

KLÍMAVÁLTOZÁS – ARIDIFIKÁCIÓ – VÁLTOZÓ TÁJAK

RAKONCZAI JÁNOS⁷⁴

CLIMATE CHANGE – ARIDIFICATION – CHANGING LANDSCAPE

Abstract: The effects of globalisation are becoming more and more obvious not only in the world economy but also in the natural processes. In the international scientific world the effects of global warming can be observed the most in aridification process but many scientists presume connection with the increasingly unpredictable flood events, too. Few think, however, that the changed climate of the several decades – through the change of water cycle – can be resulted in the transformation of the natural landscape.

The most important long term effect is the decrease of ground water. The decrease of ground water, however, influences processes through many interactions. On the one hand deeper ground water level causes that vegetation can hardly reach and utilise it which results in a decrease in biomass and in case of more significant transformation vegetation change can occur. On the other hand the change of ground water modifies the vertical movement of water and salt in soils, which results in the genetic transformation of soils. In the consequences of aridification processes may start or in case of arid soils they may generate a process that decreases salt. In both cases the change in the quality of the soil accompanies with the transformation of the natural vegetation.

BEVEZETÉS

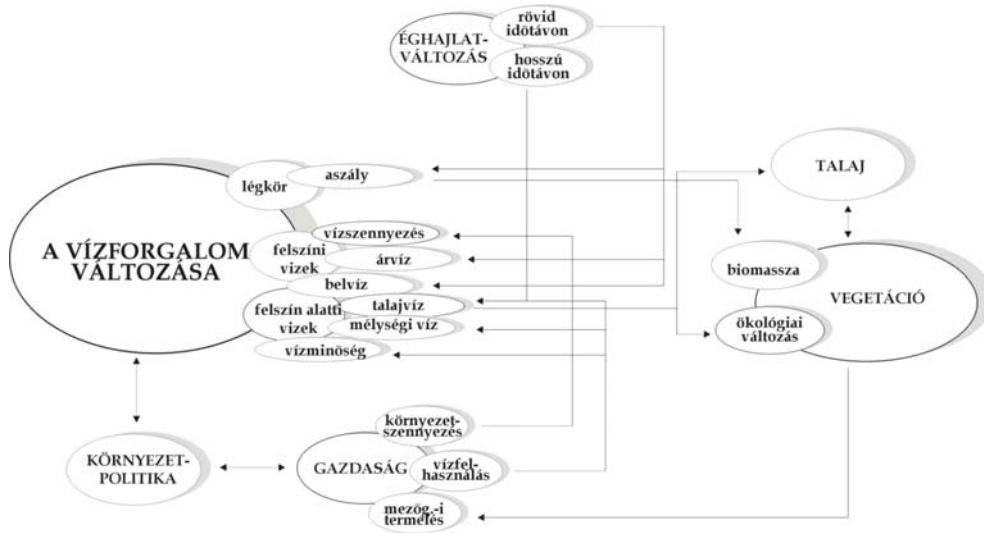
A globalizáció hatásai egyre inkább nyilvánvalóak nem csak a világgazdaságban, de a természeti folyamatokban is. Az 1972-es Stockholmi Konferencián még inkább csak eshetőséggént merült fel a légkör felmelegedésének kérdése, majd a Római Klub 4. jelentése (*Beyond of Age of Waste*) is csak elméleti problémaként említi az ózon réteg jövőbeni károsodását. Napjainkban pedig olyan természetességgel beszélünk az üvegházhatás, az ózonlyuk, a savas esők vagy a világtengerek gondjairól, mintha ezek hosszú idő óta ismert környezeti problémák lennének. Éppen ezért sem meglepő, hogy kezdetben azt gondolhattuk, hogy egyes területek akár ki is maradhatnak ezekből a globális folyamatokból. Napjainkban azonban egyre több megfigyelési adat bizonyítja, hogy a globális változások – közöttük a klímaváltozás – hatásai a Föld egymástól távoli tájain is jól érzékelhetőek.

A nemzetközi tudományos életben egyre inkább elfogadott globális felmelegedés hatása talán legjobban a szárazodási folyamatban mutatható ki, de sokan gyanítanak kapcsolatot a mind kiszámíthatatlanabb árvizes eseményekkel is. Arra azonban kevesen gondolnak, hogy néhány évtized megváltozott éghajlata – a vízforgalom változásán keresztül – már a természetes táj átalakulását is magával hozhatja.

