

## **Kiskunsági alluviális síkság talajtani–domborzati sajátosságainak térinformatikai alapú vizsgálata, különös tekintettel a feltételezett talajvízszint-változásokra**

BAKACSI ZSÓFIA

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest

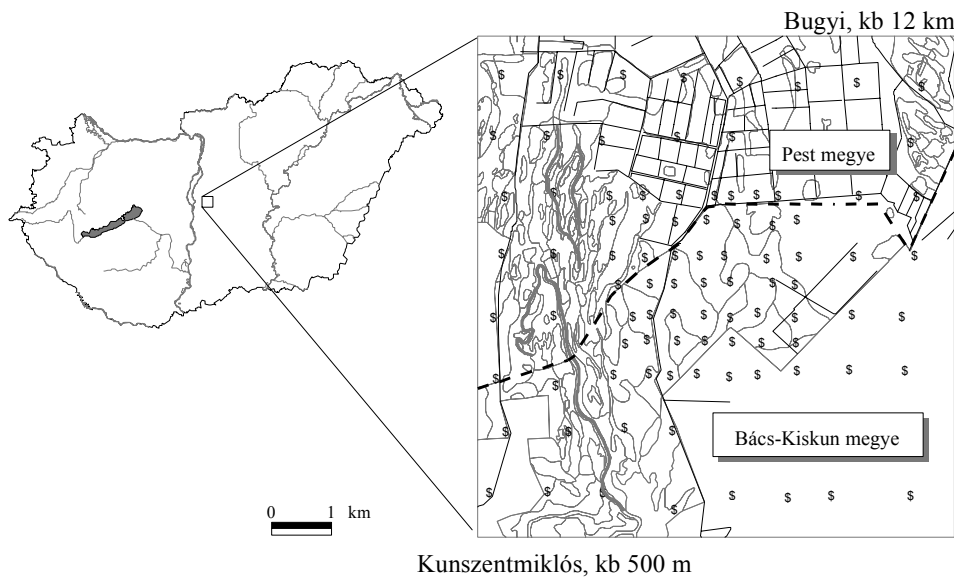
### **Bevezetés**

A korszerű térinformatikai módszerek jó és új lehetőséget nyújtanak a természeti viszonyok és a talajviszonyok közötti összefüggések részletes és okozat feltáró elemzésére. A Kiskunság alluviális síkságán végzett kutatásaink során ezen összefüggések pontosabb feltárására törekedtünk, különös tekintettel a térség egyik fontos környezeti problémájára, a feltételezett talajvízszint-változások talajtani következményeinek megállapítására.

A Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) apajpusztai mintaterületének térinformatikai alapokon nyugvó vizsgálatának célja egyrészt a területen a századfordulón végzett lecsapolási–árvízmentesítési munkálatok után érvényesülő felszínalakító folyamatok jellemzése volt, másrészt pedig annak vizsgálata, hogy a mintaterület környezetének tartós változását előidéző regionális folyamatok (pl. a talajvízszint megváltozása) milyen hatással lehetnek a felszínalakulásra, elsősorban a talajképződésre. A munka egyik állomása a mintaterület talajtani–domborzati sajátosságainak és a rendelkezésre álló talajvízszint-adatoknak térinformatikai alapú vizsgálata. A mintaterület elhelyezkedését mutatja az 1. ábra.

A Duna-völgy talajtakarójának felépítésében jelentős területi részarányúak a sós és szikes talajok (SCHERF, 1935; SZABOLCS & JASSÓ, 1961; VÁRALLYAY et al., 1984). A duna-völgyi szikesek kialakulásában elsődleges szerepet játszanak a nagy sótartalmú felszín alatti vizek áramlásai (TÓTH J., 1984, 1995), és a pangó sós talajvíz (ERDÉLYI, 1967a,b, 1979; VÁRALLYAY, 1967), ezért a Duna-völgyben érvényesülő áramlási rendszerek hosszú távú megváltozása (MAJOR & NEPPEL, 1988; BERÉNYI & ERDÉLYI, 1990; ROTÁRNÉ, 1994), illetve a talajvízszint jelentős mértékű süllyedése-emelkedése (SZALAY & LÓCZY, 1992) hatással lehet a talajtulajdonságok térbeli elterjedésére, a szikes talajképződési folyamatokra. HARMATI (2000) a szikesekben beindult sókilúgozódási folyamatokról számol be több évtizedes megfigyelési adatokra támaszkodva. A mintaterület

\* A Magyar Talajtani Társaság és a Magyarhoni Földtani Társulat Mérnökgeológiai Szakosztálya 2000. február 9-én, a szikesedés témakörében rendezett előadói ülésén elhangzott előadás anyaga



