

TÁJIDEGEN ELEMOK: A SALGÓTARJÁN KÖRNYÉKI SALAKKÚPOK

ANGYAL ZSUZSANNA, SZABÓ MÁRIA, KARÁTSON DÁVID

ELTE TTK, Természetföldrajzi Tanszék,
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c., anzu7@hotmail.com

Kulcsszavak: salakhányó, tájidegen elem, árkos erózió, röntgenfluoreszcens analízis, spontán benövényesedés, rehabilitáció

Összefoglalás: Észak-Magyarország egyik legrégebbi nehézipari központjában, Salgótarjában, a város környékének szénbányászatára telepített erőművek és üzemek (szén-, majd később olajtüzelésű hőerőmű, acélgyár, sík- és öblösüveggyár) évtizedek óta szennyezik a város környezetét. A szennyezés „klasszikus” formáin (lég- és talajszennyezés, a felszíni és a felszín alatti vizek szennyezése) kívül azonban itt a tájrombolás egy jellegzetes fajtája is jelen van: a várostól mintegy 4 km-re keletre (Zagyvaróna közelében, Pintértelepnél), az egykori Salgótarjáni Erőműből származó salakból felhalmozott hányók kúpjai. A két salakhegy és közvetlen környezetük minél sokoldalúbb (morfológiai, vízrajzi, elemanalitikai, növényzeti vizsgálatok) vizsgálatánál elsődlegesen a későbbi rehabilitáció szempontjait tartottuk szem előtt, de eredményeink egészségtudományi szempontból is érdekesek lehetnek.

Bevezetés

Magyarországon a bányászattal és a bányakincsek további felhasználásával kapcsolatban napjainkban 15–16000 „tájseb” található annak ellenére, hogy a helyreállításra törvény kötelezi a bányavállalkozót. A törvény előírja, hogy a bányászat következtében használhatatlanná vált területen a bánya köteles tájrendezést végezni és újrahasznosításra alkalmas állapotba hozni a területet. A feladat végrehajtását országos elmaradás jellemzi. A bányászati rekultiváció, a bányameddő és az erőművi salak újrahasznosításával kapcsolatos rendezetlenséget az is jól jelzi, hogy csekély számú mértékadó szakirodalom áll rendelkezésre. Az elmúlt néhány évben azonban felmerült, hogy – nyugati példára – az építőipari felhasználáson túl a salak ígéretes hasznosítási módja lehet az anyag útalapba való beépítése.

A bányászati tevékenységgel, illetve a hozzá kapcsolódó zagyterek és erőművi salakhegyek koncentrált elhelyezésével az ország egyes területein (Miskolc agglomeráció, Sajó-völgy, Gyöngyösvisonta, Várpalota térsége, Mecsek, Salgótarján és környéke, stb.) olyan ökológiai és társadalmi folyamatok indultak el, amelyek jelentős része hosszú ideig érezteti hatását. A bányászatnak és a hozzá kapcsolódó tevékenységeknek a hatása többnyire kedvezőtlen és vannak visszafordíthatatlan következményei is.

A bányászat által okozott környezeti károk egyikét az erőművek közelében felhalmozott salakhegyek okozzák. Hatásuk azok számától, méreteitől és anyagi összetételétől függ. A salakkúpok láncolata bizarr formájú érdekes színfoltjai a vidéknek, de mint tájidegen elemek, tájképi-tájéztítikai szempontból nem illenek környezetükbe. Emellett súlyos környezeti veszélyforrás kockázatát hordozzák magukban. A salakhányók, amennyiben a lerakási helyükön maradnak idővel jelentős átalakuláson mennek keresztül, aminek következményeként és az alábbi folyamatok révén miatt befolyásolják környezetük állapotát.

1. A lerakók gyakran települések, illetve mezőgazdasági területek közelében találhatóak, ahol intenzív mezőgazdasági művelés folyik. A szennyezett talajokon keresztül az esetleges nehézfém-szennyezések közvetlen módon bekerülhetnek a táplálékláncba.
2. A hányók (különösen a salakkúpok) anyagát az eróziós és deflációs folyamatok szálló és ülepedő por formájában távolabbi területekre is elszállítják, ahol az a növények felszínén, az épületeken, illetve az emberi szervezetbe jutva súlyos környezet- és egészségkárosodást okozhat.
3. A talajvízbe és ezáltal a kutakba bekerülő esetleges nehézfém-szennyezés az öntözés révén kikerül a földekre és a természetben növényekben akumulálódva közvetett módon szintén bekerül a táplálékláncba.
4. A salakanyag bizonyított radioaktivitása szintén veszélyes lehet a közelben élőkre nézve, illetve épületek alapanyagát alkotva még hosszú évtizedekig sugárterhelést jelenthet.
5. A tájba nem illő, sok helyen illegális hulladék- és szennyvízlerakónak használt meddő- és salakhányók növényzettel történő rekultivációja elsősorban anyaguk minőségének, összetételének és méretének függvénye.

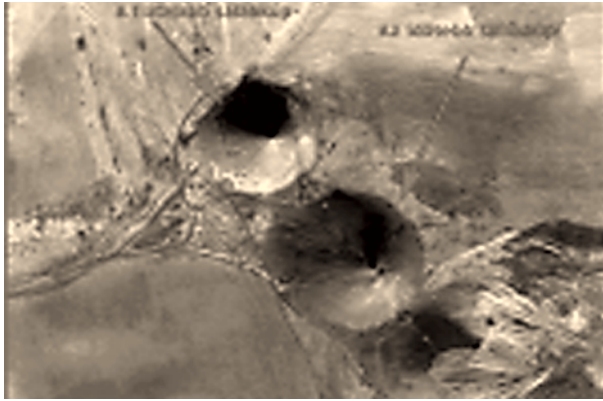
Anyag és módszerek

Morfológiai vizsgálat

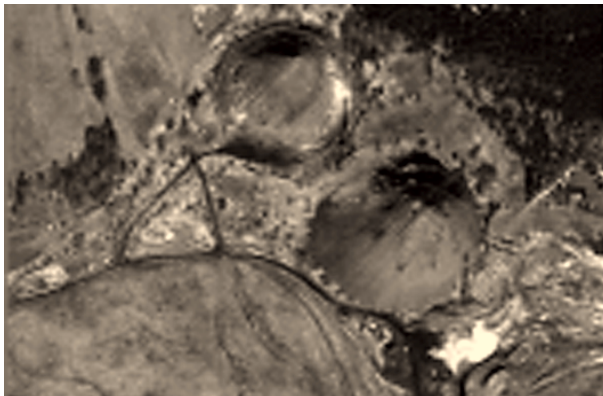
A Salgótarjáni Erőműből származó salakhegyeket a külső erők már felhalmozásuk közben elkezdték pusztítani. Ezeknek a folyamatoknak a megértéséhez és az így létrejött formáknak részletes vizsgálatához a felszínalaktan módszereit hívtuk segítségül. Az erőmű működése által keletkezett, sima felszínű salakkúpok, valamint lepusztulásuk folyamatának, menetének, és az így kialakult másodlagos átalakított formák tanulmányozása nem volt egyszerű feladat, hiszen a felméréshez szükséges módszereket – szakirodalom híján – a terepen kellett kidolgozni, kikísérletezni (ANGYAL 2003).

