48
	<i>Calamagrostis epigeios</i>	12	<i>Calamagrostis epigeios</i>	12
	<i>Trifolium pratense</i>	6,2	<i>Trifolium pratense</i>	6,2
	<i>Medicago lupulina</i>	5	<i>Medicago lupulina</i>	5
	<i>Trifolium repens</i>	5	<i>Trifolium repens</i>	5
	<i>Trifolium alpestre</i>	4,6	<i>Trifolium alpestre</i>	4,6
	<i>Erigeron annuus</i>	4,4	<i>Erigeron annuus</i>	4,4
	<i>Holcus lanatus</i>	1,8	<i>Holcus lanatus</i>	1,8
	<i>Dactylis glomerata</i>	1,64	<i>Dactylis glomerata</i>	1,64
	<i>Fragaria vesca</i>	1	<i>Fragaria vesca</i>	1
			<i>Galium verum</i>	0,64
			<i>Achillea collina</i>	0,46
			<i>Astragalus glycyphyllos</i>	0,46
			<i>Tussilago farfara</i>	0,46
			<i>Cirsium arvense</i>	0,28
			<i>Lotus corniculatus</i>	0,28
		<i>Prunella vulgaris</i>	0,1	
		<i>Sanguisorba minor</i>	0,1	
		<i>Scabiosa ochroleuca</i>	0,1	
Nagyegy- háza (15 éves)	<i>Calamagrostis epigeios</i>	20	<i>Calamagrostis epigeios</i>	20
	<i>Solidago gigantea</i>	3,8	<i>Erigeron annuus</i>	1,02
	<i>Erigeron annuus</i>	1,02	<i>Achillea collina</i>	0,84
	<i>Achillea collina</i>	0,84	<i>Daucus carota</i>	0,82
	<i>Daucus carota</i>	0,82	<i>Crataegus monogyna</i>	0,68
	<i>Fraxinus ornus</i>	0,82	<i>Medicago lupulina</i>	0,66
	<i>Festuca rupicola</i>	0,8		
	<i>Crataegus monogyna</i>	0,68		
	<i>Medicago lupulina</i>	0,66		
<i>Asclepias syriaca</i>	0,64			
Sáska (20 éves)	<i>Fragaria vesca</i>	16	<i>Fragaria vesca</i>	16
	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	13,2	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	13,2
	<i>Calamagrostis epigeios</i>	10	<i>Calamagrostis epigeios</i>	10
	<i>Solidago gigantea</i>	6,2	<i>Trifolium alpestre</i>	4,82
	<i>Trifolium alpestre</i>	4,82	<i>Securigera varia</i>	2,6
	<i>Securigera varia</i>	2,6	<i>Clinopodium vulgare</i>	2,24
	<i>Clinopodium vulgare</i>	2,24	<i>Dactylis glomerata</i>	1,82
	<i>Dactylis glomerata</i>	1,82	<i>Crataegus monogyna</i>	1,8
	<i>Crataegus monogyna</i>	1,8	<i>Medicago lupulina</i>	1,6
	<i>Salix caprea</i>	1,8	<i>Trifolium repens</i>	1,42
			<i>Agrimonia eupatoria</i>	1,26
			<i>Galium mollugo</i>	1,24
			<i>Daucus carota</i>	0,86
			<i>Achillea collina</i>	0,66
			<i>Picris hieracioides</i>	0,28
			<i>Sanguisorba minor</i>	0,28
			<i>Rosa canina</i>	0,1

(3) 20 éves terület, Sáska: A változatos és fajgazdag aljnövényzetben a leginkább domináns *Fragaria vesca* (16%) és *Brachypodium sylvaticum* (13,2%) mellett a *Calamagrostis epigeios* (10%) és a *Solidago gigantea* (6,2%) borítása volt számottevő, ezen kívül további 11 faj borítása haladta meg az 1%-ot. Helyenként a fás szárúak fiatal példányai is jellemzőek voltak (*Crataegus monogyna*, *Salix caprea*, *Prunus spinosa*, *Ligustrum vulgare*, *Pyrus pyraeaster*). A területen 17 konstans fajt találtunk, a kiemelkedő dominanciájú fajok (a *Solidago gigantea* kivételével) minden kvadrátban megtalálhatóak voltak.

A regresszióvizsgálatok kimutatták (1. ábra), hogy a feketefenyő borításának növekedésével szignifikánsan ($p < 0,05$) csökkent mind az aljnövényzet borítása ($R^2 = 0,855$), mind a fajszáma ($R^2 = 0,499$); a Shannon-diverzitásra ugyanakkor a fenyőborítás nem volt hatással ($R^2 = 0,007$).



1. ábra Az aljnövényzet kvadrátonkénti borításának (A) és fajszámának (B) változása a feketefenyő borításának függvényében a rekultivált bauxitfejtőkben.

Figure 1. Change of the cover (A) and the species number (B) per quadrats of the herb-layer vegetation related to the cover of Austrian pine in the reclaimed open-pit bauxite mines.

A mintaterületek aljnövényzetére vonatkozó szociális magatartás típus, Raunkiaer-életforma és cönoszisztematikai besorolás szerinti csoporttömeg-eloszlások homogenitásvizsgálatának eredményeit a 4. táblázat ismerteti.

(1) Szociális magatartás típus (2/A ábra): A homogenitásvizsgálat a három bauxitfejtő vegetációjának szignifikáns különbségeit mutatta ki (4. táblázat, 'A'). A szöci állományban a *Solidago gigantea* inváziója miatt az adventív fajcsoport dominált (51,6%); jelen volt az *Erigeron annuus* és a *Conyza canadensis* is), de szintén magas volt a természetes zavarástűrő és gyomfajok (39 faj, pl. *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Medicago lupulina*, *Dactylis glomerata*, *Picris hieracioides*), valamint – a *Calamagrostis epigeios* elszaporodása következtében – a természetes ruderális kompetitorok csoporttömege is. A 27 generalista faj közül a *Trifolium alpestre*, *Holcus lanatus* és *Fragaria vesca* borítása volt számottevő. A nagygyeházi terület aljnövényzetében az őshonos ruderális kompetitorok domináltak (46,9%), főként a *Calamagrostis epigeios* elterjedése miatt, de abundáns volt a *Cirsium arvense* is. Jelentős arányt (23,2%) képviseltek a tájidegen inváziók (*Solidago gigantea*, *Asclepias syriaca*, *Ambrosia artemisiifolia*), illetve a természetes zavarástűrők és gyomok (18,4%). Utóbbi csoport összesen 62 fajából az *Achillea collina*, *Daucus carota*, *Medicago lupulina*, *Lotus corniculatus* és *Cichorium intybus* említendő. Viszonylag csekély volt a természetes kompetitorok (9 faj, pl. *Fraxinus ornus*, *Festuca rupicola*, *Poa nemoralis*) és a generalisták (20 faj, de főként a *Crataegus monogyna* újulat) aránya.

4. táblázat A rekultivált bauxitfejtők vegetációjának statisztikai vizsgálata. Az adatok az egyes ökológiai mutatók alapján felvett csoporttömeg-eloszlások homogenitásvizsgálatakor kapott χ^2 -értékeket és szignifikanciaszinteket jelzik. *** = $p < 0,001$; ** = $p < 0,01$; NS = nem szignifikáns

