

A SZÁRAZODÁS HATÁSA A VEGETÁCIÓ ALAKULÁSÁRA HOMOKHÁTSÁGI SZIKES TAVAK PÉLDÁJÁN

HOYK EDIT³⁴

EFFECTS OF ARIDIFICATION ON THE VEGETATION OF NATRON LAKES ON SAND RIDGES

Abstract: Nowadays, the aridification of the sand ridges between River Danube and River Tisza is one of the most serious environmental problems. It is caused by natural, social and economical factors. The major sign of unfavourable changes to the natural environment is aridification of natron lakes on the sand ridges and the transformation of their vegetation.

This paper examines the changes of the vegetation of Szívós-szék and Szappan-szék near Fülöpháza in the last twenty years, seeking for correlation with the depression of the groundwater level and climatic data. The paper tries to find an answer to the following question: How and to what extent can climate change contribute to the transformation of plant associations?

BEVEZETÉS

A klímaváltozás magyarországi hatásaként a szárazodás az 1970-es évek óta ismert és kutatott probléma. Az aridifikáció elsősorban az Alföldet érinti, súlyos természeti és gazdasági gondokat eredményezve a Duna-Tisza közti homokhátságban.

A szárazodás problémájának megközelítése kezdetben elsősorban a talajvízszint-süllyedés oldaláról történt (*Buzetzký Gy.* 1980, *Major P.* 1994), amit az éghajlatváltozás hatásainak vizsgálatával egészítettek ki (*Mika J.* 1993). Később az éghajlati és talajvíz-háztartási változások mellett egyéb tényezők feltárására és jelentőségük értékelésére is sor került (*Szodfridt I.* 1994, *Csatári B. – Csordás L.* 1994, *Rakonczai J.* 2005). Az aridifikáció komplex vizsgálatához az utóbbi években a térinformatikai módszerek alkalmazása is jelentősen hozzájárul (*Bakacsi Zs.* 2001, *Kovács F.* 2004).

A talajvízszint-süllyedés illetve a szárazodás okai összetettek, amelyben természeti, társadalmi és gazdasági tényezők egyaránt szerepet játszanak. *Pálfai I.* (1994) a talajvízszint csökkenését okozó tényezők szerepét vizsgálva a következő arányokat tételezte fel, amelyet több tanulmány készítője is mértékadónak tekint: meteorológiai tényezők: 50%, rétegvíz kitermelés: 25%, talajvíz kitermelés: 6%, földhasználatban bekövetkezett változás (pl. erdősültség): 10%, vízrendezés: 7%, egyéb (pl. szénhidrogén kitermelés) 2%.

³⁴ Kecskeméti Főiskola, Környezettudományi Intézet. 6000 Kecskemét, Erdei F. tér 1-3. E-mail: hoyk.edit@kfk.kefo.hu

A jelen tanulmányban szereplő vizsgálat célja a rendelkezésre álló vegetáció-térképek alapján a Fülöpháza melletti Szívós-szék és Szappan-szék példáján bemutatni a természetes növénytársulások változását a talajvízszint, a hőmérséklet, a csapadék és a párolgás, valamint a talajok sótartalmának (szikességének) változásaival összefüggésben.

ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

A Szívós-szék és a Szappan-szék vegetációjáról a Szegedi Tudományegyetemen készítették vegetáció-térképeket (**Fehér B.** 2004, **Bagi I.** 1989). A Szappan-székéről 1987-ben, 1994-ben és 2003-ban, a Szívós-székéről 1988-ban és 2003-ban. A rendelkezésre álló vegetáció-térképeket a Kiskunsági Nemzeti Park munkatársainak segítségével az egyes társulások vízigénye (**Borhidi A. – Sánta A.** 1999) szempontjából egyszerűsítettük, ami a bekövetkezett változásokat szemléletesebbé tette.

A vizsgált szikes tavak környezetében lévő talajvíz kutak adatsorait az Alsó-Dunavölgyi Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság bocsátotta rendelkezésre. A terület talajainak jellemzéséhez a Talajtani Információs és Monitoring-rendszer (TIM) adatait a Növény- és Talajvédelmi Központi Szolgálat, a meteorológiai adatokat a Kecskeméti Agrometeorológiai Állomás tette hozzáférhetővé. Az adatok ábrázolása excel diagramokkal történt.

A szikes tavak egyszerűsített vegetáció-térképeit a talajvízszint adatokkal vetettük össze, és a GPS-méréssel pontosított tengerszint feletti magasságot alapul véve értékeltük a tavak vízborítását ill. a talajvíz ingadozását.