⁷⁴ Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék. 6722 Szeged, Egyetem u. 2. E-mail: rjanos@earth.geo.u-szeged.hu

A VÍZFORGALOM VÁLTOZÁSÁNAK KÖRNYEZETI KÖVETKEZMÉNYEI

A környezeti változásokban a kulcsszerepet a természetes vízforgalom megváltozása tölti be, ami számos közvetlen és közvetett hatáson keresztül – gyakran antropogén hatásokkal kiegészítve – változtatja meg a tájalkotó tényezők tulajdonságait. A hatásmechanizmusokat vázlatosan az 1. ábrán mutatjuk be.



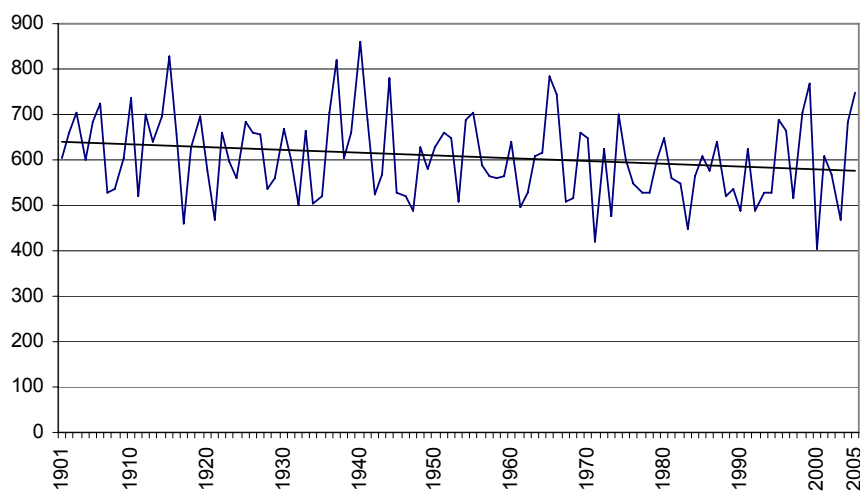
1. ábra A természetes vízforgalom változásának környezeti következményei
 Figure 1 The environmental consequences of the change of natural water cycle

Az éghajlatváltozás a vízforgalomban rövid és hosszú időtartamú változásokat indít el. A rövid távú változások következményeit aránylag egyértelműen érzékelhetjük: aszály, illetve az ezzel együtt járó terméseszkkenés, az árvízi események, az egyes tájakon kialakuló belvízi elöntések.

A hosszú távon érzékelhető változások közül legfontosabb a talajvízcsökkenés – még ha ez első pillanatban nem is nyilvánvaló. A talajvíz csökkenése azonban több kapcsolatrendszeren keresztül is érvényesíti hatásait. Egyrészt a mélyebbre kerülő talajvízszint mind nehezebben érhető el és hasznosítható a növényzet számára, ami a biomassza csökkenését eredményezi, sőt jelentős változás esetén vegetációváltozást is okozhat (pl. mezőgazdaságilag művelt területeken a természetű növényi kultúrák változtatását is kikényszerítheti). Másrészt azonban a talajvíz változása módosítja a talajok vertikális víz- és sómozgását, ami a talajok genetikai típusának átalakulásával jár együtt. Ennek következtében szikesedési folyamatok indulhatnak el, vagy szikes talajok esetében akár egy sócsökkenési folyamat is elindulhat. Mind a két esetben a talaj minőségének változása a természetes vegetáció átalakulását vonja magával.

A SZÁRAZODÁSI FOLYAMAT MAGYARORSZÁGON

A több mint száz éves adatsor elemzése, s a mintegy húsz éve tapasztalható határozottabb – többé-kevésbé trendszerűen is kimutatható – csapadékcsökkenés nyomán többször hangzott el az a megállapítás, hogy Magyarországon is sivatagosodási folyamat van kialakulóban. Miután azonban az éves csapadék csak igen ritkán és kis területen marad 200 mm alatt (de 2000-ben erre is volt példa), sivatagosodásról aligha beszélhetünk. Ezért helyesebb, ha a csapadékcsökkenés folyamatát inkább szárazodásnak nevezzük. A különböző módszerekkel végzett átfogó országos értékelések országos szinten számottevő – legalább 40-50 mm-es – éves csapadékcsökkenést mutatnak egy évszázad alatt (2. ábra), s az utóbbi két nedvesebb év (2004 és 2005) nem változtatott a trend csökkenő jellegén. Ennél az értéknél is nagyobb hiány tapasztalható az Alföld egyes részein, különösen a Duna-Tisza közén.