Felszínalaktani kutatásaink során az első módszer a két salakhegy egyszerű, közvetlen összehasonlítása volt, vagyis megfigyelések alapján kerestük az alaktani hasonlóságokat. Megfigyeltük, hogy egyik hegy sem tökéletesen kúp alakú, a felhalmozás óta eltelt harminc év alatt a külső erők ezt a szabályos alakzatot megbontották. A változás végigkísérhető a különböző időpontokból (1973-ból, 1988-ból és 2000-ből) származó légifelvételeken is (1–3. ábra).

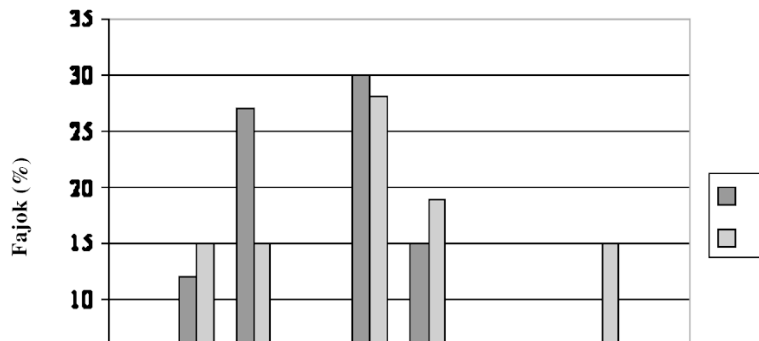
A különböző időpontokban, geometriai, illetve csillagászati földrajzi eszközökkel történt méretmeghatározás segítségével következtetéseket tudunk levonni az anyagvándorlásra vonatkozóan. A jelenlegi térfogatot, felszínét és magasságot terepi felméréssel, teodolit segítségével végeztük. A régebbi idők adatainak meghatározására a légifelvételeken történő csillagászati földrajzi mérések (GÁBRIS et al. 1996) adtak lehetőséget. Módszertani szempontból erre az 1973-ban készült fotó volt a legalkalmasabb, ami azért is kedvező, mert így – a rendelkezésünkre álló eszközök mellett – a lehető legszélesebb időskálát sikerült felölelnünk. Az adatok segítségével ezek után már könnyen ki tudtuk számítani a lepusztult anyag mennyiségét. A kiszámított értékek természetesen nem pontosak, hiszen szinte minden esetben idealizálni kellett a körülményeket, de – úgy gondoljuk – nagyságrendileg helyesek az eredmények.



1. ábra A salakkúpokról 1973-ban készült légifelvétel (FÖMI)
 Figure 1. Aerial photo of the slag heap from the year 1973 (Photo courtesy of Remote Sensing Centre of the Institute of Geodesy, Cartography and Remote Sensing)



2. ábra A salakkúpokról 1988-ban készült légifelvétel (FÖMI)
 Figure 2. Aerial photo of the slag heap from the year 1988 (Photo courtesy of Remote Sensing Centre of the Institute of Geodesy, Cartography and Remote Sensing)



3. ábra A salakkúpokról 1988-ban készült légifelvétel (FÖMI)
 Figure 3. Aerial photo of the slag heap from the year 1988 (Photo courtesy of Remote Sensing Centre of the Institute of Geodesy, Cartography and Remote Sensing)

Vízgyűjtő vizsgálata

A vizsgált terület vízrajzi adottságainak felmérése a területről készült topográfiai térkép vizsgálatával történt. A térképen lehatároltuk a számunkra fontos vízgyűjtő területet, megvizsgáltuk a domborzati viszonyokat. Eredményeinket minden esetben terepi bejárással ellenőriztük. Munkánkban nagy segítséget nyújtott a helybeli lakosság is, akik évtizedes tapasztalataikkal, megfigyeléseikkel sok értékes információhoz juttattak.

Anyagösszetétel-vizsgálat

Röntgenspektroszkópiai vizsgálatokkal a 20. század elejétől foglalkoznak, miután 1913-ban Moseley felfedezte, hogy az elemek által kisugárzott röntgensugárzás hullám-száma a rendszám függvényében egy egyszerű törvény szerint változik. E törvény lehetővé tette más módon körülményesen azonosítható elemek meghatározását is (PAPP 1995). A mai napig is ez az anyagvizsgálati módszer nyújtja számunkra az egyik legjobb lehetőséget az atomi elektron energiaviszonyainak megismerésére és a különböző környezeti vagy mesterséges minták elemanalitikai meghatározására. A módszer lehetőséget biztosít a húsznál nagyobb rendszámú elemeket – például nehézfémeket vagy ritka földfémeket – tartalmazó minták roncsolásmentes – és így később is megismételhető – meghatározására. A mérés lényeg az, hogy a meghatározott geometriájú mintákat gamma-fotonnal gerjesztjük, melynek hatására a mintában található elemek rájuk jellemző jeleket bocsátanak ki, amit detektálni tudunk (SÜKÖSD 1992).

A salakhányókból anyagának vizsgálata több szempontból is alapvető fontosságú. A legfontosabb szempont a nehézfém-tartalom meghatározása, hiszen ez alapvetően befolyásolja a salakkúpok környezetre és az emberi egészségre gyakorolt hatásait, valamint a későbbi tereprendezés, rekultiváció eredményességét. Az analizált elemek környezeti hatása elsősorban a vizekben lényeges, hiszen a salakkúpokban található vízzeloldható vegyületek vízzel érintkezve válnak mobilissá, a felszíni és a felszín alatti vizekbe bekerülve van környezeti és egészségi állapotot befolyásoló hatásuk. Éppen ezért környezeti hatásukat elsősorban a vizekben elemeztük.

A salakkúpok növényzetének vizsgálata

Az idősebb salakkúp növényzettel legjobban benőtt két ellentétes – ÉNy-DK – oldalán az aljától kezdődően jelöltünk egy-egy transzektet addig a magasságig, amíg a növényzet felhatolt kúp aljától a csúcs felé haladva a lejtőn. Ez a hosszúság az ÉNy-i oldalon 80, az ÉK-i lejtőn 45 méternek adódott. A kijelölt transzekttek mentén két méter szélességű sávban öt méterenként megbecsültük a jellemző növényfajok dominancia viszonyait, illetve feljegyeztük a teljes fajkészletet (SIMON 2000). Fentiek alapján állapították meg a növénytakaró változásait és öt méteres sávonként a fajösszetétel és a fajgazdagság alakulását. A kapott fajlisták alapján két oldal növényzetét (BORHIDI 1993) javasolt módszere szerint elemeztük és hasonlítottuk össze a természetességi értékek (SBT) és a cönológiai csoportok (Soc.Chr), valamint az ökológiai indikátor értékek közül a talajreakció (RB)- itt helyesebben az üledék pH és a talajvíz illetve talajnedvesség (WB) indikátor értékei szerint.

A fiatalabb kúpot – nyilván annak meredeksége és fiatal kora miatt – még csak az alsó néhány méteres zónában kolonizálták a növények: elsősorban a siskanád (*Calamag-*

rostis epigeios), gyomok és a közeli telepített fenyvesből származó erdei fenyő magoncok és néhány éves csemeték. Fentiek okán ennek a kúpnak a vegetációját még nem vizsgáltuk részletesen.