A talajtani és meteorológiai adatok plusz információt jelentenek a bekövetkezett változások értékeléséhez. A rendelkezésre álló adatok alátámasztják a területen a klímaváltozás szárazodó-melegedő tendenciáját, valamint a szikes talajok visszaalakulását, sótartalmuk csökkenését, ami szintén a talajvízszint süllyedésével hozható összefüggésbe.

EREDMÉNYEK

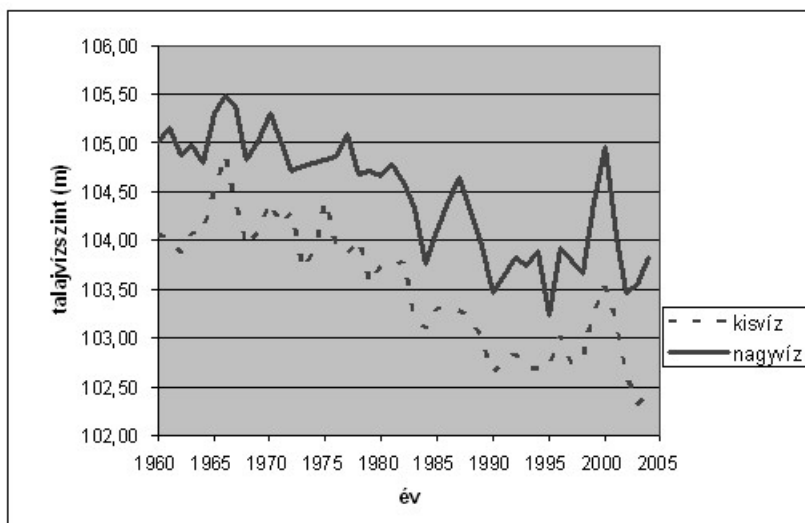
A Duna-Tisza közti homokhátságon a talajvízszint süllyedésével az 1970-es évek óta foglalkoznak (**Buzetky Gy.** 1980), amelynek mértéke az 1980-as évektől kezdődően drasztikus méreteket öltött.

A szikes tavak vízutánpótlását kisebb részben a csekély kiterjedésű felszíni vízgyűjtőjükre hulló csapadék biztosítja, nagyobb részben vízborításuk a talajvízzel áll összefüggésben. A elmúlt 25 év elsősorban az aszályos évek gyakoriságával hívta fel magára a figyelmet, emellett a talajvízszint különböző okok (csapadékhiány, vízrendezési beavatkozások, tavak alatti karbonátiszap-réteg áttörése révén bekövetkező szivárgás **Molnár B.** 1985 stb.) miatti süllyedésének eredményeképp

mind a Szívós-szék, mind a Szappan-szék nyár végére rendszeresen kiszárad, néhányszor pedig egész évben száraz maradt.

A tavak éves vízszíningadozásai leginkább a talajvíz-álláshoz köthetők, aminek értékelésében az abszolút talajvízszint, tehát a talajvíz tengerszint feletti magassága, illetve ennek a tavak tengerszint feletti magasságához való viszonyítása játsza a főszerepet. A talajvíz éves ingadozása – amelynek során a maximumot leggyakrabban március-áprilisban, a minimumot szeptember-októberben éri el – a vizsgált tavak környékén egy méter körül van, ami jelentős tényező a Szívós-szék és a Szappan-szék vízborításában.

Az 1. ábra a tavaktól mintegy 3 km-re északra található talajvíz kút (1387. sz. kút) éves kisvizeinek és nagyvizeinek alakulását mutatja. Látható, hogy a talajvízszint süllyedése az 1990-es évek közepére elérte azt a mértéket, aminek következtében a tavak (Szívós-szék tengerszint feletti magassága: 103,7 m, a Szappan-széké: 103,2 m) nem csupán a kisvizek, de a nagyvizek idején sem kaptak utánpótlást, így több hónapra illetve egész évre kiszáradtak.



1. ábra Talajvíz éves kis- és nagyvizeinek tengerszint feletti magassága (abszolút talajvízszint) 1960-2004

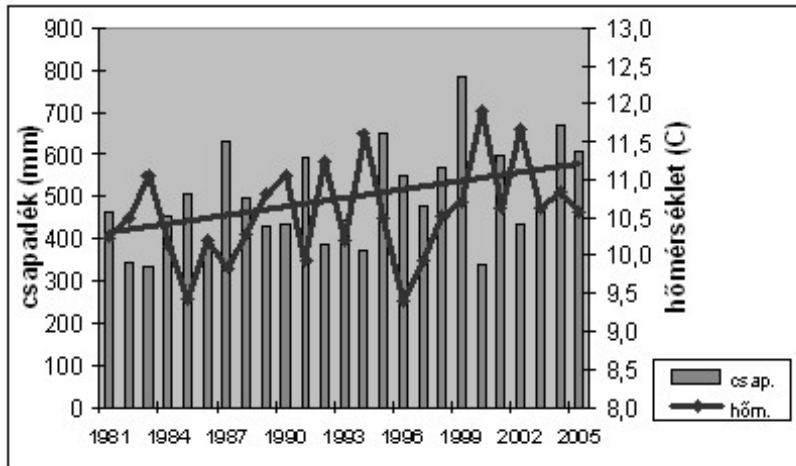
(Forrás: Alsó-Dunavölgyi Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság)

