

# AZ ALFÖLD TÁJVÁLTOZÁSAI ÉS A KLÍMAVÁLTOZÁS

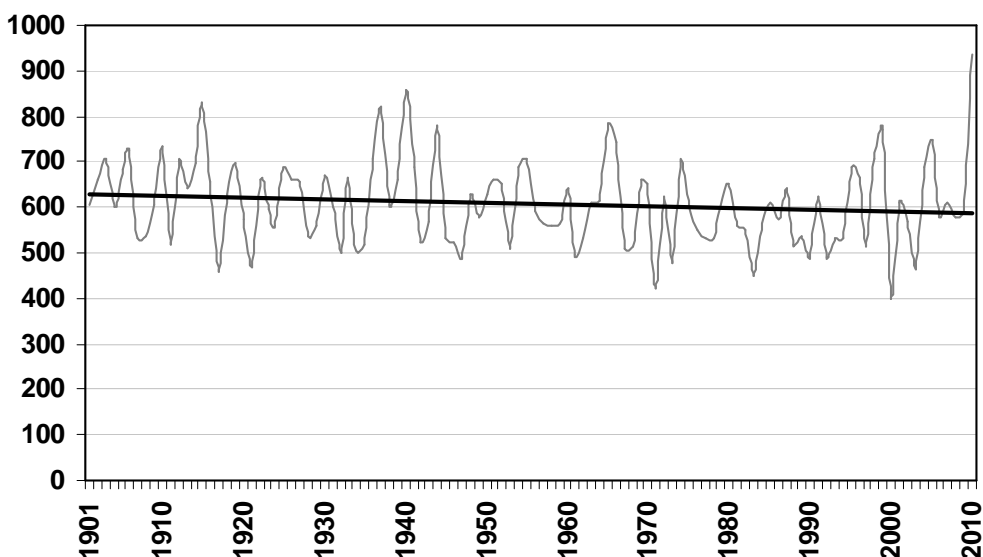
Rakonczai János\*

## 1. Bevezetés

A globális klímaváltozás következményei a világban igen változatosak. A hőmérséklet emelkedése többé-kevésbé általánosnak mondható, bár mértéke területenként igen különböző lehet. Ennek hatása leginkább a jeges területeken tapasztalható jól mérhető változásokkal bizonyítható. Lényeges változások figyelhetők meg a csapadékeloszlásban, ez azonban e Föld egyes részein csapadéktöbbletet, másutt pedig csapadékhiányt jelent. Hazánk területén az utóbbi száz évben a világátlaghoz közeli,  $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os melegedés, és tendenciájában 60–80 mm-es csapadékcsökkenés tapasztalható. Mivel azonban mind a hőmérsékleti értékek, mind a csapadék (1. ábra) igen nagy szórást mutatnak, a változások trendjellegét sokkal nehezebb igazolni.

Ezek a változások ráadásul nem egyformán jelentkeznek tájainkon, és mivel erősen keverednek az antropogén hatások következményeivel kimutatásuk hosszabb kutatást igényel. Tapasztalataink szerint ugyanakkor találhatóak olyan indikátorok, amelyek alkalmasak a klímaváltozás következményeinek feltárására. Fontos azonban azt is megjegyezni, hogy a természeti elemek nem minden kellemetlen változása mögött kell a klímaváltozást keresni végső „bűnösként”, még ha esetleg azzal valamilyen kapcsolatba is hozható.

Kutatásaink során fontos szempont volt, hogy olyan tájalkotók változásait tárjuk fel, amelyek nem az éghajlati elemek változékonyságát, hanem inkább a változások irányait, trendjeit mutatják. Ilyennek bizonyultak a talajvíz, a talaj és a vegetáció változásai.



1. ábra. Magyarország éves csapadékátlagai és annak trendje 1901–2010 (mm)  
(az OMSZ adatainak felhasználásával)

\* Dr. Rakonczai János, egyetemi docens, kandidátus, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék

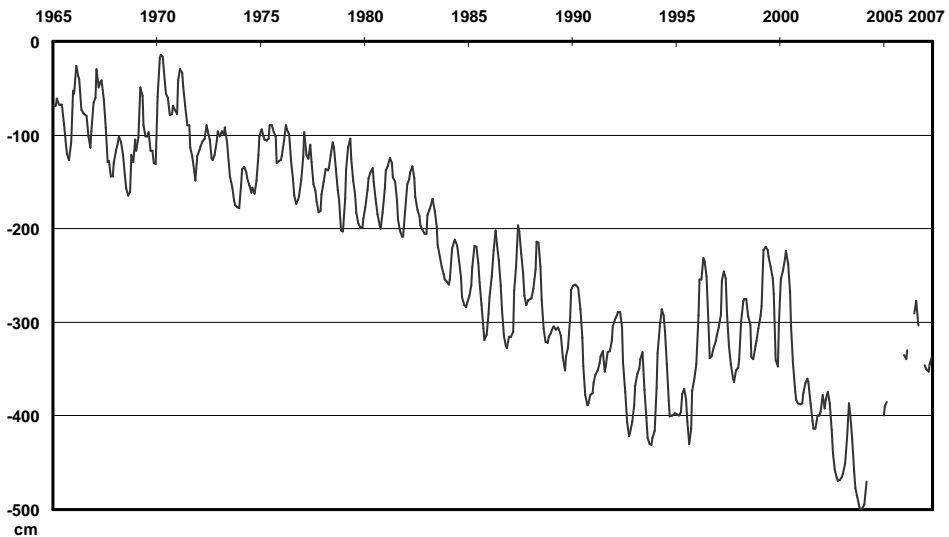
## 2. A talajvíz, mint klímaváltozás-indikátor

Az Alföld több száz méter vastagságú üledéksora mindenütt kedvező lehetőséget nyújt a talajvíz tárolásra – többnyire legfeljebb néhány méteres mélységben. A felszínközeli talajvíztartó rétegek nagyobb részben csapadékból táplálkoznak, egyes esetekben azonban lehetőség nyílhat felszíni vizekből vagy felszín alatti szivárgással távolabbi területekről is pótlódniuk. Azokon a területeken, ahol csak a csapadékból táplálkozik a talajvíz, annak évi változását döntően a csapadék és a párolgás alakítja. Ott viszont ahol a talajvíz a magasabb területek irányából felszín alatt is pótlódik, nagy jelentőségű, hogy ez a lehetőség tartósan fennmaradjon. Ha ez a kapcsolat megszakad, elmarad a felszín alatti „hozzáfolyás”, a talajvízszint csökkenni fog. Ilyet tapasztalhatunk a Mátra és részben már a Bükk előterében is, ahol a külszíni bányászat a korlátozó tényező. (A következményeket jól mutatja Szalai J. cikkének 10. és 12. ábrája jelen kötetben.)