1. ábra

A mintaterület elhelyezkedése. A térkép vázlat feltünteti az agrogeológiai fúrásponthoz (fekete háromszögek), az üzemi genetikus talajtérképen elkülönített talajfoltok kontúrját (vékony szürke vonal), a csatornahálózatot (vékony fekete vonal), a természetes vízfolyásokat (vastag szürke vonal) és a megyehatárt (szaggatott vonal)

egy része a Kiskunsági Nemzeti Parkhoz tartozik, melyre 1974–1975-ben genetikus üzemi talajtérkép (1:10 000) készült, 1979–1980-ban pedig 1:25 000 méretarányú termőhely-térképezés folyt, amelyhez a kapcsolódó részletes talajvizsgálatok is elkészültek az MTA Talajtani és Agrokémiail Kutatóintézetben (KNP jelentés, 1980).

A vizsgálathoz szükséges a jelenlegi állapot (domborzat, talajtakaró, talajvíz mélysége és minősége stb.) olyan formában történő feldolgozása, amely a későbbiek során alkalmas a bővítésre, kiegészítésre. A térbeli adatok kezeléséhez, tárolásához, elemzéséhez és megjelenítéséhez ESRI (Environment Systems Research Institute) GIS szoftvereket: PC ARC/INFO-t és az ArcView moduljait (Spatial Analyst) használtunk.

### Adatbázis, módszerek

#### Agrogeológiai adatok

A mintaterületen az agrogeológiai felvételezés része volt egy átfogó, Alföld-térképezési programnak (RÓNAI, 1985). A mintaterületen a MÁFI Agrogeológiai Osztálya 1987-ben 97 db sekélyfúrást telepített négyzethálósan, 1000, ill.

500 m-es hálóban, majd 1997-ben megismételték a mintavételt. A fúrások általában a felszínhez legközelebb lévő első homokos kavics, kavicsos homok szintig mélyültek, mélységük 3,5–5 m között változik. A fúrási szelvények anyagából a felső 2 m-ben 0,5 m-enként, ezalatt legalább m-enként vettek átlagmintát; ha a szelvényben réteghatár-változást észleltek a mintavételezés értelemszerűen rétegenként történt. A mintákból szedimentológiai és kémiai elemzés készült (szemcseméret-eloszlás, pH,  $\text{CaCO}_3$ , mikroelemek). A fúrások mindegyike elérte a talajvizet, melynek nyugalmi szintje 0,4–2 m között volt; a vett vízmintákból kémiai elemzést végeztek.

*A mintaterület közzettani felépítése* – A fúrások alapján szerkesztett közzettani szelvények tanúsága szerint a mintaterületre az üledékek hármastagozódása jellemző. A fúrások által megütött legalsó szintben, a rétegsor alján *kavicsos homok* található, jelentkezési mélysége általában 3,5–5 m közötti, kavicsstartalma erősen változó (a fúrásokkal feltárt üledékben 10 és 30 % között ingadozott az 5 mm-nél nagyobb átmérőjű szemcsék aránya). Feltárt legnagyobb vastagsága 1,5 m.

Közvetlenül a kavicsos homokra különböző szemcseméretű (közep-, apró-, vagy finomszemű) *homok* települ, feltárt legnagyobb vastagsága 5,0 m, gyakran tartalmaz agyagos-közetlisztes lencsákat, közberétegzéseket. A finomhomokos kifejlődés a felszín közelében általában lencseként települ apróhomokba vagy középhomokos apróhomokba, fedője mindig finomszemcsés ártéri üledék.

A finomszemcsés *agyagos homok*, *aleurit*, *homokos agyag*, *agyag* képződmények egyrészt kisebb lencsékben található az üledék fő tömegét adó homoktestben, másrészt egymást váltva, illetve összefogazódva alkotják a felszínt legfeljebb 1,5 m vastagságban, lepelként borító finomszemcsés ártéri üledékanyagot.

Az agrogeológiai felvételezésből származó adatok a fúrási pontokhoz rendelve, pontadatok formájában állnak rendelkezésre.

#### *Talajtani adatok*

Az agrogeológiai mintaterület északi része közigazgatásilag Pest megyéhez, déli része pedig Bács–Kiskun megyéhez tartozik. A Kiskunsági Nemzeti Park területét is érintő részén az MTA TAKI vezetésével folyt 1:25 000 méretarányú termőhely-térképezés, s ehhez kapcsolódóan részletes talajvizsgálatok is készültek (KNP jelentés 1980, VÁRALLYAY et al., 1984). Az ismertető talajtani-térzíni összefüggések vizsgálatához a Pest megyéhez tartozó terület genetikus üzemi talajfelvételezési adatait használtuk fel. A rendelkezésre álló talajtani adatok részletesebb információkkal szolgálnak a területről, mint az agrogeológiai felvételezés, méretaránya 1:10 000-es. A területen az 1975-ben végzett 1:10 000 méretarányú genetikus üzemi talajtérképezés csak az egykori mezőgazdasági területeket érintette, s mivel a mintaterület egy része a Kiskunsági