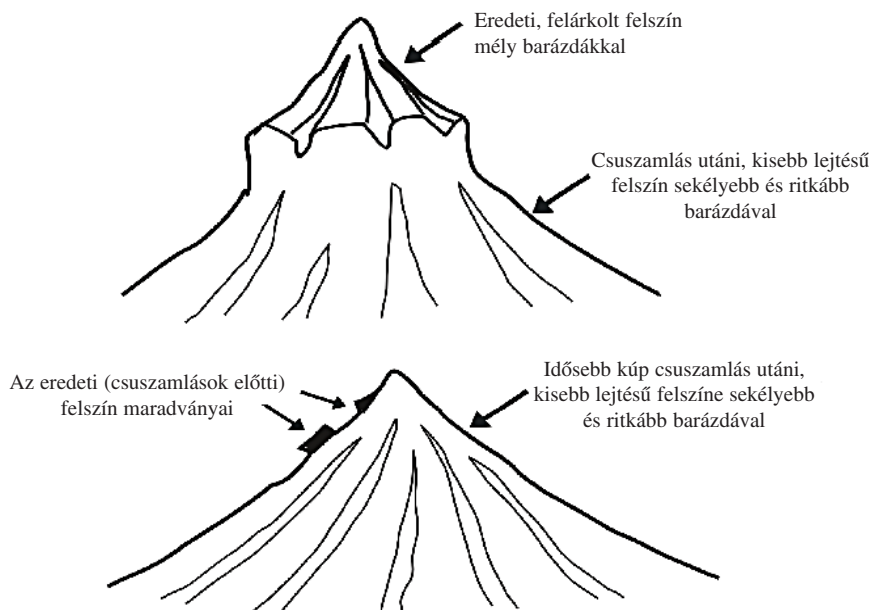
Eredmények és megvitatásuk

A salakkúpok felszínformálódása és az anyagvándorlás mértéke

A salakkúpok jelenlegi formája elsősorban elsődleges alakjuktól, koruktól, a felépítő salakanyag ellenállóképességétől, valamint a külső erők átalakító tevékenységétől függ. A salakmeddőkön a legnagyobb mérvű átalakulását az *erős barázdálódások*, *csuszamlások* és a *suvasdások* okozzák. A csuszamlás kialakulásának feltétele, hogy – az elsődlegesen a csapadék miatt kialakult – felárkolódás elég hosszú ideig tartson, ezáltal mély és párhuzamos barázdákat hozva létre. (vulkáni kúpokon ún. *parasol ribbing*: COTTON 1952, OLLIER 1988). A felárkolódás a későbbiekben dendrikus, ágas vízhálózat kialakulásához vezet. A barázdálódás miatt egyrészt jelentős mennyiségű salakanyag mosódik ki az árkok alsó szakaszában, amely anyag a salakhegyek lábánál eltérő vastagságban szétterül, másrészt a kúp alsó része fokozatosan átmedvesedik és előbb-utóbb elveszti stabilitását, amelyek miatt a salakfelület elveszti stabilitását. Így a hányók és salakkúpok eredeti kb. 35°-os meredeksége akár 17–18°-osra is csökkenhet. Megkezdődnek a csúszások, azaz hirtelen jelentősebb anyagtömeg szakad, csúszik le (SZABÓ 1998). Ez a folyamat a kúpok aljától indul felfelé, kialakítva egy folyamatosan a kúp teteje felé vándorló ún. csuszamlási övet. A gyűrű alatt viszont a stabilizálódott lejtőn már csak szerényebb barázdák tudnak kialakulni, mivel a menedékesebb lejtők lehetővé teszik a növényzet megtelepedését. A lecsúszott anyag pedig nagyobb esőzések alkalmával szétterül a távolabbi területek talajának felszínén, illetve települések utcáin, kertjeiben. Ebből az esetenként több cm-es vastagságban talajra terülő salakanyagból számos környezetre és az emberi egészségre káros anyag mosódhat ki és a különféle anyagok mozgása, átalakulása, átrendeződése, vertikális és horizontális áthelyeződése történhet meg a különböző szférákba.

A salakmeddők felszíne tehát a lerakás befejezése óta (a fiatalabb kúp esetén is több mint 3 év) jelentősen megváltozott. Ez a változás legjobban a lehordódott anyag mennyiségével mérhető. Jelentős eltéréseket találtunk ebben a fiatalabb és az idősebb kúp esetén (ANGYAL 2003).

Idősebb kúp. A lepusztulás mértékének kiszámításához kivontuk az előzőleg kiszámított összterfogatból a barázdák összes térfogatát és a csuszamlással lepusztult anyagmennyiséget. A barázdák összes térfogata az első kúp esetén 2915,22 m³, ami a kúp egész térfogatának alig több mint 1%-a. A kúp egész felszínéről lepusztult anyag mennyisége 28768,67 m³, ez a kúp eredeti térfogatának több mint 10,04%-a. Azt mondhatjuk tehát, hogy a barázdálódásból származó lepusztulás mértéke jóval kisebb volt, mint a csuszamlások okozta erózió. Az összes lepusztulás (31683,89 m³) a mostani térfogat 11,06%-a. Arányos visszszámolással ez azt jelenti, hogy évente átlagosan az összes anyagmennyiség valamivel több, mint 0,3 százaléka pusztult le, számszerűen mintegy 1000–1100 m³. Természetesen ez csak egy átlagos adat, csapadékosabb években ennél nagyobb, aszályos években kisebb volt a pusztulás, és a csuszamlások pillanatszerű események lehettek.



4. ábra Morfológiai különbségek a két salakkúp felszínén
 Figure 4. Morphological differences between the heap surfaces

Fiatalabb kúp. A második kúp esetén a barázdák összes térfogata $7133,47 \text{ m}^3$, ami többszöröse az idősebb kúp hasonló adatának. A fiatalabb kúp esetében tehát ma még jóval nagyobb szerepe van a lepusztulásban a felárkolásnak, ami érthető is, hiszen ebben az esetben csak az öv alatti terület szenvedett csuszamlásokat, a felső részen a felárkolás a főszerep. A barázdák nagyságának aránya azonban eltér. Míg a legnagyobb barázdák az első, korábban lerakott kúpon már nem figyelhetők meg, addig a fiatalabb csúcsi részén ezek száma 29. A közepes méretű árkok száma ugyanitt 36, ez már közelít az első kúp adatához (32). A legkisebb barázdák száma szintén majdnem megegyezik (42, illetve 48). Az eltérés oka az lehet, hogy az első, korábban lerakott salakkúpon előbb megindulhatott a felárkolás és azt követő csuszamlás sorozata. A lankásabb felszínen megtelepedett növényzet miatt pedig azóta már nem tudnak igazán mély barázdák kialakulni.

Talajosodási folyamatok a salakhányókon

A hányók és az erőművi pernyék felületén az időjárás elemek (elsősorban a csapadék és a szél) jelentősen bolygatott réteg képezi azt a felszínt, amelyből a külső erők hatására bekövetkező aprózódási és mállási folyamatok a kevésbé meredek felszínre betelepült növényzettel együtt új talajféleséget hoznak létre. A kialakuló talajféleség teljesen eltérő tulajdonságokkal rendelkezik a különböző forrásokból származó és eltérő helyeken lerakott salakmeddőkön. A spontán kialakuló talajok tulajdonságai idővel a talajosodás folya-

matában az egyre erősödő biológiai hatásokra kedvezőbbé válnak. Így a meddőhányók felszínén kialakuló talajok minősége, ökológiai értéke is a szélsőséges jellegtől a kedvezőbb felé halad: vízgazdálkodásuk javul, a humuszosodás előrehaladtával tápanyagszolgáltató-képességük nő.

A létrejött antropogén vázталajok tulajdonsága alapvetően a felszín anyagi tulajdonságaitól, a meddőhányó lejtési viszonyaitól és a megtelepedett növényzet minőségétől függ.