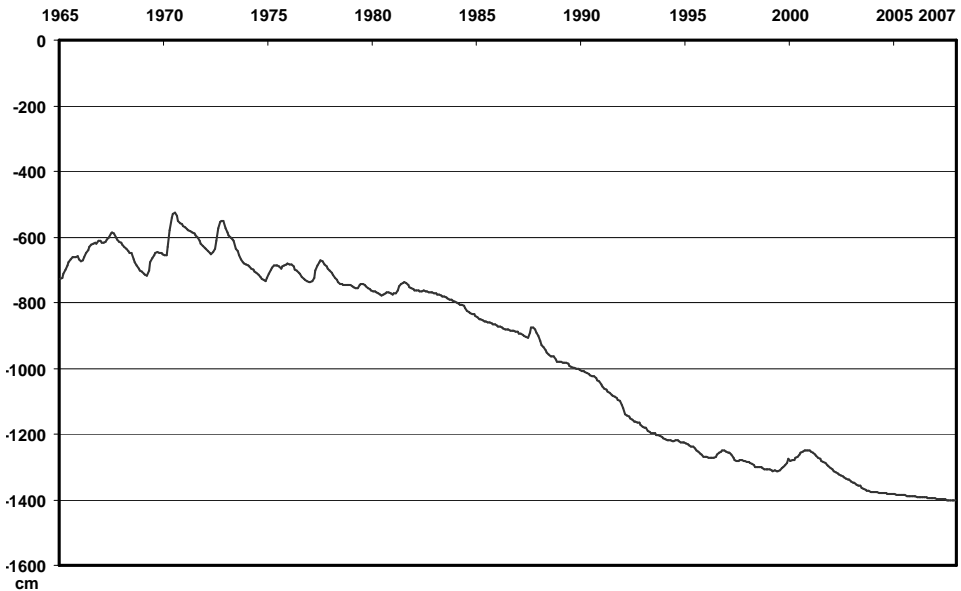
Sajátos helyzetben van az Alföldön a Duna–Tisza köze, ami a Duna és a Tisza között hátszerűen emelkedik ki (60–80 méterrel) a környezetéből, számottevő felszíni vízfolyása nincs, így ott a talajvíz csak csapadékból tud pótlódni. Ezen a területen a csökkenő csapadék – az évek során tapasztalt nagy szélsőségek ellenére – fokozatosan süllyedő talajvízszintet eredményezett 2010-ig. A legfelső víztartó rétegben ennek nyomán az éves átlagos vízszintek az utóbbi 40 évben akár 6–8 métert is süllyedtek. A talajvíz-süllyedés mértéke szoros kapcsolatban van a domborzattal (tengerszint feletti magassággal), ami megerősíti, hogy itt ténylegesen a csapadékhiány a csökkenés legfontosabb oka. A csökkenésben ugyan antropogén okok is szerepet játszanak, és korábban a csapadékcsökkenés szerepét kisebbre értékelték (Pálfai 1994), mára azonban elfogadott, hogy az éghajlati ok szerepe a meghatározó, Völgyesi (2006) például 80% körüli jelentőséget tulajdonít neki.

A talajvízészlelő kutak jól mutatják, hogy a tengerszint feletti magasságnak (valójában az oldal irányú áramlások lehetőségének csökkenésének) milyen fontos szerepe van. Ugyanis azokon a hátsági területeken, ahol a talajvíz mélysége az 1970-es évek vége táján még viszonylag kicsi volt (2–3 méternél kevesebb), a talajvízjárás éves üteme (tavaszi maximum, őszi minimum) jól megfigyelhető, de a szárazabbá váló következő másfél évtizedben (az éves ritmus megtartása mellett) a vízszintek egyre mélyebbre süllyedtek (2. ábra). Az 1990-es évek második felének néhány csapadékosabb éve ez a süllyedést megállította, sőt akár kisebb talajvíz emelkedéseket is eredményezett (a bemutatott bocsai kútnál például bő fél métert), de ennek hatása a következő szárazabb években gyorsan eltűnt, s a süllyedés tovább fokozódott. 2004-től kezdődően a sokévi átlagnál nagyobb csapadék hatása ismét hoz kb. 2 méternyi vízszintemelkedést, de ez sem volt elegendő (2010-ig) arra, hogy a korábbi szintre emelje azt. A homokhátság legmagasabb részén, az Illancson már az 1970-es évek elején is 5–6 méter mélyen volt a talajvíz, emiatt az éves változás sem volt szokványos (3. ábra). A későbbiekben pedig, a szárazság miatt egyre mélyebbre süllyedő vízszinten alig tapasztalható a téli-tavaszi időszak talajvízpótló hatása. Itt a talajvíz süllyedése az utóbbi 30–35 évben elérte a 6–8 métert is, s a csapadékosabb időszak hatása csak mérsékelt változást hozott a nyilvánvaló trendben, sőt az utóbbi néhány nedvesebb év hatása, legfeljebb a süllyedés ütemének csökkentésére volt elegendő.

