

ZÁRÓJELENTÉS

a T/F 037249 számú

„Fiatal hazai homokmozgások korának, különböző talajtípusok szélerezio-veszélyeztetettségének, valamint a deflációcsökkentés lehetőségének vizsgálata.” című OTKA kutatásról

A 2002-ben kezdődött, négy évre tervezett kutatást, a Szegedi Tudományegyetem Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék munkatársaival, mint közreműködőkkel közösen végeztük. Ez a kutatási együttműködés lehetőséget nyújtott arra, hogy a hazai két nagy futóhomok-területen (Duna-Tisza köze, Nyírség) a fiatal homokmozgások korára, továbbá a szélerezio veszélyeztetettségére vonatkozó kutatásokat végezzünk.

A pályázat keretében végzett kutatások eredményeinek összefoglalása előtt fontosnak tartom annak a kiemelését, hogy a tervezett munkát az alábbi intézkedések kedvezőtlenül érintették:

- 1. A pályázat első évében a pályázatban elnyert kutatási támogatás féléves késéssel érkezett a pályázó intézményéhez, így a közreműködő intézmény még nagyobb késéssel tudta kezdeni a munkát.*
- 2. A pályázat futamideje alatt az ÁFA értéke emelkedett. Ezzel az összeggel csökkent a kutatásra fordítható keret.*
- 3. Az éves kereteket további 10 – 10%-os értékkel csökkentették.*
- 4. Az üzemanyagárak és a vegyszerárak állandó emelkedése a terepi kutatások és a laboratóriumi elemzések számának csökkentését eredményezte.*

A fenti nehézségek ellenére az eredeti tervezésben kitűzött célkitűzéseinket szem előtt tartva végeztük kutatásainkat. Az eddigi kutatásaink eredményességét igazolják a hazai és külföldi kiadványokban megjelent tanulmányok, továbbá a konferenciákon tartott előadások, poszterek. A témavezető által irányított, a szélerezio mechanizmusának elméleti kérdésköréhez tartozó pályázati kutatások egy része a 2004-ben megvédett MTA doktori értekezésében is szerepelt.

Mivel a pályázat eredményeiből már eddig is viszonylag nagy számú tanulmány megjelent, illetve többet közlésre elfogadtak, ezért a továbbiakban a négy éves kutatás bemutatását – az OTKA előírásainak megfelelően – nem részletezzük. A továbbiakban a pályázatot elnyert kutatóhely és a közreműködő tanszék eredményeit témakörönként mutatjuk be.

A fiatal hazai homokmozgások korának kutatási eredményei:

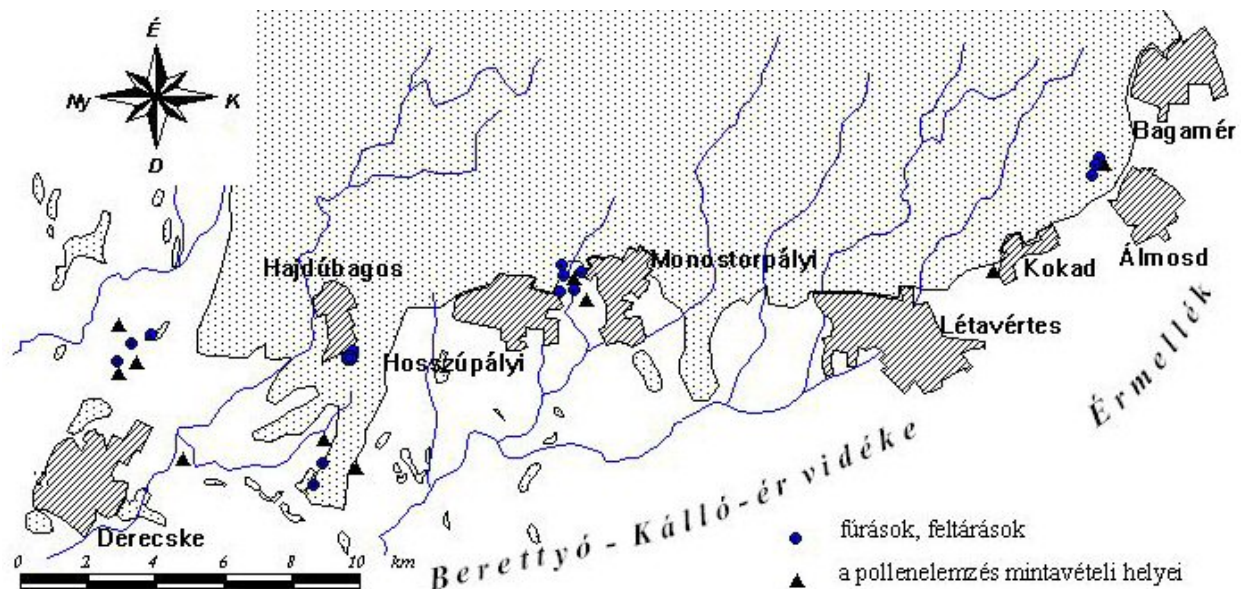
A homokmozgások korának meghatározása a Nyírség D-i peremén

A Nyírség homokbuckás déli pereme Derecske, Hajdúbagos, Hosszúpályi, Monostorpályi, Létavértes vonalában élesen kirajzolódva emelkedik ki a Berettyó–Kálló-ér vidékének sík területéből, amelyen óholocén, felsőpleisztocén babércecs, vashorsós nyirok talajok és holocén réti agyagtalajok alakultak ki. A Nyírség délkeleti széle a löszös üledékkel fedett Érmellékkel érintkezik. A két terület határán, Álmosd–Kokad–Létavértes települések irányában egy elláposodott mélyedés húzódik. A futóhomok területet DNy-on az iszapos, agyagos löszös üledékkel fedett Hajdúság határolja. A három részterület a litológiai képződmények mel-

lett a kialakult formákat tekintve is eltérést mutat, ezért a kutatási mintaterületeket ezeken a helyeken jelöltük ki.

A Berettyó–Kálló-ér vidékén, a változatos felszín kialakítása elsősorban a folyóvíz munkájának köszönhető. Ezen a területen a Nyírségből jövő vizek apró ereinek feltöltő munkája és a Berettyó korábbi felszíni tevékenysége mellett az Ős-Szamos és az Ős-Tisza egykori elhagyott medermaradványait is megtalálhatjuk. A döntően folyóvízi üledékekkel jellemezhető felszínen több helyen előfordulnak futóhomok foltok. Ezek gyakran a peremi utolsó nagyobb buckák folytatásában találhatók, de szigetszerűen felbukkannak folyóvízi üledékes környezetben is. Az iszapos, agyagos környezetből kiemelkedő futóhomokformák (ellipszis alaprajzú és aszimmetrikus parabola alakú garmadák) kialakulása csak úgy magyarázható, hogy ezt az átmeneti területet összefüggő futóhomok rétegek borították az eolikus felszínfejlődés időszakában. Ezt követően, elsősorban a holocén nedves időszakaiban, a folyóvizek oldalazó erózióval a homokterület déli peremét jelentősen átformálták. A futóhomok egy részét áthalmozták, illetve elszállították és az erodált területeken az árvizek alkalmával iszapos, agyagos üledéket raktak le.

A Hajdúság és a Nyírség DK-i részének határterületén a pleisztocén iszapos, löszös üledék homokos lösz és löszös homok képződményekkel váltakozik. Helyenként, a pleisztocén végi holocén eleji folyóvízi iszapos, agyagos területeken, a futóhomok itt is előfordul.



1. ábra A Nyírség déli pereme

A Nyírség DK-i részén lepelhomok csak a buckák előterében fordul elő. Az Érmelléken a löszös üledék a hordalékkúp folyóvízi üledékeire települt. Vastagsága helyenként eléri az 5–6 m-t. A déli irányba lejtő egyhangú löszfelszínt a Nyírség és az Ér-völgy felé húzódó deráziós völgyek teszik változatossá.

A kutatás módszere

A lepelhomok tanulmányozása céljából a Nyírség déli peremterületét (1. ábra) választottuk. A három mintaterületen a homokbuckák előterében és azoktól távolodva rétegfeltáró magfúrásokat és feltárásokat mélyítettünk. A 200 cm mélységű 200–250 cm hosszúságú feltárások lehetőséget nyújtottak a rétegek helyszíni tanulmányozására. A rétegek helyzete, a felszínközeli eltemetett talajszintek, továbbá az előkerült régészeti leletek segítséget nyújtottak a felszín kialakulásának, illetve változásának magyarázatánál felvetődő kérdések megválaszolásában.

A feltárások falából és a magfúrásokból laboratóriumi vizsgálatra 10–20 cm-ként mintákat gyűjtöttünk. Meghatároztuk a minták szemcseösszetételét, CaCO_3 és szervesszén tartalmát. Több fúrás mintáinál lehetőség nyílt a palinológiai vizsgálatok elvégzésére is.

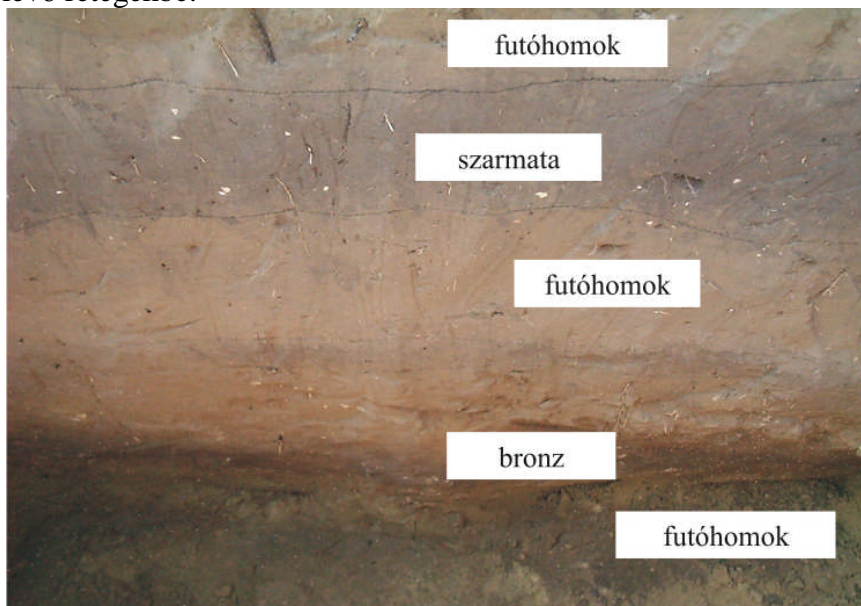
A szemcseösszetétel alapján az eolikus eredetű homok és a tavi, folyóvízi agyag, iszap felhalmozódás jól elkülöníthető egymástól. A pollentartalom összetétele alapján a paleoökológiai viszonyokról kaphatunk képet, ami relatív és közvetett kormeghatározásra is módot nyújt. A minták szénsavas mésztartalma a löszös üledékek elemzésében nyújt segítséget, a Tyurin módszerrel meghatározott humusztartalom pedig a szerves üledékek felhalmozódását jelzi.