Figure 1 Annual minimum and maximum groundwater levels (absolute levels) 1960-2004

(Source: Directory of Hydrological and Environmental Protection of the Lower Danube Valley)

A tendencia csökkenő jellege mellett azonban nem szabad megfeledkezni arról, hogy mind a csapadék évi mennyisége (2. ábra), mind az éves talajvízszint az elmúlt 25 év során jelentős ingadozásokat mutatott. Az 1990-es évek első felének aszályos évei után 1999-ben csapadékcúcs, 2000-ben jelentős belvízborítás és ta-

lajvízcúcs következett, ami a tavak vízzel telítődését, ezzel párhuzamosan vegetációjuk újbóli átrendeződését hozta magával.



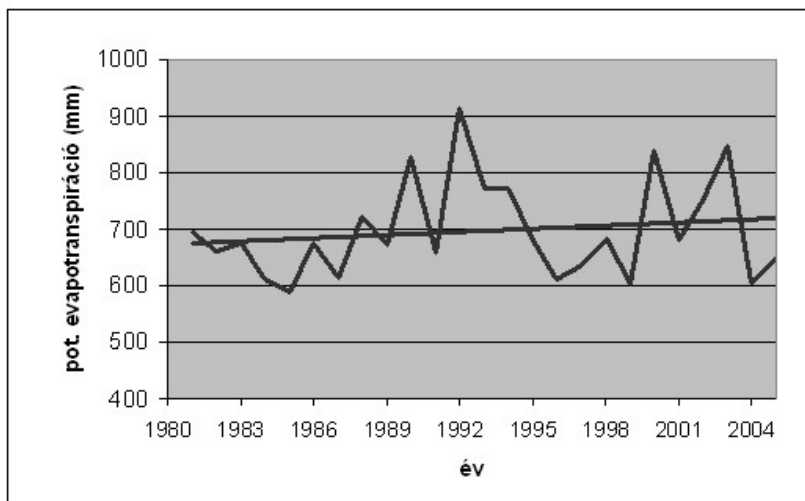
2. ábra Évi csapadékösszeg és középhőmérséklet 1980-2005
(Forrás: Kecskeméti Agrometeorológiai Állomás)
Figure 2 Annual precipitation and temperature 1980-2005
(Source: Agrometeorological Station, Kecskemét)

A csapadék- és vízbőség azonban átmenetinek bizonyult, és 1999/2000. után ismét a szárazság vált uralkodóvá, jelentős csapadék- és talajvíz ingadozásokkal.

A kecskeméti állomás adatai alapján az elmúlt 25 év csapadékmennyisége, nagy szélsőségekkel kísérve, enyhén növekvő tendenciát mutat, ez azonban növekvő hőmérsékleti értékekkel párosul (2. ábra), ami – elsősorban a nyári félévben – megnöveli a párolgást (3. ábra). A több csapadék így nem hasznosul a talaj illetve a növényzet számára, és magasabb csapadékösszegek mellett is vízhiánnyal kell számolni.

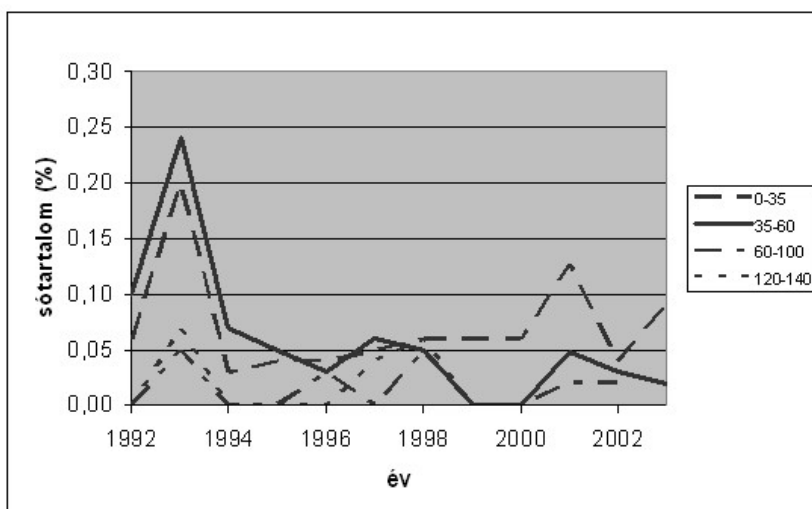
A szárazodásra utaló éghajlati tényezők és a talajvízszint csökkenő tendenciája nem csupán a természetes vegetáció szárazabb körülmények irányába mutató változását eredményezi, hanem a terület szikes talajainak átalakulását is maga után vonja. A kiszáradás következtében csökken a szikes jelleg; a talajvíz mélyre süllyedése miatt megszűnik a sók felfelé irányuló mozgása, és a talaj felső részének sótartalma kimosódik (Harmati I. 2000). Ezt a változást szemlélteti a 4. ábra, amely a Szappan-szék és a Szívós-szék szomszédságában található mintavételi ponton (TIM pont) az 1992-2003. közötti időszakban 140 cm-es mélységig a sótartalom változását mutatja.