A területi elemzésekkel együtt (lásd Szalai J. cikkének 10. és 12. ábráját jelen kötetben) megállapítható, hogy *a Duna–Tisza közti hátság talajvízszintjének változása jól láthatóan már nem az epizodikus változásokat (egy-egy szárazabb vagy nedvesebb év hatásait) tükrözi. Inkább sejthető itt a tartósabb klímaváltozás hatása.*



2. ábra. A talajvízszint változása egy bócsai észlelő kút alapján 1965 és 2007 között



3. ábra. A talajvízszint alakulása az Illancs térségében 1965 és 2007 között

Geoinformatikai eszközöket felhasználva hozzávetőlegesen meghatároztuk a hátság vízhiányának mértékét is. Kiderült, hogy egy-egy tartósabb száraz időszak végén a vízhiány megközelítheti az  $5 \text{ km}^3$ -t ( $5 \text{ milliárd m}^3$ ) is. Ez első látásra nem tűnhet soknak, azonban *ez a mennyiség megközelíti hazánk évi teljes vízfelhasználását!* A 2010-es rekord csapadékú év ellenére is igazolódtak azon becsléseink (Rakonczai J. 2006), hogy azokon a területeken, ahol a talajvíz nem süllyedt 3–4 méternél jobban az elmúlt évtizedekben, ott egy-egy tartósan nedvesebb időszak valamelyest segít a vízhiány csökkentésében. Van azonban egy  $1000\text{--}1500 \text{ km}^2$ -nyi terület, ahol jelenlegi ismereteink szerint a „regenerálódás” természetes hatásokra nemigen valósulhat meg.

### 3. Átalakuló talajok, átalakuló tájak

A hosszabb időszakra kiterjedő talajvízszint-csökkenés azonban jelentős átalakulást indíthat a talajokban, ahogyan ezt Magyarország síksági területein többfelé megfigyelhetjük, illetve kutatásaink során meg is mértük.

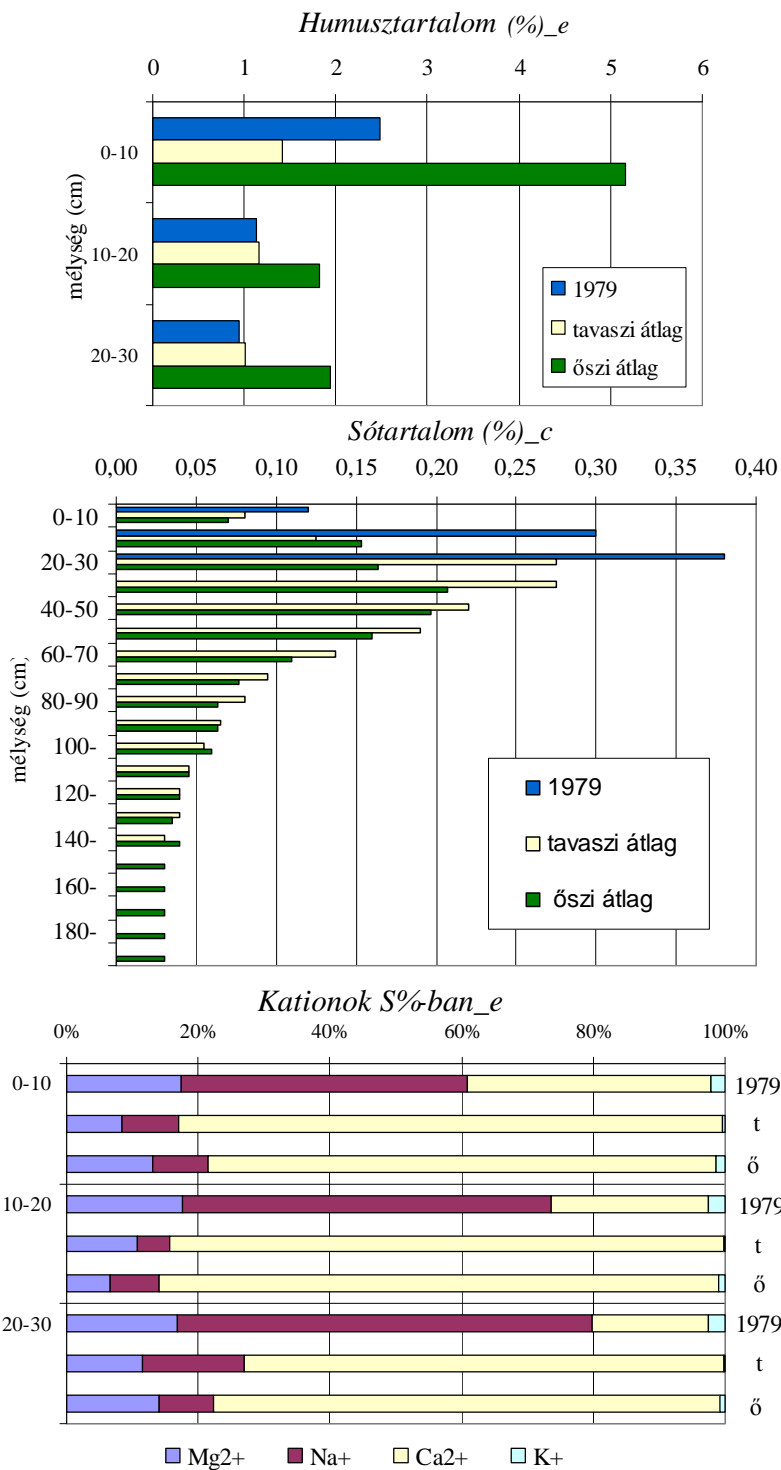
Az 1970-es évek közepén részletes geomorfológiai és talajtani vizsgálatokat végeztünk a Szabadkígyósi pusztán (ami ma a Körös–Maros Nemzeti Park egyik egysége) a terület védettségét előkészítő munkák részeként. Ennek során nemcsak pontos morfológiai térképet készítettünk a vidékre jellemző egyik szikpadkás tájrészlet mikroformáiról, hanem botanikusokkal közösen mintaterületeket jelöltünk ki közös értékelésre (Rakonczi J. 1986). A vizsgálat része volt a részletes botanikai felvételezés a megjelölt területrészeken és a különböző vegetáció típusok talajainak kémiai elemzése. Akkor még senki nem gondolt arra, hogy 25–30 év után ez a terület alkalmas lehet a tájváltozások kimutatására.

