

**Az OTKA/NKFI Hivatal által támogatott, 83560 azonosító számú "Konzorcium, fő p.:  
Holocén eolikus felszínfejlődés, a jelenkori szélrózsió és az ellene való védekezés vizsgálata  
magyarországi futóhomok területeken" című kutatás**

**ZÁRÓJELENTÉSE**

A most befejezett kutatás a Debreceni és a Szegedi Tudományegyetem szélrózsióval és geomorfológiával foglalkozó geográfusainak olyan közös kutatása volt, amelyet korábbi két eredményesen befejezett közös OTKA pályázatunk előzött meg.

A jelenlegi geomorfológiai és szélrózsió témakörébe sorolható kutatásainkat laboratóriumokban és terepen végeztük. A mintaterületeket a hazai nagy futóhomok területeken (Nyírség, Duna-Tisza köze, Belső-Somogy) jelöltük ki. A geomorfológiai, fejlődéstörténeti kutatások keretében feltárások és fúrások rétegeinek tanulmányozása mellett OSL, <sup>14</sup>C és palynológiai kormeghatározásokat alkalmaztunk. A szélrózsió és az ellene való környezetkímélő védekezés témakörébe tartozó laboratóriumi kísérleteket a Debreceni Egyetem szélcsatornájában végeztük. A terepi kísérletek mintaterületei egyrészt a Nyírségben, másrészt Csongrádban voltak. A kutatási eredményeket statisztikai és geoinformatikai szoftverekben dolgoztuk fel.

Az eredményeket konferenciákon ismertettük, illetve hazai és külföldi folyóiratokban, továbbá könyvrészletekben közzeltük (közlemények jegyzéke a jelentés végén). Külön ki kell emelnünk, hogy a kutatás eredményeinek felhasználásával PhD értekezések (Buró Botond, Györgyövícs Katalin) is készülnek. Mindkét jelölt doktori eljárása már folyamatban van.

A továbbiakban a négy éves kutatás főbb eredményeit ismertetjük. A jelentésben feltüntetett hivatkozási számok a megjelent közlemények sorszámai.

**A KONZORCIÁLIS PÁLYÁZAT DEBRECENI EGYETEMEN ELÉRT EREDMÉNYEI**

**1. Fejlődéstörténeti, rétegtani és geomorfológiai kutatások a Nyírségben**

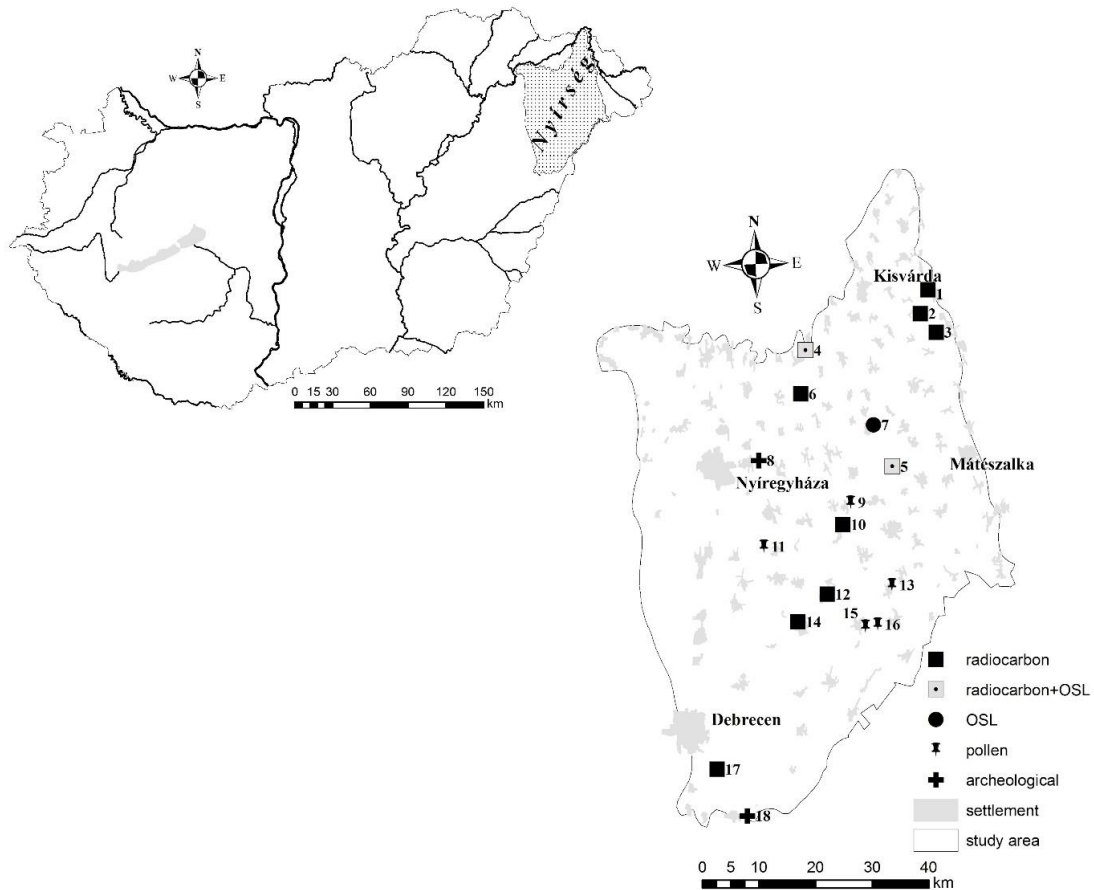
A pályázat egyik fő célkitűzését (a holocén felszínfejlődés pontosítását) figyelembe véve koradatok meghatározására törekedtünk (1. ábra). Az MTA Atommagkutató Intézetének <sup>14</sup>C laboratóriumával együttműködve radiokarbon meghatározására került sor. A <sup>14</sup>C-es koradatok az eltemetett talajok koráról nyújtanak információt (**2, 15, 19**).