A rétegtani elemzések eredményei

A homokbuckák déli előterében a lepelhomokkal borított felszínbe mélyített feltárásokban több helyen (Hosszúpályi, Álmosd, stb.) eltemetett talajok és régészeti leletek tagolták a rétegeket. A Hosszúpályi határában mélyített feltárásból (2. ábra) a futóhomokot tagoló alsó talajrétegből Bronz-kori, a felsőből pedig Szarmata-korú edénymaradványok kerültek elő.

A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy a homoklepel takarók felszíne a történelmi időszakban többször változott. Ezzel magyarázható, hogy itt a homokbuckák felszínén nem alakulhatott ki fejlett talajtakaró. A száraz időszakokban a buckák tetőszintjének homokanyagát tovább szállította a szél. A történelmi időben végbement homokmozgások korának meghatározásában a régészeti leletek feltárása nagyon jelentős. A leletekből arra is következtethetünk, hogy a széleróziót az éghajlati tényezők mellett az itt élő emberek természetátalakító tevékenysége is elősegíthette.

Monostorpályi határában a buckás felszíntől D-re mélyített feltárásban 120–130 cm vastagságú futóhomok fedti a folyóvízi üledéket. A futóhomok apró- és finomszemű szemcséket tartalmaz. Az aprószemű homok aránya 35–50 %. A nagy buckákban ez a szemcseméret eléri a 80 %-ot is. Itt a finomszemcséjű homok viszonylag magas aránya azzal magyarázható, hogy a szél a buckák növényzettől nem védett tetőszintjéből elsősorban a finomabb szemcséjű üledéket szállította tovább. A homoklepel rétegeinek humusztartalma jelentéktelen, csak a felszíni üledékben éri el az 1,5 %-ot. A futóhomok fekéjében található gyengén agyagos, iszapos üledék 20–30 % porfrakciót tartalmaz, amely hullóporként kerülhetett a hajdanán felszínen lévő rétegekbe.



2. ábra A Hosszúpályi határában mélyített feltárás rétegsora

A feltárástól 100–150 m-re D-re a lapos térszínen mélyített fúrásban a kékes, zöldes színű főként iszapos rétegek a jellemzőek. A 430 cm-es fúrás rétegsorában különböző mélységekben változóan előforduló homok, por, iszap és agyag százalékos megoszlását. A fúrásban vaskiválásos és csigamaradványos üledéket is harántolt a fúró. Az üledéksor változó humusztartalmú. A felszíni 5 %-ot meghaladó humusztartalom 80 cm mélyséig fokozatosan 1 % alá csökken, de a mélyebben ismét vannak enyhén (1–2 %-os) humuszos rétegek. A rétegek CaCO_3 -tartalma a lepelhomokban és a folyóvízi üledékben is változó, egyes rétegekben eléri a 30 – 40%-ot.

Hajdúbagos térségében változatos felszíni formákat vizsgáltunk. Tanulmányoztuk a buckák és a mélyedések rétegsorát. A buckák magassága meghaladta a 6-7 métert. A homokbánya 4 m-es feltárását elemezve megállapítottuk a tipikus futóhomok rétegzettségét. A feltárában az enyhén humuszosodott 20 cm-es felszíni réteg alatt a szél hordalékszállítására jellemző finomabb durvább szemcséjű homokrétegek váltogatták egymást. A rétegsorban – a nyírségi más homokfeltárásokhoz hasonlóan – a kovárványrétegek itt is megtalálhatók. A futóhomok 70–80 %-a aprószemű homok.

A feltárá mellett mélyített fúrásban a futóhomok vastagsága 2,4 m volt, majd ez alatt homokos, iszapos és agyagos folyóvízi rétegekbe hatolt a fúró. A buckák közötti mélyedések magfúrásainak mintái magas szerves széntartalomról tanúskodtak. A vékony 50 cm-es homokréteg alatt több helyen 160 cm-ig sötét humuszban gazdag üledéket találtunk, ami redukciós oxigénmentes lápi felhalmozódást jelez.

A buckáktól déli irányba haladva a környezetükből 1–3 m-re kiemelkedő homoklepel takarókba is mélyítettünk fúrásokat. A 300 cm mélyséig hatoló I-es fúrás rétegsorában a homokfrakció mellett már átlagosan 40 %-ot tesz ki az iszapos, agyagos, löszös üledék. A homokban az apró- és finomszemű szemcsék aránya közel azonos. 240 cm mélységben 20 cm vastagságú gyengén homokos, iszapos, löszös réteg két részre tagolja a futóhomokot és rövidebb időtartamú éghajlatváltozásra utal.

A II-es magfúrást egy mélyedés peremén létesítettük. A 295 cm mélyséig hatoló fúrás rétegsora a lepelhomok vizsgálatok szempontjából azért tanulságos, mert a folyóvízi rétegek közé 170–240 cm mélységközben futóhomok települt. A futóhomok apró- és finomszemű homokot tartalmaz. Ez a réteg, a buckák déli előterében, két nedvesebb periódus közötti száraz időszakban halmozódott fel.

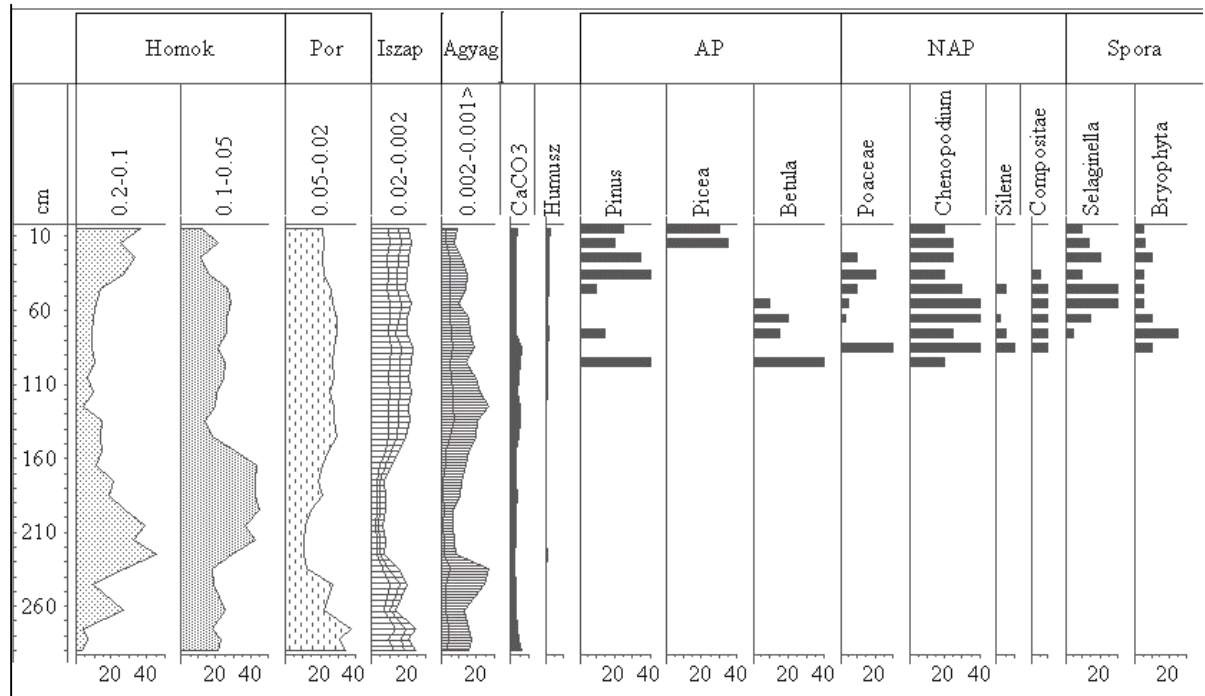
A Nyírség DNY-i szegélyén a homokos és löszös üledékek váltakozása figyelhető meg. A felszínt a 2–4 m-es szintkülönbségek teszik változatosabbá. A mélyedések vizenyősek, itt a talajvíz igen közel található a felszínhez. A magaslatok elliptikus alaprajzúak, vagy hátszerűen húzódnak D-i irányba. Derecske É-i határában mélyített fúrásaink mintáinak elemzése alapján megállapíthatjuk, hogy gyakran az egymás mellett húzódó kiemelkedések eltérő közettani felépítésűek. Az egyik forma iszapos, agyagos, löszös rétegekből áll, a másikat 3–4 m vastag futóhomok alkotja. Több helyen azt is megfigyeltük, hogy a homok igen változatos vastagságban borítja a folyóvízi, valamint a löszös felszínt.

A palinológiai elemzés eredményei

A mintaterületeken több mélyedéséből vettünk mintát pollenelemzésre. Derecske környékén három mélyebb fúrásból is pollent reméltünk, mivel a növényzet alapján vizenyős állapotokra, tavi feltöltődésre következtettünk. A felső 60, 90, 120 cm-en sötét színű humuszos finomszemű homok halmozódott fel, amely alatt vaskiválásos homok, vályog, vagy éppen csillámokban gazdag folyóvízi homok volt a jellemző csiga-maradványokkal. A tavi üledék humuszosabb rétegei azonban pollent nem tartalmaztak. Ez azt jelenti, hogy a terület nem láposodott el, hanem mindig újabb–újabb friss vizű elöntés érte. Gyakran mocsári, tavi állapotok uralkodtak és a pollen ebben a közegben nem konzerválódhatott. Ezek a mélyedések csapadékosabb időszakokban ma is gyakran víz alá kerülnek, ezért a mocsári növényzet jól meg-

telepszik itt. A száraz időszakokban többnyire kiszárad a terület, és szikes tavak keletkeznek. A szikesedés magas só koncentrációja is gátolja a pollen felhalmozódását. Monostorpályi közelében hasonló mocsaras körülményeket találtunk.

Hajdúbagostól délre azonban az egyik megmintázott mélyedés mintegy 100 cm vastagságban tartalmazott pollent (3. ábra). A homokbuckáktól délre egy náddal benőtt mélyedés peremén létesített 295 cm-es fúrásból vettük a mintákat.



3.ábra. Hajdúbagostól délre vett fúrás mag mintáinak szemcseösszetétele és pollentartalma.

295-240 cm mélységközben világos sárga, homokos, löszös üledék rakódott le. Erre 240-170 cm mélységben finom és apró szemű homokréteg települt. Itt sárgafoltos vaskiválás figyelhető meg. Ez egy oxidációs-redukciós réteg, a talajvízszint ingadozásának a zónája. Abban az esetben, ha pollen rakódott volna ebbe a szintbe, akkor sem maradhatott volna meg, mert az oxidációs folyamatok felemésztik a pollenmaradványokat.

A 100 – 170 cm közötti mélységben vastag agyagos iszapos folyóvízi üledék található, amelyben szintén megfigyelhető a vasredukciós kiválás. Erre a szintre végül egy igen fekete humuszos, szerves anyagban gazdag finomszemű, homokos, löszös, lazább üledék rakódott.

