

# A padkás erózió folyamata és mérése az Alföldön

*Kovács Ferenc – Rakonczai János*

## **Problémafelvetés**

A padkás erózióban érintett területek kiterjedése jelentős hazánkban, de kevés helyen olvashatunk e felszínformák geomorfológiai értékeléséről (Strömpl 1931, Dövényi et al. 1977, Tóth 2003, Rakonczai és Kovács 2006), pedig a padkás felszínek kutatásával meghatározható a síkvidéki erózió mértéke. A főleg szikes területeken található padkák elsősorban a vízrendezések előtt rendszeresen elöntött vidékeken jellemzők, de megjelennek a tájrendezési munkálatokhoz kapcsolódva is.

A padkás erózió vizsgálata elsősorban természetvédelmi és mezőgazdasági szempontok miatt fontos. Probléma a padkahátakon élő védett, reliktum fajok erőteljes élettér csökkenése, illetve mivel vizes élőhelyekről is szó van, az erózió vizsgálatához kötődő térfogatszámítások előnyösek az esetleges vízpótlás tervezéséhez (ennek lehetősége a gyakorlat szerint egyre aktuálisabb). Az erózióval a mezőgazdasági termelést csökkentő összetevők kerülnek a környezetbe (nő a só-tartalom a közelben lévő szántókon) és a talaj lepusztulásával csökkennek a termőterületek, aminek elsősorban a nagy kiterjedésű legelők látják a kárát.

A jelentős területeket elfoglaló, szélsőséges vízgazdálkodású szikesek a tájat ért változások érzékeny mutatói. A talaj és talajerózió olyan tényező és funkció, amelyek a mintaterületeinken alkalmasak a változásokat jelző földrajzi folyamatok értékelésére. Harmati (2000) felső-kiskunsági méréseivel a 0–40 cm-es talajréteg 34%-os sócsökkenését és 13,45 t/ha só kilúgozódását feltételezi 13 év alatt! A Szabadkígyósi pusztán 30 évet átfogó vizsgálat a 0–30 cm-es rétegben mára negyedannyi só-tartalmat állapít meg Barna (2008). Járó (2000) szerint a mocsár- és lápréteken jellemző többletvízhatás csökkenés az Alföldön 1 millió ha-on okoz szikesedést. Szendrei és Tóth (2006) az AGROTOPO-n jelzett szoloncsákok helyén egyre inkább szoloncsák-szolonyeceket talál.

A globális klímaváltozás lokális hatásához kötődő aridifikáció miatt a szikpadkák fejlődésében több tényező okozhatott változásokat az utóbbi évtizedekben. Elsősorban a szemiárid jelleg fokozódását (intenzívebb csapadék), a sztyep-pesedési folyamatok megjelenését, a fokozódó szárazság miatt ritkuló növénytakarót, a talajok szerkezeti leromlását, valamint a tájrendezési munkálatokat említhetjük meg.

A sajátos mikroformakincset formakomplexumokként lehet felfogni. A szikpadka a zárt szikes pusztai gyeppel borított, ép talajszelvényű térszínnek (hát, padkatető), különböző lejtőszögű peremmel való leszakadása (padkaperem) egy alacsonyabb, a lehordódott talajt tartalmazó térszínbe (sziklanka), majd a legmélyebb szikfokba (szikfenék, sziklapos). A padkaperem sokszor vonalszerűen jelenik meg, máskor több méteres fokozatos átmenetet képez (1–2. ábra). A sziki ér a kezdeti padkásodási folyamat haladását mutatja és a szikfenék terebélyesedése – sziklapos kialakulása – után a felesleges vizet szállítja el az erózióbázis felé. A lejtés irányába mozgó csapadékvíz hatása mellett a csepperózió, a víz oldása (szik-töbör), vizes időszakban a hullámozás ereje is rombolhatja a felszínt. Az eróziós felszínen félsziget- és szigetszerű mikroformák alakulnak ki. A folyamat során az oldható sók részben a mélybe szivárognak, illetve felszíni „sóvirágzást” okozhatnak. A szilárd közetsemcsék nagy részét a sziki erek, vagy a szelek szállítják el.