A talajok alatti és feletti futóhomok rétegek korát (a szélrózsió idejét) az OSL mérésekkel lehet meghatározni. Az OSL méréseket a Szegedi Tudományegyetem OSL laboratóriumában az egyik PhD hallgatónk közreműködésével végeztük. Az eredmények felhasználásával készült tanulmányokat impakt faktoros folyóirathoz küldtük be közlésre. A bírálatuk folyamatban van.

A palynológiai vizsgálatokat a nyírségi vízvázalástól É-ra és D-re az elhagyott medrek mélyedéseiben mélyített fúrások mintáin végeztük (Hajdúhadház, Nyírbátor, Vásárosnamény). Az elmúlt négy évben 7 pollenfúrást mélyítettünk a talajvíz szintjéig. A rétegek mintáinak a pollenanalitikai értékeléséből következtetéseket vontunk le a rétegek felhalmozódásának a koráról, illetve a terület pleisztocén-végi, illetve holocén fejlődéstörténetéről.

A fejlődéstörténeti kutatásokat jelentősen segítik a régészeti feltárások. Nyíregyháza-Oros melletti régészeti feltárásban három rétegből kerültek elő régészeti leletek. A jelenlegi felszín alatt 4–4,5 m mélységben bronzkori (Kr. e. 800-2800) leleteket tártak fel. Ezek fölött egy eltemetett talajréteg található, amelyben császárkori (Kr. u. II–IV. század) leletek voltak. A talajrétegre 3–4 m vastag futóhomok települt. A X. századi temető leletei részben a talajból, illetve a talaj feletti futóhomokból kerültek elő. Figyelembe véve a temetkezési szokásokat (amely szerint a sírokat 1,5–2 m mélységűre ásták) megállapíthatjuk, hogy a X. századi felszín az eltemetett talaj felett 1,5–2 m-re lehetett. Ez a X. századi temető egy természetes homokbuckán helyezkedett el, melyet két egykori folyómeder ölelt közre. A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy a talaj kialakulásának nedvesebb időszaka előtti és utáni száraz időszakokban futóhomok halmozódott fel. A császárkort

követően – hasonlóan más hazai futóhomok területekhez – itt is futóhomok felhalmozódás történt, mintegy 2 m vastagságban. Sikertelenül kimutatni a homokbucka rétegiben egy második humuszos réteget. Ez arra enged következtetni, hogy amikor ez a vékony humuszos réteg kialakult, nedves klíma volt jellemző a területen. Egy újabb homokmozgás, amely betemette a X. századi temetőt, az utóbbi évezred száraz időszakában végbement akkumulációnak köszönhető (4).



1. ábra Koradatok mintáinak a helyszínei a Nyírségben

Az eddigi kutatások adatai azt igazolták, hogy a hordalékkúp szárazzá válását követően a szélnek jelentős szerepe volt a felszín átalakításában. A Nyírségben az első jelentős futóhomok mozgási ciklus a Würmben a felső-plenigalciálisban volt, amelyet a későglaciális szárazabb időszakaiban újabbak követtek. A felszín eolikus átalakulása a pleisztocén végén nem fejeződött be, a holocénban is több alaklommal mozgásba lendült a homok. A holocén első felében a boreális fázisban, valamint az atlantikus fázis szárazabb időszakaiban történt homokmozgás elsősorban klimatikus okokra vezethető vissza. A holocén második felében jellemzően kisebb kiterjedésű területeket érintett a szél felszínalakító tevékenysége, melyek elsősorban antropogén hatásra következtek be, melyet természetesen a hűvösebb és szárazabb klimatikus tényező is erősített (3, 6, 8, 11, 12, 21).

Megállapítható, hogy a különböző kormeghatározási módszerek jól kiegészítették egymást vizsgálataink során. Az abszolút kormeghatározási módszerekkel nyert adataink összhangban vannak egymással, azok azonos futóhomokmozgási periódusokat determináltak.