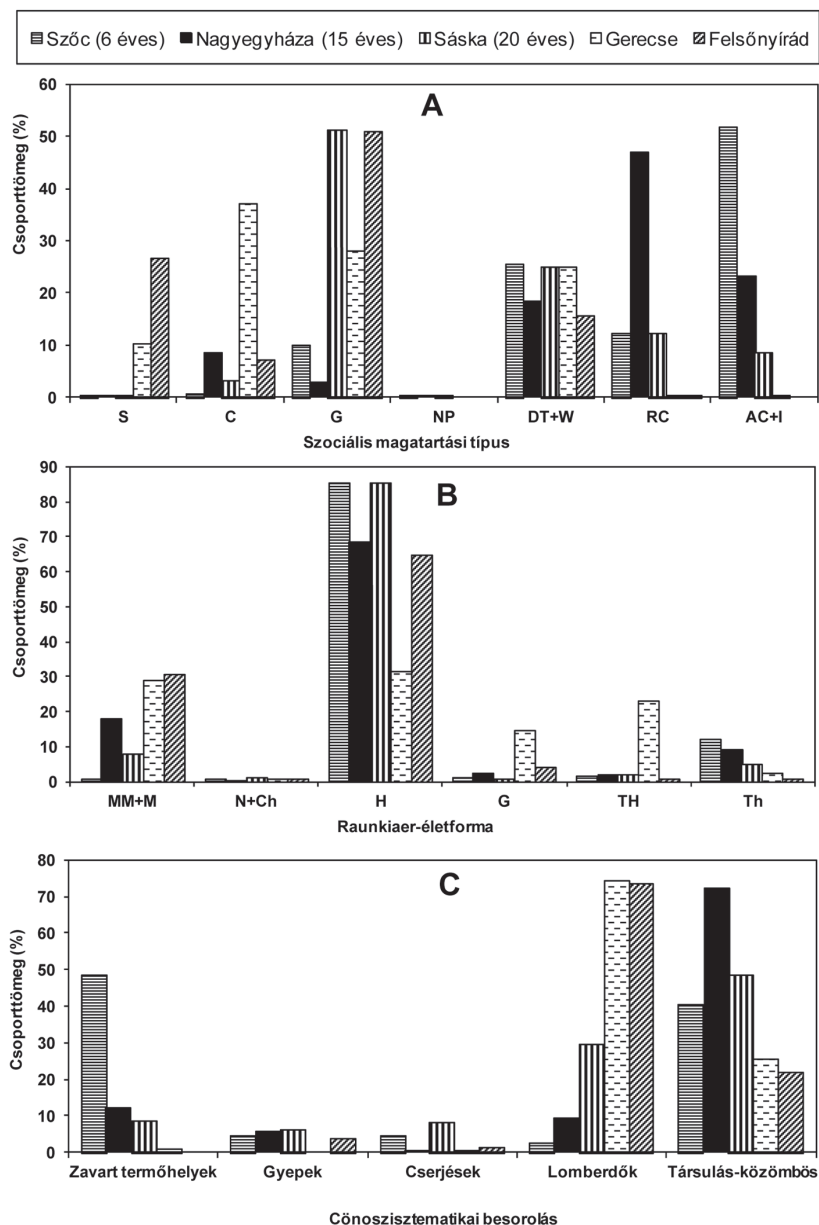
Table 4. Statistical evaluation of the vegetations developed in the reclaimed open-pit bauxite mines.

Data show χ^2 values and levels of significance obtained by the homogeneity test of group distributions based on the ecological attributes. *** = $p < 0.001$; ** = $p < 0.01$; NS = not significant

	Összehasonlított mintaterület (zárójelben a fenyőtelepítések években mért korával)	Ökológiai mutató		
		Szoc. mag. típus	Raunkiaer- életforma	Cönosziszt. besorolás
A	Szóc (6) vs. Nagyegyháza (15)	43,39***	19,37**	39,05***
	Szóc (6) vs. Sáska (20)	60,76***	10,72 ^{NS}	53,22***
	Nagyegyháza (15) vs. Sáska (20)	74,01***	10,08 ^{NS}	22,91***
B	Nagyegyháza (15) vs. BARINA [ined] (term. cseres-tölgyes)	119,2***	106,9***	88,80***
C	Szóc (6) vs. SZODFRIDT és TALLÓS [1964] (term. cseres-tölgyes)	125,6***	45,54***	121,7***
	Sáska (20) vs. SZODFRIDT és TALLÓS [1964] (term. cseres-tölgyes)	49,86***	24,36***	42,21***
D	Szóc (6) vs. CSONTOS [1996] II. st. (reg. cseres-tölgyes)	98,38***	18,01**	107,6***
E	Nagyegyháza (15) vs. CSONTOS [1996] III. st. (reg. cseres-tölgyes)	118,2***	23,12***	105,5***
	Sáska (20) vs. CSONTOS [1996] III. st. (reg. cseres-tölgyes)	52,08***	15,20**	52,91***

A sáskai bauxitfejtő növényzetének fő tömegét (51,1%) a 35 generalista faj adta: a domináns *Fragaria vesca* és a *Brachypodium sylvaticum* mellett gyakori volt a *Trifolium alpestre*, *Clinopodium vulgare* és *Crataegus monogyna* is. A természetes zavarástűrő és gyomfajok (48 faj, pl. *Securigera varia*, *Dactylis glomerata*, *Salix caprea*) mellett őshonos ruderalis fajok (*Calamagrostis epigeios*, *Cirsium arvense*) és adventív növények (*Solidago gigantea*, *Erigeron annuus*, *Robinia pseudoacacia*) is abundánsak voltak. Mindhárom mintaterületre jellemző volt a természetes pionírok (pl. *Acinos arvensis*, *Arenaria serpyllifolia*, *Vicia lathyroides*) és a specialisták (pl. *Achillea ochroleuca*, *Potentilla alba*, *Dianthus giganteiformis ssp. pontederiae*) csekély (0,3% alatti) részese. A természetességi értékek kvázi-átlaga – az alacsony természetességi értékű fajok nagy borítása miatt – mind Szócön, mind Nagyegyházán igen alacsony (–0,87 és –0,55) volt, míg a sáskai területre vonatkozóan lényegesen magasabb értéket (2,18) kaptunk.

(2) Raunkiaer-életforma (2/B ábra): A homogenitásvizsgálat csak a szöci (6 éves) és a nagyegyházi (15 éves) állomány között mutatott szignifikáns különbséget (4. táblázat, 'A'). Mindhárom területen a hemikryptophyták csoporttömege volt kimagasló (68,5–85,2%). Nagyegyházán számottevő (17,8%) volt a phanerophyták aránya a *Fraxinus ornus*, *Crataegus monogyna* és *Quercus petraea* fiatal egyedeinek nagy abundanciája miatt.



2. ábra A rekváltált bauxitfőjtők, valamint a természetes gerecsei (BARINA ined.) és felsőnyírádi (SZODFRIDT és TALLÓS 1964) cseres-tölgyes társulások aljnövényzetének szociális magartatási típus (A), Raunkiaer-életforma (B) és cönoszisztematikai besorolás (C) alapján felvett csoporttömeg-eloszlásai. A szociális magartatási típusok jelölése: S = specialisták; C = természetes kompetitorok; G = generalisták; NP = természetes pionírok; DT = természetes zavarástűrők; W = őshonos gyomok; RC = őshonos ruderalis kompetitorok; AC = tájidegen kompetitorok; I = meghonosodott fajok

Figure 2. Group distributions of social behaviour type (A), Raunkiaer life-form (B) and phytosociological group (C) regarding to the herb-layer vegetation of the reclaimed open-pit bauxite mines and natural oak forests situated in Gerecse Mts. (BARINA ined.) and Felsőnyírád (SZODFRIDT and TALLÓS 1964)

A therophyták, nagy fajsámuk (területenként 16–25) ellenére, mindössze 4,6–11,2% csoporttömeget képviseltek. Közülük a *Medicago lupulina*, *Daucus carota* és *Erigeron annuus* voltak meghatározók mindhárom területen. A bauxitfejtők mindegyikében csekély volt a chamaephyta, geophyta és hemitherophyta fajok aránya; utóbbiak közül a *Picris hieracioides* és a *Centaurea biebersteinii* viszonylag nagy egyedszáma volt jellemző.