1–2. ábra: Meredek padkaperem, ill. sziklankába belesimuló szikpadka és mérése Miklapusztán

Az erózió megjelenésének feltétele, hogy a síkságon – akár néhány cm-es – relatív magassági különbségek alakuljanak ki. Az első fázis a padkásodás megindulása, a második a kialakult padkás felszínnek pusztulása. Természetes körülmények között az alluviális formakincs (medermaradványok, folyóhátak) okozza a terep lejtését, de a padkásodás indulhat el a szárazsággal járó nagyméretű talajrepedések nyomán is. Az antropogén hatások (területhasználat, csatornák, utak, koncentrált állati taposás) is a relief energia növekedését eredményezik, vagy a már padkás felszínt tagolják. Tóth (2003) szerint a szikes felszínfejlődés stádiumai: iniciális, juvenilis, maturus és szenilis állapot, illetve az antropogén hatásra bekövetkezett felszínfejlődés.

A felszínfejlődést döntően a relatív magassági különbség és a talajszerkezet befolyásolja, de hatása van rá a növényzettel való fedettségnek is. Rakonczai és Kovács (2006) a padkás erózió típusait különíti el: hátráló erózió, leszakadásos erózió, lineáris erózió, areális erózió (átmeneti formái is ismertek).

### **Az erózió mérésének módszerei és lehetőségei**

A folyamat értékelésének nemcsak a magyar de a nemzetközi szakirodalma is szegény. A hazai kutatásokon kívül (Dövényi et al. 1977, Tóth 2003, Rakonczai és Kovács 2006) a padkás erózióban alkalmazható vizsgálati módszerekről tudunk (Sirvent et al. 1997, Gabet 1998, Castillo et al. 2002, Szatmári 2006). A recens geomorfológiai változások mérésénél kérdés, hogy a rövidebb idő alatti változások mennyiben általánosíthatók, valamint, hogy a változások értéke hogyan viszonyul mérési pontosságunkhoz.

Jellemző alkalmazás a jelzőkarós módszer, melyet elsősorban az árapály csatornák menti padkák hátráló eróziójának mérésére használnak (Gabet 1998, Castillo et al. 2002). A meredek padkák vonalától adott távolságban és mélységben leszúrt jelzőkarókhöz viszonyított mérésekkel horizontális és vertikális eróziót/akkumulációt mérnek. A folyamat ezeken a területeken természetesen lényegesen gyorsabb: akár 75 cm/év-es hátrálással, 4,5 cm-es magassági pusztulással számolhatnak. Általános vélemény, hogy emberi hatás itt is jelentősen növeli az eróziót. Ide kapcsolódik a mérőállomás alkalmazása is, amellyel időnként jellegzetes terepi pontokat mértek be (Gabet 1998).

Sirvent et al. (1997) badland területeken alkalmazott módszere a profilométer. Fakereten elhelyezett alumínium pálcák a talajfelszínre való lehullásuk után kirajzolják a formák (szikpadkák) pontos alakját. A keretre erősített milliméterpapírral leolvasható a felszín pusztulásának mértéke.

Értékelésünkhöz a mintaterület sajátosságai, az archív anyagok és a rendelkezésünkre álló mérési technikák függvényében több módszert összehangoltan alkalmaztunk. Ahol a domborzat ábrázolására a régi térképi felvételezések rendelkezésre álltak, a vizsgálatunkat hosszabb időszakra is kiterjesztettük. Az erózió folyamatának értékelése különböző években készült, különböző típusú, méretarányú és pontosságú adatforrásokra alapuló változásvizsgálatok alapján történt. A több, mint 100 évet felölelő vizsgálat mérései alapján már értékelhető változások regisztrálhatóak, de az erózió mértékére vonatkozó adataink a 10–15 éves kontrollig csak információként kezelendők.

A padkák hátrálásának mérésére három fő irányt jelöltünk ki:

- 1) terepi adat-felvételezés, mérés digitális mérőállomással és GPS-el: A terepi mérések (SOKKIA Set310 mérőállomással 2003-ban és 2007-ben) mm pon-

tosságú eredményt szolgáltatnak (lásd 2. ábra). A terepi pontokból szerkesztett határvonalak adták a legpontosabb információkat a padkák kiterjedéséről.