Nemzeti Parkhoz tartozó védett terület, az egészre nem állt rendelkezésre a genetikus üzemi talajtérkép. Az 1975. évi térképezés 3096 hektárt érintett, a területen 22 talajtípust–altípust különböztettek meg a több mint 200 talajszelvény adatai alapján. A leírt talajtípusok az öntés és réti talajoktól indulva a szikeseken át a csernozjomokig foglalják magukba az alluviális síkság talajképződményeit.

*Talajvízre vonatkozó adatok* – A területen három alkalommal került sor kiterjedt, a talajvizet érintő mintavételezésre. Mind a talajtani, mind az agrogeológiai felvételezés során születtek a talajvíz mélységére, megütött, ill. nyugalmi szintjére, vízkémiai összetételére vonatkozó pontadatok. Az agrogeológiai mintavételi hálózatra nincs monitoring-szerű rendszeresen mért talajvíz adat, 1987-ből 38, 1997-ből pedig 30 fúrási adattal rendelkezünk a talajvíz megütött szintjére vonatkozóan. Néhány konkrét adat alapján feltételezhetjük, hogy az 1975. évi talajfelvételezés során feltárt 241 szelvény mélysége a talajvíz aktuális mélységével volt azonos, ami az agrogeológiai felvételezések során feltárt talajvíz megütött szintjével azonosítható. A talajvízszint szezonális ingadozása jelentős lehet a területen, de a hosszú távú talajvízszint-változás becslésében mégis kezelhetjük egységesen a rendelkezésre álló adatokat, ha figyelembe vesszük egyrészt a felszín alatti, összefüggő homoküledék kiegyenlítő, az ingadozást mérséklő hatását, illetve azt, hogy valamennyi mintavételezés nyáron történt, feltételezhetően egy hosszabb, száraz periódus után, mivel nedves időszakban a szikes terület szinte járhatatlan.

#### *Domborzati adatok*

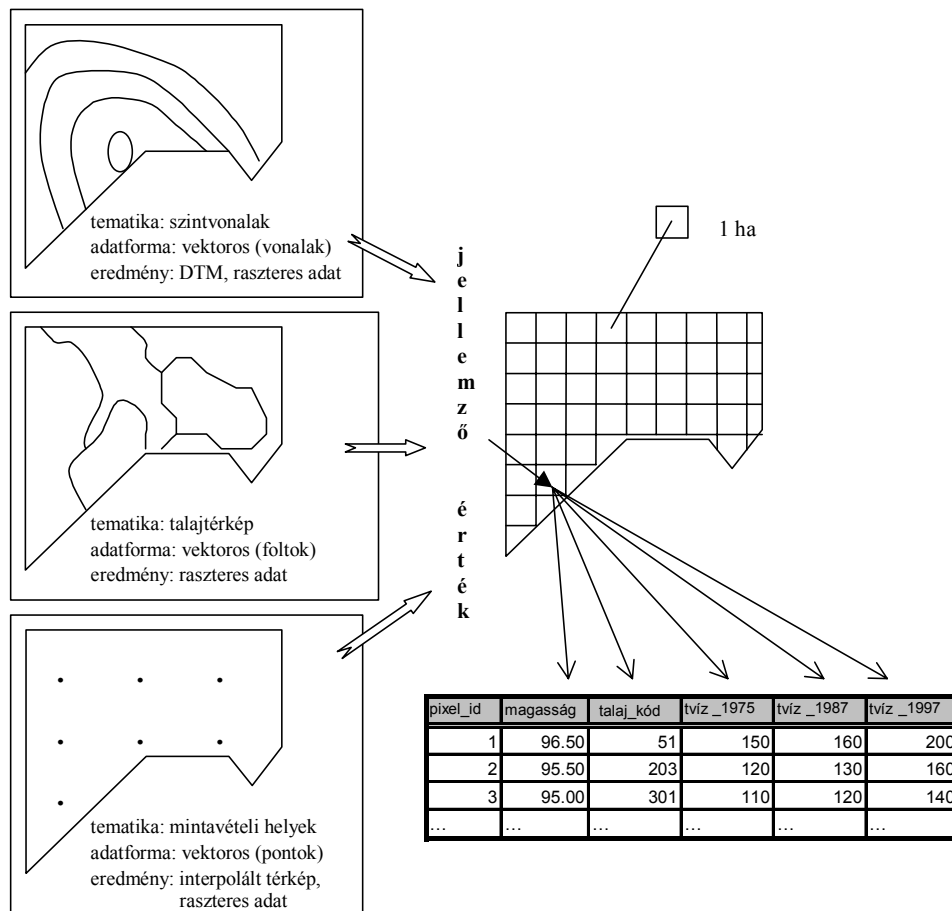
A domborzati adatok részletessége az EOTR 1:10 000-es szelvények felbontásának felel meg. A terület szinte teljesen sík, nagyrészt 95,5 m-en fekvő, agyagos homokkal és iszappal borított felszínéből csak a mintaterület keleti részén lévő, a Hátság felé átmenetet mutató homokdombok, illetve a Baki ér vízfolyását szegélyező dűnék emelkednek ki, de a dombtetők magassága alig haladja meg a 100 m-t.