Figyelmünk 2003-tól irányult újra a területre. Ekkor derült ki egy terepbejárás során, hogy negyedszázad alatt a jellegzetes szikes táj arculata jelentősen megváltozott, és az is, hogy a korábbi mintavételi helyek zöme teljes biztonsággal azonosítható. Már ekkor sejthető volt, hogy a változások háttérében, a terület vízforgalmában bekövetkezett változások vannak. Mint azonban később kiderült, az 1980-as évek elejétől az 1990-es évek közepéig tartó száraz időszak csak az egyik, bár gyaníthatóan fontosabb oka a változásoknak. A tartósan száraz időszakban a talajvíz lényegesen lesüllyedt, így az akár 5000 mg/l sótartalmú talajvizek hatása egyre kevésbé érvényesült a felszínen. Megszűntek a vakszikes felszíni sóvirágzások, és a csökkenő sótartalom fokozatosan lehetővé tette a felszín begyepesedését (1. és 2. kép).



1. és 2. kép. A „vakszikes” táj 1976 és 2006 között teljesen átalakult, begyepesedett.

A 2005 óta rendszeresen begyűjtött minták (Barna Gy. 2010) lehetővé tették, hogy a talajokban bekövetkező változásokat mennyiségileg is vizsgálni tudjuk. Az eredmények számszerűsítve is igazolják a táj átalakulásának fizikai-kémiai háttérét. Közel 30 év alatt – a környezeti tényezők hatására – jelentősen csökkent a talajok sótartalma, ezen belül is visszaszorult a nátrium mennyisége, nőtt a kalcium részesedése a kationok között, és mindez együtt lényegesen kedvezőbb feltételeket teremtett a vegetáció számára. A növényzet fokozatos térnyerését követően pedig a humusztartalom növekedése következett be (4. ábra). (A területen bekövetkezett változásokat részletesebben Barna Gy. mutatja be kötetünkben.)



4. ábra. Egy szikes talajszelvény néhány jellemző tulajdonságának átalakulása 1979 és a 2005–2009. évi mérések átlaga alapján a Szabadkígyósi pusztán (Megjegyzés: 1979-ben csak 30 cm-ig történt mintavétel.)

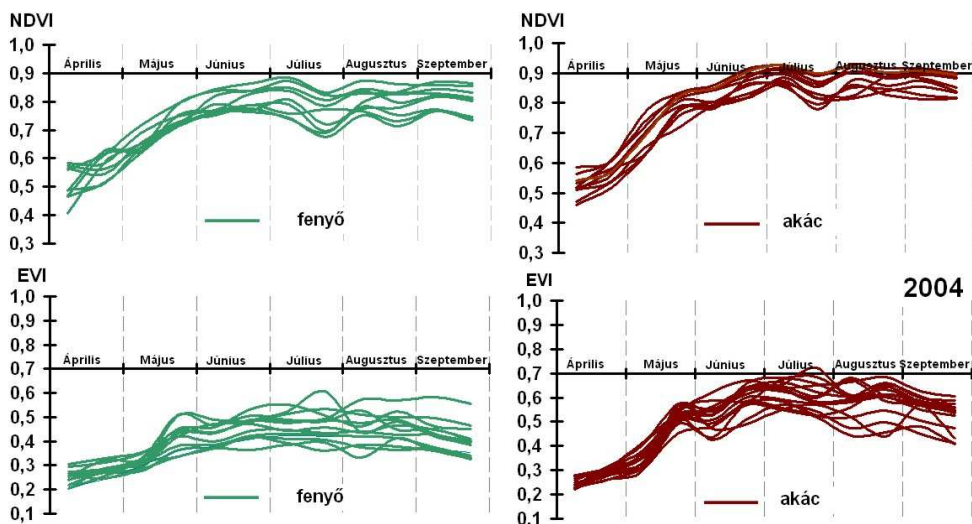
#### 4. A biomassza, mint klímaváltozási indikátor

Mint korábban utaltunk rá, az esetleges klímaváltozás indikátoraként olyan elemeket kerestünk, amik az éghajlati szélsőségek hatásait letompítva, tendenciaszerűen képesek a változásokat érzékelni. A talajvíz- és talajváltozások mellett ilyenek bizonyult részben a biomassza.

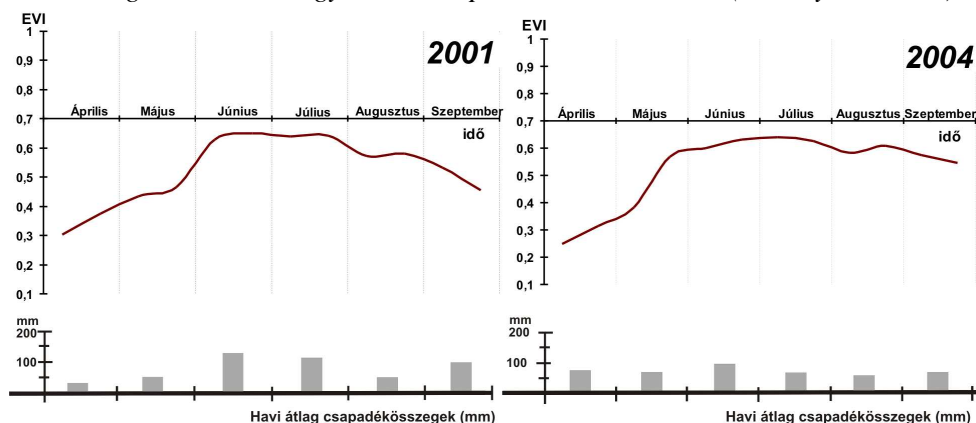
A mezőgazdaságban egy kedvezőbb időjárású év jobb termése, vagy egy száraz év rossz eredménye többnyire az időjárási változékonyság következménye. Ráadásul egy-egy területen évente más növényt termesztenek, így nemigen kínálkozik lehetőség azonos helyen a növények terméshozamát a klimatikus adatokkal megfelelő részletességgel kapcsolatba hozni. Vizsgálatink szerint azonban az erdők alkalmasak lehetnek egy ilyen elemzésre, hiszen elhelyezkedésük sok éven át állandó, és öntözéssel a természetes csapadék hatását sem módosítják. (A vizsgálathoz szóba jöhettek volna még a természetes gyepek, ezek azonban sekélyebb gyökérzetük miatt sokkal inkább kötődnek a mindenkori csapadékokhoz.) Ezen felül a műholdas adatok jelentősen javuló térbeli (és egyéb minőségi) felbontása, valamint az azokhoz való hozzáférés könnyebbége lehetőséget biztosít az erdőállományon keresztül a klímahatás értékelésére.