A megmintázott üledék mintegy 140 cm-ében szervesanyag nyomokat találtunk. Erősen pélitesek voltak ezek a minták, és mintegy 50 cm vastagságban szervesetlen kvarcsemek mellett igen sok koromszemcsét tartalmaztak. Száraz időszakok üledékeiben gyakori a pernyefelhalmozódás, amely környékbeli tüzesetekre utal, de a lápok időnkénti öngyulladására is gondolhatunk. A fúrás 100 cm-én megjelentek a pollenek. A 0–100 cm közötti szintben halmozódott fel annyi pollen, amit ki tudunk elemezni. A koromszemek száma lecsökkent és egy pionír vegetációt tükröző növényzet pollenmaradványai konzerválódtak a többnyire finomszemű homokos, vályogos 100 cm vastag üledékben. A pionír jelleg mellett, azonban hidegtűrők is azok a növények, amelyektől a pollen származik, például a *Pinus silvestris* – erdei fenyő, *Betula* – nyír, a *Chenopodium*-libatop, és *Poaceae* – pázsitfű-félék. Az üledékben igen sok kovamoszat található, ami egyértelműen megerősíti azon feltevéseinket, hogy hideg éghajlat uralkodott, mert a kovamoszatok kifejezetten a hideg vizeket kedvelik. A pollensűrűség és a taxondiverzitás is azt jelzi, hogy igen gyér volt a növényzet. Sajnos a mennyiségi pollenelemzéshez szükséges pollenszámot nem mindig sikerült kinyerni az üle-

dékből, ezért csak minőségi elemzést végezhattünk. A fásnövényzetet a Betula- nyír és a Pinus- erdei fenyő képviseli. A buckákat Chenopodium- libatop és homokkedvelő pázsitfűvek borították. A Selaginella- csipkeharaszt spórája a lápi állapotot jelzi mintegy 70 cm-es homokos, iszapos közegben. A Selaginella- csipkeharaszt a felső–pleniglaciális lápokban, tavakban volt honos, a későglaciális végén a felmelegedés megindulásával eltűnt.

A felső 10 cm-ben megjelenik a lucfenyő, az erdei fenyő a Selaginella mellett. Az éghajlat nedvesebbé válását jelenti a luc megjelenése. A hőmérséklet hideg, mert a fenyő a domináns. A buckák közötti a mélyedésekben a gyér vegetáció miatt is magas lehetett a talajvízszint, ami kezdetben a topogén lápok, későbbiekben az ombrogén lápok alakulásának kedvezett. A lápifenyő megjelenése a lápban aszályos nyarakra enged következtetni, ami a homokbuckák felszínén a fűtakaró kiszáradásához vezet és ez a fokozatos szárazodás a homokfelszín mozgásba lendülését idézhette elő, és vékony homokréteg került a lápba, amely konzerválhatta a felső–pleniglaciális állapotokat.

Az eddig végzett kutatásaink alapján megállapíthatjuk, hogy a Nyírség déli peremterületein a homoklepel takarók több periódusban képződtek. A rétegek szedimentológiai és palinológiai vizsgálatai egyértelműen igazolják a lepelhomok rétegek pleisztocén végi és holocén felhalmozódását. Az Álmosd és Kokad határában, továbbá a Hajdúbagostól délre feltárt felső–pleniglaciális korú Selaginellás láprétegek vizsgálata arra utal, hogy ezekbe a lápifenyő is betelepült, ami száraz nyarakat jelez. Az aszályos időszakokban a buckákon kiszáradt a felszínt megkötő füves növényzet és a mozgásba lendült homok. A homok további mozgását csak a peremi területeken, a nedvesebb időszakban kialakult mocsári és lápi felszínnek gátolták. Mivel a futóhomok területen a növényzet nem száradt ki teljesen, ezért a szél csak kevés homokot terített a lápokra, valamint a mocsaras térszínre.

A Nyírség DNy-i peremterületein ott, ahol a homokterület a Hajdúsággal határos előfordulnak löszös homokkal, homokos lösszel fedett homoklepel formák. Ezek a formák Derecskétől ÉNy-ra több helyen előfordulnak iszapos, agyagos, löszös környezetben. A felszíni löszös üledék a formák würm végi kialakulását jelzi.

A Nyírség déli szélén a homokbuckák előterében olyan homoklepel formák is előfordulnak, amelyek felső rétegeinek felhalmozódása a holocén száraz időszakaira tehető. Ezt igazolják az eltemetett talajrétegekből feltárt régészeti leletek. A pleisztocén végén a különböző homokmozgási periódusokban kialakult formák többször átformálódtak. A holocén száraz időszaikában, elsősorban antropogén hatásra viszonylag kisebb területeken szerényebb méretű formák képződtek.

A homokmozgások korának meghatározása a Duna-Tisza közén

A Duna-Tisza közén lévő homokleplek kiterjedésének, előfordulásának és a homokmozgás korának meghatározásához a következő módszereket alkalmaztuk:

1. A vizsgálat keretében áttekintettük a szikes tavakra vonatkozó olyan, főleg földtani kutatásokat, amelyek során homokleplek kerültek feltárára, bár ezek az eredeti kutatásokban nem kaptak különösebb figyelmet;
2. Fúrásokat végeztünk a Duna-Tisza-közi szikes tavakon, hogy az azokat beborító homokleplek horizontális és vertikális mintázatát meghatározzuk;
3. Régészeti leletek és radiokarbon vizsgálatok segítségével a homokleplek alatti illetve feletti rétegek korát határoztuk meg;
4. OSL vizsgálatok segítségével magát a homokanyag korát is meghatároztuk több mintaterületen.

A.) Homokleplek kiterjedésének vizsgálata

Irodalmi adatok alapján (Molnár B. 1976, 1980, 1983, 1985) a Szappanos-szék, Szívósszék, Hattyas-szék, az Ágasegyházi és Orgoványi-tavak, valamint a Madarász-tó mederét takarja be homoklepel, így ezeket dolgoztuk fel részletesebben. Önálló vizsgálatokat a Kondor-tó 2003-ban kiszáradt medrében végeztünk (4. ábra). A vizsgálat során a Kondor-tavon három keresztzelvény mentén összesen 27 fúrást mélyítettünk 1 méteres mélységig. Ennél mélyebb fúrásokra nem volt szükség, hiszen célunk a felszínközeli lepelhomok kiterjedésének vizsgálata volt.

	<i>Ágasegyházi- és orgoványi tavak</i>	<i>Fülöpházi szikes tavak</i>	<i>Madarász-tó</i>	<i>Kolon-tó</i>
<i>A homokleplek vastagsága (cm)</i>	20-120	15-350	10-90	200-250
<i>A homokleplek szélessége (m)</i>	350-2000	250-600	200-850	750

A homokleplek kiterjedése a szikes tavak üledéke felett

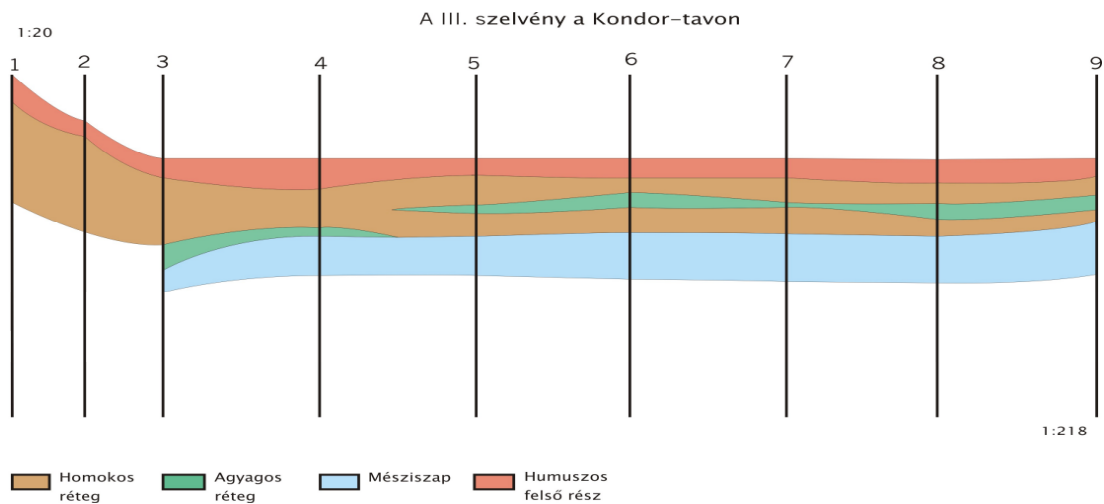
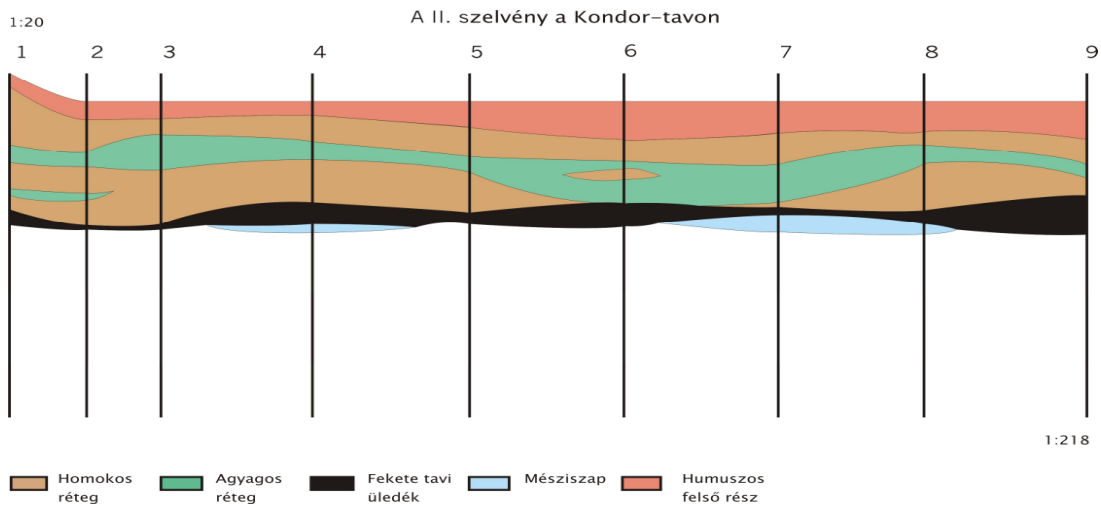
A homokleplek kiterjedése azt mutatja, hogy általában a tómedencék északi részein jóval vékonyabb, szaggatott horizontális kiterjedésű lepelhomok került a tó üledékeire, mint a középső- és déli medencerészekben. Ugyanakkor a vizsgált tavaknak csupán felén volt homoklepel, ami azt mutatja, hogy a homokmozgások lokálisak lehetnek, sőt esetleg eltérő korúak is, hiszen voltak olyan területek, ahol két sávban is betakarják a tavi üledékeket.