(3) Cönoszisztematikai besorolás (2/C ábra): A homogenitásvizsgálat a mintaterületek spektrumai közt minden esetben szignifikáns különbséget mutatott (4. táblázat, 'A'). A 6 éves szőci állományban a csoporttömeg összesen közel 90%-át a zavart termőhelyek fajai (főként a *Solidago gigantea*), valamint a társulásközömbös fajok teszik ki (41 faj, pl. *Calamagrostis epigeios*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Medicago lupulina*, *Erigeron annuus*). Mindössze 2,5–4,5% közötti a gyepek és cserjések, valamint a lomberdők fajainak aránya (1%-os borítást csak a *Holcus lanatus*, *Fragaria vesca* és *Trifolium alpestre* ér el). Nagygyházán kiemelkedő (72,2%) a társulásközömbös fajok aránya (*Calamagrostis epigeios*, *Erigeron annuus*, *Daucus carota*, *Medicago lupulina*, *Lotus corniculatus* stb.), emellett főként zavart termőhelyek fajai vannak jelen (pl. *Solidago gigantea*, *Asclepias syriaca*, *Poa annua*). 10% alatti a lomberdei (főként *Fraxinus ornus*, *Crataegus monogyna* és *Poa nemoralis*) és a gyepekre jellemző fajok (pl. *Festuca rupicola*, *Achillea collina*) részesedése. Sáskán szintén a társulásközömbös fajok (41 faj, pl. *Brachypodium sylvaticum*, *Calamagrostis epigeios*, *Securigera varia*) aránya a legmagasabb (48,3%), de 30% körüli a lomberdei fajok (pl. *Fragaria vesca*, *Clinopodium vulgare*, *Crataegus monogyna*, *Galium mollugo*) csoporttömege is. A zavart termőhelyek, gyepek és cserjések fajainak aránya csoportonként 6–8% közötti (közülük a *Solidago gigantea* és a *Trifolium alpestre* borítása jelentős).

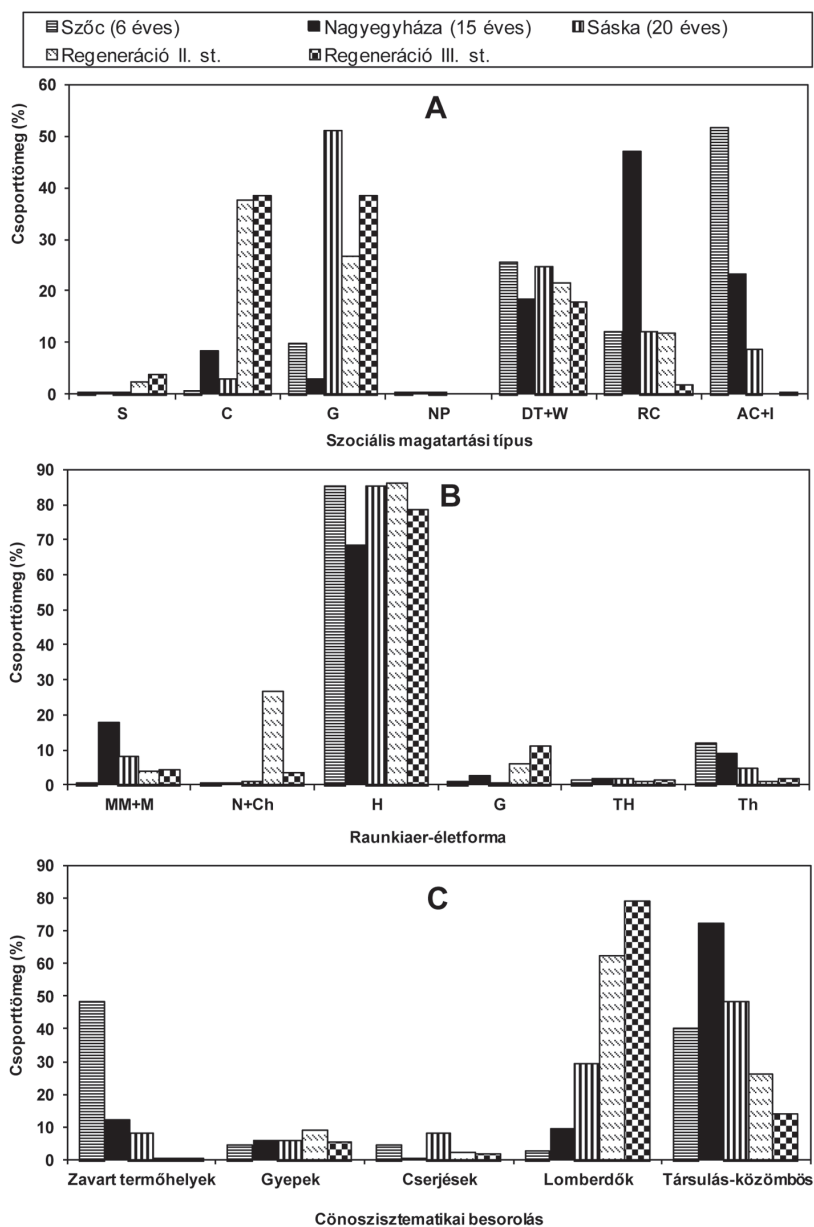
A rekultivált külfejtések aljnövényzetének összehasonlító értékelését SZODFRIDT és TALLÓS (1964), CSONTOS (1996), valamint BARINA publikálatlan cönológiai adatainak felhasználásával végeztük el. A saját adatainkból számolt és a fenti források alapján felvett csoporttömeg-eloszlások között a homogenitásvizsgálatok minden esetben szignifikáns különbséget mutattak ki.

A bauxitfejtők eloszlásait elsőként a természetes cseres-tölgyes társulásokéval vettük össze (2. ábra). A nagygyházi bauxitfejtő és a BARINA által vizsgált gerecsei *Quercetum petraeae-cerris* társulások eloszlásai között jelentős eltérések figyelhetők meg (4. táblázat, 'B'); a rekultivált terület aljnövényzetének szociális magatartás típus eloszlása nagymértékben eltolódik a kisebb természetességi értékű fajcsoportok felé. A tölgyesben a természetes kompetitorok és a generalisták dominálnak, illetve nagyságrendekkel magasabb a specialista fajok csoporttömege. A rekultivált területen jelen vannak a természetes pionírok is, valamint sok az őshonos ruderalis kompetitor és a tájidegen faj. A rekultivált terület növényzetének Raunkiaer-spektrumában a phanerohyta és geophyta fajok aránya alacsonyabb, míg a hemikrytophyták és a therophyták csoporttömege magasabb, mint a természetes cseres-tölgyesében. Jelentős különbség látható még a hemitherophyta fajok csoportjában, ezt azonban szinte kizárólag az *Alliaria petiolata* cseres-tölgyesben mutatkozó magas borítása eredményezi (megjegyzendő azonban, hogy sok esetben az *Alliaria*-t hemikrytophyta életformájúnak tekintik). A cönoszisztematikai besorolás szerinti csoporttömeg-eloszlásból kitűnik a *Quercetum petraeae-cerris* asszociációban a lomberdei fajok magasabb aránya, a cserjések és zavart termőhelyek fajainak alacsony részesedése és a gyepek hiánya.

A szóci és sáskai bauxitfejtők eloszlásait a felsőnyírádi cseres–tölgyesben gyűjtött cönológiai adatokra (SZODFRIDT és TALLÓS 1964) vonatkozó eloszlással hasonlítottuk össze (4. táblázat, 'C'). A rekultivált területeken – a felsőnyírádi erdőhöz képest – elenyésző a magas természetességi értékkel bíró specialista fajok aránya, emellett kisebb a természetes kompetitorok csoporttömege is. A rekultivált területeken ellenben megtalálhatóak a természetes pionírok, illetve jelentős arányban természetes zavarástűrők, őshonos ruderális kompetitorok és adventív fajok is. A Raunkiaer-életformákat tekintve a rekultivált területeken alacsonyabb a phanerophyták és a geophyták aránya, ugyanakkor nagyobb a hemikryptophyta, hemitherophyta és therophyta csoport részesedése. A cönoszisztematikai besorolás eloszlása a természetes cseres–tölgyesben a lomberdei fajok dominanciáját mutatja, míg a rekultivált bauxitfejtéseken a társulásközömbös és a zavart termőhelyek fajai uralkodnak.