A vegetációs indexeket széles körben alkalmazzák a vegetációs dinamika meghatározására, a vegetáció becslésére és állapotának kiértékelésére. 2000 óta elérhetőek folyamatos vegetációs index adatok 250 méteres felbontásban a Terra műhold MODIS szenzorának adatai alapján. A vegetációs indexeket a radiometrikusan és atmoszférikusan korrigált felszíni reflektancia értékekből számítják. A Normalizált Vegetációs index (NDVI) a legáltalánosabban használt eszköz a nettó biomassza mennyiség becslésére. Ez az index a zöld biomassza mennyiségének, a klorofilltartalomnak, valamint a levélfelületi vízstressz változását jelzi. Az index a közeli infravörös és a vörös tartomány értékeit veszi figyelembe. Az NDVI továbbfejlesztett verziója az EVI index, amelyben a vörös és a közeli infravörös sáv mellett szerepel a kék sáv is. Az EVI index alkalmazhatósága tekintetében abban különbözik az NDVI-től, hogy kiküszöböli az atmoszférából, illetve a különböző talajtípusokból eredő hibákat. A hiányzó vagy rossz minőségű adatok, a felvételezési hibák és a felvételezés során meghatározó légköri körülményeknek jelentősen befolyásolhatják a képi adatok minőségét. Ezek kiküszöbölésére használják az MVC technikát, ami az egy időszak során (16 nap) mért vegetációs index értékek maximumát veszi figyelembe. A MODIS NDVI és EVI kompozit képek ingyenesen elérhetőek és letölthetőek az LP DAAC honlapjáról.

Vizsgálatunk első lépésében a legnagyobb talajvízszint-süllyedéssel érintett Illancs kistáj erdeit elemeztük (Ladányi et al 2009). Itt a tájhasználatot jelentősen befolyásolta az 1900-as években történt erdősíítés, aminek a homok megkötében volt jelentős szerepe. Az erdőgazdálkodás szerepe ma is nagy a területen, de nagy, összefüggő, homogén erdőterületeket ritkán találunk, inkább sok kis méretű, különböző összetételű erdőfolt jellemző. Őshonos állományokat nem találunk, többnyire az akác és a fenyő a domináns fajok. Egy tízéves (2000–2009) adatsor alapján a főbb erdőtípusok vegetációs dinamikáját elemeztük, és kapcsolatot kerestünk a csapadék és a fák által termelt éves „biomassza-mennyiségek” között. A vegetációs dinamikát csak a vegetációs periódusban vettük figyelembe (áprilistól szeptemberig), mert egyrészt ez a periódus a fák szempontjából a legaktívabb időszak, másrészt pedig a téli hó- és felhőborítottság ez elemzést jelentősen befolyásolja. Kontroll területként olyan erdőket választottunk, ahol a talajvíz-süllyedés kevésbé jelentős, és így a talajvíz könnyebben elérhető a fák számára.



5. ábra. Az Illancs lombhullató és tűlevelű erdőinek vegetációs index értékei egy szélsőségektől mentes, egyenletes csapadékeloszlású évben (Ladányi Zs. 2010)



6. ábra. Lombhullató erdők vegetációs index görbéi az Illancson különböző csapadékeloszlású években (Ladányi Zs. 2010)

A jelenleg részleteiben nem ismertett elemzés jól mutatta, hogy a terület két jellemző fajtája (az akác és a fenyő) eltérő vegetációs dinamikát mutat, és az EVI-index érzékenyebbnek bizonyult (5. ábra). Ezenkívül az is megfigyelhető, hogy vegetációs indexek alakulása összefügg a csapadékeloszlással (6. ábra).

A vizsgált erdőtípusok vegetációs indexeinek lefutása egyértelműen mutatja a két facsoport eltérő tulajdonságait. Az év első szakaszában az akácot (mint lombos erdőt) kisebb vegetációs index értékek jellemzik, később viszont magasabb értéket ér el. Az 5. ábrán az is jól látható, hogy az évközi jelentősebb csapadék az akácnál jobban hasznosul. Megfigyelhető, hogy a vegetációs periódus végén hullott jelentősebb mennyiségű eső (2001. szeptember) már nem befolyásolja jelentősen a görbék lefutását, azaz a biológiai aktivitást.

A mintaterületen 4-4 akác és fekete fenyő foltot határoltunk el, és kapcsolatot kerestünk azok „biomassza-produkciója” (ennek vegetációs indexekből történő meghatározását területi korlátok miatt nem mutatjuk be, megtalálható Ladányi et al 2011) és

a csapadék időbeli eloszlása között (1. táblázat). A bemutatott korrelációk azokat az időszakokat mutatják, ahol a kapcsolat matematikailag a legerősebb bizonyult. (Mivel a mintaterületen nincs csapadékmérő állomás, ezért a két legközelebbi mérőhely – Baja és Kiskunhalas – csapadékadatait használtuk.)