A talaj sótartalmának csökkenése hatással van a vegetáció alakulására, hiszen a szikes területek növényzete a speciális körülményekhez alkalmazkodva alakult ki. A sótartalom csökkenése, kimosódása oly mértékben változtathatja meg a szikes társulások életfeltételeit, ami végső soron eltűnésükhöz vezethet.



3. ábra Potenciális evapotranspiráció összege a nyári félévben (III.-VIII.) 1980-2005
(Forrás: Kecskeméti Agrometeorológiai Állomás)

Figure 3 Potential evapotranspiration in summer term (March-August) 1980-2005
(Source: Agrometeorological Station, Kecskemét)



4. ábra Sótartalom változása a 0-140 cm-es talajrétegben (1992-2003)
(Forrás: Növény- és Talajvédelmi Központi Szolgálat)

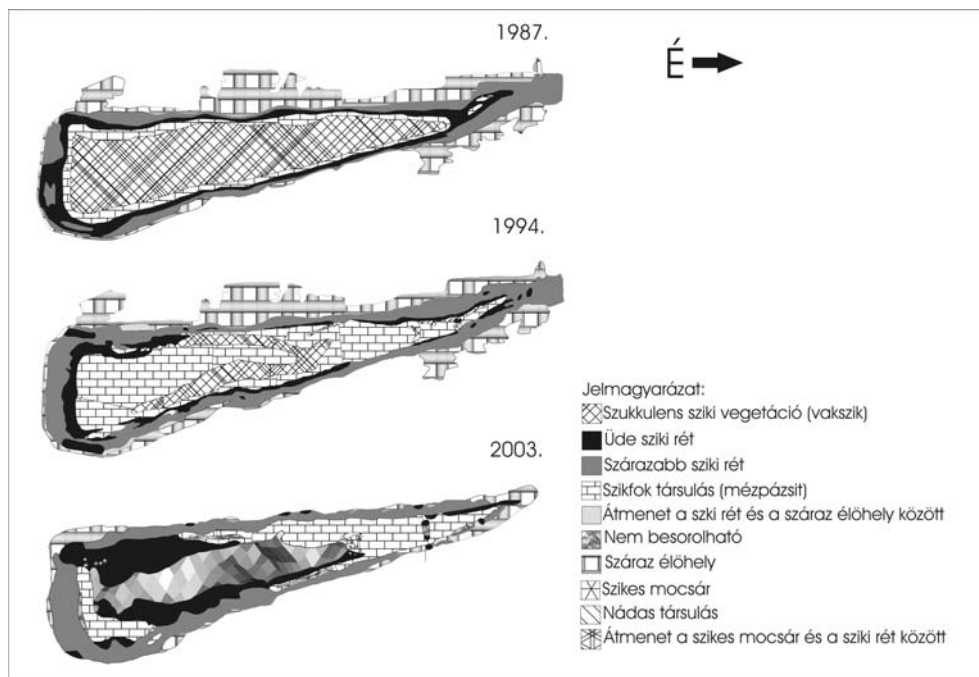
Figure 4 Changing of salt content in the 0-140 cm soil layer (1992-2003)
(Source: Central Service of Plant and Soil Protection)

A Szappan-szék és a Szívós-szék vegetációjának változását az elmondottak tükrében érdemes értékelni.

A Szappan-szék mintegy fél méterrel alacsonyabban fekszik, mint a Szívós-szék (vízszintjének tengerszint feletti magassága 103,2 m). Ennek, valamint na-

gyobb átlagos vízmélységének és a kevésbé vízáteresztő löszös rétegnek köszönhetően a Szívós-széknél kevésbé hajlamos a kiszáradásra (**Bagi I.** 1988). Ennek ellenére, valószínűsíthetően kisebb kiterjedése és kisebb méretű vízgyűjtőterülete miatt erőteljesebben ki van téve azoknak a hatásoknak, amelyek vegetációjának átrendeződését eredményezik.