A felszíni, felszín alatti vizek és a vízbázisok veszélyeztettsége

A térség egy része a Zagyvaróna határában eredő Zagyva vízgyűjtőjéhez tartozik. Más jelentősebb vízforrásai a Tarján-patak, amely Bátonyterenyénél, valamint a Tarna (Cered, Zabar, Szilaspagony térsége), amely az Alföldön ömlik a Zagyvába. A térség másik jelentős folyója az Ipoly, amelybe a Dobroda és a Ménes-patak folyik a területről. A főbb vízfolyásokhoz sok kisebb és időszakos vízfolyás csatlakozik. A terület domborzati viszonyainál fogva állóvizekben szegény, a meglévő jelentősebb tavak mind mesterségesek (bányatavak).

A felszínen lefolyó csapadékvíz a kúpok oldalán erős felárkolódási folyamatokat indít el, amely folyamatok a felszínfejlődésen túl jelentős hatással vannak a csapadék beszívására is. A barázdákban megrekedt víz a meddőhányóba szivárog, ott annak anyagával fizikai, kémiai reakcióba lép (vegyületeket, elemeket old ki, elszennyeződik, hőt vesz fel). A kúpok anyagának ásványtani tulajdonságaitól függően a víz pH-ja savas vagy lúgos irányba tolódik el. A víz a salakból oldott sókat is felvehet, aminek következtében színe is megváltozhat. Erre találtunk bizonyítékot az általunk vizsgált salakhegyeken is; már néhány centiméteres mélységben a felszíni szürkés vagy barnás szín sötétvörössé válik. A meddőhányóból kilépő víz egyrészt a mélybe szivároghat – s onnan távolabbi területekre is eljutva szennyezi a felszín alatti vizeket – másrészt a meddőhányó lábánál forrásként törhet elő. A kúplábi teret elmosaraszíthatja, alámoshatja s ezzel roskadási, csuszamlási folyamatokat indíthat el.

A legnagyobb veszély azonban az, hogy a csapadékvíz átmossa a szennyezett területeket, veszélyes anyagokat old ki és juttat a talajvízbe, rétegvízbe, karsztvízbe, vízfolyásokba és vízbázisokba. Rendkívül gyorsan jelentkeznek a negatív hatások akkor, ha a kúpokat vízgyűjtőkre vagy annak közelében helyezik el.

A talajvíz általában mozgásban van és messzire képes elszállítani az oldott szennyezőanyagokat, így azok akár a mélyebben levő, értékes szennyezetlen vizeket is elérhetik. Mivel Magyarország ivóvízellátása több, mint 95 százalékban különféle felszín alatti vizekből történik, ezen az úton a lakosság különösen nagy veszélybe kerülhet. Ennek következtében szükségessé válhat egyes tönkrement vízbázisok (vízbeszerző területek) felhagyása és helyettük újaknak a kialakítása. Ez a többszörösébe kerülhet annak, mint ugyanannak a vízműnek a megépítése még egyszer, mert még a kármentesítést is el kell végezni a felhagyott területen.

Az elemanalitika eredményei

A gondos minta-előkészítés, illetve a minták lemérése után kapott adatok kiértékelése során számos – kisebb-nagyobb koncentrációban jelenlevő – elem meghatározására került sor.

Az alábbiakban a salakmintákban jelentősebb koncentrációban található elemek valós környezeti hatásaira (MOSER és PÁLMAI 1999) térünk ki.

Vas. Az alumínium után a vas a második leggyakrabban előforduló fém a földkéregben. Tiszta fém alakjában ritkán található, ércei a hematit (Fe_2O_3), magnetit (Fe_3O_4), limonit ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), a sziderit (FeCO_3) és a pirit (FeS_2). A vizekben elsősorban Fe (II) és Fe (III) oxidáltságú állapotban található. Négy és hatértékű formája ritkább. A ferri-vas, háromértékű ion állapotú vas sói a vízben jól hidrolizálnak oldhatatlan formákba, így a vas koncentrációja a felszíni vizekben általában alacsony. Oxigénmentes környezetben azonban vas-ferro-ionok alakulnak ki, melynek több vegyülete (hidroxidok) vízben oldódik. Aerob környezetben azután a folyamat gyorsan megfordul. A vas gyakran előforduló fém a felszíni vizekben, a felszín alatti vizekben több tíz – több száz mg/l található, attól függően, hogy pl. a felszín alatti ösztet tartalmaz-e kén- baktériumokat, amelyek növelik az itt előforduló vizek savas kémhatását. A felszíni vizekben a vas koncentrációja lényegesen alacsonyabb, nem haladja meg a néhány mg/l. A vas jelentős mennyiségben megtalálható a folyók üledékében, elsősorban a szennyvízkibocsátók alatti szelvényben. A vas az összes élő szervezet szövetében előfordul és a normális fejlődéshez nélkülözhetetlen /pl. hemoglobin/. Extrém magas koncentrációja csökkenti a növények növekedését. A halak szempontjából az elviselhető érték 2 mg/l összes vas körüli. Az ivóvízben a magasabb vas koncentráció elszíneződést, míg 1–2 mg/l érték keserű ízt okoz. Az EU irányelvek a felszíni vizekben, vízkivétel esetében 0,3–1,0 mg/l közötti értéket határoznak meg. A WHO ivóvíz határértéke 0,3 mg/l.

Stroncium. Az alkáliföldfémekhez tartozó elem. Elemi állapotban a természetben nem található. A kálium és kiváltképp a kalcium helyére épül be különféle ásványok kristályrácsába. Az alkáli kőzetekben, karbonátokban felszaporodik. Ipari jelentőségű ásványai (SrCO_3 : stroncianit és SrSO_4 : cölesztin) alacsony hőmérsékletű hidrotermális telérekben és vulkáni-üledékes ösztetekben jelennek meg. Viselkedése a kalciumhoz és a báriumhoz hasonló. Édesvizekben átlaga: 400 $\mu\text{g/l}$. A legtöbb ivóvízben 1 mg/l alatti mennyiségben van jelen. Nemcsak a szerves, de a szerves vegyületekben, ezáltal az élő szervezetekben is helyettesíti a kalciumot. Következésképp a gerincesek szervezetében főleg a csontokban halmozódik fel. A legkülönbélebb növények esetében is a termés héja tartalmazza a legtöbb stronciumot. Túlzott felszaporodása egészségkárosító (gerinceseknél a csontok deformálódását okozza), ez ellen fokozott kalciumadagolással védekezhetünk. Környezeti veszélyt a radioaktív ^{90}Sr jelenthet.

Bárium. Elemi állapotban a természetben nem található. Szulfátja (BaSO_4) — a súlypát vagy barit — jól ismert, pl. a mészkövek üregeiben és a hidrotermális keletkezésű ércek erekben. Nyomokban a legtöbb talajban megtalálható. A bárium a természetben közepesen mozgékony; mozgékonyágát a barit oldhatósága szabja meg. A witherit (BaCO_3) gazdasági jelentősége alárendelt. Az édesvizek átlaga: 20 $\mu\text{g/l}$. Az ivóvízben megengedhető max. koncentrációja: 1,0 mg/l. A tengervízben 6 $\mu\text{g/l}$ körüli a mennyisége. A zöldségekben, gyümölcsben 3–80 g/t báriumot találtak. A városok levegőjében átlagos koncentrációja 5 ng/m^3 . A bárium számos vegyülete (így pl. a bárium-klorid) erősen

mérgező — ezek azonban a természetben nem fordulnak elő. Az oldható báriumvegyületek is csak kis mértékben szívódnak fel a gyomor–bél rendszerből. A csontokban felhalmozódik, ezáltal a Ba/Sr hányados az életkorral nő.