Eredményeink másik részét az ernyős felújító vágást követően fejlődő cseres–tölgyes aljnövényzet cönológiai adataival végzett összehasonlító elemzés képezte (3. ábra). A szóci bauxitfejtő növényzetét a CSONTOS (1996) által leírt cseres–tölgyes regenerációs szukcesszió II. (4–11 éves) stádiumához hasonlítottuk (4. táblázat, 'D'). A szociális magatartás típus eloszlások a természetes zavarástűrők és az őshonos ruderális kompetitorok arányában alig mutattak különbséget; ezek mellett azonban a rekultivált területen az adventív fajok uralkodtak, míg a cseres–tölgyes regenerációja során elsősorban a – magasabb természetességi értékű – természetes kompetitorok és generalisták szaporodtak el, de viszonylag sok volt a specialista faj is. A Raunkiaer-eloszlások az egyöntetűen magas hemikryptophyta-arányt leszámítva alapvetően különböznek: a rekultivált bauxitfejtő aljnövényzetében nagyobb a therophyta és hemitherophyta fajok csoporttömege, ugyanakkor kevésbé elterjedt a phanerophyta, chamaephyta és geophyta életforma. A cönoszisztematikai besorolás alapján a szóci feketefenyves aljnövényzetében a zavart termőhelyek növényei és a társulásközömbös fajok dominálnak, a cseres–tölgyes vágásterületeken viszont a lomberdei fajok uralkodnak, a zavart termőhelyek növényei pedig hiányoznak.

A 15 éves nagygyeházi és a 20 éves sáskai rekultivációk vegetációját a cseres–tölgyes szukcesszió 12–21 éves, III. stádiumával (CSONTOS 1996) vetettük össze (4. táblázat, 'E'). A rekultivált területek (különösen Nagygyeháza) aljnövényzetének szociális magatartás típus spektrumában jelentős az alacsony természetességi értékű fajok csoporttömege, emellett Sáskán sok a generalista faj is. A tölgyes-szukcesszió e stádiumában ugyanakkor a generalisták mellett a természetes kompetitorok és a specialisták vannak jelen; az adventív fajok borítása elenyésző, a természetes pionírok hiányoznak. A Raunkiaer-életforma szerinti eloszlás a rekultivált bauxitfejtésekben a phanerophyták, hemitherophyták és therophyták magasabb arányát mutatja, míg a chamaephyta, de főként a geophyta fajok a regenerálódó cseres–tölgyesben vannak nagyobb borítással jelen. A cönoszisztematikai csoportosítást tekintve a rekultivált külfejtések – társulásközömbös fajok túlsúlyával jellemezhető – növényzetével szemben a cseres–tölgyes regenerációs szukcesszió megfelelő korú stádiumában már a lomberdei fajok dominálnak, továbbá igen alacsony a zavart termőhelyek fajainak részesedése.



3. ábra A rekultivált bauxitfejtők, valamint az ernyős felújító vágást követően regenerálódó cseres–tölgyes állományok (Csontos 1996; II. és III. stádium) aljnövényzetének szociális magatartás típus (A), Raunkiaer-életforma (B) és cönoszisztematikai besorolás (C) alapján felvett csoporttömeg-eloszlásai. A szociális magatartás típusok jelölése: S = specialisták; C = természetes kompetitorok; G = generalisták; NP = természetes pionírok; DT = természetes zavarástűrők; W = őshonos gyomok; RC = őshonos ruderalis kompetitorok;

AC = tájidegen kompetitorok; I = meghonosodott fajok

Figure 3. Group distributions of social behaviour type (A), Raunkiaer life-form (B) and phytosociological group (C) regarding to the herb-layer vegetation of the reclaimed open-pit bauxite mines and sessile oak – turkey oak forest regenerated after clear-cutting (Csontos 1996; stage II. and III.)

Az eredmények megvitatása

Az egyes mintaterületek vegetációjának eltérő jellegét a különböző domináns fajok és a vizsgált csoporttömeg-eloszlások szignifikáns különbségei jól mutatják. Mivel a rekultiváció ideje tágabb határok közt változik, a három terület növényzete különböző szukcessziós stádiumoknak tekinthető. A 6 éves szőci állományban a feketefenyő egyenletesen alacsony (10–15%) borítása az aljnövényzet egyenletesen magas (95% körüli) borításával párosult; a terület alacsony fajszáma, diverzitása és egyenletessége főként a *Solidago gigantea* és a *Calamagrostis epigeios* jelentős (összesen 60%-os) borításával magyarázható. A fajkészlet fennmaradó része is többnyire társulásközömbös vagy zavart termőhelyekre jellemző, így a természetességi érték itt a legalacsonyabb (kvázi-átlag: $-0,87$). A 15 éves nagyegyházi fenyves alatt a tájidegen fajok aránya lényegesen kisebb, de a vegetációban szintén a társulásközömbös fajok (zavarástűrők és őshonos ruderalis kompetitorok) dominálnak, a természetességi érték alig magasabb a Szócön számítottnál (kvázi-átlag: $-0,55$). A 20 éves sáskai fenyves aljnövényzetének fajszáma, diverzitása és egyenletessége a legmagasabb. A zavarástűrő és társulásközömbös fajok mellett itt már számottevő a lomberdei fajok részesedése. A ruderalis és adventív kompetitorok még jelen vannak, de a szociális magatartás típusok közül már a generalisták uralkodnak, hozzájárulva egy sokkal kedvezőbb természetvédelmi-érték spektrum kialakulásához (a természetesség kvázi-átlaga: 2,18).

A növekvő fenyőborítás az aljnövényzet borításának és fajszámának csökkenését eredményezte, a diverzitásban viszont nem tapasztaltunk változást. Bizonyos fajok jól tolerálták a feketefenyő magas, 70% feletti borítását (pl. *Agrimonia eupatoria*, *Brachypodium sylvaticum*, *Clinopodium vulgare*, *Dactylis glomerata*, *Quercus cerris*), mások viszont csak a kevésbé záródó állományrészekben voltak jellemzők (pl. *Fragaria vesca*, *Galium mollugo*, *Leucanthemum vulgare*, *Prunella vulgaris*, *Veronica chamaedrys*). A fenyőborítás és az aljnövényzet diverzitása közötti összefüggés hiánya azzal magyarázható, hogy az alacsony fenyőborítású kvadrátok túlnyomó részében a *Calamagrostis epigeios* és a *Solidago gigantea* jelentős elszaporodása számottevően csökkentette az egyenletességet és a diverzitást.

A természetes gercsei *Quercetum petraeae-cerris* társulásokból BARINA felvételi szerint lényegében hiányoznak az őshonos ruderalis és adventív kompetitorok, valamint a természetes pionírok, a társulásközömbös fajok helyett jelentős részben lomberdei fajokat találunk (ezek a fajkészlet 59%-át, a borítás 74%-át teszik ki). Szociális magatartás típusukat tekintve e fajok főként a specialisták (*Helleborus dumetorum*), a természetes kompetitorok (pl. *Festuca heterophylla*, *Galium odoratum*, *Mercurialis perennis*, *Stellaria holostea*) és a generalisták közül kerülnek ki (pl. *Astragalus glycyphyllos*, *Dactylis polygama*, *Galeopsis pubescens*, *Polygonatum latifolium*), kialakítva egy magasabb természetességi értéket. A Raunkiaer-spektrumban a phanerophyták (pl. *Cornus mas*, *Euonymus europaeus*, *Sorbus torminalis*, *Fraxinus ornus*) száma és csoporttömege meghaladja a rekultivált területre megállapított értéket, a gyomfajok alárendelt szerepének köszönhetően pedig a therophyták részesedése csekély. Feltűnő a geophyta fajok csoporttömegei közti különbség is. A cseres-tölgyesekben a geophyták 14,5%-os borításarányt képviselnek (pl. *Arum orientale*, *Corydalis cava*, *Dentaria bulbifera*, *Ficaria verna*, *Galium odoratum*, *Polygonatum latifolium*, *Symphytum tuberosum*). E fajok a rekultivált területen nem találhatók meg, az itt megjelenő (2,6% csoporttömegű) három geophyta

faj adventív (*Asclepias syriaca*) vagy őshonos ruderalis kompetitor (*Cirsium arvense*, *Elymus repens*).