## 2. A szelerózió és az ellene való védekezés témakörébe tartozó laboratóriumi és terepi kutatások

Az erodálhatóság mérését az elmúlt négy évben egyrészt az intézetünk szélcsatornájában, másrészt a Debreceni Egyetem Nyíregyháza határában lévő Kutató Intézetének szántóföldi területén végeztük. A szélcsatornában egyrészt a Nyírség, másrészt a szomszédos kistájak területéről

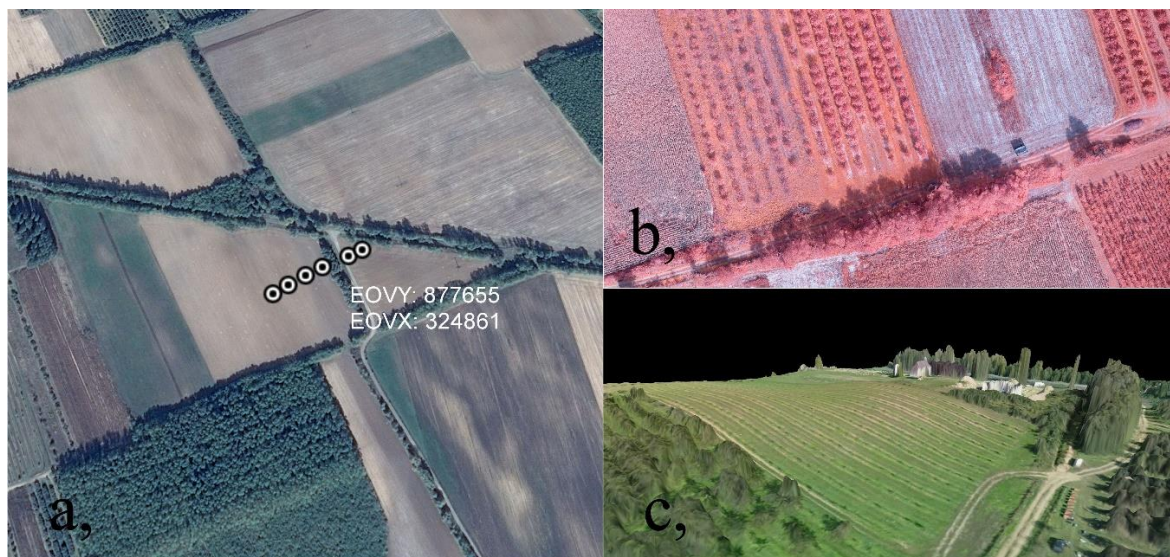
begyűjtött különböző fizikai talajtípusokon meghatároztuk a kritikus indító sebességeket, szélprofilokat és az erodált talajmennyiséget. A többször megismételt kísérletsorozat eredményeiből olyan adatbázist építettünk, amelyet statisztikai és geoinformatikai szoftverekkel dolgoztunk fel. Ezek eredményeként olyan értékelést végezhattünk, amelynek felhasználásával matematikai összefüggések (szélprofilokról, erodálhatóságról) és tematikus térképek születtek.

A terepi kutatások helyszínének, illetve környezetének erodálhatóságáról a mintaterületen több éven keresztül a tavaszi és őszi időszakokban végzett mérések eredményei nyújtottak információt (16, 17, 20). A terepi mérési adatok statisztikai feldolgozása mellett a térkoordináták alapján SURFER programban a felszín változását, a mikrodomborzat alakulását is lehetett modellezni.

A természeti veszélyek között hazánkban a szélerozió jelentős. Az eddigi kutatási eredményeink (22, 23, 24) szerint a szélerozió nemcsak a futóhomok területeket érinti, hanem a kötöttebb talajokon is jelentkezik. A laboratóriumi méréseredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a sok tényező közül elsősorban a talajok fizikai állapota a meghatározó. (Természetesen a széleroziót egyéb tényezők is befolyásolják.) Az erodálhatósági eredmények alapján veszélyeztetettségi kategóriákat határoztunk meg és a fizikai talajtípusokat ezekbe soroltuk. Az így nyert adatbázisok lehetőséget nyújtottak arra, hogy térinformatikai módszerekkel veszélyeztetettségi térképet szerkesszünk a Nyírség területéről. Az értékelésnél figyelembe vettük a terepi mérési eredményeket is.

A parcellák veszélyeztetettségét jelentősen befolyásolják a mezővédő erdősávok. Ortofotók, 10-ezres topográfiai térképek, és úrfelvételek (2/a. ábra) segítségével mintaterületeken felmértük a mezővédő erdősávokat. Terepbejárással és szélesebességek mérésével kategóriákba soroltuk a védőhatásuknak megfelelően (10, 13).

A mezővédő erdősávok felmérését jelentősen segítette az OTKA pályázat támogatásával vásárolt DJI Phantom-2 típusú négyrotoros helikopter, valamint az azon elhelyezett GoPro 3 kamera, amellyel nagy pontossággal készültek a felvételek (2/b ábra). A terepen illesztőpontok elhelyezésével, és azok koordinátáinak a pontos bemérésével olyan adatbázist sikerült nyernünk, amely terepmodell előállítására is alkalmas (2/c. ábra).



2. ábra Légifelvételek alkalmazása

Az elmúlt évtizedben elnyert egymásra épülő OTKA pályázatok kutatási eredményei, amelyek részben mindig a szélerozióhoz is kötődtek, olyan adatbázist eredményeztek, amely alkalmas a Széleroziós Információs Rendszer (SzIR) továbbfejlesztésére. Ennek köszönhető, hogy a hazai talajok erodálhatósági adatai lehetőséget nyújtanak egy potenciális széleroziós térkép szerkesztésére. A jelenleg készülő új Nemzeti Atlasz veszélytérképei között tervezzük ennek a megszerkesztését.