2. ábra Magyarország átlagos évi csapadékai (mm), illetve annak trendje (1901-2005)
(az OMSZ adatainak felhasználásával)

Figure 2 The annual precipitation data of Hungary (mm), and their tendency (1901-2005)
(adapting the data of the Hungarian Meteorological Service)

A szárazodás jelensége, mint folyamat, közvetlen következményeivel (pl. aszály, termés-csökkenés) nehezen értékelhető, hiszen átlagos csapadékú évben is lehet rossz termés, ha a csapadékeloszlás kedvezőtlen, illetve kevés csapadék is pótolható öntözéssel. Jól érzékeltetheti a folyamat bonyolultságát a 2000. év, amikor a tél végén, a tavasz elején jelentős belvízborítás alakult ki, komoly árvíz is volt, majd olyan jelentős csapadékhiány következett az év többi részében, hogy az országos csapadékátlag 400 mm körül alakult, amire az egész 20. század folyamán nem volt példa. Kutatásaink során éppen ezért *olyan komplex indikátorokat keresünk, amelyek nem egy-egy eseményt (eseménysort) ragadnak ki, hanem már al-*

kalmassak arra, hogy tendenciát jelezzenek. Tapasztalataink szerint ilyenek a talajvízszint-csökkenés és a biomasszaváltozások.