A Szappan-szék 1987-es, 1994-es és 2003-as vegetációját mutató ábrán (5. ábra) jól nyomon követhetők a 15 év alatt bekövetkezett változások. A tó az 1960-as évekig nyíltvízi tó volt, majd az 1980-as évtizedtől kezdődően alacsony talajvízszintek alkalmával már többször kiszáradt. Emiatt a tómederről 1987-ben készült vegetáció térkép már egy „átrendeződött” állapotot mutat, ami a szikes tavak jellemző, vízmennyiséghez kötődő vegetációjától eltér.



5. ábra A Szappan-szék vegetáció-térképe 1987-ből, 1994-ből és 2003-ból
(**Bagi I.** – **Fehér B.** nyomán)

Figure 5 Vegetation map of Szappan-szék from 1987, 1994 and 2003
(after **Bagi I.** – **Fehér B.**)

A szikes tavak vegetációs zónái a medermélységgel, ezzel együtt a vízellátottsággal párhuzamosan változnak. A nyílt vízű medret szikes mocsár, illetve zsiókás-nádas szegélyezi, amit a nyílt víztől távolodva, természetes zonációs sorrendben, üde sziki rét, mézpázsitos szikfok, bárányparéjos vakszik és ürmös puszta követ (**Bodrogközy Gy.** 1980). A konkrét élőhely adottságaitól függően természetesen a zonáció egyes elemei hiányozhatnak is. A vízellátottság, a talajvízszint jelentős ingadozása, a csapadékos és aszályos évek gyakori váltakozása, tehát a szélső-

ségesség fokozódása azonban olyan hatásokat jelentenek, amelyek révén a zonáció felborul, illetve a külső tényezők gyors változásához a növénytársulások nem egyforma mértékben képesek alkalmazkodni.

A Szappan-szék esetében a tómedret 1987-ben legnagyobb részben kontinentális szukkulens sziki vegetáció (vakszik) borította, amit keskeny zónák formájában szikfok társulás (mézpázsit) és sziki rét övezett. 1987-re tehát a nyíltvízi tó helyét nem a korábbi nyílt víztér lassú száradása esetén várható szikes mocsár foglalta el, hanem a szélsőséges vízszint-ingadozásokkal jellemzett, kiszáradó, erősen sós tófenéken vakszik növényzet telepedett meg. A szikes mocsár társulásai a vízmennyiség lecsökkenése miatt fellépő megnövekedett sókoncentráció és a túl nagy vízszint-ingadozás következtében nem tudtak érdemben megtelepedni.

1987-1994 között folytatódott a tó kiszáradása, ebben az időszakban többször előfordult, hogy az évi legmagasabb talajvízszint esetén sem volt felszíni vízborítás, ugyanakkor a kisvizek nem süllyedtek a korábbi tófelszínhez képest egy méternél mélyebbre, aminek következtében – a kapilláris hatásnak köszönhetően – a növénytársulások hozzájutottak a minimálisan szükséges nedvességhez. Ezzel párhuzamosan a sziki rétek üdebb típusa csökkent, szárazabb típusa terjedt. A kevésbé mobil mézpázsitos szikfok társulás ugyanakkor fennmaradt, amit a szárazabb hónapokban efemer növények tarkítottak.

Az 1994-es állapot a mézpázsit elterjedését mutatja a tómederben, ez elsősorban a további száradásnak, részben esetleg a tófenék növekvő szervesanyag-tartalmának volt köszönhető. Érdekes jelenség, hogy a természetes szikes zonációban az üde, vízállásos szikes réteknél magasabban fekvő – kevesebb ideig vízborított, erősebben sós – térszínre jellemző mézpázsitos szikfok vegetáció tört be a mederbe, ott tehát egyszerre két zonációs fokozatot "ugrott" a kiszáradás miatt a vegetáció. A sziki rétek maradtak korábbi térszínükön, nem voltak képesek lentebb húzódni a mederbe, nyilván a kompetíciós feltételek ott már a mézpázsitosnak kedveztek. A száradás miatt természetesen egyre kedvezőtlenebb feltételeket kínált számukra eredeti előfordulási helyük, ám erős rezisztenciájuk miatt még hosszú ideig elvegetálhatnak a kedvezőtlen körülmények között is.