A pályázatunk keretében a széllaboratóriumban a korábbi kísérletekhez kapcsolódó ellenőrző mérések mellett a szélerózió elleni védekezési módszerekhez sorolható vizsgálatokat is végeztünk. A környezetkímélő védekezések közül a növényzeti kísérleteket (széliránnyal párhuzamos és merőleges gabonaszorokkal) és az öntözési kísérleteket emeljük ki. Nagyon fontosnak tartottuk az öntözés után kiszáradó felszínen kialakuló különböző keménységű kéregek tanulmányozását. Ehhez a műszer beszerzését szintén az OTKA támogatta.

A növényzettel végzett kísérletek adatai alapján megállapítottuk, hogy a 10-15 cm magas, szélirányra merőleges gabonaszorok képesek a széleróziót leállítani. A terepi mérések, illetve megfigyeléseink is ezt igazolták.

Az öntözés védőhatása egyrészt az öntözés mértékétől, másrészt a talajoktól függően jelentősen változik. A talajok szemcseösszetétele mellett fontos befolyásoló tényező a humusz- és  $\text{CaCO}_3$ -tartalom is. A talaj felszínén kialakuló kéreg vastagságát és keménységét is meghatározzák. A kéreg jellemzőitől függ a szélerózió elleni védőhatás is.

#### **A KONZORCIÁLIS PÁLYÁZAT SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEMEN ELÉRT EREDMÉNYEI:**

A kutatás során célul tűztük ki Belső-Somogy geomorfológiai feltérképezését, amit a pályázat eredeti céljaihoz képest kiegészítettünk a Duna-Tisza közének áttekintő geomorfológiai vizsgálatával. Vállaltuk a homokmozgások OSL módszerrel történő kormeghatározását, amit viszonylag nagy számban végeztünk el. Célul tűztük ki a szélerózió terepi mérését.

#### ***1. Fejlődéstörténeti és geomorfológiai kutatások Belső-Somogyban és a Duna-Tisza közén***

A kutatás során feltérképeztük a Nagyberek és a Dráva-völgy, valamint a Marcali-hát és Nyugat-Külső-Somogy közötti, 1610 km<sup>2</sup> területű Kelet-Belső-Somogyban az eolikus formákat. Egymáshoz viszonyított helyzetük és morfológiai paramétereik alapján csoportokba soroltuk őket, és OSL kormeghatározás segítségével megadtuk a formák korát. Bár az OTKA pályázat általunk vállalt munkatervében nem szerepelt, áttekintő morfológiai elemzéseket folytattunk a Duna-Tisza közén, illetve itt is és a Nyírségben is végeztünk OSL méréseket (**1, 5, 6**).

#### ***a, Pozitív és negatív formák morfológiai típusai Belső-Somogyban***

A buckákat egymásra településük alapján 5 csoportba soroltuk, míg a morfológiai osztályozásnál a paraméterek segítségével 7 osztályt különítettünk el. Az egyszerű buckák önmagukban állnak, az 1., 2., 3., és 4. hierarchia-szinthez tartozó formák egymásra települtek. A hierarchia-szintek elrendeződése alapján morfológiai zónák különíthetők el a kistájon. Három olyan terület figyelhető meg, ahol az összes (1-4) hierarchia szint előfordul, ezek tekinthetők az akkumulációs zónáknak. Az akkumulációs zónák környezetükhöz képest kiemelt helyzetben vannak, átlagos buckasűrűségük 5,1 forma/km<sup>2</sup>, ahol a formák a zóna területének 59 %-át fedik. A kistáj többi része pedig egy eróziós-transzportációs zónaként, vagy mátrixként értelmezhető, mely magában foglalja az akkumulációs zónákat és a homok szállítódása közben megkötődött 1-2. hierarchia szintű formák jellemzik. Az eróziós-transzportációs zónában a buckasűrűség csak 2,5 forma/km<sup>2</sup>, a formák pedig csak a terület 16 %-át borítják (**5, 18**).

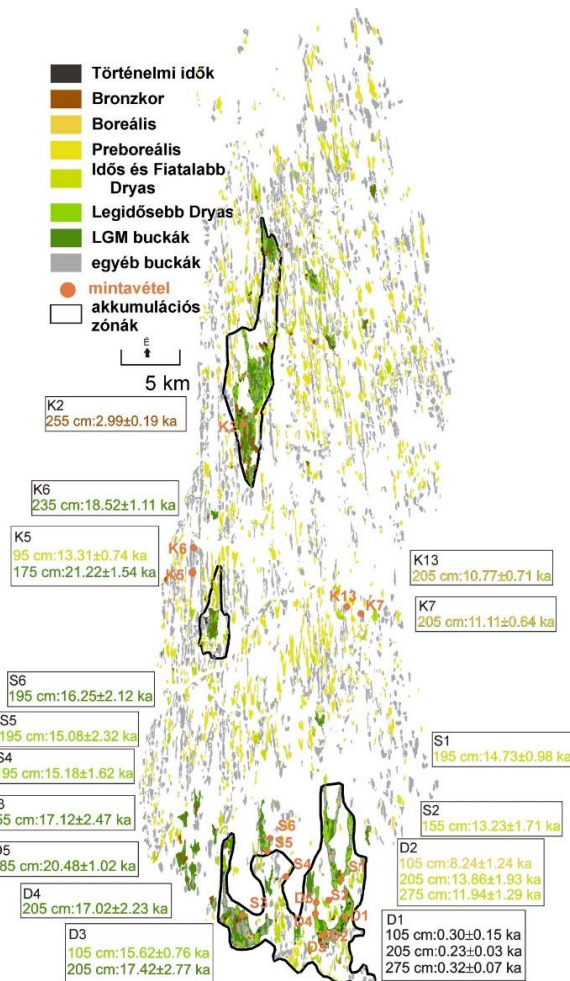
A morfológiai csoportosítás eredményeként azonosítottuk a szármaradványokat, a nagy félig kitöltött parabolabuckákat, a nagy kitöltetlen parabolabuckákat, a közepes kitöltött parabolabuckákat, a közepes félig kitöltött parabolabuckákat, a közepes kitöltetlen parabolabuckákat és a garmadákat. A negatív formákat morfológiai paramétereik alapján csoportosítottuk, elkülönítve a deflációs laposokat, széllyukakat, ovális és hosszúkás szélbarázdákat (**5, 18**).