A domborzati sajátosságokból eredően az 1:10 000-es EOTR topográfiai térképeken ábrázolt és egyben a digitális domborzatmodell alapjául szolgáló szintvonalak csak 0,5 m-enként követik egymást, a kiindulási szelvények nem teszik lehetővé a terep felszínének pontosabb nyomon követését, ezért a belőle származó terepmodell magassági felbontása is csak félméteres.

#### *A vizsgálat módszerei*

A térinformatikai vizsgálati módszerek jól ismertek a talajtani kutatásban, a szikesek vizsgálatában már korábban is eredményesen alkalmazásra kerültek (KUTI et al., 1999a,b; TÓTH et al., 1998; TÓTH & KUTI, 1998, 1999a,b). A min-

taterületen megvizsgáltam az 1:10 000 méretarányú genetikus üzemi talajtérképezés során feltárt talajtípusok és azok térszíni helyzete közötti összefüggést az adott területen, majd az eredményt összehasonlítottam a talajvíz szintjére vonatkozó adatokkal. Az adatfeldolgozás vázlatát mutatja a 2. ábra.



2. ábra

Az adatfeldolgozás főbb lépései. A vázlat feltünteti a kiindulási adatok tematikáját, adatformátumát és azt, hogy a kiindulási adatokat az átalakítások eredményeként milyen formában használtuk fel az elemzésekben

Az elemzések előkészítésére egy 100 x 100 m-es (1 ha-os), szabályos rácshálót kellett létrehozni. A rácshálón belül 3096 hektárra van értékelhető talajtani információ. A talajtérkép először vektoros formában került ábrázolásra, majd azt az elemzések elvégzéséhez egy 10 x 10 m felbontású raszteres állományá

alakítottuk. A pontadatok interpolációjával a talajvíz adatokat kiterjesztettem a mintaterületre.

A rácshálót ráhelyezve a raszteres formátumú tematikus térképekre (a lépcsős terepmodellre, a talajtérképre és az interpolált talajvíz térképre), lehetővé vált együttes kezelésük. Az egyes rácselemekhez mindig azt az értéket rendel-

1. táblázat

**A magassági értékek talajtípusonkénti összegzése a mintaterület Pest megyéhez tartozó területére**

Talajtípus	Terület (ha)	Átlag (m)	Min. (m)	Max. (m)	Szórás
<i>3. csoport (96,0 m &lt;):</i>	81	97,37	95,5	100,00	0,98
terasz csernozjom talajok	2	98,50	97,00	100,00	21,21
karbonátos humuszos homoktalajok	51	96,92	95,00	100,00	12,80
többrétegű humuszos homoktalajok	28	96,70	95,50	98,00	9,75
<i>2. csoport (95,5 –96,0 m):</i>	185	95,61	95,00	98,00	0,23
réti csernozjom talajok	81	95,78	95,00	98,00	6,71
mélyben sós réti csernozjom	38	95,66	95,00	96,00	3,87
csernozjom réti talajok	37	95,57	95,00	96,00	3,99
mélyben sós réti talajok	20	95,55	95,00	96,00	2,24
mélyben szolonyeces réti csernozjom	9	95,50	95,50	95,50	0,00
<i>1. csoport (&lt; 95,5 m):</i>	2706	95,10	95,00	96,00	0,12
réti öntéstalajok	15	95,47	95,00	96,00	2,97
mélyben szolonyeces réti talajok	145	95,18	95,00	95,50	2,41
kérges réti szolonyec talajok	732	95,12	94,50	96,00	2,21
öntés réti talajok	81	95,10	94,50	96,00	2,47
szolonyeces réti talajok	99	95,10	95,00	96,00	2,70
karbonátos szoloncásák talajok	50	95,09	94,50	96,00	2,83
szulfátos szoloncásákos réti talajok	125	95,08	95,00	95,50	1,84
karbonátos szoloncásák-szolonyec t. réti talajok	374	95,07	95,00	96,00	1,82
réti talajok	869	95,07	94,50	96,00	2,48
közepes réti szolonyec talajok	51	95,06	94,50	95,50	1,92
karbonátos szoloncásákos réti talajok	3	95,04	95,00	95,50	1,29
humuszos öntéstalajok	54	95,01	94,50	95,50	1,81
lápos réti talajok	93	95,00	94,50	95,50	1,65
szolonyeces lápos réti talajok	15	95,00	95,00	95,00	0,00
térképezett terület Pest megyében, ha	2972				
egyéb terület (erdő, település)	124				
<i>összes terület (ha)</i>	<i>3096</i>				