2000-ben a kora tavaszi belvízborítást követően 1999-hez képest a talajvízszint egy méterrel megemelkedett, aminek révén rövid időre újra visszatért a nyílt víztükör. A nyílt víz fennmaradása kipusztította a tómeder korábbi években megtelepedett társulásait, ami felvillantotta az 1960-as évekig fennállott állapotok visszatérésének lehetőségét. A nyílt vízborítás azonban nem bizonyult tartósnak, és a 2000. év után (elsősorban 2003-ban) bekövetkező aszályos nyarak hatására – amikor a talajvíz a tófelszínhez képest egy méternél mélyebbre is süllyedt – a tómeder zonációja végképp felborult. Összerendeződött növényközösség nem tudott kialakulni, a meder növényzete a 2003-as térképen „nem besorolható” kategóriaként jelenik meg. A mézpázsit a tómeder nagy részéről eltűnt, arányaiban azonban továbbra is jelentős területet foglalt el. A fennmaradó részeket üdebb és szárazabb sziki rét borította, a vakszik azonban eltűnt. A szárazabb körülményekre utaló tár-

sulások kiszorulása egyfajta – sajnos, csupán ideiglenes – „visszarendeződést” mutat az 1970-es évek előtti nedvesebb időszak irányába az 1987-es állapothoz képest.

Ugyanakkor figyelemre méltó, hogy a vegetáció zónákba rendeződése megszűnt, nagy területet foglalt el a társulásba nem sorolható gyér növényzet, ami arra utal, hogy a társulások életére, fejlődésére hatást gyakorló tényezők gyors változásához a vegetáció egyre kevésbé tud alkalmazkodni, ami az egykori természetes növénytakaró teljes feldarabolódását, pusztulását vetíti előre, átadva helyét egy enyhén szikes száraz gyep vegetációnak.

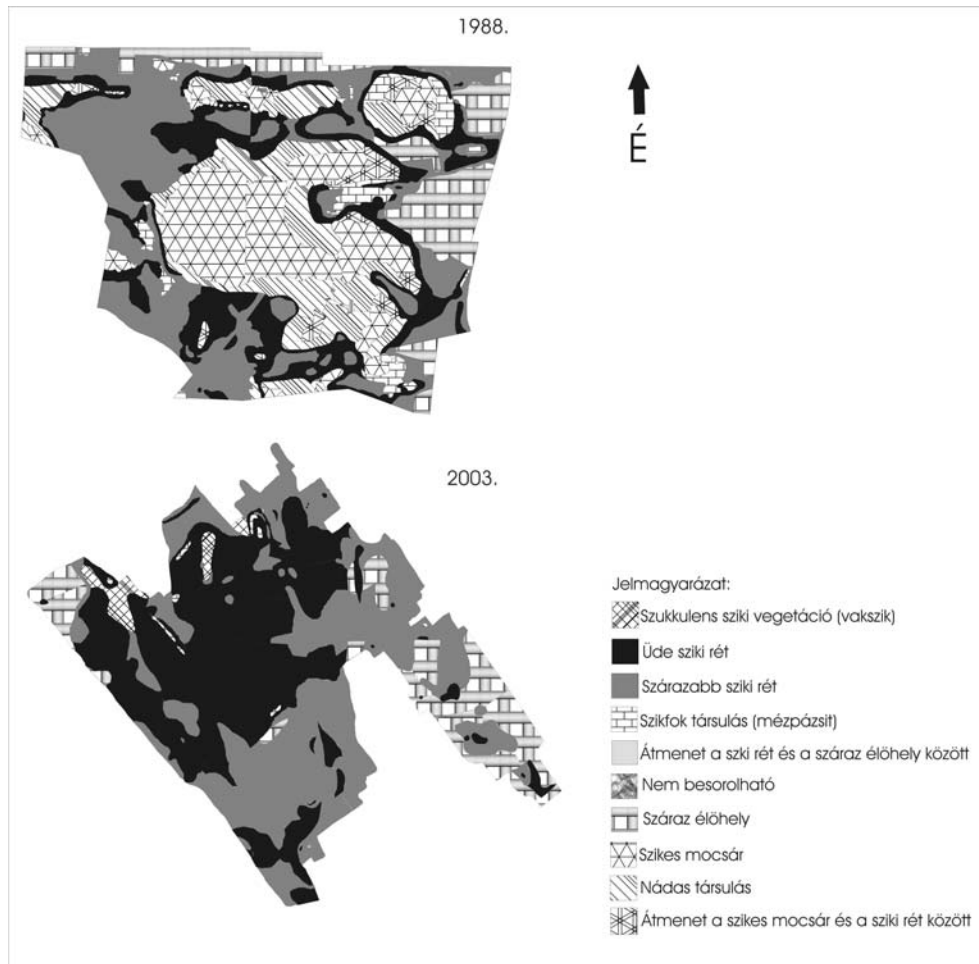
A *Szívós-szék* kiterjedése a Szappan-szék területének többszöröse, ugyanakkor nem egyetlen tómeder, hanem több kisebb mederből álló képződmény. Sekélységéből, illetve abból adódóan, hogy a karbonát-iszap alatt található réteg kevesebb löszet tartalmaz, emiatt kevésbé képes a víz elszivárgását megakadályozni, a Szappan-székénél hajlamosabb a kiszáradásra (*Molnár B.* 1985). Ennek ellenére nagyobb méretének és nagyobb helyi vízgyűjtőjének köszönhetően a szélsőséges hatásoknak kevésbé van kitéve, ezáltal vegetációja a fokozatos kiszáradás képét mutatja.