#### ***b, A Kelet-Belső-Somogyi homokmozgás***

A megmért 22 db OSL minta alapján, a hibahatárokkal is számolva az Utolsó Glaciális Maximumtól (22-23 ezer éve) a preboreális fázisig folyamatos homokmozgás volt jellemző Kelet-



Belső-Somogyban (3. ábra, 1. táblázat). Azonban a korok középső értékének figyelembe vételével következtetni lehet, hogy az egyes hierarchia-szintek illetve morфомetriai osztályok mikor és milyen sorrendben alakultak ki.



3. ábra A pozitív formák elhelyezkedése Kelet-Belső-Somogyban és a mért OSL korok

1. táblázat Kelet-Belső-Somogyból származó OSL minták kora

fúrás	mélység (cm)	hierarchia-szint	morфомetriai osztály	OSL kor	Kronozstratigráfiai egység
D1	205	4. szint	garmada	0,23±0,03	Szubatlantikus, történelmi idők
D1	105	4. szint	garmada	0,3±0,15	
D1	275	4. szint	garmada	0,32±0,07	
K2	255	2. szint	közepes, kitöltött	2,99±0,19	Szubboreális, Bronzkor
D2	105	3. szint	közepes, kitöltött	8,24±1,24	Boreális
K13	205	egyszerű bucka	nagy, kitöltetlen	10,77±0,71	Preborális
K7	205	egyszerű bucka	közepes, félig kitöltött	11,11±0,64	
D2	275	3. szint	közepes, kitöltött	11,94±1,29	Idősebb és Fiatalabb Dryas
S2	155	1. szint	nagy, kitöltetlen	13,23±1,71	
K5	95	egyszerű bucka	szár/maradékgerinc	13,31±0,74	
D2	205	3. szint	közepes, kitöltött	13,86±1,93	
S1	195	3. szint	közepes, kitöltött	14,73±0,98	Legidősebb Dryas
S5	195	2. szint	nagy, kitöltetlen	15,08±2,32	
S4	195	2. szint	közepes, félig kitöltött	15,18±1,62	
D3	105	2. szint	nagy, kitöltetlen	15,62±0,76	
S6	195	1. szint	nagy, félig kitöltött	16,25±2,12	Utolsó Glaciális Maximum
D4	205	2. szint	nagy, kitöltetlen	17,02±2,23	
S3	155	2. szint	közepes, félig kitöltött	17,12±2,47	

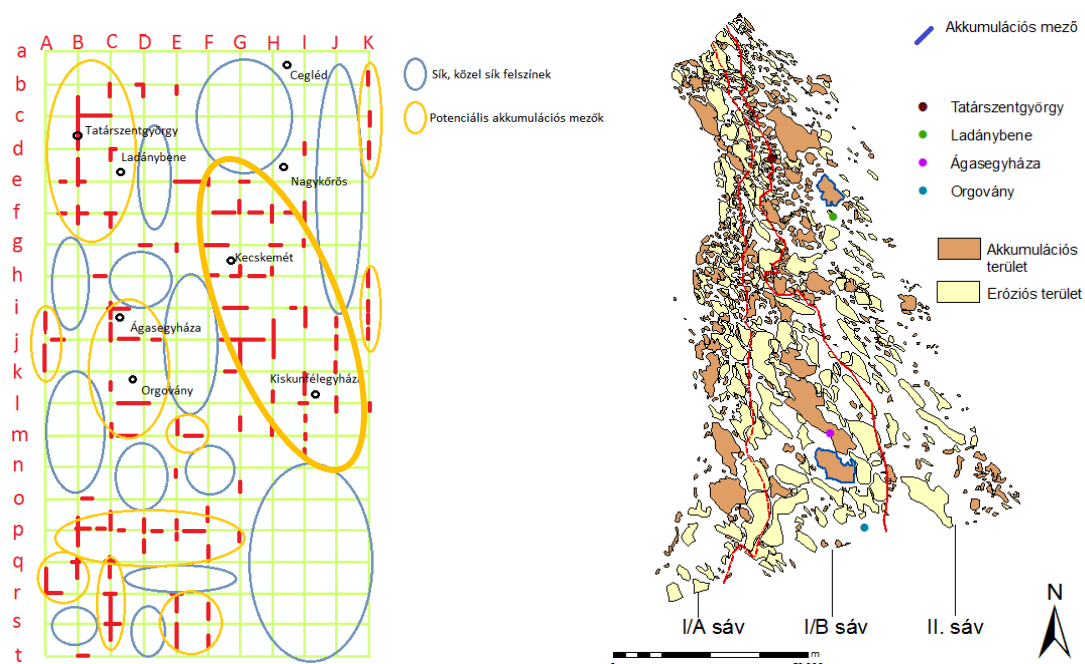
D3	205	2. szint	nagy, kitöltetlen	17,42±2,77
K6	235	egyszerű bucka	szár/maradékgerinc	18,52±1,11
D5	185	2. szint	nagy, kitöltetlen	20,48±1,02
K5	175	egyszerű bucka	szár/maradékgerinc	21,22±1,54