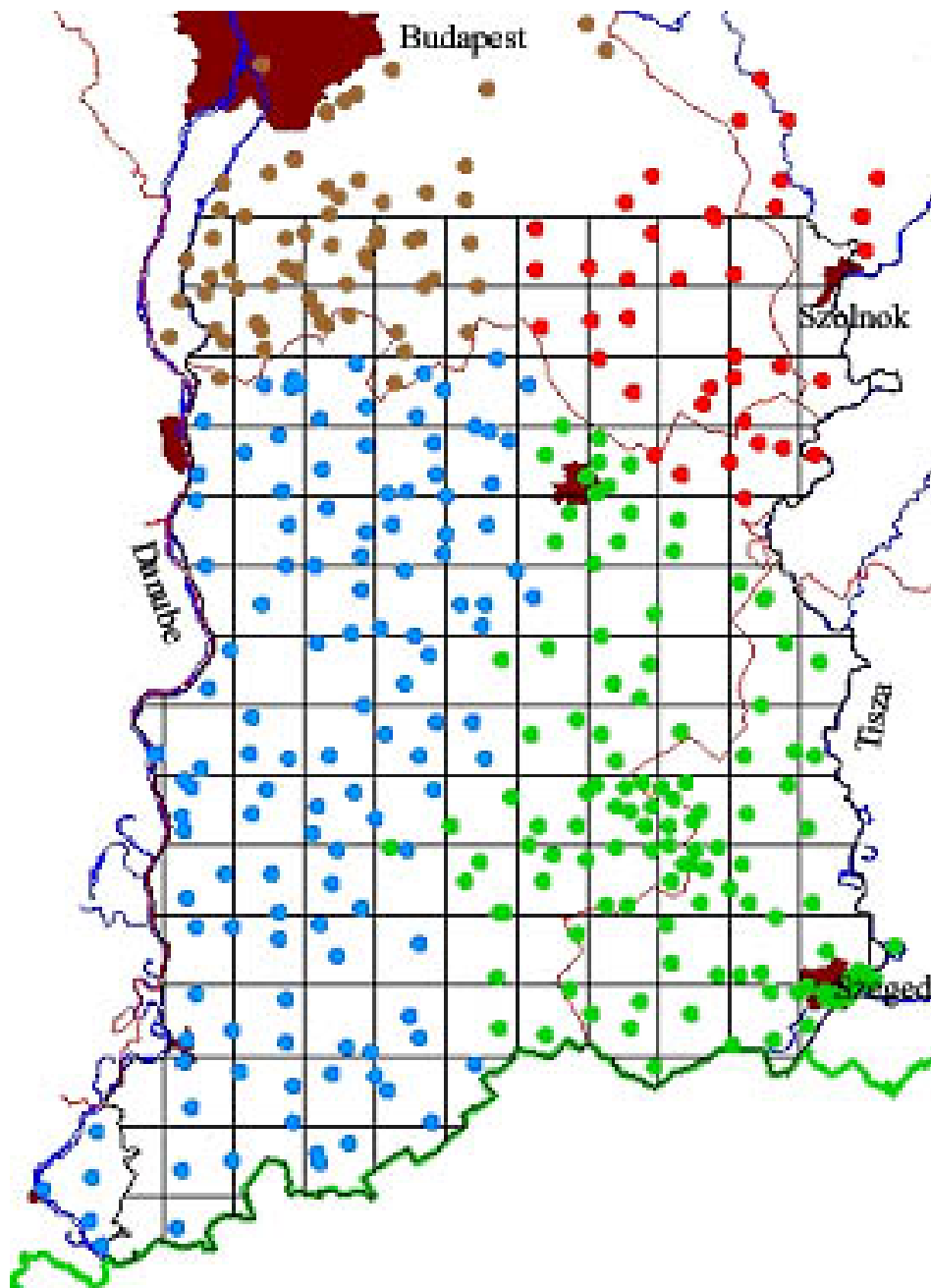
REGIONÁLIS LÉPTÉKŰ TALAJVÍZSZINT-CSÖKKENÉS

A talajvízcsökkenés folyamatát regionális léptékben először a Duna-Tisza közén észlelték (de nem csak ezt a tájunkt érintette). A részletesebb vizsgálatok azonban feltárták, hogy a változásnak csak egyik előidézője a csapadék csökkenő mennyisége, valójában egy összetett folyamat, amelyben a természeti elemek mellett társadalmi hatások is szerepelnek. A szárazodást kiváltó legfontosabb tényezők: csapadékhiány, fokozódó rétegvíz-kitermelés, a csapadékhiány miatti jelentősebb öntözés, csatornák és egyéb vízmentesítő létesítmények, földhasználati változások.

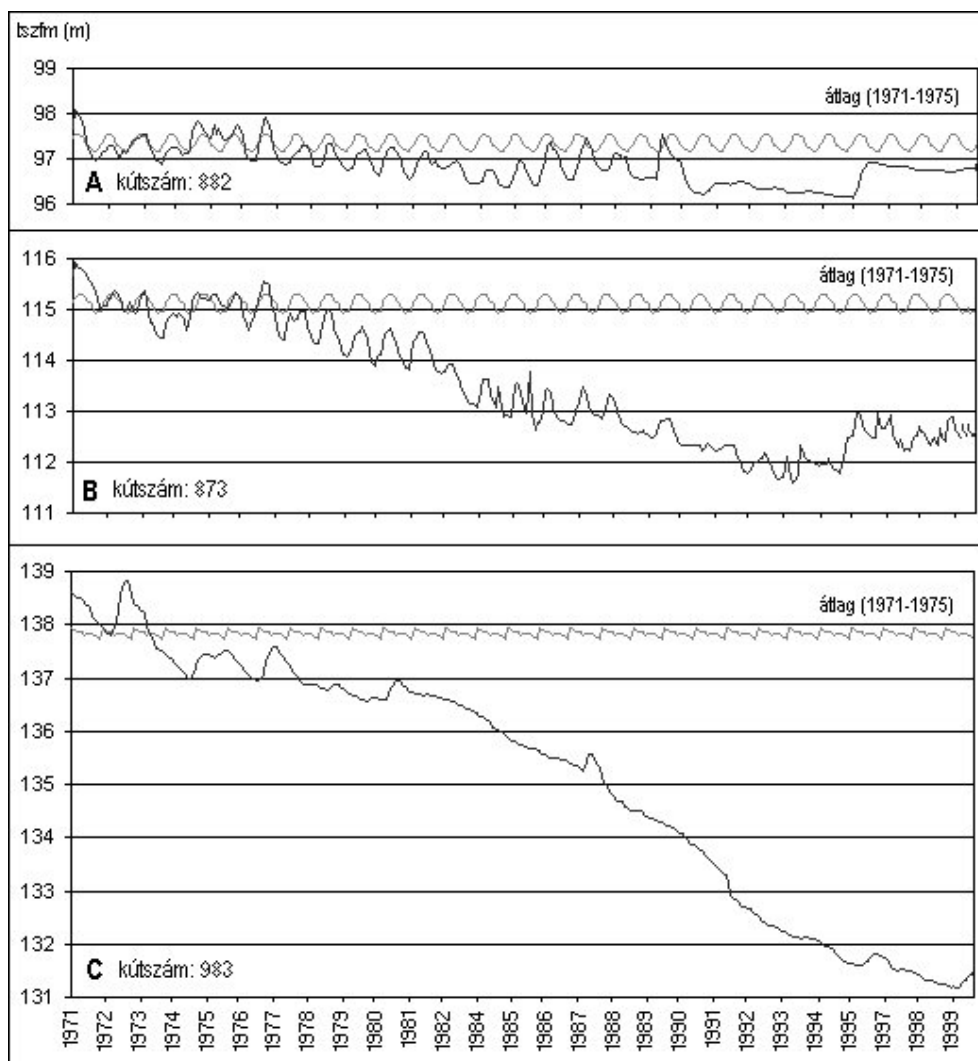
Magyarországon az 1930-as évektől kezdték el kiépíteni a talajvíz helyzetét részletesen mérő kutak hálózatát, s országos szinten több mint ezer legalább 50 éves adatsorral rendelkező kút adatát használhatjuk fel az értékelésekhez. A Duna-Tisza közén (ahol a talajvízcsökkenés leginkább tapasztalható) 10 ezer km²-en körülbelül 250-300 olyan mérőhely van, amelyek rendelkeznek hosszú időtávú értékelésre alkalmas adatokkal (3. ábra).