B.) Régészeti leletek és a homokmozgások korának megállapítása

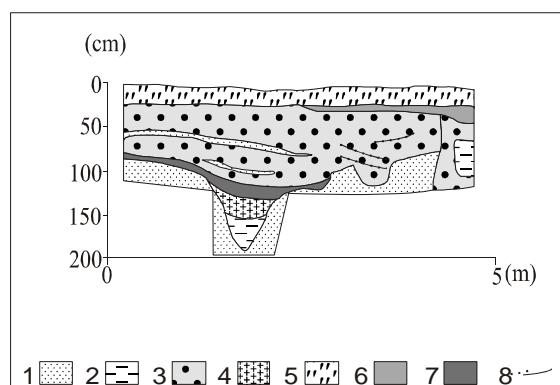
A kutatás során a régészeti lelőhely-gyűjtemény (CUMANIA 1990) segítségével ki lehetett válogatni azokat a lelőhelyeket, ahol a leírás arra utalt, hogy azokat homokterületen találták. Ennek eredményeképpen 106 lelőhely bizonyult alkalmasnak további vizsgálatokra. A 106 lelőhelyet a terület topográfiai térképével összevetve 48 olyan maradt, melyek futóhomok területen illetve azok szomszédságában találhatóak. A 48 ásatási dokumentáció áttekintésével, valamint publikációkból – ahol feljegyezték a futóhomokleplek meglétére utaló jeleket – 6 olyan régészeti lelőhelyet sikerült találni, melyek információt szolgáltatottak a holocén homokmozgások meghatározására.

A régészeti leletek alapján is több homokmozgási periódus elkülöníthető, bár ezek térbeli kiterjedése továbbra is ismeretlen. A lajosmizsei valamint a Kecskemét-borbási régészeti leletek alapján a bronzkor (i.e. 2800-900) után a területen jelentős futóhomok-mozgás volt, amely az intenzívebbé váló földművelés következtében lehetett, hiszen ekkor terjedt el a vas használata, így a talajt mélyebben tudták forgatni, amivel megnövekedett az erózióvesztés. Erre az időszakra tehető a tell-telepek kialakulása is, ami egy területre nézve hosszabb ideig jelentett állandó terhelést.

A Hetényegyháza-Mária-úti temető tanulsága szerint az i.sz. 6-8. században is mozgott a futóhomok. A lászlófalvai ásatás (5. ábra) is fontos információkat szolgáltat, melyek szerint a szarmata árokrendszer felhagyása után (5.-6. század) és a középkori kun település létrejötte előtt (13.-14. század) a területen lendült mozgásba a homok. Ez az időszak részben a népvándorlás kora, amikor nagyszámú nomád népek vonultak át a Kárpát-medencén és telepedtek le hosszabb-rövidebb időre. Az állatok taposó eróziója nyomán indulhatott meg újra a futóhomok mozgása.



4. ábra



5. ábra Lászlófalva, az A5. szelvény északi falának metszetrajza (forrás: Pálóczi Horváth A. 1971)

1. futóhomok; 2. laza humusos betöltés; 3. kevert betöltés; 4. homokkal kevert laza betöltés; 5. humusos felső réteg; 6. középkori járószint; 7. szarmata kultúrréteg; 8. hamu, faszén

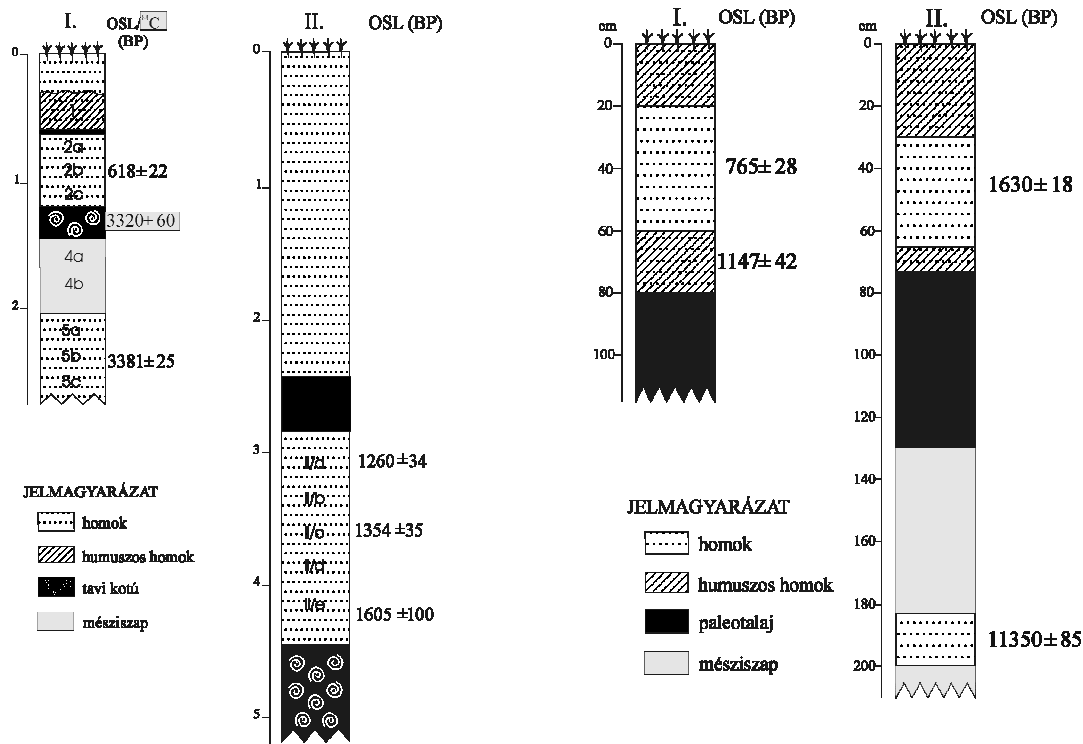
A kecskeméti árvaházi lelőhely valamint a csengelei ásatás eredményei pedig azt bizonyítják, hogy a 13. század közepén is biztosan volt jelentős futóhomok-mozgás. Ekkor a tatárjárás pusztításainak eredményeképpen a települések elnéptelenedtek, majd kunok telepedtek le a Duna-Tisza közén, és állatainak taposása nyomán a növényzet elszegényedett, ami lehetővé tette, hogy a szél kifejtse eróziós tevékenységét.

C. Homokmozgások vizsgálata a történelmi időkben abszolút kormeghatározás segítségével

A futóhomok-mozgás korát a vizsgált területeken (ld. táblázat) az itt található régészeti lelőhelyek, leletek segítségével, illetve (2) OSL és ¹⁴C vizsgálatok alapján határoztuk meg.

Vizsgálati terület	Helyzet	Anyag	Cél
Csengele	Tájhatár (löss/homok)	Dűne anyag Tavi üledék	C14 (kalibrálás) Régészeti Környezeti re- konstrukció
Apostag	Tájhatár (alluvium/homok)	Homoklepel Eltemetett talaj	Régészeti Környezeti re- konstrukció
Császártöltés	Eolikus terület belseje	Homoklepel Habarc	Templom korának meghatározása
Erdőpuszta	Eolikus terület belseje	Erodált dűneanyag	Pollen (kalibrálás) Környezeti re- konstrukció
Bagamér	Eolikus terület belseje	Mocsári üledékre rányomult dűne a.	Pollen (kalibrálás) C14 (kalibrálás) Környezeti re- konstrukció

Az OSL mérés során megmintázott mintaterületek, ill. a mérés céljai



6. ábra A csengeli és az apostagi ásatás rétegsora, és az abszolút kormeghatározás eredményei

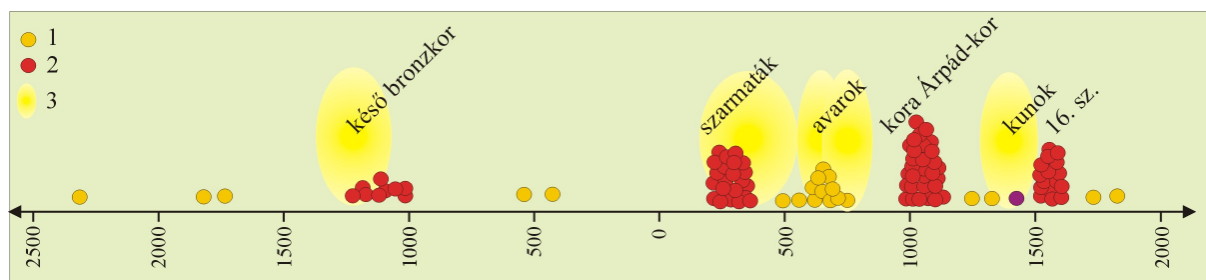
A szelvények (6. ábra) adatait összevetettük a rendelkezésre álló régészeti leletekkel, így részleges környezeti rekonstrukciót készíthettünk. A csengelei tó aljzatát alkotó homokrétegek B.P. 3381±25 ill. Apostagon BP. 11350±85 évvel ezelőtt rakódtak le. Míg Apostagon ez a homokmozgás klimatikus okok miatt lehetett, addig Csengelén ez a szubboreális fázis közepének, illetve a középső bronzkor végének és későbronzkor elejének felel meg. Ekkor hűvös, nedves klíma uralkodott, a növényzet egyre zártabbá vált (Járainé Komlódi 1966, 1969), tehát természetes úton nem indulhatott el eolikus tevékenység, ugyanakkor a régészeti leletek szerint Csengele területe a késő bronzkorban viszonylag sűrűn lakott volt (Horváth 2005). Mivel a Halomsíros kultúra népe nagyállattartással foglalkozott, minden bizonnyal a túllegeltetés miatt homokmozgás indulhatott el.

A szarmaták letelepedéséig, tehát az i.sz. 3-4. századig a területen igen gyér népesség élhetett, hiszen leletanyag alig került elő. A klíma kedvezett az egyre dúsabb vegetáció megtelepedésének, hiszen a homok megkötődött. Csengelén a homokbuckák előterében lévő lapon víz gyűlt össze, és a vastag kotús üledék tanúsága szerint hosszú időn át tavi vagy mocsári állapotok uralkodtak.

Az i.sz. 3-4. századból származó lelőhelyek nagy száma, és a leletek arra utalnak, hogy több szarmata település is lehetett a mintaterületeken. A környező területek kedvezőek lehetnek a szintén nagyállattartó szarmaták számára, hiszen a magasabb fekvésű buckatető alkalmasak voltak megtelepedésre, ugyanakkor a buckákon tavasszal legeltethettek, míg nyáron a buckaközi lapon nedves területein mindig akadt friss fű és itatóhely. A túllegeltetett buckatető anyagát megbonthatta a szél, és ekkor kezdődött el a tómeder betemetődése. Az i.sz. 6-7. században az avarok megjelenésével a fenti folyamat folytatódott, majd a 8. században befejeződött.

Az Árpád-korból nagy számú lelet került elő, bár méréseink szerint ekkor nem volt futóhomok mozgás. Ugyanakkor a korábbiaknál jóval intenzívebb homokmozgásokra utal a 14. században felhalmozódott nagy vastagságú homok. Ez a kunok megtelepedésével hozható kapcsolatba. Csengelén a jelentős kun leletek arra utalnak, hogy a környék szerepet kapott a

kun településhálózatban. Noha ezt követően a 16. századi településre utaló nyomokat is találtak a régészek, homokmozgásra utaló koradatok eddig nem kerültek elő.