*Megjegyzés:* A táblázatban a talajtípusok elnevezésére a kiindulási genetikus üzemi talajtérkép nevezékτανát vettem alapul, az egyes csoportokon belüli sorba rendezés az átlagos magassági értékek alapján történt

tem hozzá, amely az alatta lévő tematikus térképen a leggyakrabban fordult elő. A hozzárendelés eredményeként az 1 ha-os felbontású rácsháló minden elemére rendelkezésre állt egy jellemző magassági érték és egy talajtípus kód. A magassági értékeket a talajtípusok szerint összegeztem, majd sorba rendeztem. (1. táblázat). Az egyes csoportokra jellemző magassági értékek – egytényezős egyszerű varianciaanalízis alapján (F-statisztikával, 95 %-os valószínűségi szint mellett) – egymástól szignifikánsan eltérőnek bizonyultak.

### Vizsgálati eredmények

A mintaterület tengerszint feletti magassági értékeit a talajtípusokkal, illetve a talajvízszint adatokkal vetettem össze. A kiindulási szintvonalak viszonylag nagy magassági ugrásai ellenére az egyes talajtípusok térbeli pozíciója összefüggést mutat a talajtípusok hidromorf sorával, a legalacsonyabb térszíni helyzetben a lápos réti és szikes talajokat találjuk, köztes helyzetben a mélyben sós változatokat és a csernozjom felé átmenetet mutató talajokat, míg a legmagasabb térszíneken csernozjom talaj fordul elő. A domborzat és az észlelt talajvízszint értékek összevetése a területen a talajvíz szintjének folyamatos süllyedését mutatja.

#### *A Digitális Terepmodell és a talajtérkép összevetése*

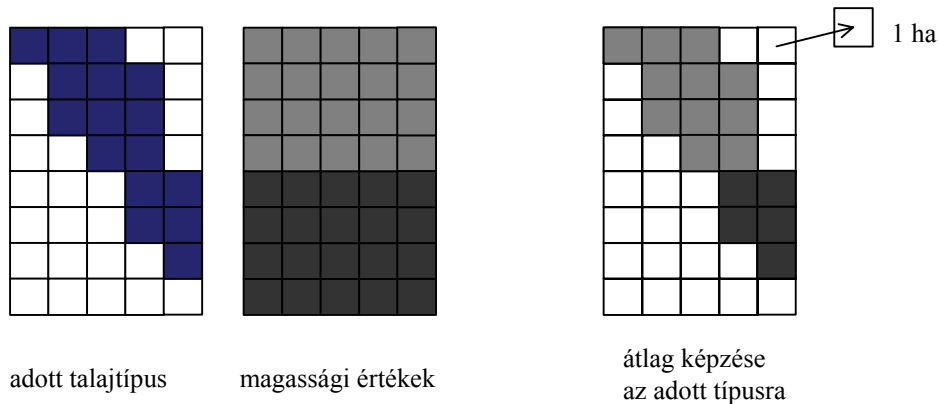
A talajtípusokat a tengerszint feletti magasságuk átlaga alapján sorba rendezve, az egyes talajtípusokra kapott átlagérték önmagában kicsit megtévesztő, pl. az öntés réti talajnál az átlag 95,1 m, a szélsőértékek: 95,0 ill. 96,0 m; ez esetben a 95,1 m-es átlag csak azt tükrözi, hogy a talajtérképre helyezett 1 ha-os felbontású grid e talajtípust képviselő rácselemeiben a 95,0 m értékű magassági elemek vannak túlsúlyban (3. ábra).

A mintaterület legnagyobb része 95,5 m tengerszint feletti magasságon fekszik, ez a magasság és a hozzá közel álló értékek tehát a legjellemzőbbek. Aszerint, hogy az adott talajtípusra jellemző átlagmagasság milyen tartományba esik, három csoportot különböztethetünk meg:

1. csoport: az átlag kisebb, mint 95,5 m,
2. csoport: az átlag 95,5 –96,0 m közé esik,
3. csoport: az átlag nagyobb, mint 96,0 m.