A kutak adatait geoinformatikai eszközökkel értékeltük, de egyidejűleg geostatistikai módszerekkel az értékelések megbízhatóságát is ellenőriztük. Ezek alapján pontosan meghatározható a talajvízcsökkenés területi és időbeli folyamata, de emellett elég pontos adatokat tudunk szolgáltatni a vízhiány mértékére is.

A Duna-Tisza köze felszín alatti vízforgalma szempontjából fontos, hogy a táj a két nagy folyó között hátszerűen emelkedik ki, így a talajvíz utánpótlódásában csak a csapadéknak van meghatározó szerepe (ugyanis a magasabb területek felől nincs lehetőség felszín alatti ideszivárgásra), s a folyók hatása is csak egy korlátozott sávban mutatható ki. A változásokban leginkább érintett területen az volt tapasztalható, hogy a talajvízcsökkenés igen szoros kapcsolatban van a magassági (domborzati) viszonyokkal (4. ábra). Megállapítható volt az is, hogy a terület egy részén a talajvízkészletek szorosabb kapcsolatban vannak a meteorológiai viszonyokkal, és így egy nedvesebb időszak segítheti a normalizálódást, korábbi viszonyok helyreállítását. Mindez azonban azt alátámasztja, hogy a hiány oka leginkább a szárazabbá váló éghajlatban keresendő. A csapadékosabb időszakok hatása egyre kevésbé érződik a mélyebbre süllyedt talajvizek esetén. Néhány csapadékosabb éve hatására (ilyen volt az 1990-es évek második fele, s vélhetően 2005 és 2006 is) a teljes terület vízhiánya mérséklődik ugyan (1. táblázat), de a szárazodásban erőteljesen érintett területek kiterjedése szinte semmit sem változik (5-6. ábra). A mélyebbre süllyedt talajvizek „regenerálódására” elég kevés az esély. Értékelésünk szerint mintegy másfél ezer km²-es területen a süllyedés mértéke akkora, hogy kevésbé valószínű a folyamat normalizálódása.



3. ábra A Duna-Tisza között található talajvíz-kutak területi elhelyezkedése
(a tájékozódást segítő rácsháló mérete 10x10 km)
Figure 3 The location of the ground water wells on the Danube-Tisza Interfluvium
(the measure of the grid is 10x10 km)