7. ábra A homokos minták OSL kora és a területről előkerült lelőhelyek száma Csengelén.
1:lelőhely; 2. településre utaló lelőhelyek; 3. homokmozgás OSL adatok alapján

Ugyanakkor az is nyilvánvaló, hogy az OSL mérési adatok (7. ábra) jól korrelálnak a radiokarbonos kormeghatározással, így a két módszer kiegészítheti egymást, illetve az OSL alkalmat adhat olyan homokos üledékek kormeghatározására is, amire eddig nem volt lehetőség.

A fentiekén túl, a csengelei I. szelvény elemzése egy még nem tisztázott kérdéshez, azaz a Duna-Tisza közén előforduló mészsizapos réteg korának meghatározásához is segítséget nyújthat. Ugyanis a mészsizap korát jóval korábbra, a holocén első felére tették (Molnár 1980), de ez a mérés azt mutatja, hogy ez később, a szubboreális fázisban is lehetséges volt (természetesen, ennek pontos megállapításához további vizsgálatok szükségesek).

A szélróziós kutatások eredményei:

Homokszemcsék indítási küszöbességének és becsapódásszámának vizsgálata szélcsatornában, akusztikus érzékelővel

A Debreceni Egyetem szélcsatornájában a műszerrel végzett kísérleteink céljai a következőkben foglalható össze:

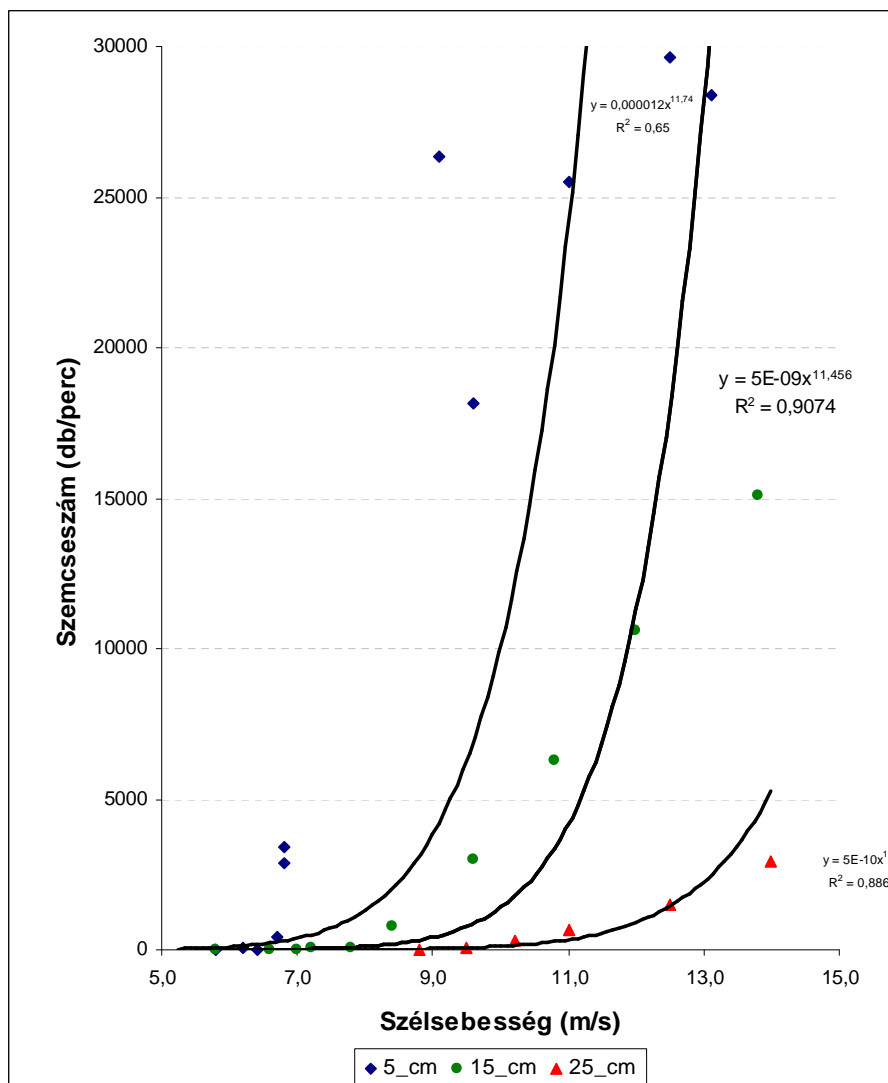
- a műszer tesztelése laboratóriumi körülmények között
- szélesebbesség és szélirány, valamint talajparaméterek mérésének integrálása az adatgyűjtő- és feldolgozó rendszerbe
- különböző szélesebbeségeken a becsapódási szemcseszám meghatározása.

A szélrózió folyamatának vizsgálatában elengedhetetlen a homokszemcsék indítási küszöbességének meghatározása. A pályázat keretében beszerzett saltiphone műszer szélcsatornás tesztelését három különböző szemcseösszetételű mintával: d (szemcseméret) $< 0,2$ mm; $0,2$ mm $< d < 0,5$ mm; $d < 0,5$ mm végeztük. A szélesebbesség nagyságát ugyancsak három különböző, állandó értékre állítottuk: 8 m/s; 11,5 m/s; 14,5 m/s.

A legnagyobb szélesebbesegen (14,5 m/s) a becsapódási szemcseszám gyorsan, az első 1-2 percben elérte maximumát. A másodpercenkénti becsapódások száma a nagyobb, 0,2 mm - 0,5 mm átmérőjű szemcséket is tartalmazó mintáknál 2-3-szorosan is nagyobbak mutatkoztak a kisebb frakciót tartalmazó mintával összevetve. Ez a tapasztalat megegyezik egyrészt azzal az ismert ténnyel, hogy ezen a mérettartományon belül a nagyobb szemcsék gyorsabban és nagyobb számban kezdenek szaltáló mozgásba erős szél hatására, másrészt a saltiphone műszer hatékonysága a szemcseméret növekedésével a 200 μ m fölötti mérettartományban ugrásszerűen megnövekszik.

A közepes erősségű szélnél a szemcsék megindulásakor az ú.n. lavinahatás érződik, vagyis fokozatosan egyre több szemcse mozdult meg, a maximális becsapódásszám csak a 6.-7. percben állt be, majd rövid idő alatt a mintatálcáról az összes szemcse mozgásba lendült.

Az alacsony sebességfokozaton az ugráló szemcsék pályájának magassága nem érte el a membrán magasságát, csak néhány szemcse becsapódását érzékelt a műszer. Az érzékelőket ezután három különböző magasságban (5 cm, 15 cm és 25 cm) helyeztük el és a szélesség fokozatos emelése mellett az összes becsapódott szemcseszámot vizsgáltuk, valamint értékeltük (8. ábra). A várakozásoknak megfelelően az alacsonyabban elhelyezett érzékelőknél már 6 m/s-os szélnél szemcsebecsapódásokat detektáltunk és 25 cm-es magasságon kb. 9 m/s-os szélnél jelentek meg az első szemcsék. A becsapódott szemcseszám percenként összegezve a 8. ábrán látható összefüggéseket mutatta a szélességgel.



8. ábra Percenkénti összes szemcseszám a szélesség függvényében szélcsatornás mérésnél
Homokszemcsék indítási küszöbsebességének és becsapódásszámának vizsgálata mintaterületen, akusztikus érzékelővel

2004. évben két alkalommal – március 21-én és április 19-én - észleltünk homokmozgást. A terepi mobil mérőállomással szélességet és szélirányt, talajnedvességet és a mikrofonos szemcsebecsapódás-érzékelővel becsapódásszámot mértünk és értékeltünk.

3.1 Szélsebesség: március 21-én 214 db. olyan egyperces mérési periódus volt, amikor a szél-
lökések sebessége meghaladta a 6 m/s-ot, a szélirány 250-300° (NY) között volt. Április 19-
én a 150-210°(D) közötti maximum 7.1 m/s-os szelek nem okoztak jelentős homokmozgást.



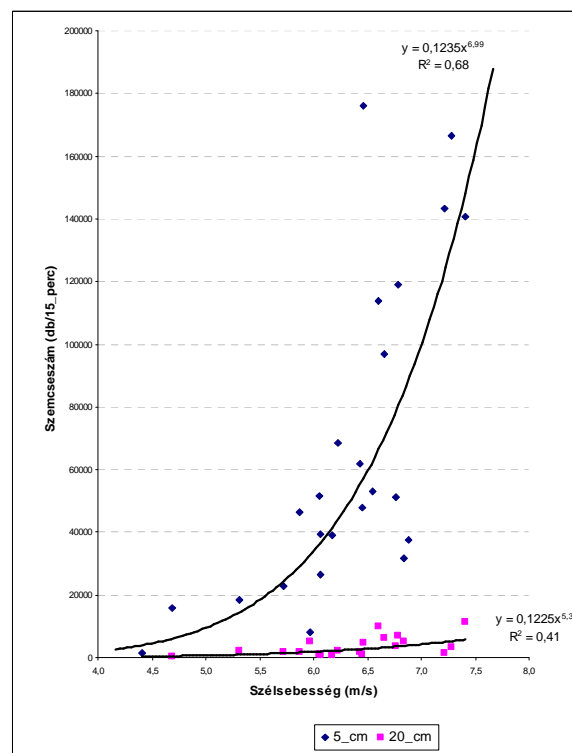
Mobil, digitális meteorológiai és széleróziós állomás (Zsombó 2004. április)

3.2 Talajnedvesség: a 4 db. érzékelőfej, amelyeket 5-10-15-20 cm mélységbe helyeztünk el a
homokfelszíntől számítva, mindkét mérési periódusban 0%-os értéket, teljesen száraz talajál-
lapotot jelzett.