2) fotogrammetriai értékelés: A 2000. és 2005. évi légifényképezési program képeinek interpretációjánál a vakszik és vegetáció kontrasztját kihasználva vektorizáltuk a függőleges, lehetőleg növényzetmentes peremű szikpadkákat. A sztereo-képpár alapú 3 dimenziós modellt is értékeltük (Kovács et al. 2006).

3) GIS elemzés térképek alapján: Az 1882. évi III. katonai felmérés (1:25.000), az 1960-as és 1982-es topográfiai térképek (1:10.000) felhasználásával értékeltük a nagy méretű padkák változását. Az eredmények informáló jellegűek és a műszeres mérések megalapozását szolgálják, de egyben irányadók is a ma jellemző erózió megállapításához.

A több mintaterületen folytatott vizsgálatok közül jelen tanulmányban a Miklapusztán elért eredményeinket közöljük részletesebben (3. ábra).



3. ábra: A padkás erózió mérésének mintaterületei az Alföldön

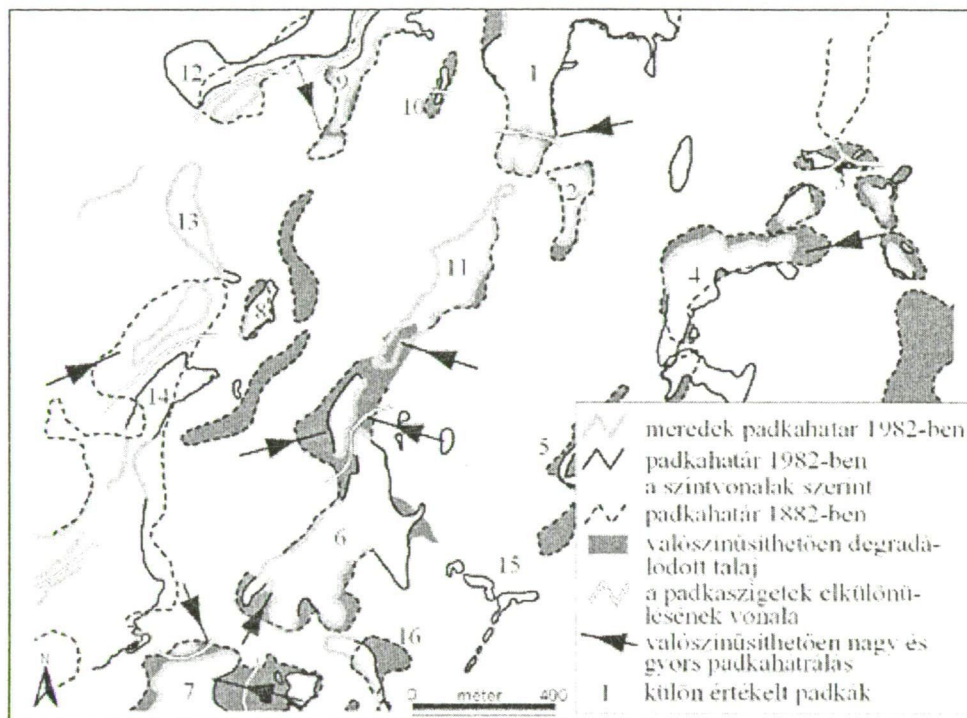
### Szoloncsák szikes nagypadkás eróziója (Miklapusztá)

A Duna egykori árterén fekvő szoloncsák-szikes Európa egyik leglátványosabb padkás szikese. A padkák többségében fél méternél magasabbak, de nem egyszer meghaladják az 1 métert is.

Az 1882–1982 közötti időszakban, a szikformák határvonalai közötti, több mint 100 méteres különbségnél a hátrálást nagynak és gyorsnak minősíthetjük (4. ábra, 1. táblázat). Ez több, mint 1 m/év-es változás még akkor is nagyon nagy, ha a bizonytalanság miatt ennek a töredékével számolnánk. Hasonlóan gyors eróziót állapítottunk ott, ahol 1960–1982 között mérhető különbség adódott.