Ezüst. Az ezüst, mint savanyúan hidrolizáló marószér, és mint fémsó is mérgezőseket okozhat. Talajba kerülve bizonyos koncentráció felett pusztítja a mikroorganizmusokat. Halálos adagját csecsemőknél 0,5 g-ra, felnőtteknél 20–30 g-ra becsülik.

Növényfelvétel eredményei

Délkeleti oldal

Összefüggő növényzet 45 méter magasságig alakult ki, a transzektben regisztrált fajok száma 26. E fölött még 12 méterrel felfelé is előfordul még szálanként siskanád, de jelentéktelen borításban. A kúp alsó része fajszámában a leggazdagabb, elsősorban a szárazságot és a zavarást jól tűrő növények a jellemzők. Közülük nagy gyakoriságával és borításával kiemelkedik a siskanád. Mellettük – bár csak szálanként – néhány vízigényesebb faj is előfordul, pl. a nád (*Phragmites australis*), sédkender (*Eupatorium cannabinum*), ebszőlő csucsor (*Solanum dulcamara*).

Felfelé haladva egyre több nád jelenik meg, bár még eléggé letörpült (a siskanáddal kb. azonos magasságban) formában. Megjelenik a transzektben az magas aranyvessző (*Solidago gigantea*), illetve annak nagyszámú csíranövénye. Ez a növény egyike a Kárpát-medencében gyakori agresszív tájidegen inváziós fajoknak. Ezek táj- és flóraidegen növények, amelyek bekerülve egy élőhelyre, agresszív terjedési stratégiájuk révén gyorsan uralkodóvá válnak. Az élőhely átalakítására és hosszantartó elfoglalására képesek s eközben a természetes szukcessziós folyamatokat gátolják, s ezúton megakadályozhatják azt, hogy a salakfelszínen idővel természetközeli növényzet alakuljon ki (STANDOVÁR és PRIMÁK 2003).

Mintegy 15 m magasságig dominál a siskanád, de egyre több és jobb növekedésű nád jelenik meg. A nádszálakra sok helyütt felfut a ligeterdők jellemző liánja a komló (*Humulus lupulus*). 15 és 20 m között tapasztalható egy váltás a domináns növények terén: a nád eléri az 1,5–2 m magasságot és a 100 %-os borítást. A nád alatt a salakfelszínen sok a mezei aszat (*Cirsium arvense*), bojtortján (*Arctium lappa*) és a sédkender (*Eupatorium cannabinum*) csíranövénye. Néhány csertölgy (*Quercus cerris*) magonc is előfordul, de a nád nagyfokú árnyékolása miatt nem valószínű azok tartós túlélése. A nád dominanciájának növekedésével párhuzamosan a siskanád jelentős mértékben visszaszorul, s egészen 30 m magasságig csak szálanként fordul elő. E fölött a nád borítása fokozatosan csökken s ismét átveszi vezető szerepét a siskanád.

35–40 m között feltűnően sok a mezei aszat (*Cirsium arvense*), s eddig húzódik fel a nád a salakkúp oldalán. A következő öt métere sávban 90%-os borítással uralkodik a siskanád, mellette csak a mezei aszat fordul elő. 45 m fölött már nincs összefüggő növénytakaró, kisebb foltokban még él a siskanád egészen 57 méterig.

Ahol a növényzet nagyobb mértékben benőtte már a salakfelszínt, ott felszín-közelen már megindult a humuszanyagok képződése és felhalmozódása, helyenként akár 10 cm-es mélységben is.



5. ábra Az idősebb kúp délkeleti oldalának növényzete (VIRÁG M. felvétele)
 Figure 5. Vegetation on the southeastern slope of the older heap (Photo by M. VIRÁG)

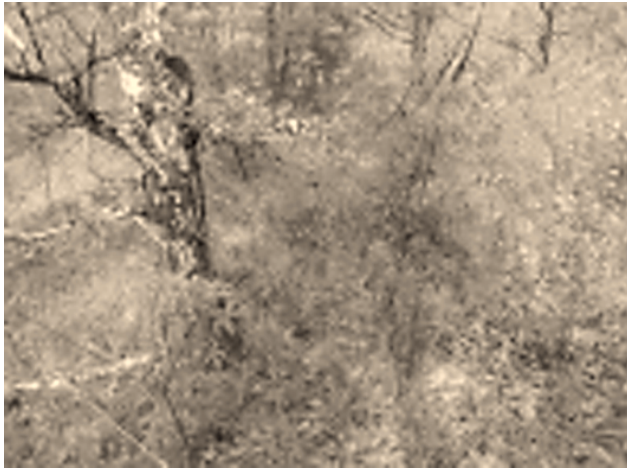
Északnyugati oldal

Ez a növényzettel nagyobb mértékben és magasságban (egészen 80 méterig) benőtt oldala az idősebb salakkúpnak. A transektben fellelhető fajok száma több mint kétszerese a DK-i lejtő fajszámánál: összesen 59. A salakkúpokat egy kisebb, tál alakú völgy szélén rakták le, egykori vizes élőhelyen. Ennek bizonyosságaként még most is élnek itt olyan fajok, amelyek az üde, vagy nagyobb vízigényű közösségek jellemzői, pl. a fehér fűz (*Salix alba*), kutyabenge (*Frangula alnus*), a mocsári sás (*Carex acutiformis*), nagy csalán (*Urtica dioica*), réti perje (*Poa pratensis*), kisvirágú őszirózsa (*Aster lanceolatus*) vagy a már fentebb említett komló, sédkender és a magas aranyvessző. A vizsgált salakkúp úgy helyezkedik el, hogy ÉNy-i lejtője ebbe a hajdani vizes élőhelybe nyúlik bele. Így a vízigényes fajok erről az oldalról viszonylag könnyen kolonizálták a meddőhányót.

Az alsó 15–20 méteres az 5–6 méter magasságot is elérő fás növények dominálnak: erdei fenyő (*Pinus sylvestris*), rezgőnyár (*Populus tremula*), nyír (*Betula pendula*), kecskefűz (*Salix caprea*), kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), csertölgy (*Quercus cerris*), egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*), fagyal (*Ligustrum vulgare*) és az akác (*Robinia pseudoacacia*). A salakkúp legalján kialakult kisebbfajta erdő lágyszárú szintjében uralkodó a DK-i oldalon is tömegesen előforduló siskanád (*Calamagrostis epigeios*). Említést érdemel ebből a zónából a vizes élőhelyekre jellemző komló, ebszőlőcsucor, sédkender, a mezei sóska (*Rumex acetosa*), a csomós ebír (*Dactylis glomerata*) és a közönséges hölgymál (*Hieracium lachenalii*). Legnagyobb fajgazdagságot a 15–25 m közötti zónában regisztráltunk.

Felfelé haladva a kúpon, a siskanád dominanciája egyre csökken és 40 m magasság után már csak szálanként található. Növekszik viszont a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) gyakorisága és megjelenik a bolygatott élőhelyekre jellemző martilapu (*Tussilago farfara*). A lejtőn 55–60 méter magasságig jelentős mértékű a humuszanyagok felhalmozódása. A felszínen jelentős borítást érnek el a mohák és a zuzmók. Közülük kiemelendő egy savanyúságjelző szőrmoha, a *Polytrichum juniperinum*.