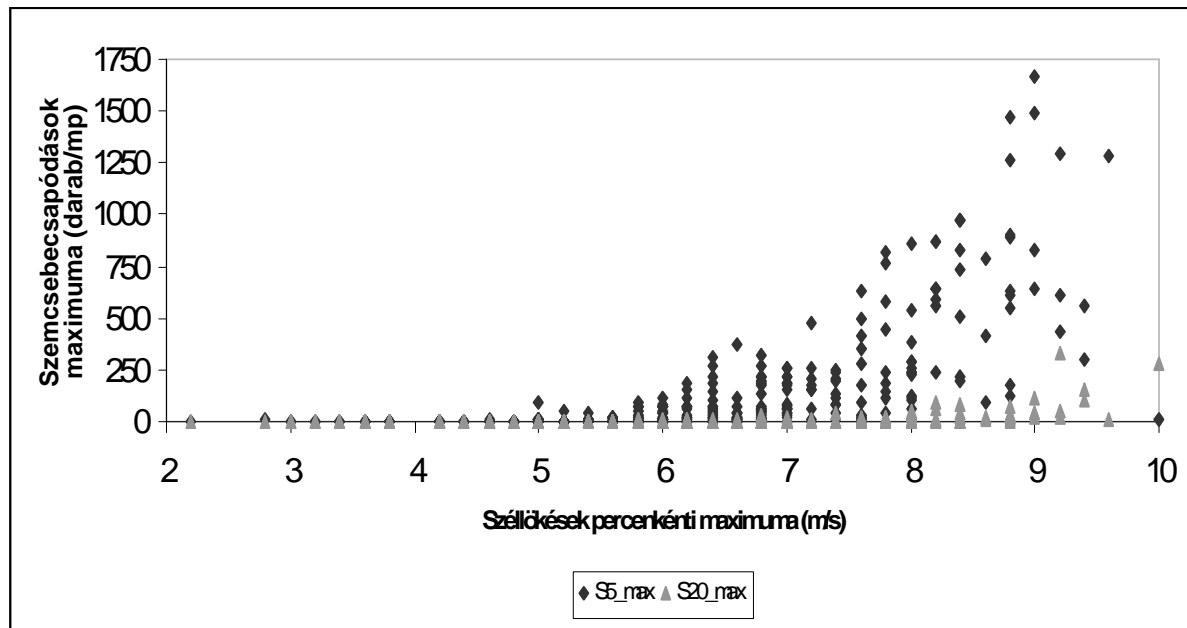
3.3 Mikrofonos szemcsbecsapódás-érzékelő: az érzékelőket a felszíntől 5 cm-re, valamint 20
cm-re helyeztük el. Az adatrögzítő egység percnkénti adattárolásra képes: a másodpercen-
kénti becsapódásszámok egyperces átlagát, valamint legnagyobb értékét tárolja. A március
21-én és április 19-én mért értékeket
ábrázoltuk a széllokések és átlagos
szélsebességek függvényében a 9-10.
ábrákon. Látható, hogy a szemcsék mozgásba
lendítéséhez 5-6 m/s közötti széllokések
elegendőnek bizonyultak, valamint a 4,5-5
m/s-os, 15 perces átlagos szélsebességnél már
megindult a homokmozgás.

A 9. ábrán a percnkénti maximális
széllokések függvényében ábrázoltuk az
átlagos szemcsbecsapódások számát.
Hasonlóan a szélcsatornás eredményekhez,
20 cm-es magasságban a mozgatott
szemcsennyiség maximum 20-30 %-a az 5
cm-es magasságban mozgatott men-
nyiségnek. Jól látható továbbá a 3. ábrán,
hogy alacsonyabb magasságban a szélse-
besség növekedésével sokkal meredekebben
emelkedik a becsapódott szemcsék száma,
mint a magasabban elhelyezett érzékelőnél.

9. ábra A másodpercnkénti



maximális szemcsebecsapódások száma a szélesség függvényében 5 cm-es és 20 cm-es felszín feletti magasságban mérve



10. ábra A szemcsebecsapódásszám 15 perces intervallumokra összegezve az átlagos szélesség függvényében 5 cm-es és 20 cm-es felszín feletti magasságban mérve 2004. március 21-én

Összegzés

A digitális, mobil meteorológiai és széleróziós állomás jelenlegi kiépítettségében alkalmas a széleróziót kiváltó szélkésések, valamint a széleróziós folyamat erősségét befolyásoló egyéb meteorológiai és talajparaméterek mérésére és tárolására, mint szélirány és talajnedvesség. A mikrofonos szemcsebecsapódás érzékelők a szélcsatornás és a terepi tesztmérések szerint is megbízhatóan detektálják a különböző magasságokban (jelenleg egyidejűleg 3 szintben) mozgó szemcséket és a szélparaméterekkel összevetve meghatározható az adatokból a talajszemcsék indítási küszöbsebessége és a mikrofon membránján becsapódott szemcseszám, amelyből a különböző magasságban mozgó szemcsemennyiség relatív összefüggéseiről kaptunk kvantitatív eredményeket.

A különböző talajtípusok szélerózió-veszélyeztetettségének, valamint a deflációcsökkentés lehetőségének vizsgálata

A nyírségi talajok deflációérzékenységét 22 helyről származó 6 genetikai talajtípuson tanulmányoztuk (táblázat). A terepen, egyrészt a szedimentológiai, másrészt a szélcsatorna vizsgálatokhoz a talaj felső szántott rétegeből gyűjtöttük a mintákat.

A laboratóriumi kísérleteket a Debreceni Egyetem Fizikai Földrajzi Laboratóriumai-ban végeztük. A vizsgálatainknál nagyon fontos a talajminták szemcseösszetételének méz- és humusztartalmának az ismerete. A szemcsemérettől jelentősen függ a felszínre jutott víz beszívargásának és a kapilláris emelésnek a mértéke. A méz- és humusztartalom pedig a szemcsék összetapadásánál, aggregátumok képződésénél játszik szerepet. A humusztartalom a nedvességmegtartó képesség és a növényzet fejlődése szempontjából is fontos. A talajok szemcseösszetételét szitálással és iszapolással (Köhn-pipetta), méz-tartalmát Scheibler készü-

lékkel, humusztartalmát Tyurin-módszerrel határoztuk meg. A széleróziós vizsgálatokat egyetemünk szélsatornájában végeztük.

A vizsgált talajtípusok és a mintavételi helyek koordinátái

Mintavétel helye	Genetikai talajtípus	EOV koordináták		Mintavétel helye	Genetikai talajtípus	EOV koordináták	
		x	y			x	y
Bátorligettől É-ra	Futóhomok	868523	278358	Kislétától DNy-ra II.	Humuszos homok	868523	278358
Hajdúdorogtól K-re 4.2 km		869356	284364	Pócsperitől DNy-ra 0.5 km		869356	284364
Kisléta Fábiánhegyi dűlő		869246	284037	Pócsperitől DNy-ra 1 km		869246	284037
Mezőladány		886030	328037	Újkenéz		886030	328037
Mézeshegyi tó mögött		842438	268978	Újfehértó-Hajdúböszörmény	Kovárványos barna erdőtalaj	842438	268978
Nyírbogát	890990	274153	Bátorliget lapos	890990		274153	
Nyíregyházától K-re 8km	844743	276950	Hajdúdorog - Újfehértó	844743		276950	
Vámospércsi út I.	Humuszos homok	861682	230398	Létavértes	Alföldi mészlepedékes csernozjom	861682	230398
Bátorliget magaslat		834368	265753	Hajdúböszörmény - Hajdúvid		834368	265753
Debrecen - Hosszúpályi között		862182	246319	Vámospércsi út II.	Réti talaj	862182	246319
Kislétától DNy-ra I.		887085	325303	Újkenéztől D-re	Réti öntéstalaj	887085	325303

A szélsatorna-kísérletekhez begyűjtött eltérő nedvességtartalmú mintákat szárítószekrényben kiszárítottuk, majd 2 mm lyukátmérőjű drótszita segítségével eltávolítottuk a talajban előforduló szennyeződések (tarlómaradványok, gyomok, gyökerek, stb.), valamint a nagyobb talajrögöket.

Az így előkészített légszáraz talajt 30x50 cm felületű 5 cm mélységű fémtálcákban helyeztük a szélsatornába. A tálca elé egy kis szögben emelkedő lejtőt helyeztünk azért, hogy a levegő ne ütközzön a tálca merőleges falába, és kiküszöböljük az ebből adódó turbulencia képződését.

A szélsatornában a kísérleteket több sebességfokozaton végeztük úgy, hogy a szél sebességét több ponton mértük. A kísérletsorozattal a különböző talajtípusok eltérő erodálhatósági indexének meghatározását tűztük ki célul.

Első lépésként meghatároztuk a talajok kritikus indító sebességét. A kritikus kezdősebesség meghatározását a talajok erodálhatóságának vizsgálatokor nagyon fontosnak tartjuk, mert így a területre jellemző szélesebességek ismeretében meghatározható a szélerózió kezdete. A csatorna hosszirányú középvezetékében húzódó fénycsíkon az első talajszemcsék indulása pontosan megállapítható. Így minden talajtípusnál meghatározhattuk azt a sebességet, amelyenél az erózió beindul.

A különböző textúrájú talajok eltérő felszíni érdességét (a súrlódásbeli különbségeket) jól tükrözik a felszín felett mért sebességek, illetve a szélprofilok. Ezért megszerkesztettük a talajok szélprofil függvényeit.

A mezőgazdasági talajkárok pontosabb megismerése érdekében négy sebességfokozaton vizsgáltuk az elszállított anyag mennyiségét, amelyet a mintatartó edény kísérlet előtti és

utáni súlyából határoztunk meg. A mérések időtartama 5 perc volt, kivéve abban az esetben, amikor nagymértékű anyagelhordódás következett be, mert ekkor a vizsgálat időtartamát csökkentenünk kellett. Az eredményeket természetesen azonos időtartamra (5 percre) számoltuk át. A mérések ideje alatt mindig mértük a levegő páratartalmát és hőmérsékletét. A kapott adatokat Microsoft Excel szoftver segítségével dolgoztuk fel.



A Debreceni Egyetem szélcsatornája

A *szedimentológiai laboratóriumi eredmények* (táblázat) alapján a következőket állapíthatjuk meg:

- A **futóhomok talajokban** a homok aránya meghaladja a 85 %-t, a por (löss) 0 - 8 % között változik és az iszap, agyag összesen nem haladja meg a 7 %-ot. A textúra osztályozást tekintve a vizsgált minták a homok kategóriába tartoznak. A talajok CaCO_3 tartalma alacsony és a humusztartalom nem éri el az 1 %-ot.
- A **humuszos homok** talajokban a homok aránya már csökken és egyik mintában sem éri el a 90 %-t. A por (löss) 3 – 9 % között változik és az iszap, agyag arányának növekedését (7 – 19 %) figyelhetjük meg. A textúra osztályozást tekintve a vizsgált minták többsége a vályogos homok kategóriába tartozik, csak a bátorligeti és a vámospércsi talajok homok textúrájúak. A minták mésztartalma a futóhomokéhoz hasonló. A humusztartalom is alacsony, de mindegyikben meghaladja az 1 %-ot.
- A **kovárványos barna erdőtalajok** homoktartalma már 70 % alá csökken. A por (löss) részaránya 11 – 15 %. A talajok a homokos vályog textúra osztályba sorolhatók. Ezekben a mintákban a CaCO_3 tartalom 3,5 – 8 % között változik. A humusztartalom átlagosan 2 – 3 %, de a bátorligeti mintában megközelíti a 8 %-ot.
- Az **alföldi mészlepedékes csernozjom** talaj a Nyírség és a Hajdúhát határáról származik. Ez jól érzékelhető a homoktartalom csökkenésében, illetve a löss frakció emelkedésében. A minta homoktartalma nem éri el a 30 %-ot, a lösztartalma pedig meghaladja a 35 %-ot. Az iszap és az agyag együttes aránya 34,3 %. A finom szemcsék részaránya miatt ez a talaj az iszapos vályog kategóriába tartozik. A mésztartalom 3,77 %, a humusz részesedése 6,07 %-ot tesz ki.