A legnagyobb kiterjedésű és legintenzívebb homokmozgás az Utolsó Glaciális Maximum (LGM) (16,25±2,12 ka – 21,22±1,54 ka) során mehetett végbe. A Legidősebb Dryas (15,08±2,32 ka és 15,62±0,76) során csökkent a homokutánpótlás. A Fiatlabb Dryasban (11,94±1,29 ka – 14,73±0,98 ka) tovább folytatódott a homokmozgás. A holocénban a preboreális fázisban (10,77±0,71 ka, 11,11±0,64 ka), a boreális korban (8,24±1,24 ka), és a 17-18. században alakultak ki (0,23±0,03 ka – 0,32±0,07 ka) homokformák (5).

### c. A Duna-Tisza közének formakincse és fejlődéstörténete

A geomorfológiai vizsgálatokat három eltérő méretarányban végeztük. Az elkészített keresztmetszetek segítségével megállapítottuk, hogy a Duna-Tisza közének északi és déli részein magasabb felszínek fordulnak elő, kirajzolva az Ős-Duna és az Ős-Sió-Sárvíz hordalékkúp maradványait. A nyugat-keleti irányban felvett metszetek alapján pedig kitűnt, hogy elsősorban a Duna felé eső, nyugati rész jellemezhető kiterjedt akkumulációs mezőkkel. Az 1 km-en belüli, legalább 5 m-es szintkülönbségű térszíneket egy rácshálóra vetítettük, így lehatárolhatóvá váltak a Duna-Tisza közén a nagyobb akkumulációs térszínek (4. ábra). A megadott szintkülönbségi feltételnek eleget tevő, változatos felszínű táj található például Kecskemét és Kiskunfélegyháza körül, valamint a Duna-Tisza közének délnyugati részén.

Nagyobb méretarányban a Kiskunsági homokhát formáit vizsgáltuk. A kistáj nyugati felére jellemzőek a nagyobb akkumulációs mezők és az elszórt buckák, míg a Kiskunsági homokhát magasabb, keleti felében sem a hatalmas, összefüggő akkumulációs mezők, sem a magányos, mindössze 2-3 buckából álló formacsoportok nem fordulnak elő. Az eróziós foltok átlagos nagysága az I. sávban 1,58 km<sup>2</sup>, az akkumulációs térszínek átlagos mérete 0,48 km<sup>2</sup>. Ugyanezek az értékek a Kiskunsági homokhát II. sávjában alacsonyabbak, az eróziós 0,65 km<sup>2</sup>, az akkumulációs pedig mindössze 0,31 km<sup>2</sup>. Az akkumulációs mezők nagyobb kiterjedése a Kiskunsági homokhát nyugati felén párhuzamba állítható a Duna-Tisza közti eolikus formakincs térbeli mintázatával, ugyanis mindkét léptékben a területek nyugati fele jellemezhető kiterjedtebb akkumulációs mezőkkel.



4. ábra A Duna-Tisza köz (A) és a Kiskunsági homokhát (B) akkumulációs és eróziós térszínei

A tájra különböző méretarányban jellemző mozaikosságot összevetettük az OSL korokkal. Úgy tűnik, hogy a homokmozgást alapvetően befolyásolta a hordalékkúp-jellegből adódó domborzati és talajvízszintbeli különbségek: a magasabb térszíneken, ahol a talajvízszint általában távolabb van a felszíntől, ott szárazabb körülményeket valószínűsíthetünk, tehát ezek a területek defláció szempontjából érzékenyebbek (különösen a terület szélnek kitett, nyugati felén). Erre példa lehet az orgoványi mintaterület, ahol az OSL korok és a formakincs jellemzői egyértelműen igazolták, hogy egészen a 19. századig zajlott homokmozgás a területen. Tehát a szárazabb térszíneken nagyobb lehet az eolikus tevékenység időbeli gyakorisága. Ugyanakkor az alacsonyabb, tehát nedvesebb térszíneken is vannak homokmozgásra utaló bizonyítékok, azaz a kisebb deflációérékenység ellenére történt futóhomokmozgás. De ez azt is feltételezi, hogy ezekben a homokmozgási időszakokban a szárazabb területeken sokkal intenzívebb eolikus tevékenységet kell feltételezni. Tehát azokban a homokmozgási periódusokban, amikor az alacsonyabban fekvő térszíneken is zajlott futóhomokmozgás, a térbeli gyakoriság lehetett a nagyobb (1).