Az 1882-es térképen jól azonosítható összefüggő padkahátak feldarabolódása alapján az 1982-es topográfiai térképen magán is lehet következtetni a padká-

sodás mértékére. Ha megmérjük a XIX. században még egységes padkahátakon belül kialakult új padkaszigetek egymástól való távolságát és ezt a lineáris eróziós hatás miatt megfelezzük, akkor egy évszázad változását becsülhetjük meg. Ezekre az értékekre nem vonatkozik számos említett pontatlansági tényező!



4. ábra: A szikpadkás felszínformálódás jellemzése Miklapusztán

A 4. ábra „valószínűsíthetően nagy és gyors padkahátrálás” és „padkaszigetek elkülönülésének vonala” kategóriák helyszínein átlagosan 10–15 cm/év-et állapíthatunk meg, de sok helyen számolhatunk 30 cm/év-es, sőt akár 50–75 cm/év-es padkahátrálással!

Néhány padkánál az 1982-es vonal a száz évvel előtti határon kívül fut (pl. 4-es padka), mivel a magasabb részekről lehordódott anyag a sziklankán rakódhat le, és a szikpadka nem hátrál.

Több esetben is megfigyelhető a paraméterek fejlődésének legintenzívebb változata; csökkenő terület mellett nő a padkaperem hossza (4. ábra: pl. 1, 4, 7-es padka). Ezeket a padkahátakat csak a formájuk alapján is különösen sérülékenynek minősíthetjük, itt a talajdegradáció felgyorsulása várható.

A területi lepusztulás a III. katonai felméréshez viszonyítva az egyes padkákat nézve, átlagosan 40%-os. A XIX. század végén körülbelül 4,5 ha-os padkahát átlagméret mára alig 1,5 ha-ra csökkent, úgy, hogy eközben számuk megduplázódott (1. táblázat).

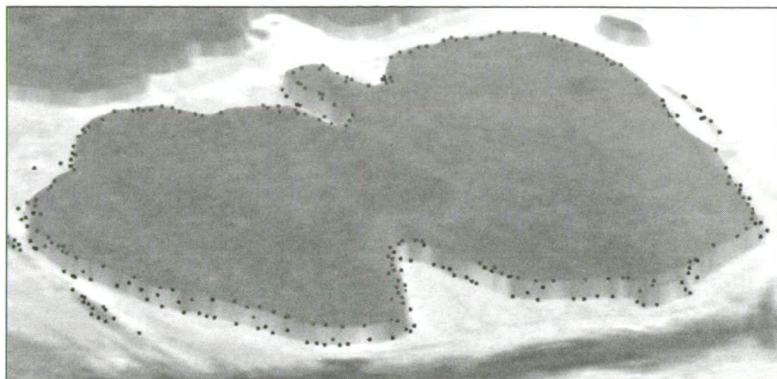
1. táblázat: Az erózió mértéke a 4. ábra egyes szikpadkáinál

Szikpadka száma	Eredeti terület (ha)	1982. évi terület (ha)	Feltételezhető erózió (m <sup>3</sup> /év)
1	14,58	12,45	kb. 100
6	17,18	11,2	> 200

A fokozottan veszélyeztetett területeket jól kijelöli az utak, csatornák hálózatának sűrűsödése, mely bizonyítja, hogy a tájhasználat az erózió talán legfőbb okozója. 1852-ben a terület 97%-a a 0–40 m/ha-os útsűrűségi kategóriákba tartozott, de 2000-ben már 40%-os a 40–120 m/ha-os osztály részaránya.

1980–2000 közötti időben jól megfigyelhető, degradálódó felszíneket a mintaterületen is, valamint az azonosítható felsorolt padkahátakon belül is térben koncentráltan figyelhetjük meg (4. ábra pl. 1, 4, 6, 9, 14-es padka). Az erózió mértéke e hátráló padkaperemeken átlagosan 20 cm/év, míg a legnagyobb hátrálás a 0,75–1 m/év. A térképeknél tapasztaltakhoz hasonlóan az 1., 6. és 9. számú padkáknál átlag feletti a hátrálás mértéke. A térképen értékelt eróziós padkák közül azoknak csak a felén mértünk légifotó alapján talajpusztulást, de a képeken újabb gyorsan erodálódó peremeket is találtunk. Érdekes, hogy több esetben is a kisebb padkahátaknál interpretálhatók a magasabb értékek.