A tó vegetációjának 1988-as és 2003-as állapotát a 6. ábra szemlélteti. A Szappan-székhez hasonlóan a Szívós-szék is az 1960-as évekig nyílt vízi tó volt, aminek a helyét 1988-ra szikes mocsár foglalta el. A szikes mocsarat nádas társulások vették körül, amit kisebb foltokban a szikes mocsár és az üde sziki rét közötti átmenetet alkotó társulás, illetve mézpzásit tarkított. A vegetációtípusok térszintgrádiens mentén megnyilvánuló sorrendisége alapvetően a természetes sziki zonációs sor szerint alakult. A meder külső részein jelentős területeket foglalt el az üde és a szárazabb sziki rét, a talajvízhatást nem igénylő száraz növényzet a legkülsőbb részeken jelent meg.

A 2003-ban készült vegetáció-térkép erőteljesen a kiszáradás jeleit mutatja. A korábbi változatos vegetáció elszegényedett, térbeli diverzitása csökkent. Egyes vegetációs típusok elterjedése lényegesen összezsugorodott, másoké megnőtt, ám a korábbi zonációs sorrendek itt nem borultak fel. Gyakorlatilag az egész tómederbe sziki rét húzódott le, az itt korábban tenyésző szikes mocsári vegetáció kiterjedése ugyanakkor a töredékére csökkent. A korábbi mézpzásitos szikfok társulás jelentéktelenné zsugorodott, megjelent ugyanakkor a kontinentális szukkulens sziki vegetáció (vakszik). A talajvízhatást nem igénylő száraz növényzet felszínborítása lényegesen megnőtt.

A Szívós-szék vegetációja tehát a nagyobb csapadékú, magasabb talajvíz-állású időszakokban sem indult el egy nedvesebb állapotokat tükröző irányba, ami arra utal, hogy növénytársulásainak átalakulása a Szappan-székhez képest lassabban, ugyanakkor tartósabban megy végbe. A tó a lassú, de fokozatos kiszáradás állapotában van. Az időnkénti bőséges csapadék illetve talajvíz sem elegendő már ahhoz, hogy a szikes tavakra jellemző növényzete fennmaradjon, ahhoz a talajvízszint-változási tendenciák gyökeres megváltozására lenne szükség. Ugyanakkor a szikes tavak között a Szívós-szék területe a legnagyobb, átalakulása a leglassabb,

így a jövőben – kedvező körülmények esetén – a meder legmélyebb részein fennmaradhatnak a nedvességigényes vegetáció-típusok.



6. ábra A Szívós-szék vegetáció-térképe 1988-ból és 2003-ból
(*Bagi I. – Fehér B.* nyomán)

Figure 6 Vegetation map of Szívós-szék from 1988 and 2003
(after *Bagi I. – Fehér B.*)

ÖSSZEGZÉS

A Duna-Tisza közti homokhátság szárazodása mára napjaink egyik legsúlyosabb környezeti problémájává vált. A szárazodás természeti-társadalmi-gazdasági okokra vezethető vissza, és hatása is egyaránt sújtja a természeti, társadalmi és a

gazdasági környezetet. A természeti környezet kedvezőtlen irányú változásának egyik markáns jele a hátság szikes tavainak kiszáradása, növényzetük átalakulása.

A Fülöpháza melletti Szappan-szék és Szívós-szék különböző időpontokban készült vegetáció-térképeit a talajvízszint-süllyedéssel, az éghajlati és talajtani adatokkal összevetve feltárhatók azok a változások, amik az elmúlt 25 évben a természetes növénytársulások szintjén lezajlottak.

A Szappan-szék esetében 1987-re a nyíltvízi tó helyét nem a lassú kiszáradással párhuzamosan várható szikes mocsár foglalta el, hanem a kiszáradó tófenéken vakszik növényzet telepedett meg. Az 1994-es állapot már a mézpzásit elterjedését mutatja a tómederben. Az ezredforduló környékén a csapadékmennyiségben és a talajvízszintben lezajlott gyors változások hatására a 2003-as állapot egyfajta „visszarendeződést” mutat az 1970-es évek előtti nedvesebb időszak irányába. A gyors, ellentétes irányú változások miatt ugyanakkor a természetes növényközösségi szerkezet nagy területeken felbomlott, itt természetes társulásba nem sorolható gyér vegetáció alakult ki. A társulások a gyors változásokhoz egyre kevésbé tudnak alkalmazkodni, ami az egykori természetes növénytakaró feldarabolódását vetíti előre.