Hasonló különbségek jelennek meg a bakonyi fenyőállományok (Szóc és Sáska) és a felsőnyírádi cseres–tölgyes aljnövényzetének összehasonlításakor. A cseres–tölgyesben az alacsony természetességi értékű fajok szerepe kicsi, a csoporttömeg felét a – többségükben tölgyerdei – generalisták teszik ki (pl. *Carex michelii*, *Lathyrus niger*, *Symphytum tuberosum*, *Polygonatum odoratum*). A specialisták csoporttömege mindkét bauxitfejtőben jelentéktelen, a felsőnyírádi erdőben azonban borításarányuk közel 27% (pl. *Asphodelus albus*, *Carex montana*, *Euphorbia angulata*, *Potentilla alba*). Utóbbi állományból szinte hiányoznak a hemitherophyta és therophyta életformák, viszont magas a phanerophyták aránya (pl. *Euonymus europaeus*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus spinosa*). Ez esetben is fel-tűnő a geophyta életforma igen alacsony részeseződése a rekultivált területeken. SZODFRIDT és TALLÓS (1964) 15 geophyta fajt rögzített (pl. *Neottia nidus-avis*, *Ornithogalum umbellatum*, *Polygonatum odoratum*, *Pteridium aquilinum*, *Symphytum tuberosum*), közel 4% csoporttömeggel. Szócön csak három geophyta fordult elő (0,9% csoporttömeg), melyek ráadásul természetes zavarástűrők (*Equisetum arvense*, *Tussilago farfara*) vagy ruderalis kompetitorok (*Cirsium arvense*). Sáskán a *Cirsium arvense* mellett az *Allium flavum* fordult elő, együttesen 0,1% csoporttömeggel.

A feketefenyő állományok korának növekedésével aljnövényzetükben jellegzetes változások figyelhetők meg. A társulásközömbös, valamint a zavart termőhelyek fajai (főként őshonos ruderalis és tájidegen kompetitorok) aránya csökken, a magasabb természetességi értékű specialisták, természetes kompetitorok és generalisták aránya pedig általában növekszik. A lomberdei fajok fokozatos térhódítása is megfigyelhető: borításarányuk 2,5%-ról 29,5%-ra nő. Ez az arány ugyanakkor még a 20 éves sáskai területen is messze elmarad a természetes cseres–tölgyesek aljnövényzetére kiszámított, 73–74% körüli csoporttömegektől. A gereszei és bakonyi cseres–tölgyesek konstans légyszárú fajainak (KEVEY 2008) egy része megtalálható a feketefenyvesekben (pl. *Brachypodium sylvaticum*, *Fragaria vesca*, *Galium aparine*, *Melica uniflora*, *Poa nemoralis*), míg más fajok hiányoznak (pl. *Alliaria petiolata*, *Campanula persicifolia*, *Dactylis polygama*, *Geranium robertianum*). A hemitherophyta és therophyta fajok a rekultivált területeken idővel visszaszorulnak. Hasonló folyamat zajlott le aljnövényzeti tűzőn átesett feketefenyvesben is, ahol a kezdetben tömegesen megjelenő egyéves fajok néhány év alatt jelentősen visszaszorultak (TAMÁS 2001b). Ugyanakkor a rekultivált bányák fenyeveseiben a geophyták aránya később sem mutatott növekedést, és a néhány megjelenő faj is csak a zavarástűrő vagy a társulásközömbös csoportokhoz tartozott. A cseres–tölgyeseknek általában nincs jellegzetes kora tavaszi aszpektusa, a Dunántúli középhegység cseres–tölgyeseiben azonban gyakori az ehhez tartozó fajok elszaporodása (pl. *Allium ursinum*, *Arum orientale*, *Corydalis spp.*, *Dentaria bulbifera*, *Ficaria verna*, *Gagea lutea*, *Scilla vindobonensis*) (BARINA ined., BARINA 2006, KEVEY 2008). Védett fajokat sem találtunk mintaterületeinken, holott a környező természetes állományokban számos képviselőjük gyakorinak tekinthető (pl. *Cephalanthera longifolia*, *Dictamnus albus*, *Orchis purpurea*, *Pulmonaria angustifolia*, *Scutellaria columnae*) (BARINA ined., SZODFRIDT és TALLÓS 1964, BARINA 2006, KEVEY 2008).

A cseres–tölgyesek ernyős felújító vágása után kialakuló vegetáció (CSONTOS 1996) szintén szignifikánsan eltér a rekultivált bauxitfejtők aljnövényzetétől. A regenerációs szukcesszió II. (4–11 éves) stádiumában nincsenek sem adventív fajok (Szócön ezek csoporttömege közel 52%), sem természetes pionírok, az őshonos ruderalis kompetitorok kö-

zül pedig csak a *Calamagrostis epigeios* terjedt el. A generalista fajok (pl. *Brachypodium sylvaticum*, *Clinopodium vulgare*, *Galium schultesii*, *Fragaria moschata*, *Viola cyanea*) csoporttömege közel háromszorosa a szöci értéknek, a különbség azonban a természetes kompetitorok esetén igazán jelentős: relatív borításuk Szöcön 0,5%, a regenerálódó cseres-tölgyes aljnövényzetben viszont a legnagyobb csoporttömeget (37,6%) adják (pl. *Brachypodium pinnatum*, *Festuca heterophylla*, *Melica uniflora*, *Poa nemoralis*, *Stellaria holostea*). A specialisták közül a bauxitfejtőben csak a *Dianthus giganteiformis ssp. pontederæ* néhány egyede fordult elő, a regenerációs szukcesszió során azonban számos faj megjelent (pl. *Lathyrus vernus*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Potentilla alba*, *Vicia cassubica*; csoporttömegük: 2,5%). A Raunkiaer-eloszlásból ez esetben is kitűnik a geophyta fajok (pl. *Carex tomentosa*, *Convallaria majalis*, *Galium schultesii*, *Symphytum tuberosum*) lényegesen magasabb csoporttömege a regenerálódó cseres-tölgyes aljnövényzetben, valamint a therophyta fajok alacsony borítása. A borítás 62%-át már ebben a viszonylag korai szukcessziós stádiumban is a lomberdei fajok, nem pedig a zavart termőhelyek növényei adják.

A 15 és 20 éves rekultivált területeket (Nagyegyháza és Sáska) a regenerációs szukcesszió III. (12–21 éves) stádiumával (CSONTOS 1996) összehasonlítva a különbségek sok szempontból hasonlóak, az eltérés a fiatalabb nagyegyházi állományt tekintve jelentősebb, mint az idősebb sáskai terület esetén. A regenerálódó cseres-tölgyes aljnövényzetben a specialista (pl. *Lathyrus vernus*, *Helleborus purpurascens*), természetes kompetitor (pl. *Carex pilosa*, *Poa nemoralis*) és generalista fajok (pl. *Centaurea stenolepsis*, *Convallaria majalis*) aránya szintén magasabb, az alacsony természetességi értékű őshonos ruderalis kompetitorok (*Calamagrostis epigeios*) csoporttömege pedig alacsonyabb, mint a rekultivált területeken. A Raunkiaer-spektrumban – a rekultivált területekhez képest – kiemelkedően nagy (11%) a geophyta fajok aránya (pl. *Asperula odorata*, *Convallaria majalis*, *Galium schultesii*, *Symphytum tuberosum*), valamint alacsonyabb a hemitherophyták és therophyták csoporttömege. A cönoszisztematikai besorolás eloszlásából látható, hogy a területen a lomberdei fajok dominálnak (a fajkészlet 52%-át, illetve a csoporttömeg 79%-át adják), a társulásközömbös fajok, de főként a zavart termőhelyek növényei – a rekultivált bauxitfejtésekkel összehasonlítva – visszaszorulnak. A cseres-tölgyes aljnövényzet regenerációs szukcessziójakor a védett növényfajok már a II. stádiumban is megtalálhatóak voltak (pl. *Doronicum hungaricum*, *Iris graminea*, *Lilium martagon*, *Lychnis coronaria*), számuk a III. stádiumban tovább gyarapodott (pl. *Cephalanthera longifolia*, *Epipactis helleborine*, *Neottia nidus-avis*) (HORVÁTH és CSONTOS 1992, CSONTOS 1996).