A 2000–2003 közötti különbségek kimutatását a térképi, 0,75–1 m/év-es padkahátrálásra alapoztuk, amit a légifotók felbontása alapján megfigyelhetnénk. Méréseink alapján itt nem tudtunk lepusztulási folyamatot lehatárolni. A peremek és sziklankák együttes felvételezésével és az EOTR magassági értékek mérésével, a mérőállomás segítségével részletesen fel tudtuk térképezni a legmagasabb (jelenleg 1,05 m), illetve a legmeredekebb, vagyis a gyorsabban pusztuló szikformákat. Ortofotók alapján leválogattuk a padkahátáról kb. 400000 pontot, amikor már a szikpadka felső (belső) pereme mellett az alsó (külső) perem is meghatározható. Így jól meghatározható a térképeken, felülnézeti képeken nem látható talajlehordódás (5. ábra). 3D perspektív technikával megjelenítettük a szikpadkás felszínt (Kovács et al. 2006).



5. ábra: Belső (padkaterő) és külső (sziklapos kezdete) pontok elhelyezkedése TIN modellen (5-szörös torzítás,  $T \approx 1\text{ha}$ )

A 2003–2007 közötti terepi vizsgálatokban a szikpadka felső pereme mellett, az alsó peremet is felmértük a hátrálás és lehordódás együttes értékelése érdekében (2. táblázat). A kerületek, területek évről-évre történő összehasonlításával jól értékelhető a hátrálás, a padkahát csökkenése. A kerület- és területváltozások alapján 7–8%-os lepusztulást állapíthatunk meg. Kitűnik, hogy a padka erodált anyaga a sziklankára rakódik rá, így alapterülete nem változik, de a padkaperem lejtőszöge csökken. Térfogatszámítások alapján a padkákkal bíró területeken az  $55\text{ m}^3/\text{ha}/\text{év}$  tűnik reálisnak.

2. táblázat: Két szikpadka kerület ( $K$ ) és terület ( $T$ ) értékei (ahol  $A$  és  $B$  két szikpadka, amelyek nincsenek beszámozva a 4. ábrán)

Padka	2003				2007			
	felsőperem		alsóperem		felsőperem		alsóperem	
	$K (m)$	$T (m^2)$	$K (m)$	$T (m^2)$	$K (m)$	$T (m^2)$	$K (m)$	$T (m^2)$
A	503	10317	509	10457	501	9672	515	10480
B	32	51	32	57	30	47	32	55

Négy év alatt a padkahátrálás 40–50 cm közötti, de akár 1,5 m is lehet (Madarász 2008). A padkás erózió mértéke így 10–12 cm/év ( $\pm 0\text{--}2\text{ cm}$ ), amely érték jól egyezik a térképen meghatározott 10–15 cm/év-el, tehát a padkák pusztulása folyamatos, üteme változatlan maradt az elmúlt néhány évtized során.

## A folyamat következményei

A padkás erózió viszonylag gyors tájformáló tényező, amely leginkább a gyepek és legelő hasznosítású síksági területeken tapasztalható. Miután az erózió jellemzően cm-es, tíz cm-es nagyságrendű, a változások már egy-két évtized alatt is tetemesek. A folyamat jelentős talajpusztulással jár, illetve a tájképi jelentőségű formák pusztulását okozza természetes körülmények között is, ami jelzi, hogy a természetvédelem nem elégedhet meg csupán passzív módszerekkel e területen. Tiszántúli mintaterületeinken (3. ábra) a hátrálás mértéke kisebb, de a szabadkígyósi megfigyelések szerint 25–30 év alatt a szárazodással együtt járó talaj és a vegetációs változások rendkívül előrehaladtak (Rakonczai és Kovács 2006, Barna 2008).

Hogyan távozott el területünkről a több mint százezer m<sup>3</sup> lepusztult anyag? Vannak pontos adatok arról, hogy a bepárlódó vízből korábban tetemes mennyiségű szikszót gyűjtöttek, ám a rendszeres vízelvezetés hiánya miatt leginkább a szél általi anyagszállítását tartjuk a legvalószínűbbnek.