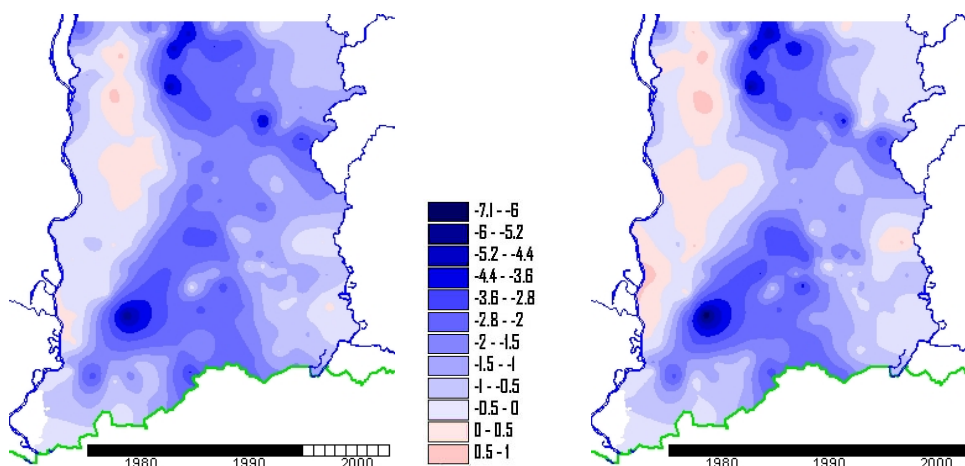
4. ábra A talajvízszint változása a Duna-Tisza között három különböző magassági helyzetben levő kútban (az 1971-1975 közötti átlaghoz viszonyítva)
 Figure 4 The change of ground water on the Danube-Tisza Interfluve in wells on three different latitudes (in relation to the average of 1971-1975).

A szárazodási folyamat természetesen nem csak a Duna-Tisza között tapasztalható, csak ott volt a legkarakterisztikusabb. Az 1970-es évek végétől a magyarországi tölgyerdőkben tapasztalt tömeges fapusztulások egyik okaként is az évtizedes csapadékhiányt gyanították. A Délkelet-Alföldön pedig a tartós szárazság miatt olyan egyenetlen talajsüllyedések alakultak ki, amelyek tömeges épületkárokat okoztak – ezek hátterében azonban más, részben antropogén hatások is sejthetők (ennek részletesebb kifejtésére jelenleg nem térünk ki).

1. táblázat Az 1970-es évek elő feléhez viszonyított vízhiány hozzávetőleges értéke a Duna-Tisza közti hátságán

Table 1 The approximate quantity of water deficit on the ridge of Danube-Tisza Interfluve in relation to the first part of the 1970s

Év	Vízhiány (km ³)
1980	1,15
1985	2,32
1990	4,08
1995	4,80
2000	2,84
2003	4,81



5-6. ábra A talajvízszint-változás mértéke 1995 és 2003 márciusában (m) (az 1971-1975 évi átlaghoz viszonyítva)

Figure 5-6 The level of ground water in March, 1995 and 2003 (in relation to the average of 1971-1975)

A VEGETÁCIÓ RÖVID IDŐTÁVÚ VÁLTOZÁSAI

A növényzet életfeltételének változása (így a szárazodás folyamata is) leginkább a biomassza mennyiségének változásán keresztül fogható meg. Kutatásunk alapötletét így az adta, hogy a biomassza tér- és időbeli alakulása, mint komplex mutató vissza fogja tükrözni a szárazodási folyamat mértékét, időbeli lefolyását. A vizsgálatba vont 11 éves időtartam (1992-2001) alapján azt tudtuk elemezni, hogy az időjárási különbségeken alapuló környezeti változások milyen hatást eredményeznek a növényzetben egy „normális” csapadékú évhez viszonyítva, s az esetleges változásoknak van-e trend jellege, s felismerhető-e érdemi változás a természetes ingadozáson, a vegetációs növekedésen kívül.

Vizsgálatainkat a Duna-Tisza köze talajvízszint-csökkenésben is érintett területein végeztük. Az elemzések multispektrális műholdfelvételek alapján készül-

tek (LANDSAT TM felvételeken a Corine Land Cover 100 felhasználásával monitoring jellegű analízist végeztünk nagy időfelbontással bíró NOAA AVHRR felvételekkel. A táj igen heterogén területhasználata miatt két természetközeli felszínfedettségi típus (erdők, gyepek) elemzését volt célszerű elkészíteni.

Részletesebb elemzésünkben (**Kovács F.** 2005) azt emeljük ki, hogy a Duna-Tisza köze területének 1/4-én a biomaszamennyiség alapvetően csökkenő tendenciájú. A legérzékenyebb összefüggő területek a táj középső és délkeleti részen határolhatók el. Különösen a vegyes erdők reagálnak kedvezőtlenül az adott időszak változásaira, de a lágyszárúak esetén is tapasztalható csökkenés a vegetáció-termelésben.