## **2. A szélerózió és az ellene való védekezés témakörébe tartozó kutatások**

### ***a. In-situ széleróziós mérések***

A szél által mozgatott szemcsék számlálására kifejlesztett becsapódás-érzékelő mikrofonokkal (PM50), WAST és MWAC hordalékgyűjtő csapdákkal, valamint a digitális adatgyűjtő egységéhez csatlakoztatható meteorológiai érzékelőkkel láttuk el a mobil terepi széleróziós mérőállomást. A széleróziós események mért paraméterei és a meteorológiai adatok közel valós időben, mobil GPRS adatátvitellel érkeztek a GIS laboratóriumban elhelyezett szerverre, így talajlaboratóriumi vizsgálatok céljából közvetlenül a széleróziós tevékenység után be tudtuk gyűjteni a csapdákból a mintákat. A kísérleti parcellákon terepi szélcsatornás vizsgálatokat is végeztünk (indítási küszöbesség meghatározása, mozgatott anyagmennyiség magassági profilja). Parcella szintű terepi méréseinket eredeti helyzetben levő, bolygatatlan szerkezetű talajon végeztük egy 12 m összhosszúságú, állítható szélerősségű terepi szélcsatorna segítségével (14).

Vizsgáltuk a *mezővédő erdősávok és fasorok defláció elleni védőhatását* is több dél-alföldi mintaterületen. A TEAM modell egyenleteit felhasználva ArcGIS Model Builder alkalmazást fejlesztettünk, amellyel a terepi parcellaorientáció, talaj és meteorológiai paramétereket megadva különböző magasságú és széláteresztő képességű fasorok védőhatása modellezhető.

### ***b. A szélerózió veszély jövőbeli modellezése klímaadatok alapján***

A szélerózióval szembeni jövőbeni érzékenység regionális léptékű elemzéséhez a talajtulajdonságokat, a vegetáció borítottságot és az éghajlati paramétereket vettük figyelembe. Bár a pályázat eredeti célkitűzései között nem szerepelt, a modellezés során arra kerestük a választ, hogy a 21. században hogyan változik a klíma, és ez regionálisan hogyan hat az eolikus folyamatokra.

A szélerózióval szembeni érzékenység változásának vizsgálata több adatforrás alapján történt. Egyrészt 1961-1990 közötti időszak meteorológiai adatainak felhasználásával, illetve a jelenleg tapasztalható szélerózió-érékenység becslése 13 éves meteorológiai adatsor felhasználásával készült a 2000-2012 közötti időszakra. A jövőben (2021-2050 és 2071-2100) várható változások becsléséhez pedig REMO és ALADIN modell szimulációkból származó adatokat használtuk. A szélerózió veszély változásának becslését egyrészt a klíma paraméterek WEQ (Wind Erosion Equation) modellben alkalmazott klíma faktor (C faktor) (Lyles 1983, Klik 2004) segítségével elemeztük a 3 vizsgált időszakban.

Eredményeink szerint a lehullott csapadékmennyiségben csupán kismértékű változások várhatóak, azonban a csapadékintenzitási index értéke a vizsgált jövőbeli időszakokra a modell adatok alapján növekszik. Ebből arra következtethetünk, hogy a jelenlegihez hasonló mennyiségű csapadék kevesebb napon hullik, vagyis csapadékmentes időszakok hossza növekedhet. A számított C faktor alapján a jövő időszakokban a szélerózióval szembeni érzékenység változása bizonytalan. Az alkalmazott modellek eredményei eltérő képet mutatnak a két vizsgált időszakra (2021-2050 és

2071-2100). A modellek eredményei az alkalmazott indexek alapján azonban megegyeznek abban, hogy mindkét vizsgált időszakban a Duna-Tisza-köze a leginkább érzékeny területek közé tartozik, amelyre leginkább eltételezhető a jövőben a homokmozgás elindulása.