- A Vámospércs felé vezető út menti területről származó **réti talajt** a buckák közötti lapos területről gyűjtöttük. Homoktartalma 64 %, a leiszapolható rész pedig 36 %. A homokos vályog textúrájú talaj mésztartalma 5,7 %, humusztartalma pedig megközelíti a 7%-ot.

A talajok szemcseösszetétele CaCO₃- és humusztartalma

Mintavétel helye	Talajtípus	homok 2 - 0.05 mm	löss (por) 0.05 - 0.02 mm	iszap/agyag < 0.02 mm	CaCO ₃ (%)	hu- musz (%)
Bátorligettől É-ra	futóhomok talajok	94.2	2.5	3.3	3.01	0.69
Hajdúdorogtól K-re 4.2 km		89.4	4	6.6	2.83	0.46
Kisléta Fábánhegyi dülő		93.70	1.7	4.3	2.52	0.78
Mezőladány		89	2.00	9	0.69	0.43
Mézeshegyi tó mö- gött		97.1	0.8	2.1	1.75	0.68
Nyírbogát		93.2	2.30	4.5	1.10	0.97
Nyíregyházától K- re 8km		90.7	7.20	2.1	0.82	0.72
Bátorliget magaslat	humuszos homoktalajok	87.7	5.4	6.9	3.11	3.30
Debrecen- Hosszúpályi		78.2	5.80	16	1.37	1.32
Kislétától Dny-ra I.		74.90	8.3	16.8	3.01	2.06
Kislétától Dny-ra II.		77.80	8.3	13.9	2.57	2.46
Pócsperitől Dny-ra 0.5 km		77.60	8.2	14.2	3.03	1.82
Pócsperitől Dny-ra 1 km		73.90	7.7	18.4	5.22	1.58
Újkenéz		78.9	7.50	13.6	1.34	1.11
Vámospércsi út I.	88.9	3.1	8	1.99	1.40	
Bátorliget lapos	kovárványos barna erdőta- lajok	51.6	14.2	32.1	6.84	7.73
Hajdúdorog- Újfehértó		69.6	11.3	18.9	3.54	2.38
Létavértes		59.3	14.8	25.9	7.83	3.00
Hajdúböszörmény – Hajdúvid között	alföldi mész- lepedékes csernozjom	29.4	36.3	34.3	3.77	6.07
Vámospércsi út II.	réti talaj	64	7.9	28.1	5.70	6.99
Újkenéztől D-re	réti öntéstalaj	34.9	28.30	36.8	1.16	2.13

- Az Újkenéz határából begyűjtött **réti öntéstalaj** homoktartalma nem éri el a 35 %-ot. A portartalma 28,3%, az iszap+agyag együttesen 36,8 %. A szemcseösszetétel miatt az iszapos vályog kategóriába tartozik. A CaCO₃ tartalma alacsony, humusztartalma is alig haladja meg a 2 %-ot.

A szélcsatorna kísérleteink során a begyűjtött talajmintáknak meghatároztuk **a kritikus indító sebességét**. Már a kísérletek közben felfigyeltünk arra, hogy a talajok indításához szükséges szélesebbesség nem a genetikai talajtípusoktól, hanem elsősorban a szemcseeloszlásuktól függően változik. A korábbi évtizedekben végzett méréseink során már megállapítottuk, hogy a száraz futóhomokot, tözeget és kotut már az 5 m/s – körüli sebességű szél is mozgásba tudja lendíteni, viszont a magas agyagtartalmú talajoknál csak > 10 m/s szélesebbeségnél kezdődik a defláció.

A jelenlegi kísérletsorozat kritikus indítósebességeit a talajok textúra-osztályainak figyelembe vételével értékeltük. A mérések átlagainak eredményeit a következő táblázat tartalmazza.

A talajok kritikus indító sebessége

Mintavétel helye	Textúra osztályok	Kritikus kezdősebesség (m/s)	Mintavétel helye	Textúra osztályok	Kritikus kezdősebesség (m/s)
Bátorligettől É-ra	homok	6,8	Kislétától DNy-ra II.	vályogos homok	6.1
Hajdúdorogtól K-re 4.2 km		5,95	Pócsperitől DNy-ra 0.5 km		6
Kisléta Fábiánhegyi dűlő		5.5	Pócsperitől DNy-ra 1 km		9
Mezőladány		6.5	Újkenéz		6.2
Mézeshegyi tó mögött		5.95	Újfehértó-Hajdúböszörmény	homokos vályog	9.8
Nyírbogát		6.1	Bátorliget lapos		10.5
Nyíregyházától K-re 8km		5,5	Hajdúdorog – Újfehértó		10
Vámospércsi út I.		6.4	Létavértes		9.1
Bátorliget magaslat		7.3	Vámospércsi út II.		6.8
Debrecen – Hosszúpályi között		7.01	Hajdúböszörmény – Hajdúvid		iszapos vályog
Kislétától DNy-ra I.	8.8	Újkenéztől D-re	9.2		

A táblázat adataiból megállapíthatjuk, hogy a különböző textúra-osztályba tartozó talajok kritikus indítósebességében jelentősek az eltérések. A legkisebb indító sebességeket a homok textúrájú talajoknál mértük. A laza futóhomok talajokat már az 5,5 – 6,0 m/s sebességű szél mozgásba tudta hozni. A kritikus indító sebességben azonban tapasztalhatók eltérések, amelyek az egyes talajok tulajdonságaival magyarázhatók. A finomabb szemcsék aránya, továbbá a talajok mész- és humusztartalma módosítja az indító sebességek értékét.

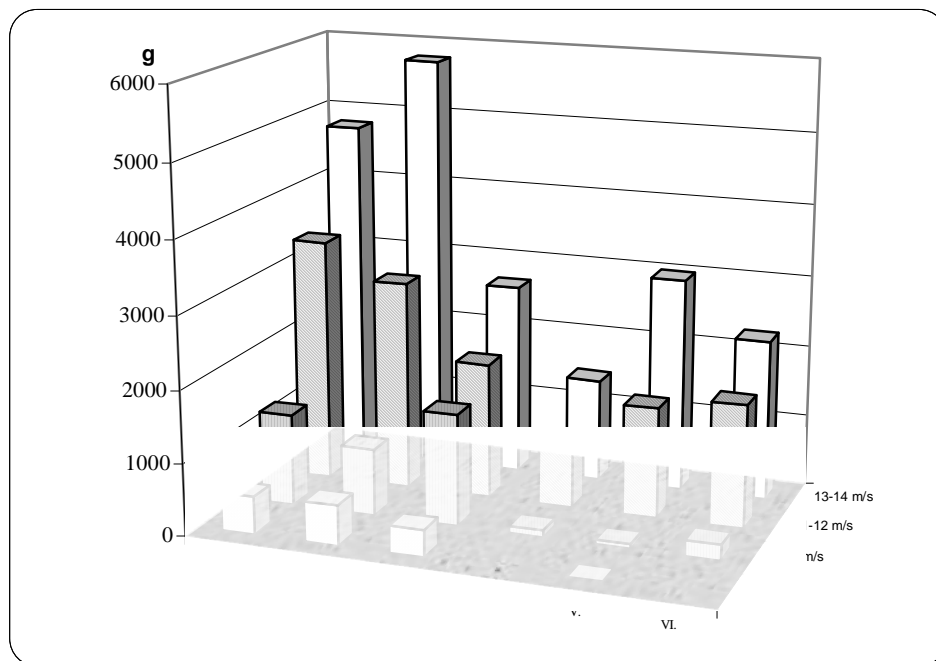
A vályogos homok talajok között is előfordulnak alacsony kritikus indító sebességi értékek. Ezeknél a mintáknál az apró és a középszemű homok, továbbá a humusztartalom magasabb arányával hozható összefüggésbe a kisebb indító sebességi érték.

A homokos vályog kategóriába tartozó talajokat már csak az erősebb szelek tudják mozgásba lendíteni. A kritikus indító sebességek általában meghaladják a 9 m/s-ot. Ezek közül kivételt képez a vámospércsi minta, amelyben a finomabb szemcsefrakciók aránya kisebb és a humusztartalom magasabb. A száraz humuszt gyorsan ki tudja fújni a szél és ezáltal a talaj erodálhatóbbá válik.

Az iszapos vályog talajokra általában a magasabb indító sebességek a jellemzők. A Nyírség területéről begyűjtött minták közül az egyik értéke azonban alacsonynak adódott. Ezt elsősorban a magas lösztartalommal magyarázhatjuk. A löszös talajoknál a mintában lévő aprószemű homokszemcsék ugráló mozgásba lendülnek és a felszínre csapódva könnyen indítják a finomabb porszemcséket.

A talajok felett mért szélességeket értékelve megállapítottuk, hogy a szélprofilok exponenciális függvényként írhatók le. A függvények meredeksége a szélességtől és a talajok felszínének érdességétől függ. Ha a szélsatornát azonos sebességfokozaton működtettük, akkor a homokra meghatározott exponenciális szélprofil függvények a felszíni nagyobb súrlódás miatt kisebb meredekségűek voltak, mint amit a kötöttebb talajoknál tapasztaltunk.

A szélsatornában végzett mérések alapján összefüggést kerestünk a szélesség és a talajelhordás, illetve a talajvesztés és az egyes genetikai talajtípusok, illetve ezek szemcseösszetétele (textúrája) között. A szélességek és az erodálhatóság mértéke minden esetben exponenciális függvénykapcsolatra utalt. Meghatároztuk az egyes talajtípusok erodálhatóságának átlagos értékeit négy sebesség-intervallumban (11. ábra).



11. ábra A genetikai talajtípusok erodálhatóságának mértéke

I. futóhomoktalaj; II. humuszos homoktalaj; III. kovárányos barna erdőtalaj; IV. alföldi mészlepedékes csernozjom; V. réti talaj; VI. réti öntéstalaj

A talajokat a szélerózióval szembeni ellenállás alapján három csoportba soroltuk:

- erősen erodálódó talajok
- közepesen erodálódó talajok
- gyengén erodálódó talajok

Az első csoportba tartozó talajok közös jellemzője a nagy talajvesztés (4788-5791 gramm/5min.). Eroziójuk már igen alacsony sebességen megindul (a kritikus kezdősebességük 5.8 – 8.8 m/s között van), és utána egyre dinamikusabbá válik. Szemcseösszetételükben uralkodó a homok aránya (79.74 – 92.47%) és csak igen minimális bennük az iszap (2.2 – 9 %) és az agyag (1.4 – 4.4%). A kísérleteknél arra is felfigyeltünk, hogy a humuszos homoktalajok vesztesége gyakran meghaladta a futóhomok talajokét. Ez elsősorban a magasabb szervesanyag tartalommal hozható összefüggésbe.