A feketefenyővel rekultivált bauxitfejtéseken hasonló szukcessziós folyamatok játszódnak le, mint a cseres-tölgyesek regenerációja során: a ruderalis kompetitorok és más zavarástűrők csoporttömege csökken, a generalista, természetes kompetitor és specialista fajok borítása (így a társulások természetessége is) növekszik. Nő a lomberdei (főként tölgyes-) fajok aránya, visszaszorulnak a zavart termőhelyek növényei és a társulásközömbös fajok. E változások azonban a feketefenyvesek alatt lassabban vagy csak részben játszódnak le, a rekultivált területek növényzetének természetessége minden esetben elmarad a regenerációs szukcesszió korban megfelelő stádiumában megfigyelhetőtől. A külfejtéseken tömegessé válhatnak az adventív fajok, a természetes lomberdei fajok dominanciája lassabban és kisebb mértékben nő, és a tölgyesek konstans fajainak nagy része (különösen a specialisták) még 20 évvel a rekultiváció után sem jelenik meg.

A tölgyesek geophytáit a rekultivált területeken nem találhatjuk meg, a védett fajok pedig szintén hiányoznak.

Figyelembe kell azonban vennünk, hogy a fajok kolonizációját a rekultivált területeken jelentősen gátolhatja a szaporító propagulumok hiánya, melyek az ernyős felújító vágás után regenerálódó területen valószínűleg jelen voltak (túlélő példányok, magbank, rizómák stb.), a külfejtéseken azonban mindenképpen hiányoztak. A feketefenyő hatásának alaposabb megismeréséhez a rekultivált területek hosszú távú vegetációdinamikai monitorozása lenne szükség, fizikai rekultiváción átesett, de fenyőtelepítéstől mentes külfejtések kontrollterületként történő bevonása mellett. Eredményeink alapján mindenestre vélelmezhető a feketefenyő szukcessziót lassító hatása a rekultivációs alkalmazás során, ezért újabb állományok létesítése csak akkor indokolt, ha a termőhelyi viszonyok (vízgazdálkodás, tápanyagszolgáltató-képesség) más fajfaj telepítését kezdetben nem teszi lehetővé. A korábbi rekultivációk során létesített, illetve a jövőben telepítésre kerülő feketefenyveseket nem szabad vágásérzettség fenntartandó állományoknak tekintenünk. A telepítések egyes területeken védelmi szempontból hosszabb-rövidebb ideig fontosak lehetnek a víz- és szélerózió megakadályozása révén, helyükön azonban a természetes vegetáció mielőbbi restaurálása a cél.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk Barina Zoltánnak a növényfajok meghatározásában nyújtott segítségével, valamint a cseres-tölgyes állományokban gyűjtött ökológiai adatok rendelkezésünkre bocsátásáért. Cseresnyés Erikát szintén a fajok azonosításáért és a kézirat javításáért illeti köszönet. A kézirat gondos lektorálásáért és a jobbító észrevételekért Tamás Júliának tartozunk köszönettel. Szakács István és Kercselics Balázs (Bakonyerdő Erdészeti és Faipari Zrt.), valamint Hartdégen Mátvás (Vértesi Erdészeti és Faipari Zrt.) az erdőállományokra vonatkozó értékes információkkal segítették munkánkat.

Irodalom

- BARANYI K. 1986: Tapasztalatok szeméttelpek fásításával. Az Erdő 35(6): 276–279.
- BARINA Z. 2006: A Gerecse hegység flórája. Rosalia - 1. kötet. Magyar Természettudományi Múzeum, Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatósága, Budapest.
- BÉRES Cs. Z. 2004: A térinformatika szerepe a rekultivációban. Acta Agraria Kaposváriensis 8(3): 11–24.
- BÓDIS J. 1993: A feketefenyő hatása nyílt dolomitsziklagyepre. I. Texturális változások. Botanikai Közlemények 80(2): 129–139.
- BORHIDI A. 1956: Feketefenyveseink társulási viszonyai. Botanikai Közlemények 46(3–4): 275–285.
- BORHIDI A. 1993: A magyar flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai. Janus Pannonius Tudományegyetem, Pécs.
- CSERESNYÉS I., CSONTOS P. 2004: Feketefenyvesek tűzvesélyességi viszonyainak elemzése McArthur modelljével. Tájékológiai lapok 2(2): 231–252.
- CSERESNYÉS I., SZÉCSY O., CSONTOS P. 2011: Fire risk of Austrian pine (*Pinus nigra*) plantations under various temperature and wind conditions. Acta Botanica Croatica 70(2): 157–166.
- CSERESNYÉS I., CSONTOS P. 2012: Soil seed bank of the invasive *Robinia pseudoacacia* in planted *Pinus nigra* stands. Acta Botanica Croatica 71(2): 249–260.
- CSONTOS P. 1996: Az aljnövényzet változásai cseres-tölgyes erdők regenerációs szukcessziójában. Scientia Kiadó, Budapest.
- CSONTOS P., TAMÁS J., KALÁPOS T. 1998: A magbank szerepe a dolomitnövényzet regenerálódásában korábban feketefenyvessel borított területeken. In: CSONTOS P. (szerk.): Sziklagyeppek szünbotanikai kutatása, Scientia Kiadó, Budapest. pp. 183–196.

- FEJÉR I. 1960: Hasznosítsuk a meddőhányókat! *Az Erdő* 9(6): 217–219.
- FETTWEIS U., BENS O., HÜTTL R. F. 2005: Accumulation and properties of soil organic carbon at reclaimed sites in the Lusatian lignite mining district afforested with *Pinus* sp. *Geoderma* 129(1–2): 81–91.
- FILCHEVA E., NOUSTOROVA M., GENTCHEVA-KOSTADINOVA S., HAIGH M. J. 2000: Organic accumulation and microbial action in surface coal-mine spoils, Pernik, Bulgaria. *Ecological Engineering* 15(1–2): 1–15.
- GHIMESSY L. 2003: Az erdőtűz-kárról. *Erdészeti Lapok* 138(3): 81–82.
- HORÁNSZKY A. 1996: Növényártáslástani, erdőgazdálkodási és természetvédelmi kérdések a Kis- és Nagy-Szénán. *Természetvédelmi Közlemények* 3–4: 5–19.
- HORVÁTH Gy. 2002: Veszélyes ipari hulladékok rekultivációja erdősítéssel. *Erdészeti Lapok* 137(1): 17–19.
- HORVÁTH F., CSONTOS P. 1992: Thirty-year changes in some forest communities of Visegrádi Mts., Hungary. In: TELLER A., MATHY P., JEFFERS J. N. R. (eds.): *Responses of forest ecosystems to environmental changes*, Elsevier Applied Science, London. pp. 481–488.
- HUTCHESON K. 1970: A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology* 29(1): 151–154.
- KÁROLY F., LEGEZA M., STUBÁN Z. 2006: Az iharkút-németbányai külfejtések rekultivációja. *Bányászati és Kohászati Lapok – Bányászat* 139(6): 31–37.
- KEVEY B. 2008: Magyarország erdőtársulásai. *Tilia* 14: 3–489.
- KOLTAY A. 1999: A hazai fenyőállományok egészségi állapota. *Erdészeti Lapok* 134(1): 15–16.
- KOVÁCS B. 1998: A külfejtéses bauxittermelést követő rekultiváció eredményei a Dunántúli-középhegységben. *Földrajzi Értesítő* 47(2): 197–207.
- MAAREL E. VAN DER 2007: Transformation of cover-abundance values for appropriate numerical treatment – Alternatives to the proposals by Podani. *Journal of Vegetation Science* 18(5): 767–770.
- MgSzH 2012: Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Erdészeti Igazgatósága. Magyarország erdőállományai.
- MILETIĆ Z. D., STEFANOVIĆ T. P., STAJIĆ S. A., ČOKEŠA V. M., RADULOVIĆ Z. B. 2011: Effect of forest plantations on erodibility of reclaimed lignite mine soils. *Polish Journal of Environmental Studies* 20(4): 987–992.
- NOVÁK S. 2007: Bauxitbányászat a Gerecse térségében, Bicske környékén. *Bányászati és Kohászati Lapok – Bányászat* 140(6): 29–33.
- PAPP T. 1982: Környezetvédő fásítás a Pécsi Hőerőmű zagytaván. In: SZEGI J. (szerk.): *Rekultiváció, Mátraaljai Szénbányák Vállalat, Gyöngyös*. pp. 249–258.
- PRATAS J., PRASAD M. N. V., FREITAS H., CONDE L. 2005: Plants growing in abandoned mines of Portugal are useful for biogeochemical exploration of arsenic, antimony, tungsten and mine reclamation. *Journal of Geochemical Exploration* 85(3): 99–107.
- RICHARDSON D. M. (ed.) 1998 *Ecology and biogeography of Pinus*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SIMON T. 2000: A magyarországi edényes flóra határozója. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- SZEGI J. 1985: A rekultiváció néhány talajtani kérdése. In: BENESÓCZKY J., LEŐLKES S. L. (szerk.): *A rekultiváció és a vele foglalkozó kutatások helyzete Magyarországon*, Agroinform, Budapest. pp. 25–31.
- SZERÉMY P. 1981: Felhagyott bányaterületek erdősítésének lehetősége a Mecsekben. *Az Erdő* 30(5): 228–230.
- SZODFRIDT I., TALLÓS P. 1964: A felsőnyírádi erdő cseres-tölgyesei. *Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei* 2: 423–435.
- TAMÁS J. 2001a: A feketefenyvesek telepítése Magyarországon, különös tekintettel a dolomitkopárokra. *Természetvédelmi Közlemények* 9: 75–85.
- TAMÁS J. 2001b: Tűz utáni szukcesszió vizsgálata feketefenyvesekben. Egyetemi doktori értekezés, ELTE, Budapest.
- TÓTH S., KRISZTIÁN J. 1985: Az újrahásznosítást biztosító rekultivációs módszerek jellemzése a kutatási és gyakorlati eredmények alapján. In: TÓTH S. (szerk.): *Károsodott és technogén területek rekultivációja és hasznosítása*, ERTI – GÁTEKI, Budapest – Kompolt. pp. 77–131.
- TÖRÖK K., BOTTA-DUKÁT Z., DANCZA I., NÉMETH I., KISS J., MIHÁLY B., MAGYAR D. 2003: Invasion gateways and corridors in the Carpathian Basin: biological invasions in Hungary. *Biological Invasions* 5(4): 349–356.