#### *A magassági tartományok szerint elkülönített csoportok jellemzői:*

*1. csoport (< 95,5 m).* – Elsősorban vízhatás alatt álló és szikes talajok tartoznak ebbe a csoportba. A legmélyebb térszíni fekvésben a lápos réti talajok és a szolonyeces lápos réti talajok találhatóak. Ezekon kívül humuszos öntéstalajok, réti talajok és azok sófelhalmozódással különböző formában érintett altípusai



3. ábra

Egy adott talajtípusra jellemző átlagos magassági érték származtatása az egy hektáros grid alapján. A magassági értékek átlaga azt tükrözi, hogy mely magassági elemek dominálnak az adott talajtípus előfordulási területén belül

(karbonátos, szoloncsákos, szulfátos-szoloncsákos) és különböző típusú szikes (szoloncsák, szoloncsák–szolonyec, réti szolonyec) talajok fordulnak elő. A genetikus üzemi talajtérképezés során megkülönböztetett 22 talajtípus (altípus) több, mint fele ebbe a csoportba tartozik. A csoportban legnagyobb területi részarányal a réti talajok szerepelnek, ezt követik a kérges réti szolonyecok és a karbonátos szoloncsák–szolonyec talajok. E csoporton belül a különböző szikes és réti talajképződmények egymáshoz viszonyított helyzete a magasság átlagok alapján nem állapítható meg pontosan, de tulajdonságai alapján (erőteljes vízhatás, felszín közeli nagy sótartalom, a csernozjom jelleg hiánya) jól elkülönül a többitől.

2. csoport (95,5–96,0 m). – A vízhatás továbbra is jelentős, de e mellett a csernozjom-jelleg megjelenése is megfigyelhető. Elsősorban csernozjom réti és réti csernozjom talajok, illetve ezek mélyben sós altípusai jellemzőek erre a csoportra. A sós talajvíz már nem emelkedik a felszín közelébe, a szelvényben megnövekedett sótartalom csak a mélyebb szintekben jelentkezik. Ebbe a csoportba sorolható a térképezett talajtípusok–altípusok egyharmada.

3. csoport (96,0 m <). – 96,0 m magasság felett már nem kell vízhatással számolni, a réti jelleg háttérbe szorul, a víz hatásától mentesen képződött talajok tartoznak ide. A mintaterület kiemelkedő térszíneit leginkább a Baki ér vízfolyása mentén húzódó homokdűnék, illetve a Duna-völgytől keletre húzódó hátsági területek felé átmenetet mutató homokdombok képviselik. A talajképző laza üledéknek köszönhetően itt főleg homoktalajokat (karbonátos, ill. több-rétegű homoktalajok), a legmagasabb térszíneken pedig, mindössze 2 ha-on, terasz csernozjomokat találunk.



*A Digitális Terepmodell és a talajvízszint összevetése*

A talajvízre vonatkozó adatokat a korábban elkülönített magassági tartományokra vonatkoztatva elemeztük (2. táblázat). A kiindulási adatsoportok elemszáma eltérő, ami a talajtani és agrogeológiai térképezés eltérő méretarányából fakad.

2. táblázat

**A megütött talajvíz átlagos mélysége a felszín alatt az elkülönített magassági tartományokban**

Magassági tartomány, m	Átlagos talajvízmélység, cm			A változások összegzése, cm		
	1975 n=241	1987 n= 38	1997 n=30	1975– 1987	1987– 1997	1975– 1997
96,0 <	143	170	198	-27	-28	-55
95,5–96,0	133	138	157	-5	-19	-24
< 95,5	112	121	142	-9	-21	-30

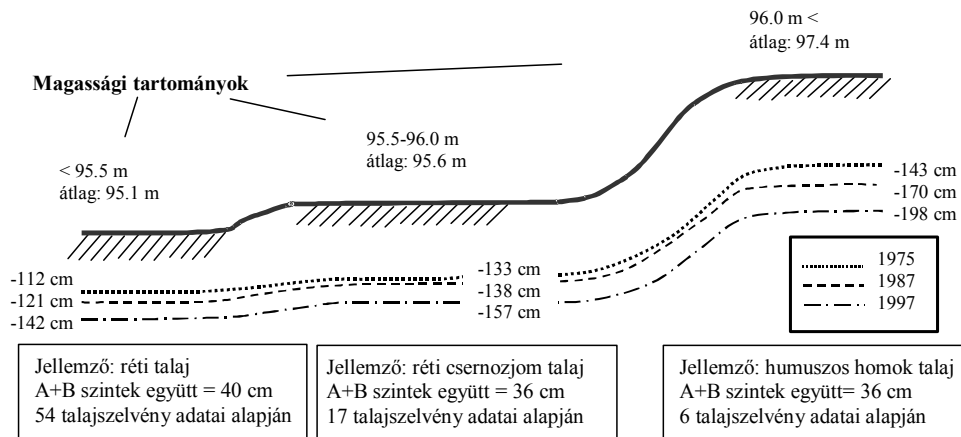
Az 1975–1987 közötti időszakban a legmélyebb talajvízállású, térszínileg kiemelt (96,0 m feletti) területeken a talajvízszint csökkenésének üteme mintegy 2 cm/év, az 1987–1997 közötti időszakban az intenzitása hasonló volt. 1975–1987 között a süllyedés mértéke csekély a térszínileg mélyebben elhelyezkedő területeken, de felgyorsult az 1987–1997 közötti időszakban, amikor mintegy 20 cm-nyi talajvízszint-süllyedést regisztrálhatunk. A mélyebb fekvésű területeken a süllyedés intenzitása nőtt, az 1987–1997 közötti érték legalább kétszeres, mint a megelőző időszakban.