65 méter fölött a fás növények már erősen visszaszorulnak, lágyszárúak uralják a növényzetet. A felső 20 méteren a fás növényfajokat már csak az erdei fenyő, a kecske-



6. ábra Az idősebb kúp északnyugatioldalának növényzete (VIRÁG M. felvétele)
 Figure 6. Vegetation on the northwestern slope of the older heap (Photo by M. VIRÁG)

fűz, a rezgőnyár és a nyír 1–2 éves magoncai és kisebb csemeték képviselik. Figyelemre méltó, hogy ezen az oldalon 75 m magasságban csigolyafűz (*Salix purpurea*) magoncot találtunk.

A növényzet 80 m magasságig hatol fel a salakkúpon. Ebben a magasságban már mindössze 3 faj – siskanád, martilapu és erdei fenyő magoncok fordulnak elő.

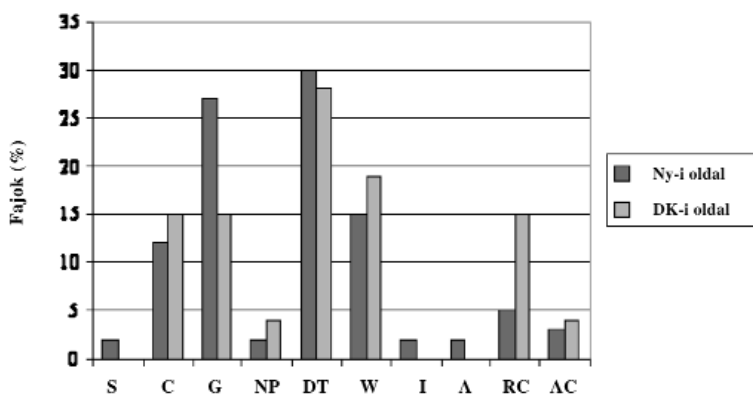
A fentiek alapján megállapítható, hogy a DK-i oldal vegetációja sokkal fajszegényebb (26 faj), ahol két fűfaj, a nád és a siskanád a domináns, így tájképileg is meghatározó. A felső és az alsó zónában a siskanád, míg a középsőben a nád a domináns és jelentős borítású. Az ÉNy-i oldalon megtelepedett növényzet jóval fajgazdagabbak (59 faj), fajkészlete az erdei fajok dominanciája miatt egységesebb. A lejtő alsó részén a fák már elérik a 4–5 m magasságot. A fák a magassággal fokozatosan letörpülnek és felritkulnak. A növényzeti zóna felső 5–10 méterében már csak néhány 10 cm-es csemetéiket, illetve magoncaikat találjuk. Minél magasabban vagyunk a kúpon, annál inkább hasonlít egymáshoz a két ellentétes oldalon megtelepedett növényzet fajkészlete.

A salakkúp értékelése a növényzet alapján

A meddőhányókon, mint új élőhelyeken viszonylag gyorsan megindul a fajok betelepülése a környező élőhelyekről. Ezen a nem természetes módon kialakult élőhelyen a szukcessziós folyamatok, irányok és az alternatív szukcessziós utak vizsgálata, dokumentációja és értelmezése kutatásunk egyik célkitűzése.

Tájökológiai és természetvédelmi szempontból különösen fontos kérdés, hogy fajkészletüket, térszerkezetüket tekintve mennyiben tekinthető természetesnek az itt kialakuló vegetáció, mikor alakulnak ki már a klasszikus értelemben vett növénytársulások, illetve ezek mennyiben lehetnek alapjai egy jövőbeli tájrehabilitációs, vagy akár élőhelyrekontstrukciós terveknek. Fenti kérdések megválaszolásához első lépésként a salakkúp növényzetének néhány természetvédelmi és ökológiai szempontból tulajdonságát kell megvizsgálni.

A megtelepedett növényzet természetességét vizsgálva elmondható, hogy a salakkúp mindkét oldalán a zavarástűrő természetes fajok (DT) az uralkodók (30, illetve 28%). A generalisták aránya az ÉNy-i oldalon közel kétszerese a másik oldalának (7. ábra). A természetes gyomfajok esetén fordított a kép (bár a különbség kisebb): a délies kitettséű oldalon 19%, a másikon 15%. Említést érdemelnek még a ruderalis kompetitorok (RC), arányuk a DK-i oldalon háromszor nagyobb, mint az ÉNy-in. A kompetitorokat (C) tekintve nincs nagy különbség: 12, illetve 15%. A természetes pionírok (NP) és az inváziós fajok (AC) néhány százalékot tesznek ki mindkét oldalon. Specialista (S), honos idegen (I) és adventív (A) növények mindössze 1-1 fajjal képviseltek az ÉNy-i oldalon. Az ÉK-i oldalról elmondható tehát, hogy az itt előforduló növényfajok 66%-a zavart, leromlott/degradált élőhelyekre jellemző (DT, W, A, RC, AC), míg ezek aránya az ÉNy-i oldalon csak 55%. Okokként az alábbiak feltételezhetők: a kitettség, és a donor területek minősége közötti különbség. A délies kitettséű oldalon elsősorban az abiotikus környezeti tényezők extremitásai, illetve szélsőségei érvényesülnek, amik korlátozzák bizonyos növényfajok megtelepedését, ami a fajszámban és a SBT értékspektrumban is tükröződik.



7. ábra A salakkúp növényzetének természetességi értékei
Figure 7. The naturalness values of plant species of slag cone

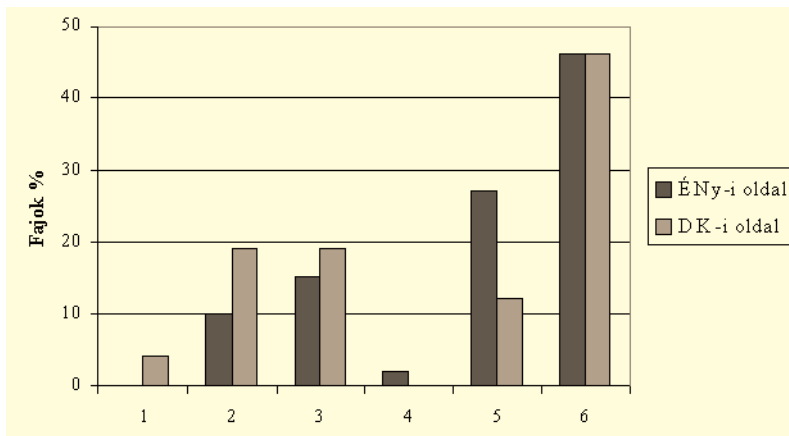
- S: specialisták, a termőhelytípus érzékeny indikátorai
 C: kompetitor fajok – természetes társulások domináns fajai, amelyek hosszú távon képesek stabilizálni a közösség összetételét
 G: generalisták (vagy szűkebb értelemben vett kísérő fajok), amelyek sokféle társulásban és különböző élőhelyeken megélnek, de az antropogén zavarást rosszul tűrik
 NP: természetes pionír fajok – újonnan kialakult élőhelyeken a meginduló szukcessziós sorok kezdő stádiumának fajai. Az abiotikus környezeti tényezők szélsőségeit jól tűrik.
 DT: zavarástűrő természetes növények – „mesterséges létesítmények”, esetünkben a salakkúp benépesítésében vezető szerepet játszó évelő fajok
 W: természetes gyomfajok – tartós antropogén hatás alatt álló mesterséges termőhelyek társulásaira jellemzők, jórészt egyéves fajok
 I: meghonosított idegen fajok – tájidegen növények, az élőhely természetessége szempontjából nem kívánatosak
 A: behurcolt (adventív, jövevény) fajok – tájidegenek, általában másodlagos termőhelyeken kialakult növényzetbe illeszkednek be.
 RC: ruderalis kompetitorok – a természetes flóra jellemző gyomfajai, gyakoriak a zavarásnak kitett élőhelyeken
 AC: agresszív tájidegen inváziós fajok – táj- és flóraidegen növények, agresszív terjedési stratégiájuk révén gyorsan uralkodóvá válnak, ezáltal gátolják a természetes szukcessziós folyamatokat

Cönológiai csoportosítás

A meddőhányó oldalain megtelepedett növényzet fajai különböző típusú társulás-csoportokból kerültek a salakfelszínre, mint sajátos, új élőhelyre. A fajkészlet jelenlegi, társulástani csoportok szerinti (ún. cönotípus) összetételéből (8. ábra) következtethetünk a szukcesszió irányára, folyamataira. Jól látható a salakkúp mindkét oldalán a cönológiai csoportba nem besorolható, indifferens fajok kiugró (közel 50%) részesedése. Ez arra utal, hogy még egyik oldalon sem indult el határozottan a növényi populációk társulásokká szerveződése. Ezt követi az ÉNy-i oldalon a lombos erdei fajok szűk 30%-os aránya, ami egy jövőbeli mezofil típusú erdő kialakulását eredményezheti.