VEGETATIONS OF ABANDONED OPEN-PIT BAUXITE MINES RECLAIMED
WITH AUSTRIAN PINE – A NATURE CONSERVATION ASSESSMENT

I. CSERESNYÉS and P. CSONTOS

Institute for Soil Sciences and Agricultural Chemistry, Centre for Agricultural Research,
Hungarian Academy of Sciences; H-1022 Budapest, Herman Ottó út 15.
e-mail: cseresnyes.imre@rissac.hu**Keywords:** Austrian pine, bauxite mines, coenological succession, naturalness value, reclamation

Coenological studies of the herb-layer vegetation in abandoned open-pit bauxite mines reclaimed with Austrian pine (*Pinus nigra*) were executed in Gerecse Mts. (Nagyegyháza) and Bakony Mts. (Sáska and Szóc). The three Austrian pine stands represented different ages (Szóc: 6 years; Nagyegyháza 15 years; Sáska 20 years), thus, they were regarded a successional chronosequence. By pointing 10 m by 10 m quadrats, percentage cover of herb-layer species, the cover of Austrian pine as well as the species number, cover and Shannon-diversity of herb-layer vegetation were determined concerning each quadrat and sample area. We studied the effect of pine cover on species number, diversity and cover of herb-layer vegetation. Based on species-cover values, group distributions of social behaviour types, Raunkiaer life-forms and phytosociological groups (BORHIDI 1993) were calculated for characterizing the vegetation of the study sites. Group distributions were statistically compared by performing homogeneity tests. The quasi-mean naturalness value of the vegetation was calculated for each sampling site, regarding to the group distribution of social behaviour types and the naturalness values of constituting species. We examined the differences and similarities between the vegetation of the studied reclaimed mines and the vegetation of (1) the potential climax association (*Cotino-Quercetum pubescentis*) of the area, and (2) vegetation of young forest stands developed through regenerative succession in a similar habitat and during comparable time-span to that of the reclaimed mine sites, but without any effect of Austrian pine.

Great differences were shown among the vegetations developed in the study areas. These differences were reflected in the dominant species and the Shannon-diversity as well as in the significant differences found among the distributions of the examined plant-trait spectra. Disturbance-tolerant species (chiefly *Calamagrostis epigeios* and *Solidago gigantea*) were dominant in the herb-layer of the youngest pine stand (Szóc), became subdominant in the middle-aged plantation (Nagyegyháza) and represented low cover ratio in the oldest stand (Sáska). In parallel with the descending cover of disturbance-tolerant species, cover ratio of the natural flora's species gradually increased, resulting in the higher diversity and naturalness value of the vegetation. The increasing canopy cover of Austrian pine reduced the species number and total cover of the herb layer, but did not have any affect on Shannon-diversity. We observed the disappearance of several plant species from the high pine-cover quadrats. The flora of the reclaimed mines differed significantly from both the potential vegetation type of the areas and from the associations developed through regenerative succession followed the clear-cutting of oak forests. The vegetation of the reclaimed bauxite mines had lower naturalness: the relative abundance of disturbance-tolerant and indifferent species (mainly of the indigenous and alien ruderal competitors) was higher, but the ratio of the natural broad-leaved forest species (mainly of the specialists) was smaller than in the potential vegetation. Similar differences were observable in case of the flora of the bauxite mines was compared with the same-age stage of regenerative succession of sessile oak – Turkey oak forests. Both the supplantation of weeds and the spreading of natural competitors were slower under the pine canopy; geophytes of oak forests and protected species were absent even from the herb layer of the oldest Austrian pine stand. Lack of the appropriate propagule sources in the reclaimed areas are probably contributed to the unfavourable influence of Austrian pine exerting on the regenerative succession. In the reclamation areas, the early restoration of the native flora should be aimed instead of maintaining the alien pine plantations.

1. melléklet A feketefenyővel rekultivált bauxitfejtőkben készített cönológiai felvételek.

A kvadrátok kódolása (első sor) az 1. táblázatot követi. A számadatok %-os borítást képviselnek, „+” értéket az 1%-nál kisebb borítású fajok kaptak.

Appendix 1. Phytosociological relevés of the open-pit bauxite mines reclaimed with Austrian pine. Codes of the quadrats are the same as in Table 1. Values represent percentage cover of the species, „+” was used to indicate cover lower than 1%.

Fajnév	Szőc (6 éves)					Nagyegyháza (15 éves)					Sáska (20 éves)				
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5
A szint															
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	10	0	2	0	0	0	0	0
<i>Populus alba</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
B szint															
<i>Acer campestre</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	1	0	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clematis vitalba</i>	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	+	+	+	0
<i>Crataegus monogyna</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	1	2	1	2
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euonymus verrucosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fraxinus ornus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ligustrum vulgare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	1	0	2
<i>Populus alba</i>	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Populus tremula</i>	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prunus spinosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	+	1	0	+
<i>Pyrus pyraister</i>	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	2	+	+	0	+
<i>Quercus cerris</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	+	0	0
<i>Quercus petraea</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	+	0	0	0	0	0	0
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rosa canina</i>	0	0	0	0	+	0	0	2	0	0	+	+	0	+	+
<i>Salix caprea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3
<i>Ulmus minor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
C szint															
<i>Acer campestre</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0
<i>Achillea collina</i>	1	1	+	+	+	1	1	2	+	+	2	+	1	+	+
<i>Achillea nobilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0	0	0	0

1. melléklet folytatása
Contd. Appendix 1.