*1. táblázat. Az egyes erdőtípusok biomasszájának korrelációja az azt leginkább meghatározó időszak (hónapok) Kiskunhalason és Baján mért csapadékösszegével*

Erdő típus	Korrelációs koefficiens (r) EVI		Meghatározó időszak EVI		Korrelációs koefficiens (r) NDVI		Meghatározó időszak NDVI	
	Kiskunhalas	Baja	Kiskunhalas	Baja	Kiskunhalas	Baja	Kiskunhalas	Baja
Fenyő 1	0,80	0,83	III-V.	III-VI.	0,90	0,83	III-V.	III-VI.
Fenyő 2	0,77	0,86	IV-VIII.	III-IX.	0,86	0,97	IV-VI.	II-IX.
Fenyő 3	0,80	0,80	III-V.	III-VI.	0,89	0,87	III-V.	III-VI.
Fenyő 4	0,73	0,79	III-V.	III-IV.	0,77	0,82	III-VI.	III-IV.
Akác 1	0,89	0,79	III-VI.	III-VI.	0,84	0,83	III-VI.	III-IX.
Akác 2	0,80	0,79	III-VI.	III-VI.	0,76	0,79	III-VI.	III-IX.
Akác 3	0,87	0,79	III-V.	III-VI.	0,77	0,69	III-V.	III-IX.
Akác 4	0,81	0,73	III-V.	III-VI.	0,75	0,66	III-V.	III-IX.

A vizsgálatok alapján megállapítható volt, hogy a csapadék és a biomassza között mindkét vegetációs index esetén bizonyítható és jelentős a kapcsolat. A különböző fafajok esetén ugyan kissé eltér a kapcsolat erőssége, de minden esetben igen jelentősnek mondható. Első pillanatban meglepő volt ugyanakkor, hogy a biomassza képződésben a téli időszak csapadékának ezen a kistájon nincs fontossága, holott azt várhatnánk, hogy a téli időszak az, amikor a talaj telítődik nedvességgel – és nem mindegy mennyire.

Annak meghatározására, hogy a vegetációs indexek mennyire alkalmasak az egyes fafajok „csapadékérzékenységének” feltárására, olyan kontrollterületeket kerestünk a mintaterületünk környezetében, ahol a vegetáció nem csupán a csapadék szeszélyes eloszlásának vannak kiszolgáltatva. Egyik ilyen terület a Duna árterén a Gemenci erdő (a Duna–Dráva Nemzeti Park része). Itt a folyó rendszeres áradása (illetve a talajvíz folyamatos kapcsolata a folyóval a homokos, kavicsos üledékeken keresztül) biztosítja az egyenletes, rendkívül jó feltételt a fák életéhez. (Igaz az összehasonlítást kissé befolyásolhatja, hogy itt az erdőállományt nem fenyő és akác alkotja, hanem különböző nagy vízigényű fafajok.) Ezen a területen a különböző évek vegetációsindex-görbéinek lefutása minden évben nagyon hasonló volt, nem alakultak ki akkora különbségek, mint a homokhátság tetején. További jelentős különbség volt, hogy a biomassza nem mutatott erős korrelációt egyik időszak csapadék-összegeivel sem, azaz – előzetes hipotézisünknek megfelelően – a csapadék szempontjából nem tekinthető környezeti változásokra érzékeny területnek.

További kontroll területként a Duna–Tisza közti hátság keleti peremén sikerült találnunk néhány réti talajon telepített erdőfoltot, amelyek már olyan területen helyezkednek el, ahol a regionális léptékű talajvízszint-csökkenés hatása kevésbé érvényesül, és a Tisza folyó sem befolyásolja lényegesen a talajvízszintet, de ahol a talajvíz elérhető mélységben van a fák számára. Ezeken a területeken megállapítható volt, hogy az erdők biológiai aktivitása lényegesen kiegyenlítettebb volt, mint a hátsági erdők eseté-



ben. Emellett a biomassa éves mennyiségét legjobban meghatározó időszak már januártól kezdődött. Mindez arra enged következtetni, hogy a talajvíz ebben az esetben hatással van a növények vízforgalmára, azaz kevésbé van kiszolgáltatva csapadék változékonyságának.

*A Duna–Tisza közti hátság egyes részein végzett biomassa vizsgálatok azt mutatják, hogy a jelentős talajvízsüllyedéssel érintett területeken a fás vegetáció már alig függ a talajvíztől (mivel nem onnan szerzi be vízigényét), azaz sokkal jobban ki van téve a csapadékeloszlás szeszélyességének.*

## 5. A 2010-es nedves év szerepe az Alföld tájváltozásában

A 2010-es év kétség kívül az évszázad legcsapadékosabb éve volt. Azt, hogy ez egy szélsőségesen csapadékos év volt csupán, vagy egy nedvesebb időszak kezdete, nehéz megjósolni. Az éghajlati modellezések eredményei hazánk nagyobb részére azon-



3. kép. Belvízátfolyás az 55-ös úton Mórahalomtól keletre 2010. június 3-án.