Az éghajlati változásokhoz kapcsolódó táji változások is szerepet kaphatnak az eróziós formák átalakulásában. A 100 éves hosszú, a 20 éves rövidebb és a 3 éves legrövidebb időközökben elemzett és további pontosításra szoruló vizsgálatok szerint a degradáció mértéke jelentősen nem változott. Tapasztalataink alapján a padkás talajerózió értékelésénél a mérőállomással, sztereo-képpárokkal 3–5 évenként ismételt méréssorozatok adhatnak választ a felmérés jelenlegi pontatlanságaira. Így rövid távon megerősíthetőek, illetve megcáfolhatóak az eddigi mérések.

## Felhasznált irodalom

- Barna Gy. 2008: Talaj- és vegetációváltozások egy dél-alföldi mintaterületen. In.: Orosz Z. – Szabó V. – Molnár G. – Fazekas I. (szerk.) IV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia II, Debrecen, 316–320.
- Castillo J.M. – Rubio-Casal A.E. – Luque C.J. – Nieva F.J. – Figueroa M.E. 2002: Wetland loss by erosion in Odiel marshes (SW Spain). *Journal of Coastal Research*, 36, 134–138.
- Dövényi Z. – Mosolygó L. – Rakonczai J. – Tóth J. 1977: Természeti és antropogén folyamatok vizsgálata a kigyósi pusztá területén. *Békés megyei Természetvédelmi Évkönyv* 2, Békéscsaba, 43–72.
- Gabet E.J. 1998. Lateral migration and bank erosion in a saltmarsh tidal channel in San Francisco Bay, California *Estuaries*. 21/48, 745–753.
- Harmati I. 2000: A vízrendezés hatása a Duna-völgy szikes talajaira. *Agrokémia és Talajtan*, 49, 369–381.
- Járó Z. 2000: Az alföldi növénytakaró átalakulásának és átalakításának menete a vízrajzi munkálatok hatására. In.: Somogyi S. (szerk.): A XIX. századi folyószabályozások és ármentesítések földrajzi és ökológiai hatásai, MTA FKI, Budapest. 190–204.
- Kovács F. – Sztalmári J. – Rakonczai J. 2006: Szikpadkás talajerózió értékelése az Alföldön térinformatikai módszerekkel. III. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadvány. MTA FKI, Budapest.



- Madarász A. 2008: Padkás erózió vizsgálata geoinformatikai módszerekkel Miklapusztán. OFKDK dolgozat, SZTE TFGT, Kézirat. 38.
- Rakonczi J. – Kovács F. 2006: A padkás erózió folyamata és mérése az Alföldön. *Agrokémia és Talajtan* 55/2, 329–346.
- Sirvent J. – Desir G. – Gutierrez M. – Sancho C. – Benito G. 1997. Erosion rates in badland areas recorded by collectors, erosion pins and profilometer techniques (Ebro Basin, NE-Spain). *Geomorphology* 18, 61–75.
- Strömpl G. 1931: A szik geomorfológiája. *Földrajzi Közlemények* 4–5, 62–74.
- Szatmári J. 2006: Geoinformatikai módszerek és folyamatmodellek alkalmazása a széleróziós vizsgálatokban. PhD értekezés, Szeged, Kézirat, 129.
- Szendrei G. – Tóth T. (szerk.) 2006: A magyarországi szikes talajok felszíni sóásványai. *Topographia Mineralogica Hungariae IX*. Herman Ottó Múzeum, Miskolc, 103.
- Tóth A. 2008: A szikes formák és a vegetáció kapcsolata. In.: Szabó J. – Demeter G. (szerk.) *Geographia generalis et specialis. Tanulmányok a Kádár László születésének 100. évfordulóján rendezett tudományos konferenciára*. Debrecen, 273–279.
- Tóth Cs. 2003: A Hortobágy negyedidőszak végi felszínfejlődésének főbb természeti és antropogén vonásai. PhD. Értekezés, Debrecen, Kézirat, 244.