A meddőhányó mindkét oldalán nagy számban vannak jelen az állandó zavarás által fenntartott, antropo- és zoogén élőhelyeken kialakult növénytársulások fajai (közel 20%). Az állandó zavarásnak kitett élőhelyek lágyszárú társulásainak képviselői a DK-i oldalon közel kétszeresét teszik ki a másik oldalon tapasztaltnál. A vízes élőhelyek növényzete egyetlen fajjal, a náddal képviselteti magát a DK-i lejtőn.

A betelepülő növények származási helyét (ún. donor területek) tekintve is markáns különbségek mutathatók ki: a salakkúp ÉNy-i végében húzódik az a nedves élőhely fragmentum, ahová a meddőt évtizedekkel korábban lerakták, s onnan a természetes flóra elemei könnyen benépesíthették a kúpot, mint új élőhelyet. DK-i oldalával ellenben egy gyomos, erősen degradált gyepterület határos, a kolonizáció jórészt innen történt. A nád nagy dominanciájának értelmezése ezen az oldalon (s hiánya a másikon) megítélésünk szerint további vizsgálatokat igényel.



8. ábra A salakkúp növényzete cönológiai csoportok szerinti
 Figure 8. Distribution of plant species according to syntaxonomic units

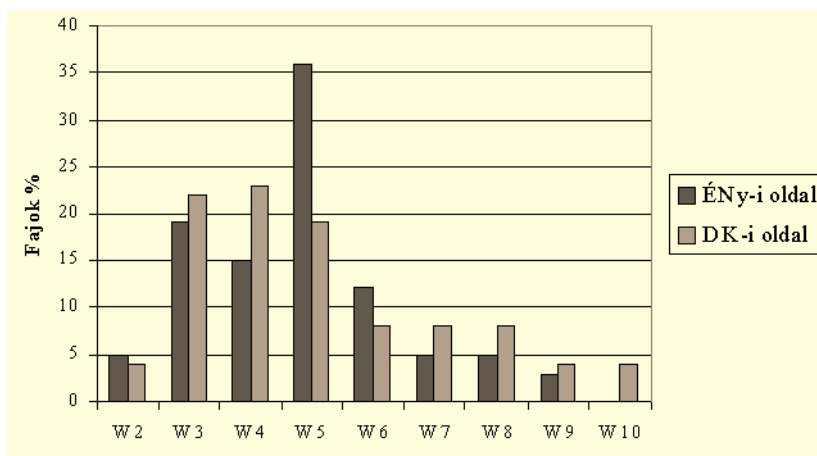
1. vízi, mocsári, lápi növényzet képviselői
- 2: zavart termőhelyek lágyszárú növénytársulásaira jellemző növények
- 3: antropo- és zoogén félcserjések, gyepek és rétek fajai
- 4: erdőközeli cserjések és kóros rétek növényei
- 5: lombos erdők növényfajai
6. Indifferens fajok

Növényfajok relatív vízigénye

Az ökológiai spektrumok közül az aljzat vízellátottságát a WB értékszámok (9. ábra) fejezik ki. Ezek az adatok azt jelzik, hogy a szárazságtűrő növényzet (WB: 2, 3, 4,) nagyobb aránya a DK-i oldalt jellemzi (kb. 60%), míg ez az arány az ÉNy-i oldalon mindössze 40%.

A közepesen nedves élőhelyet jelző mezofil fajok (WB: 5, 6, 7) aránya az ÉNy-i oldal növényzetében kétszerese (51%), a DK-i oldalnak (25%).

A kifejezetten vízigényes fajok (WB: 8, 9, 10) megoszlása 8, illetve 21 % (ez utóbbi a nád előfordulása miatt!)



9. ábra A növényzet talajnedvesség-indikátor értéke

Figure 9. The ecological indicator values of soil moisture or water table (W)

WB 2, 3, 4: szárazságtűrő- és tűrő növények

WB 5, 6, 7: üde, un. mezofil termőhelyek nedvességjelző fajai

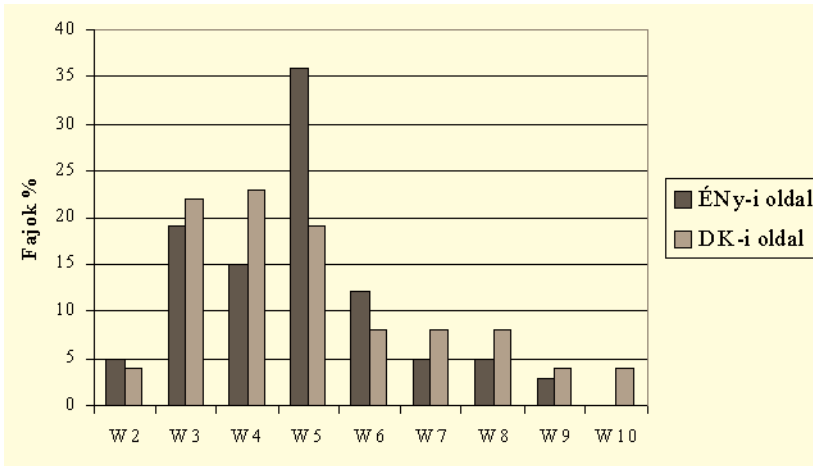
WB 8, 9, 10: Vízigényes, illetve vízi növények

A pH-indikáció

A salakminták pH-ja a laboratóriumi mérések (STEFANOVITS et al. 1999) alapján savanyúnak, pH = 4,0 körülinek adódott. Ez a savanyúság azonban nem jelentkezik ilyen markánsan a megtelepedett növényfajok pH indikáló értékeiben (10. ábra). Eredményeink alátámasztják azt a régóta jól ismert tényt, hogy a szukcesszió során a növényzet idővel módosítja az aljzat pH-ját. Ennek mértékét tisztázandó, a közeljövőben a humuszos felső szint pH vizsgálata szükséges.