4. kép. Ugyanezen a napon a homokhátságon Borota közelében a csatornában nincs víz a lezárt átereszek ellenére sem (a csapadék csupán az összetömörödött úton áll)

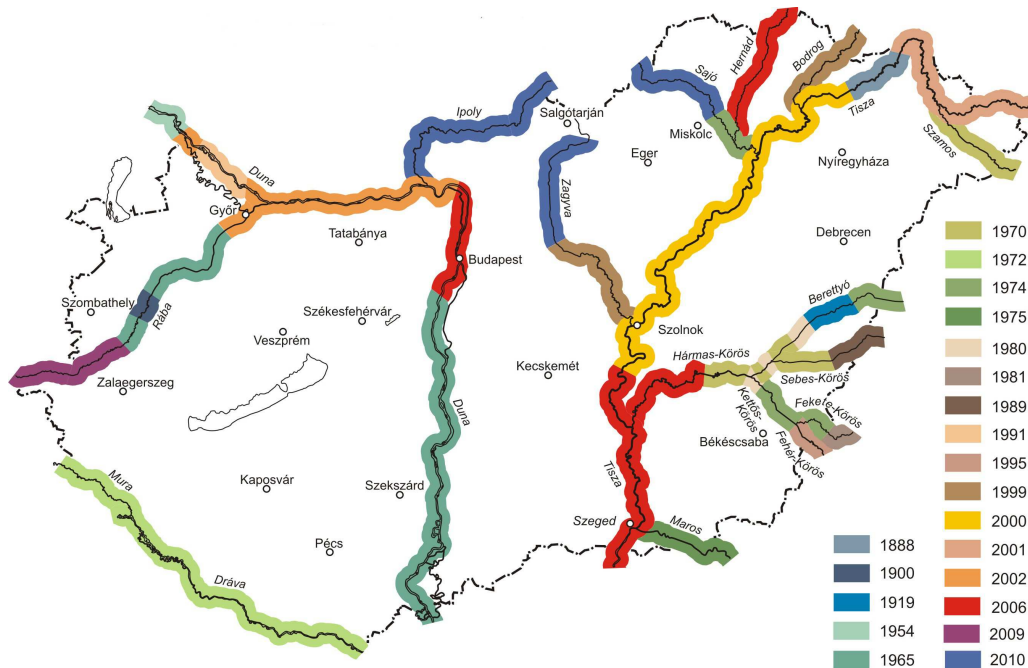
ban inkább csökkenő csapadékmennyiségeket prognosztizálnak. Kétségtelen, hogy ilyen mennyiségű csapadék jelentős belvízkárokat eredményezett az Alföldön, és egyesek úgy gondolják, hogy a korábbi évek szárazodási folyamatának következményei megszűntek.

Tény, hogy az Alföld sok részén normalizálódott a korábban lecsökkent talajvíz, és a Duna–Tisza-közi érzékeny hátsági területeken is enyhítette a talajvízszint-csökkenés okozta problémákat, de még így sem oldotta meg a teljes területen. Közben például a Duna–Tisza-közi homokhátság peremi részein jelentős belvízelöntések alakultak ki, a magasabb részekben továbbra is gondot jelent a lesüllyedt talajvíz (3. és 4. kép). Első becsléseink szerint a korábban kialakult 5 milliárd m<sup>3</sup>-nyi vízhiány jóval 1 milliárd m<sup>3</sup> alá csökkent (és így minden károkozása ellenére a sok csapadék jelentős, később realizálódó haszonnal

is járt). Vélhetően a tetemes nedvességtöbblet átmenetileg megállítja a vegetációváltozások trendjeit, sőt akár többfelé vitalizálódhatnak vizes élőhelyek. Ha azonban a nedves időszak nem lesz tartósabb, inkább a 2003 táján megfigyelt állapotok kialakulása valószínűsíthető, azaz 2–3 száraz év elegendő lehet a cikkünkben bemutatott folyamatok folytatódásához.

## 6. Az árvizek és a klímaváltozás

A globális klímaváltozás egyik következménye (az IPCC értékelése szerint) az éghajlati szélsőségek (így például a csapadék) növekedése. Ezt a megállapítást, ahogyan korábban bemutatuk, a Kárpát-medence adatai is bizonyítják. Sokan a nagy folyók utóbbi évtizedekben tapasztalt árvízi szintjeinek növekedését is ennek következményének tartják. Az árvizek részletesebb elemzése azonban ezt nem támasztja alá, ugyanis a rendkívüli nagy csapadékok nem egyszerre jelentkeznek a nagyobb folyók teljes vízgyűjtőjén, azok inkább egy-egy mellékfolyóra terjednek ki. A Tisza vízrendszerében a legutóbbi, egész vízgyűjtőn egyidejűleg kialakult áradás 1970-ben volt. Mégis az utóbbi bő tíz év során (1999 óta), öt évben alakult ki minden korábbit meghaladó vízállás a Tiszán és hazai mellékfolyóin. Ezek a rekord vízállások azonban nem jártak együtt rekord vízhozamokkal (és csak a folyók egyes szakaszain alakult ki), ami azt mutatja, hogy a nagy folyókon az *árvízi szintek növekedésének hátterében nem a klímaváltozás áll* (lásd még Kiss T. et al, Vágás I. és Bezdán M. cikkeit jelen kötetünkben). Ezt támasztja alá az is, hogy a magyarországi folyókon eddig mért legnagyobb árvízi szintek mintegy 20 időponthoz köthetők (7. ábra).



7. ábra. Az eddig mért legnagyobb vízállások időpontjai főbb folyóinkon

Összességében megállapítható, hogy a kisebb vízgyűjtőkön szaporodó „villámárvizek” nagy valószínűséggel kapcsolatba hozhatók a klímaváltozás miatt kialakuló csapadékszélsőségekkel, a nagyobb folyók rekordárvizei mögött azonban a folyók vízszállítási képességének változásai (pl. a hullámterek feltöltődése, duzzasztások miatti mederesés-változások) állnak.

## 7. Összegzés

A Kárpát-medence nagyobb része olyan jelentős emberi befolyásoltság alatt áll, hogy közvetlenül nehezen érzékelhető a klímaváltozás hatása. Részletes kutatások azonban bizonyították, hogy a két legfőbb klímaelem (a csapadék és a hőmérséklet) utóbbi évtizedekben tapasztalt változásai jelentős, trendszerű változásokat indítottak el a tájban. A tendenciájában csökkenő csapadék talajvíz-süllyedést okoz (amit csak fokoz a csapadékhiány miatti öntözés), ez megváltoztathatja a talajokat, ami a vegetáció reakcióval együtt tájváltozásokat okozhat (8. ábra).