A Szívós-szék nagyobb méretének és nagyobb helyi vízgyűjtőjének köszönhetően a szélsőséges hatásoknak kevésbé van kitéve, ezáltal vegetációja a fokozatosabb kiszáradás képét mutatja. Az egykori nyíltvízi tó helyét 1988-ra szikes mocsár foglalta el, amit a mederperemeken a szikes tavakra jellemző vegetációs zónák követtek. 2003-ra a korábbi zonációs mintázat elszegényedett, gyakorlatilag az egész tómedret sziki rét foglalta el, annak üdébb és szárazabb változataival, míg a szikes mocsár és a nádas társulások teljesen eltűntek.

A tó tehát a lassú, de fokozatos kiszáradás állapotában van, amikor az időnkénti bőséges csapadék ill. talajvíz sem elegendő már ahhoz, hogy a szikes tavakra jellemző növényzete fennmaradjon.

A Szappan-szék és a Szívós-szék vegetációjában lezajló átalakulások alátámasztják éghajlatunk változásának kedvezőtlen tendenciáit, amelyben a természetes okok mellett – ma még vita tárgyát képező mértékben – antropogén hatások is szerepet játszanak, rávilágítva mindannyiunk felelősségére a környezet- és természetvédelem terén.

IRODALOM

- Bagi I.** 1988. The vegetation map of the Szívós-szék UNESCO biosphere reserve core area, Kiskunság National Park, Hungary. *Acta Biologica Szegediensis* 36. pp. 27-42.
- Bagi I.** 1989. The vegetation map of the Szappan-szék UNESCO biosphere reserve core area, Kiskunság National Park, Hungary. *Acta Biologica Szegediensis* 34. pp. 83-95.
- Bakacsi Zs.** 2001. Kiskunsági alluviális síkság talajtani-domborzati sajátosságainak térinformatikai alapú vizsgálata, különös tekintettel a feltételezett talajvízszint-változásokra. *Agrokémia és Talajtan* 50/3-4. pp. 371-382.
- Bodrogekői Gy.** 1980. Szikes puszták és növénytakarójuk. A Békés Megyei Múzeumok Közleményei 6. pp. 29-49.

- Borhidi A. – Sánta A.** (szerk.) 1999. Vörös Könyv Magyarország növénytársulásairól 1-2. A KöM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei. Budapest. pp. 154-264.
- Buzetzy Gy.** (szerk.) 1980. A vízrendezések hatása a Duna-Tisza köze természeti viszonyaira. (Kerekasztalbeszélgetés). Kecskemét. p. 90.
- Csatári B. – Csordás L.** 1994. A Duna-Tisza közti hátság településfejlődése és hatásai a vízháztartásra. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 3. Békéscsaba. pp. 33-37.
- Fehér B.** 2004. A fülöpházi szikes tavak vegetációtörténete. Szakdolgozat, Szeged. p. 61.
- Harmati I.** 2000. A vízrendezések hatása a Duna-völgy szikes talajaira. Agrokémia és Talajtan 49. 3-4. pp. 369-382.
- Kovács F.** 2004. Környezeti változások értékelése a Duna-Tisza közén, különös tekintettel a szárazodás problémájára. II. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, Szeged.
- Major P.** 1994. A Duna-Tisza közti hátsági terület lefolyási viszonyainak, talajvíz-kitermelésének és a talajvízben történő szikkasztásnak hatása a talajvízszint változására. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 3. Békéscsaba. pp. 103-111.
- Mika J.** 1993. Az Alföld éghajlatának megváltozása a globális klímaváltozás összefüggésében. Alföldi Tanulmányok, Békéscsaba. pp. 11-31.
- Molnár B.** 1985. Földtani kutatások a Kiskársági Nemzeti Parkban 1975-1984. KNP Kecskemét. pp. 29-58.
- Pálfai I.** 1994. Összefoglaló tanulmány a Duna-Tisza közti talajvízszint süllyedés okairól és a vízhiányos helyzet javításának lehetőségeiről. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 3. Békéscsaba. pp. 111-125.
- Rakonczi J.** 2005. A talajvízszint-csökkenés, és néhány gazdálkodási vonatkozása a Duna-Tisza közti Homokhátságon. In: Tanyakutatás 2005. Kut. jelentések 1. füzet. A tanyás térségek környezete. pp. 20-28.
- Szodfridt I.** 1994. Az erdők és a talajvíz kapcsolata a Duna-Tisza közti homokhátságon. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 3. Békéscsaba. pp. 59-67.