TÓTH és VÁRALLYAY (2001) és VÁRALLYAY (1966a,b) szikes talajszelvényekben mért részletes sómérleg adataiból, illetve a HARMATI (2000) által közölt megfigyelési adatokból nyilvánvaló, hogy a 70-es éveket megelőzően a Duna–Tisza köze déli részén tapasztalt nagyarányú talajvízszint-csökkenésnek mérhető hatása nem volt a területre, s ezért a területet jellemző 1975. évi talaj-, vegetáció-, és talajvíz adatokat referenciaként tekintetem a terület környezeti állapotváltozásának regisztrálásában.

A talajvíz megütött szintjének átlagos terep alatti mélységének összevetése 1975-ben és 1997-ben azt mutatja, hogy a legmélyebb térszíni fekvésben lévő talajok (pl. a réti talajok) alatt a talajvíz szintje mélyebben helyezkedett el 1997-ben, mint a köztes térszíni pozícióban lévő talajok (pl. réti csernozjomok) alatt 1975-ben. Az átlagos talajvízszint 1997-ben a réti csernozjom „övezetben” mélyebben húzódott, mint 1997-ben a kiemelt térszíni helyzetű homoktalajok alatt (l. 4. ábra).

A talajvízszint süllyedése azt eredményezi, hogy a területre jellemző talajszelvények kialakításában eddig döntő jelentőségű hidromorf hatás kisebb mértékben érvényesülhet, a szikes szelvényekben a sófelhalmozódási szintek

mélyebbre húzódnak, egy lassú átalakulási folyamat során a növényzet számára döntő felszíni–felszín közeli talajtulajdonságok megváltoznak, s ez maga után vonja a védett élőhelyek vegetáció-összetételének megváltozását is.



4. ábra

A megütött talajvízszint átlagos mélysége a felszín alatt 1975-ben, 1987-ben és 1997-ben. A magassági tartományokat a magassági értékük átlaga jelöli. Az ábra feltünteti az egyes magassági tartományokra jellemző, legnagyobb területi kiterjedésű talajokat és azok A+B szintjeinek együttes vastagságát

## Összefoglalás

Az olyan regionális környezeti hatások, mint pl. a felszín alatti vízáramlás tartós megváltozása először csak egyes talajképződési folyamatok intenzitásának változásában jelentkeznek. Hatásuk nem mérhető azonnal a különböző talajtípusok térszíni helyzetének megváltozásában, mert a talajoknak a megváltozott környezeti feltételekhez való igazodása több évtizedet is igénybe vehet. A talajok térbeli elhelyezkedése összefüggést mutat a talajtípusok hidromorf sorával (catena). A vizsgált területen az 1980-as évek vége óta felgyorsult talajvízszint-csökkenési és ebből eredő szárazodási folyamat észlelhető. A Kiskunsági Nemzeti Park vizsgált területén a talajvízszint további süllyedése a védett szikes élőhelyek degradációjához vezethet, mert erősödik a szikes talajok sztyeppe-szedési folyamata, és a korábban az extrém körülményekhez adaptálódott sötűró növényzet a mélyebb területek felé húzódik.