8. ábra. A klimatikus háttérű tájváltozások elvi kapcsolatrendszer

tozott térbeli mozgások is, de a változás gyakran egyes fajok elpusztulásával jár úgy, hogy helyüket az új feltételrendszerhez jobban alkalmazkodó fajok veszik át. (Köte-tünkben több tanulmány szolgál erre konkrét példákkal). A regisztrálható táji változások alapot szolgáltatnak a későbbiekben egy klímaváltozás-érzékenységi térkép elkészítéséhez.

Fontos azonban megjegyezni, hogy nem minden tájban tapasztalható változást szabad a klímaváltozással magyarázni. Gyakran vannak a változások mögött antropogén hatások. Erre legjellemzőbb példaként a bemutatott árvíz-problémát, vagy a természetvédelmi területeinket említhetjük. Ez utóbbi területek ugyanis a „maradék-elv” alapján lettek nagyobb részben kijelölve, hiszen csak ott maradhattak meg viszonylag természetes körülmények között, ahol az elmúlt évezred gazdálkodása, „területfejlesztése” a terület hasznosíthatatlansága miatt nem tartott rá igényt.

A klimatikus változások következményeivel számos kutatás foglalkozik hazánkban is, de leginkább (az eddig méltánytalanul háttérbe szoruló) földtudományi, ökológiai megközelítésű kutatások azok, amelyek teljes komplexségükben fel tudják tární a táji összefüggéseket.

A növényzet számára megváltozó életfeltételek (a vízhez jutás lehetősége) helyenként a vegetáció „kényszervándorlását”, máshol annak átalakulását kényszeríti ki. Miután a klimatikus feltételek átalakulása vélhetően túl gyors a vegetáció számára, és a természetes vándorlást az elmúlt évszázadban feldarabolódott táj (Csorba P. 2008), a gyakran áthatolhatatlan ökológia gátak is akadályozzák, a természetes növényvilág környezeti feltételekhez alkalmazkodó mozgását.

A vegetáció folyamatosan megpróbál alkalmazkodni a változó feltételekhez: változik egyes fajok gyakorisága, változnak a növény-együttesek fajok szerinti összetétele, megfigyelhetők korlá-

## Irodalom

- Barna Gy. 2010: Tájváltozás vizsgálata a Szabadkígyósi pusztán. In: Szilassi P.–Henits L. (szerk): Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. Században. Szeged, pp. 207–215.
- Csorba P. 2008: Kistájaink tájökölógiai felszabdaltsága a településhálózat és a közlekedési infrastruktúra hatására. Földrajzi Értesítő. 3-4. 243-263.
- Ladányi Zs. 2010: Tájváltozások értékelése a Duna–Tisza közti homokhátság egy környezet- és klímaérzékeny kistáján, az Illancson. PhD értekezés. SZTE Környezettudományi Doktori Iskola
- Ladányi Zs.–Deák J. Á.–Rakonczi J. 2010: The effect of aridification on dry and wet habitats of Illancs microregion SW Great Hungarian Plain, Hungary. *AGD Landscape & Environment*. 4. 1. pp. 11–22.
- Ladányi Zs.–Kovács F. 2009: Spektrális indexek szerepe a tájváltozás, táji érzékenység megfigyelésében. In: Szilassi P.–Henits L. (szerk.): Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. században. JATEpress Szeged, 203–214.
- Ladányi, Zs.–Rakonczi, J.–Kovács, F.–Geiger, J.–Deák, J. Á. 2009: The effect of recent climatic change on the Great Hungarian Plain. *Cereal Research Communications*, 37 Suppl. 4. pp. 477–480.
- Ladányi, Zs.–Rakonczi, J.–van Leeuwen, B. 2011: Precipitation vegetation interaction on the Danube–Tisza Interfluve. *Journal of Applied Remote Sensing* (in print)
- Pálfai I. (szerk.) 1994: A Duna–Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái. – A Nagyalföld Alapítvány kötetei 3. A Duna–Tisza közti hátság vízgazdálkodási problémái. Békéscsaba. 126 p.
- Rakonczi J. 1986: A Szabadkígyósi Tájvédelmi Körzet talajviszonyai. In: Réthy Zs. (szerk): Békés megyei Környezet- és Természetvédelmi Évkönyv 6. Békéscsaba, pp. 19–41.
- Rakonczi, J. 2007: Global change and landscape change in Hungary. *Geografia fisica e dinamica quaternaria*. 30, 229–232.
- Rakonczi J. 2006: Klímaváltozás–Aridifikáció–Változó Tájak. In: Kiss A.–Mezősi G.–Sümegey Z. (szerk.): Táj, környezet és társadalom. pp. 593–603.
- Rakonczi, J.–Bozsó, G.–Margóczy, K.–Barna, Gy.–Pál-Molnár, E. 2008: Modification of salt-affected soils and their vegetation under the influence of climate change at the steppe of Szabadkígyós (Hungary), *Cereal Research Communications*, 36:5. pp. 2041–2045.
- Rakonczi, J.–Kovács, F. 2006: Evaluating the process of aridification on the example of the Danube–Tisza Interfluve. In: G. J. Halasi-Kun (ed.): Sustainable development in Central Europe. Pollution and water resources. Columbia University Seminar Proceedings. Vol. XXXVI. 2004–2006. HAS CRS, Transdanubian Research Institute, Pécs. pp. 107–116.
- Völgyesi I. 2006: A Homokhátság felszín alatti vízhiánytartása – vízpótlási és vízvisszatartási lehetőségek. MHT XXIV. Országos Vándorgyűlés Kiadványa. Pécs, 2006. Online at: <http://volgyesi.uw.hu/dokuk/homokhatsag.pdf>

A kutatás a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005 azonosító számú, „Kutatóegyetemi Kiválósági Központ létrehozása a Szegedi Tudományegyetemen” című projekt támogatásával valósult meg.