A TÁJ KOMPLEX VÁLTOZÁSAI

A globális éghajlati változás egyik területünket is érintő következménye a korábban már bemutatott szárazodási folyamat. Ez (a 2. fejezetben vázlatosan bemutatott módon) egy vízforgalom-változás által vezérelt tájváltozási folyamatot indíthat el, amire egyik mintaterületünk mutat jó példát.

1976-1978 között részletes geomorfológiai és talajtani vizsgálatokat végeztünk a Szabadkígyósi pusztán – a terület védeltségét előkészítő munkák részeként. Ennek során pontos mikromorfológiai térképet készítettünk a vidékre jellemző egyik szikpadkás tájrészleten, valamint botanikusokkal közösen mintaterületeket jelöltünk ki közös értékelésre (**Rakonczai J.** 1986). Ekkor még senki nem gondolta, hogy ez 25 év után alkalmas lehet a tájváltozások kimutatására. A 2003-tól újra elvégzett mérések során viszont már nemcsak a padkapusztulást, hanem a vegetáció- és talajváltozást is megfigyelhetjük. Az egykor szinte teljesen növénymentes sziklaposokon egyveretű gyepterület jelent meg, az egykori padkákat több helyen a padkás erózió teljesen eltüntette, rajtuk gyepek, sóvirágos növényfoltok alakultak ki – miközben a csupasz szikes felszínek teljesen eltűntek. *Azaz a tartós talajvíz-csökkenés látványos tájváltozást okozott (7-8. ábra).*

A tájban zajló folyamatok kapcsolatrendszerét feltárva tehát megállapítható, hogy a szárazodás ténye az Alföldön az utóbbi évtizedekben nem csak a csapadékok trendszerű csökkenésében figyelhető meg, hanem hatása továbbgyűrűzik. A csapadékhiány rövidebb távon a vegetáció éves változásain keresztül is lemérhető (ilyen az aszály miatti termés-csökkenés), a tartós hiány azonban regionális léptékű talajvízszint-csökkenésekhez vezethet. Ez utóbbi a talajok genetikai változását is okozhatja, ami a természetszerű vegetáció átalakulásához vezethet akár egy emberöltő alatt is!

Ez a folyamat védett területeink arculatának megváltozását, a gazdálkodásba vont területek talajainak átalakulását is magával vonja. Ez utóbbinak mind kedvező, mind kedvezőtlen hatásai is lehetnek. Nagy kérdés, hogy hazai környezetpolitikánk képes lesz-e a következmények kezelésére? A 2006-ban záruló VAHAVA

projekt lehet az a tágabb keret, ami ráirányíthatja a döntéshozók figyelmét is a tájban zajló folyamatok értékelésének fontosságára.



7-8. ábra A negyedszázad alatt begyepesedett egykori „vakszikés” táj a Szabadkígyósi pusztán

Figure 7-8 The once sodic spots that became covered by grass during a quarter of a century near the „puszta” of Szabadkígyós

IRODALOM

- Kovács, F.** 2005. The investigation of regional variations in biomass production for the area of the Danube-Tisza Interfluve using satellite image analysis. *Acta Geographica* pp. 118-126.
- Láng I.** (szerk.) 2006. VAHAVA projekt: Összefoglalás. 66 p.
- Rakonczi J.** 1986. A Szabadkígyósi puszta földtani viszonyai és geomorfológiája. *Környezet- és Természetvédelmi évkönyv* 6. pp. 7-18.
- Rakonczi J.** 2003. Globális környezeti problémák. Lazi Kiadó. 192+16 p.
- Rakonczi J. – Bódis K.** 2002. A környezeti változások következményei az Alföld felszín alatti vízkészleteiben. In: Jakucs László, a tudós, az ismeretterjesztő és a művész. pp. 227-238.
- Rakonczi J. – Kovács F.** 2004. A szárazodási folyamat területi és időbeli változásainak vizsgálata az Alföldön. A VAHAVA program számára készített értékelés. Kézirat. 34 p.
- Rakonczi J. – Kovács F.** 2005. Globális változások és hazai tájváltozásaink. The 12th Symposium on Analytical and Environmental Problems. pp. 286-290.