A salakhányók rehabilitációs lehetőségei

A salakkúpok keletkezésük pillanatában csupasz felszínek, amelyeket a környező flóra és fauna tagjai spontán, de nagyon eltérő valószínűségekkel kolonizálnak. E kopár területek szukcessziós folyamatai a sajátos morfológiai, klimatológiai, hidrológiai és szigetbiogeográfiai sajátosságok függvényeként zajlik. A legtöbb esetben a feltételek



10. ábra A talaj/szubsztrát pH-indikációja
 Figure 10. The ecological indicator values of soil pH preference

- R4: mérsékelten savanyúság jelző növények
 R5: gyengén savanyú talajok fajai
 R6: neutrális talajok fajai, illetve tágtűrűsű indifferens fajok
 R7: gyengén bázikus élőhelyeket jelző fajok (sohasem fordulnak elő erősen savanyú talajokon)
 R8: mészkedvelő növények

nem kedveznek a magasabb rendű növény- és állatfajok számára. Ezek csak jóval később képesek itt megtelepedni. Először csak a szélsőséges ökológiai viszonyokat is jól tűrő ún. pionír fajok jelennek meg a meddőhányókon. A spontán megtelepülő fajok többnyire a környék vegetációjának gyomfajai, amelyek nagy egyedszámú, csaknem homogén borítást adnak a meddőhányók lábánál. A nem rekultivált felszíneket a lokális termőhelyi adottságok függvényében, a ruderalis élőhelyek gyomfajai kolonizálják, jellegzetes szukcessziós stádiumokat alakítva ki. Tipikus egy rövid pionír szakasz, amelyet egyévesek (*Chenopodium*- és *Amaranthus*-fajok) és igen gyakran a martilapu (*Tussilago farfara*) tömeges megjelenése jellemez. A következő 5–10 éves szakaszt a kétéves vagy rövid életű évelő, gyors szaporodásra alkalmas ruderalis gyomok (*Carduus*-, *Cirsium*- és *Plantago*-fajok) uralják. Ez után következik rendszerint a pillangós fajok (*Trifolium*- és *Medicago*-fajok) domináns szakasza. A művelés megszűnése után 20–25 évvel a szukcessziós folyamatban a fűvek következnek (például *Bromus*- és *Poa*-fajok), melyeket fokozatosan cserjék (*Rubus* és *Rosa*-fajok) és fák – rendszerint a rekultivációnál is alkalmazott fajok – követnek. A fás növényzet közül a nyár-fajok (*Populus*) és a tájidegen bálványfa (*Ailanthus altissima*) és az ezüstfa (*Eleagnus angustifolia*) megjelenése várható.

A hányókon az első növényfajok megjelenését követően az állatok is rögtön feltűnnek. Először a repülő rovarok, majd a pókok és csigák, s végül a gerincesek is megjelennek.

Sok esetben azonban a gyors kolonizációra nincs lehetőség vagy idő, ezért a salakhegyek és meddőhányók többségét rekultiválják, azaz alkalmas taxonokkal mesterségesen betelepítést végeznek. A nagy felületű, nem toxikus, és viszonylag kedvező adottságú meddőket a rekultiváció során akár mezőgazdasági műveléssel is hasznosíthatják,

például gabona-, szőlő- és gyümölcsstermesztésre, míg az erre alkalmatlan területekre gyepet és erdőt telepítenek. Gyeptelepítésre és rézsűfűvesítéseinél általában magkeverékeket használnak, melyben például *Trifolium-* és *Medicago-fajokat* kevernek. Fásításra általában igénytelenebb fafajokat – például *Populus alba*, *Populus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* – használnak (BARTHA S., 1997).

Köszönetnyilvánítás

Munkánk elkészítésében nyújtott segítségükért köszönettel tartozunk az ELTE TTK Atomfizikai Tanszékről Pávó Gyulának, dr. Bornemissza Györgynének, dr. Horváth Ákosnak és Csorba Ottónak a sok hasznos tanácsért és lelkesedésért, amivel munkánkat támogatták. Szintén köszönetet mondunk Varga Gábornak és Telbisz Tamásnak, hogy műszereikkel és észrevételeikkel lehetővé tették terepi méréseim kivitelezését és segítették a geometriai számításokat.

Irodalomjegyzék

- ANGYAL Zs. 2003: Salgótarján környéki salakkúpok természetföldrajzi viszonyai és környezeti értékelése, szakdolgozat, ELTE TTK Természetföldrajz Tanszék.
- BARTHA S. 1997: Gyomnövényközösségek szünmorfogenezise külszíni szénbánya meddőhányóin (kandidátusi értekezés). MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet.
- BORHIDI A. 1993: A magyar flóra szociális magartartástípusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai, Janus Pannonius Tudományegyetem, Szeged, pp. 2–6.
- COTTON C. A. 1952: Volcanoes as landscape forms. Whitcombe and Tombs Ltd., Christchurch.
- GÁBRIS GY., MARIK M., SZABÓ J. 1996: Csillagászati földrajz, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- MOSER M., PÁLMAI GY. 1999: A környezetvédelem alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- OLLIER C. 1988: Volcanoes. Basil Blackwell, Oxford – New York.
- PAPP E. 1995: Modern fizikai laboratórium ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- SIMON T. 2000: A magyarországi edényes flóra határozója. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- STANDOVÁR T., PRIMACK R. B. 2001: A természetvédelmi biológia alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- STEFANOVITS P., FILEP GY., FÜLEKY GY. 1999: Talajtan, Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- SÜKÖSD Cs. 1992: Magfizikai laboratóriumi gyakorlatok, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- SZABÓ J. 1998: Tömegmozgások. In: BORSY Z (szerk.): Általános természetföldrajz, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 269–293

ODD LANDSCAPE ELEMENTS: SLAG HEAPS IN THE REGION OF SALGÓTARJÁN
(NORTH HUNGARY)

ZS. ANGYAL, M. SZABÓ, D. KARATSON

Eötvös Loránd University, Faculty of Sciences, Department of Physical Geography
H-1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C. e-mail: anzs7@hotmail.com

Keywords: slag heaps, odd landscape element, rill erosion, X-ray fluorescence analysis, spontaneous plant colonisation, rehabilitation

The industrial works of the town of Salgótarján, a centre of heavy industry during the socialist regime, have been polluting the surroundings for dozens of years. This includes air, soil, surface and subsurface water pollution as well. Apart from these, a special form of environmental pollution exists, namely the presence of slag heaps of an old power station, which can be difficultly harmonized with natural landscape. We have found the investigation of those cones very important. The study of the two slag heaps is very important from several point of view.

Studying the morphology of the cones, we made a field survey and evaluated the available air photos, and concluded on the qualitative and quantitative characteristics of degradation. The qualitative aspect includes the reconstruction of the erosion occurred in the past thirty years. Namely, we have pointed out that, apart from rill erosion, the slides that propagate upward on the cone surfaces also play an important role. The latter, quantitative study, based on the present cone dimensions and the volume of rills of the cones, has resulted in the calculation of the eroded material and average erosion rate. In the past 30 years, ca. 10-15 % of the cone volume has been removed, implying serious environmental risk.

Furthermore, the analytical composition of the slag was also determined. The method of X-ray fluorescence was used. This method enabled us to determine the chemical elements on a qualitative and quantitative ground. Because of the radioactive heavy elements, it is reasonable to investigate radioactivity as well.

The recovery of vegetation by the secondary succession might play an important role in reducing the pollution. That process, however, is going on mostly on the elder slag heap surfaces only. The changes of plant cover was followed by using aerial photos. On the elder heap – taking into consideration of different exposure – the survey for the determining plant structure was made. On the basis of ecological and natureness (conservation) values it can be stated that the surface of heaps are colonized mostly by weed and disturbance tolerant species, characteristics for ruderal habitats forming specifying succession states. Subsequently, the perennial herbaceous as well as arboreal plants are also occurring. On the studied heaps only spontaneous plant colonisation and vegetation recovery is taking place. The plant cover is strongly mixed, it doesn't form typical communities, so it is quite unique. On the basis of our results a plan for landscape rehabilitation can be made in the future.