Fajnév	Szőc (6 éves)					Nagyegyháza (15 éves)					Sáska (20 éves)				
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5
<i>Campanula glomerata</i>	0	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Campanula patula</i>	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex humilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0
<i>Carex spicata</i>	0	0	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
<i>Carlina bebersteinii</i>	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0
<i>Centaurea bebersteinii</i>	0	0	1	0	0	+	+	1	0	+	+	0	+	2	+
<i>Centaurea pannonica</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	+	0	0	0	0	0
<i>Centaurium erythraea</i>	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
<i>Cerastium arvense</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
<i>Cerinth minor</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaerophyllum temulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
<i>Chamaecytisus ratisbonensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chondrilla juncea</i>	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chrysopogon gryllus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0
<i>Cichorium intybus</i>	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	+	+	0	3	0
<i>Cirsium arvense</i>	+	+	+	+	1	+	+	1	0	+	+	+	+	0	0
<i>Cirsium eriophorum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	1	0	0
<i>Cirsium vulgare</i>	0	+	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0
<i>Clinopodium vulgare</i>	+	+	+	+	1	0	0	0	+	0	1	+	+	8	2
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
<i>Conyza canadensis</i>	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crataegus monogyna</i>	0	0	0	0	0	+	+	0	+	+	0	+	0	0	0
<i>Dactylis glomerata</i>	5	2	+	+	1	+	0	1	+	+	6	1	1	1	+
<i>Daucus carota</i>	3	1	+	0	0	1	1	1	1	+	+	+	1	3	+

1. melléklet folytatása
Contd. Appendix 1.

Fajnév	Szőc (6 éves)					Nagyegyháza (15 éves)					Sáska (20 éves)				
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5
<i>Dianthus gig. ssp. pontederæ</i>	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
<i>Dipsacus laciniatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Echium vulgare</i>	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	+	+	+	0
<i>Elymus repens</i>	0	0	0	0	0	+	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epilobium tetragonum</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Equisetum arvense</i>	0	0	0	1	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erigeron acer</i>	0	0	0	0	0	+	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Erigeron annuus</i>	8	5	3	1	5	1	1	2	+	1	+	0	+	1	0
<i>Erodium cicutarium</i>	+	0	+	+	0	0	0	+	0	+	0	0	0	0	0
<i>Eryngium campestre</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0
<i>Euphorbia cyparissias</i>	0	0	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	0	+	0
<i>Euphorbia glareosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
<i>Euphrasia tatarica</i>	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Falcaria vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Festuca rupicola</i>	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	+	0
<i>Filipendula vulgaris</i>	0	+	+	+	+	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0
<i>Fragaria vesca</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	15	15	15	15	20
<i>Fraxinus ornus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	1	+	0	0	0	0	0
<i>Galium aparine</i>	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium mollugo</i>	0	+	+	+	+	0	0	0	0	0	3	+	1	2	+
<i>Galium verum</i>	1	+	1	+	1	0	0	0	0	0	+	0	0	3	+
<i>Hieracium cymosum</i>	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hieracium pilosella</i>	0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	2
<i>Holcus lanatus</i>	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Hypericum perforatum</i>	0	+	0	+	+	+	0	1	+	+	0	+	0	+	+
<i>Inula britannica</i>	0	0	0	0	0	+	0	0	0	+	0	0	0	0	0
<i>Inula conyza</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0	0	0	0

1. melléklet folytatása
Contd. Appendix 1.

Fajnév	Szőc (6 éves)					Nagygyháza (15 éves)					Sáska (20 éves)				
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5
<i>Knautia arvensis</i>	0	0	+	+	+	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0
<i>Koeleria cristata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	+	0	0
<i>Lathyrus latifolius</i>	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lathyrus tuberosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	1	0	0	0	0	0
<i>Lepidium campestre</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leucanthemum vulgare</i>	+	+	+	+	0	+	+	+	0	0	+	+	+	+	0
<i>Linaria vulgaris</i>	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	+	0	0	2	0
<i>Lotus corniculatus</i>	+	1	+	+	+	2	+	1	0	+	+	1	+	1	0
<i>Medicago lupulina</i>	6	6	8	4	1	+	1	2	+	+	2	1	1	1	3
<i>Medicago minima</i>	2	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melica ciliata</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melica uniflora</i>	0	0	0	0	0	1	+	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melilotus officinalis</i>	2	0	+	+	+	+	0	0	0	+	+	+	1	0	0
<i>Molinia arundinacea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	1	1
<i>Mycelis muralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
<i>Myosotis arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontites rubra</i>	+	+	1	+	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0	0
<i>Origanum vulgare</i>	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0	+	0	+	+	0
<i>Papaver rhoeas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	+	0
<i>Pastinaca sativa ssp. pratensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	+	0
<i>Petrorhagia prolifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	+	0
<i>Phleum phleoides</i>	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Picris hieracioides</i>	2	1	1	0	1	+	1	0	0	1	+	+	+	1	+
<i>Pimpinella saxifraga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	1	1	0
<i>Plantago lanceolata</i>	0	0	0	0	0	+	+	1	0	+	1	1	1	1	+
<i>Plantago major</i>	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Poa annua</i>	0	0	0	0	0	+	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Poa compressa</i>	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0

1. melléklet folytatása
Contd. Appendix 1.

Fajnév	Szőc (6 éves)					Nagyegyháza (15 éves)					Sáska (20 éves)				
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5
<i>Poa nemoralis</i>	+	0	+	0	0	0	0	2	+	0	0	+	+	0	0
<i>Poa pratensis</i>	+	+	+	+	0	+	+	+	0	+	+	0	0	+	0
<i>Populus alba</i>	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potentilla alba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0
<i>Potentilla argentea</i>	0	+	0	0	0	+	0	+	0	+	0	0	0	0	0
<i>Potentilla recta</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Primula veris</i>	0	0	+	+	+	0	0	+	0	+	0	0	0	0	0
<i>Prunella vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	1	+	+	0	0
<i>Quercus cerris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	+	+
<i>Ranunculus polyanthemos</i>	0	0	+	+	+	0	0	+	0	0	+	+	+	+	0
<i>Reseda lutea</i>	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	+	0
<i>Robinia pseudoacacia</i>	+	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	+	0	0
<i>Rosa canina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0
<i>Salvia austriaca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
<i>Salvia nemorosa</i>	0	+	0	1	+	+	0	+	0	0	2	0	0	1	0
<i>Salvia pratensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0	0	+	0
<i>Sambucus ebulus</i>	0	0	2	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sanguisorba minor</i>	+	+	+	+	+	0	0	+	0	0	+	+	+	1	+
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	0	0	0	0	0
<i>Scorzonera austriaca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0
<i>Securigera varia</i>	+	+	+	0	0	0	0	1	0	0	1	4	3	4	1
<i>Seseli hippomarathrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	+	0
<i>Setaria viridis</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Silene latifolia</i>	+	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Silene viscosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
<i>Silene vulgaris</i>	0	0	0	+	0	0	+	+	0	0	0	0	0	+	0
<i>Solidago gigantea</i>	40	45	60	55	40	10	5	0	0	4	15	12	0	3	1
<i>Sonchus oleraceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0
<i>Stachys recta</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0

1. melléklet folytatása
Contd. Appendix 1.

Fajnév	Szőc (6 éves)					Nagyegyháza (15 éves)					Sáska (20 éves)				
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5
<i>Taraxacum officinale</i>	+	+	+	+	0	+	+	+	+	0	0	+	+	0	0
<i>Tragopogon dubius</i>	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tragopogon pratensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
<i>Trifolium alpestre</i>	4	4	4	6	5	0	0	0	0	0	4	+	3	15	2
<i>Trifolium campestre</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	+	1	0	1	0
<i>Trifolium pratense</i>	15	3	1	4	8	0	0	+	0	0	1	0	0	+	+
<i>Trifolium repens</i>	10	5	3	5	2	0	+	+	0	0	2	2	1	2	+
<i>Tussilago farfara</i>	1	+	+	+	1	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verbascum nigrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verbascum phlomoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verbascum speciosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Verbascum thapsus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0
<i>Verbena officinalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
<i>Veronica chamaedrys</i>	0	+	+	0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	+	0
<i>Veronica officinalis</i>	0	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0
<i>Veronica triphyllos</i>	0	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vicia lathyroides</i>	+	+	+	0	+	0	0	0	0	0	+	0	0	+	0
<i>Vicia sepium</i>	0	0	0	+	1	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
<i>Vicia tenuifolia</i>	0	0	2	0	0	0	1	0	0	+	0	+	+	+	+
<i>Viola arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
<i>Viola cyanea</i>	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	+	+	0	+	+
Összes borítás (%)	95	95	97	98	90	45	20	90	8	30	95	55	70	90	55
Fajszám	42	48	60	54	50	47	38	71	19	44	72	44	47	80	33