## Irodalom

- BERÉNYI P. & ERDÉLYI M., 1990. A rétegvíz szintjének süllyedése a Duna–Tisza közén. *Vízügyi Közlemények*. **72.** (4) 377–396.
- ERDÉLYI M., 1967a. A Duna–Tisza közének vízföldtana I.. *Hidrológiai Közöny*. 1967/6 331–340.
- ERDÉLYI M., 1967b. A Duna–Tisza közének vízföldtana II.. *Hidrológiai Közöny*. 1967/8 353–365.
- ERDÉLYI M., 1979. A magyar medence hidrodinamikája. VITUKI kiadvány. Budapest.
- HARMATI I., 2000. A Duna-völgy talajvíz-viszonyainak változása a vízrendezés hatására. *Agrokémia és Talajtan*. **49.** 400–416.
- Jelentés a Kiskunsági Nemzeti Park részére 1979–80-ban végzett munkálatokról, 1980. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Budapest.
- KUTI, L. et al., 1999a. Relationship between the data of agrogeological maps and the extent of salt-affected soils on the Great Hungarian Plain. *Agrokémia és Talajtan*. **48.** 501–516.
- KUTI, L. et al., 1999b. Analysis of regional soil salinization by GIS. In: Proc. Int. Symp. on Sustainable Management of Salt-affected Soils in the Arid Ecosystem. 21–26 Sept, 1997. (Ed.: ELGALA, A.) 106–122. Ain Shams University. Cairo.
- MAJOR P. & NEPEL F., 1988. A Duna–Tisza közti talajvízszint-süllyedések. *Vízügyi Közlemények*. **70.** (4) 605–620.
- RÓNAI A., 1985. Az Alföld negyedidőszaki földtana. *Geologica Hungarica ser. Geol.* 21. Műszaki Könyvkiadó. Budapest.
- ROTÁRNÉ SZALKAI Á., 1994. Rétegvizek piezometrikusszint-csökkenése a Duna–Tisza közén. In: II. Nemzetközi Környezetvédelmi Konferencia, Kecskemét, 1994. május 4–6. 28–33.
- SCHERF E., 1935. Alföldünk pleisztocén és holocén rétegeinek geológiai és morfológiai viszonyai és ezeknek összefüggése a talajalakulással, különösen a szikképződéssel. *Magyar Kir. Földt. Int. Évi Jelentés 1925–1928.* 265–301.
- SZALAY, J. & LÓCZY, D., 1992. Some trends in groundwater level changes on the Danube–Tisza interfluvial region, Hungary. VITUKI kiadvány. Budapest.
- SZABOLCS I. & JASSÓ F., 1961. A szikes talajok genetikai típusai és elterjedésük törvényszerűségei a Duna–Tisza közén. *Agrokémia és Talajtan*. **10.** 173–194.
- TÓTH, J., 1984. The role of regional gravity flow in the chemical and thermal evolution of ground water. In: Proc. 1<sup>st</sup> Canadian/American Conference on Hydrogeology, Banff, Alberta, Canada, June 22–26, 1984. 2–39.
- TÓTH, J., 1995. A nagy kiterjedésű üledékes medencék felszín alatti vizeinek hidraulikai folytonossága. *Hidrológiai Közöny*. **75.** (3) 153–159.
- TÓTH, T. & KUTI, L., 1998. Variability of geological conditions and its relations to soil salinization inside a small area. In: Proc. Int. Symp. Sustainable Management of Salt-affected Soils in the Arid Ecosystem. 21–26 Sept, 1997 (Ed.: ELGALA, A.) 123–132. Ain Shams University. Cairo.
- TÓTH, T. & KUTI, L., 1999a. Geological factors affecting the salinization of the Nyírő-lapos sample area (Hortobágy, Hungary). I. General geological characterization, calcite concentration and pH values of subsurface layers. *Agrokémia és Talajtan*. **48.** 431–444.

- TÓTH, T. & KUTI, L., 1999b. Geological factors affecting the salinization of the Nyíró-lapos sample area (Hortobágy, Hungary). II. Multiple relations and the prediction of surface soil salinity. *Agrokémia és Talajtan*. **48**. 445–457.
- TÓTH, T., KERTÉSZ, M. & PÁSZTOR, L., 1998. New approaches in salinity/sodicity mapping in Hungary. *Agrokémia és Talajtan*. **47**. 76–86.
- TÓTH T. & VÁRALLYAY GY., 2001. Egy mintaterület talajának variabilitása a sófelhalmozódás tényezői szerint. *Agrokémia és Talajtan*. **50**. 19–34.
- VÁRALLYAY GY., 1966a. Duna–Tisza közti talajok sómérlegei. I. Sómérlegek természetes (öntözés nélküli) viszonyok között. *Agrokémia és Talajtan*. **15**. 423–453.
- VÁRALLYAY GY., 1966b. A dunavölgyi talajok sófelhalmozódási folyamatai, sóforgalma és sómérlegei. Kandidátusi értekezés. Budapest
- VÁRALLYAY GY., 1967. A dunavölgyi talajok sófelhalmozódási folyamatai. *Agrokémia és Talajtan*. **16**. 327–356.
- VÁRALLYAY GY., MOLNÁR E. & RAJKAI K., 1984. Talajtani kutatások. In: Tudományos kutatások a Kiskunsági Nemzeti Parkban (1975–1984) (Szerk.: TÓTH K.) 59–96. HUNGEXPO. Budapest.

*Érkezett: 2001. március 5.*