### *Publikációk jegyzéke*

1.	Benyhe B., Kiss T., Sipos Gy., Deák A., Knipl I.: <i>Emberi hatásra átalakuló felszín vizsgálata egy bugaci régészeti feltárás területén</i> , Környezet – Ember – Kultúra: Az alkalmazott természettudományok és a régészet párbeszéde, 2012	könyvfejezet
2.	Buró B.: <i>A baktalórántházi feltárás rétegtani vizsgálata</i> , <a href="http://geography.hu/mfk2012/pdf/Buro_Botond.pdf">http://geography.hu/mfk2012/pdf/Buro_Botond.pdf</a> , 2012	konferenciacikk
3.	Buró B.–Tóth Cs.: <i>Szélróziós adatbázis létrehozása a defláció elleni védekezéshez</i> , Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás "Az elmélet és gyakorlat találkozása III., 2012	konferenciacikk
4.	Buró B.–Jakab A.–Lóki, J.: <i>Geomorphological and stratigraphic analyses at the archa-eological excavation in the megapark, Nyíregyháza-Oros</i> , J. of Environm. Geography, 2012	folyóiratcikk
5.	Kiss T. – Györgyövícs K. – Sipos Gy: <i>Homokformák morfológiai tulajdonságainak és korának vizsgálata Belső-Somogy területén</i> . Földrajzi Közlemények, 2012	folyóiratcikk
6.	Kiss T. – Sipos Gy. – Mauz B. – Mezősi G.: <i>Holocene aeolian sand mobilization, vegetation history and human impact on the stabilized sand dune area of the southern Nyírség, Hungary.</i> , Quaternary Research, 2012	folyóiratcikk
7.	Lóki J.: <i>A nyírségi futóhomokformák átalakulása: Antropogén és természeti hatások</i> , Magyar Földrajzi Konferencia; VI., 2012	konferenciacikk
8.	Lóki J. – Négyesi G. – Tóth CS.–Buró B.: <i>A szélrózió kutatása a Debreceni Egyetemen</i> , Természetföldrajzi kutatások Magyarországon a XXI. század elején, 2012	könyvfejezet
9.	Lóki J., Négyesi G., Buró B., Félegyházi E.: <i>Aeolian surface transformations on the alluvial fan of the Nyírség</i> , Journal of Environmental Geography, 2012	folyóiratcikk
10.	Lóki József – Négyesi Gábor – Szabó Gergely: <i>A mezővédő erdősávok és erdőterületek változása nyírségi mintaterületeken</i> , Táj – érték, lépték, változás. GeoLitera, 2012	folyóiratcikk
11.	Négyesi Gábor: <i>Szélrózió-veszélyeztetettséget befolyásoló tényezők vizsgálata a Nyírségben</i> , Kockázat-Konfliktus-Kihívás. A VI. MFK, a Meriexwa nyitókonferencia és a Geográfus Doktoranduszok Országos Konferenciájának absztrakt kötete., 2012	absztrakt
12.	Négyesi Gábor – Borsos Lajos – Orosz István Dávid: <i>A Nyugati és a Délkeleti-Nyírség szélróziós szempontú összehasonlító vizsgálata</i> , Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában III., 2012	konferenciacikk
13.	Négyesi G. – Borsos L. – Orosz I.D.: <i>Mezővédő fásítások felmérésének eredményei nyírségi mintaterületeken</i> , Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás: 2012	absztrakt
14.	Farsang A. – Duttmann R. – Bartus M. – Szatmári J. . – Barta K. – Bozsó G: <i>Estimation of Soil Material Transportation by Wind Based on in Situ Wind Tunnel Experiments.</i> , Journal of Environmental Geography. 2013	folyóiratcikk
15.	Buró B., Négyesi G., Lóki J., András B: <i>Possibilities of age determination of blown-sand movement in a sample area in the Nyírség, Hungary</i> , Proceedings and excursion guide of the conference Szerk.: Zdenek Macka, Marek Havlíček, Jaromír Demek, Karel Kir, 2013	absztrakt
16.	Buró B., Négyesi G., András B., Tóth Cs.: <i>Szélróziós mérések nyírségi mintaterületen</i> , Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás "Az elmélet és gyakorlat találkozása IV. (szerk.) Lóki J. Debrecen, ISBN 978-963-318-334-2, 2013	absztrakt
17.	Tóth Cs, G. Négyesi, J. Lóki, G. Szabó, B. Buró: <i>Wind and sheet erosion investigations in sample areas in the Nyírség</i> , Advanced Research in Engineering Sciences 'ARES' 2013	folyóiratcikk



18.	Györgyövícs K. – Kiss T.: <i>Dune hierarchy and morphometric classes of the parabolic sand dune associataion of Inner Somogy, Hungary</i> , Studia Geomorph. Carpatho-Balcanica, 2013	folyóiratcikk
19.	Lóki J., Buró B., Négyesi G., Tóth Cs.: <i>Antropogén felszínalakítás a nyírségi hordalékkúpon, : Kárpát-medence: természet, társadalom, gazdaság Földrajzi tanulmányok (szerk.) Frisnyák S., Gál A. Nyíregyháza- Szerencs (ISBN:9786155097614), 2013</i>	könyvfejezet
20.	Négyesi G., Buró B.: <i>Wind erosion measurements in Hungary</i> , Proceedings and excursion guide of the conference (State of geomorfological research in the year 2013; 11.) Szerk.: Zdenek Macka, Marek Havlíček, Jaromír Demek, Karel Kir, 2013	absztrakt
21.	Lóki J., Szabó J., Szabó G.: <i>Újabb adatok a Hajdúhát (Hajdúság) negyedidőszaki fejlődéstörténetéhez, FÖLDRAJZI KÖZLEMÉNYEK, 2014</i>	folyóiratcikk
22.	Négyesi G., Lóki J., Szabó J., Bakacsi Zs., Pásztor L.: <i>The potential wind erosion map of an area covered by sandy and loamy soils: based on wind tunnel measurements, ZEITSCHRIFT FÜR GEOMORPHOLOGIE, 2014</i>	folyóiratcikk
23.	Szabó J., Lóki J.: <i>A szélerózió és a szárazság, mint természeti veszély mérete, és kapcsolatai Magyarországon, Emberközpontú társadalomföldrajz: tiszteletkötet Ekéné Dr. Zamárdi Ilona 70. születésnapjára. Didakt Kiadó, 2014</i>	könyvfejezet
24.	Négyesi G., Tóth Cs., Lóki J., Szabó G., Buró B.: <i>Wind and sheet erosion investigations in sample areas in the Nyírség, ADVANCED RESEARCH IN ENGINEERING SCIENCE, 2013</i>	folyóiratcikk