A második csoportba tartozó talajok vesztesége a mérési idő (5 min.) alatt 2250 – 3000 gramm között volt. Kritikus kezdősebességük 6.8 – 9.8 m/s között mozgott, tehát nem tér el jelentősen a homoktalajokétól. Ami miatt mégis kevésbé érzékenyek a deflációra, annak

oka az, hogy ezeknek a talajoknak a szemcseösszetételében jóval kevesebb a homok aránya (34.9 – 60.17 %). Az iszap (20.2 – 23%) és az agyagtartalom (12.5% – 13.6%) aránya jelentősen növekedett az előző csoporthoz képest. A legtöbb homokot a kovárványos barna erdőtalajok tartalmazták, erodációjuk azonban a réti talajoknak volt a legnagyobb. Az erodálhatóságukban közös vonás, hogy egy bizonyos sebességértéket átlépve a talajvesztés mértéke egyre nagyobb lett. Az általunk mért sebességértékek között megduplázódott a mért talajvesztés értéke.

A harmadik csoportba az iszapos vályog textúrájú alföldi mészlepedékes csernozjom talajt soroltuk. Ebből az 5 percig tartó kísérlet alatt 1444 gramm erodálódott. A kritikus kezdősebessége 6.95 m/s volt. Szemcseösszetételében domináns a lösz (32 %) és az iszap (30%) aránya, valamivel kevesebb az agyagtartalma, mint a réti talajoknak, de magasabb, mint a homoktalajoknak. Erre a talajra is jellemző, hogy az erózió robbanásszerűen következik be.

A kísérletsorozatunk méréseredményei alapján megállapíthatjuk, hogy a Nyírség különböző textúrájú genetikai talajait is veszélyezteti a szélerózió, ha nem védi összefüggő növényzet a felszínt. Ez elsősorban tavasszal, a vegetációs időszak kezdetén várható. A szélerózió elleni hatékony védekezés érdekében célszerű a kísérleteket az összes talajtípusra elvégezni, mert akkor lehetőség adódik a táj potenciális széleróziós térképének a megszerkesztésére.

A szélerózió elleni környezetkímélő védekezések kísérletei

A kísérleteket a Debreceni Egyetem szélcsatornájában végeztük. A növényzet hatásának vizsgálatát búzával (kép), zabbal, tritikáléval és kukoricával végeztük. A búzát, zabot, tritikálét a téglalap alapú mintatartó edénybe helyezett talajba úgy vetettük, hogy a sorok a tálca hosszában 10 cm-es távolságra voltak egymástól. A vetést követően a növények 2–3 hét alatt 10–15 cm magasságúra fejlődtek. A növény sorokat tartalmazó tálcát a szélcsatornába helyeztük, a szántóföldről behozott talajba süllyesztettük. A kísérleteknél futóhomokot, humuszos homokot és mészlepedékes csernozjom talajokat használtunk. A kísérleteket különböző szélesebségnél úgy végeztük, hogy a növény sorok a szélirányra merőlegesen, illetve párhuzamosan helyezkedtek el.



A kukoricával végzett kísérleteknél a 20–30 cm magasra fejlődött növényt földlabdával együtt ültettük az egyenletes felszínű 5 cm vastag talajrétegbe. A növények tőtávolsága 12–15 cm, sortávolsága pedig 38–42 cm volt (kép).

A növényekkel végzett kísérletekkel egyrészt a különböző növények, másrészt az eltérő irányú sorok szélrózsió elleni védőhatását mértük. Az erodálhatósági kísérleteket a növényzettel nem fedett talajokkal is elvégeztük. Így lehetőség nyílt a fedett és a fedetlen talajok erodálhatóságának összehasonlító elemzésére.



A kísérletek eredményei

- *A szélesség értékeinek változása*

A sebesség értékeit úgy választottuk, hogy a növényzet előtt, ott ahol a növényzet hatása még nem érvényesült, 10 cm magasságban mért sebesség mindig nagyobb volt, mint a talaj kritikus indító sebessége. A szélirányra merőlegesen futó második és harmadik búzasor között mért sebességértékek már jelentős csökkenést mutattak. Külön figyelemre méltó a harmadik növényoszor után mért érték, amelynek mértéke nem érte el a kritikus indító sebességet. A sebesség növelésekor, nagyobb sebességtartományban, a talajfelszín felett 5 cm magasan már kisebb mértékű csökkenést tapasztaltunk (táblázat), amely azzal magyarázható, hogy az erős szelek a gyenge növényt megdöntötték, így a szélben elhajló búzasor magassága az 5 cm-t nem haladta meg. A felszín felett nagyobb magasságban (20-30 cm) a szél szabadon áramlott, ezért a szél sebességének értékeiben jelentősebb csökkenés nem mutatkozott.

A búzasorok párhuzamos elhelyezésekor a levegő mozgását a növényzet kevésbé akadályozta (táblázat), így a szél sebességértékei a sorok között számottevően nem csökkentek a mintatartó edény eleje és vége között. Az erősebb szelek ennél a kísérletsorozatnál is megdöntötték a gyengeszárú búzát, amelyek egymásra hajolva, a szélirányban összefüggő növénycsíkot alkottak úgy, hogy a sorok közötti felszín szinte teljesen védtelen maradt.

A kísérletsorozat eredményeit tanulmányozva arra is felfigyeltünk, hogy a különböző talajminták felett a sebesség csökkenése eltérő volt, amelyet csak a szemcseösszetételből adódó, a felszínen is megfigyelhető, érdességi különbségekkel magyarázhatunk.

A növény sorok előtt, között és után mért értékekre illesztett szélprofil függvények

növény		a sorok			R ²
		előtt	között	után	
búza	merőleges	$y = 4E - 05e^{1.0204x}$	$y = 0.0182e^{0.5541x}$	$y = 0.132e^{0.4135x}$	0.9
	párhuzamos	$y = 4E - 26e^{4.8106x}$	$y = 3E - 10e^{1.961x}$	$y = 2E - 08e^{1.6726x}$	0.9
kukorica		$y = 1E - 21e^{4.0504x}$	$y = 4E - 07e^{1.425x}$	$y = 1E - 04e^{1.0188x}$	0.9

A kukoricával végzett kísérleteinknél a talaj fölött három sebességfokozaton három ismétléssel mért adatok átlagaiból megállapíthatjuk, hogy a kukoric sorok között és után nem csökkent olyan mértékben a sebesség, mint a búzasorok esetén (táblázat). Ez azzal magyarázható, hogy a sűrűn vetett búza szálai nagyobb ellenállást jelentettek az áramló levegőnek, mint a ritka kukoricaszárak. A kukoricalevelek "csapkodó" mozgása helyenként a levegő örvénylő áramlását eredményezte

• ***Az erodálhatóság mértéke növényzettel fedett és fedetlen felszínen***

A növényzet védőhatásának tanulmányozásakor a növényzet nélküli (fedetlen) és a növényzettel fedett talajok erodálhatóságát is mértük. A búzával végzett kísérleteknél azt tapasztaltuk, hogy a csatorna két szélén ott, ahol a növényzet nem védte a felszínt az erózió mértéke sokkal jelentősebb volt, mint a védett sávban. A növény sorok között a legyengült szél elsősorban a finomabb szemcséket szállította, ezért a kísérlet végén a mintatartó edény előtt durvaszemű homok borította a felszínt. A szélesebb és a szállított anyagmennyiség értékei között a korrelációs összefüggéseket vizsgáltunk, és meghatároztuk a pontokra legjobban illeszthető függvényeket, illetve azok képleteit (12-13. ábra).

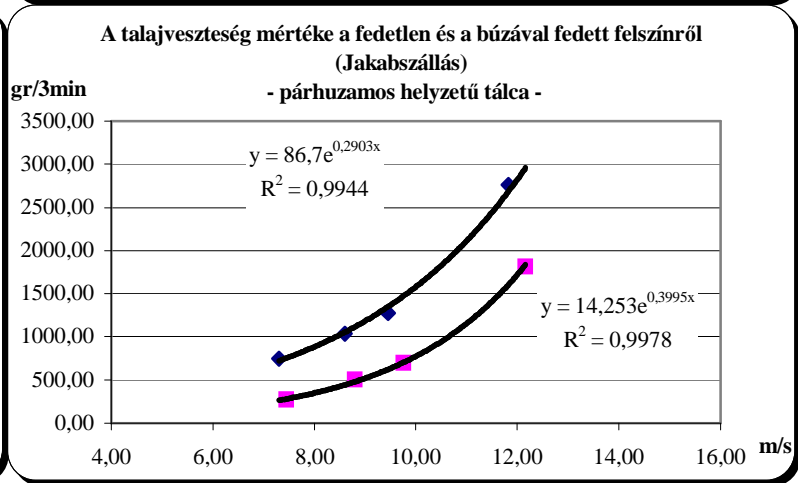
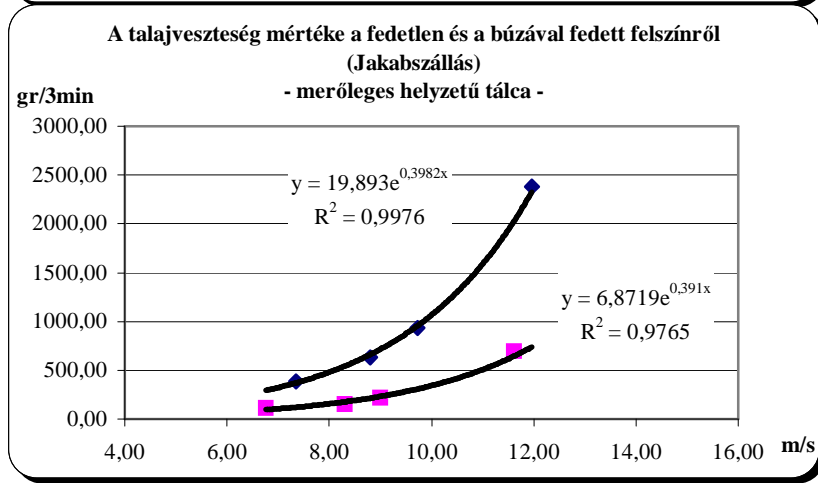
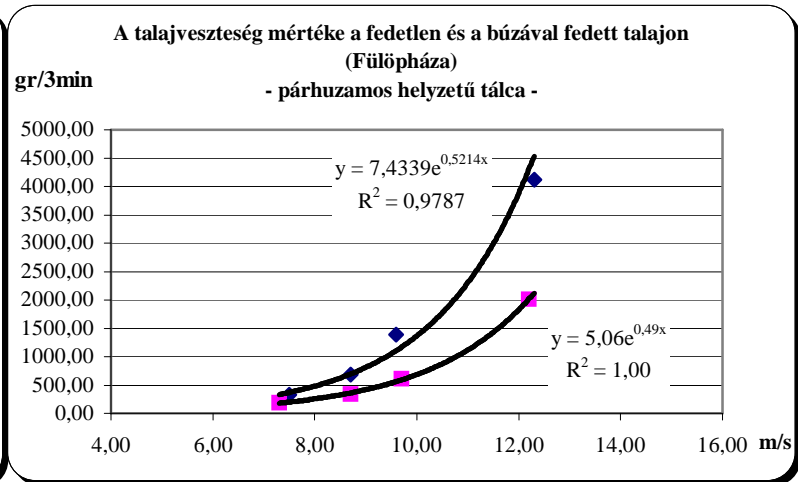
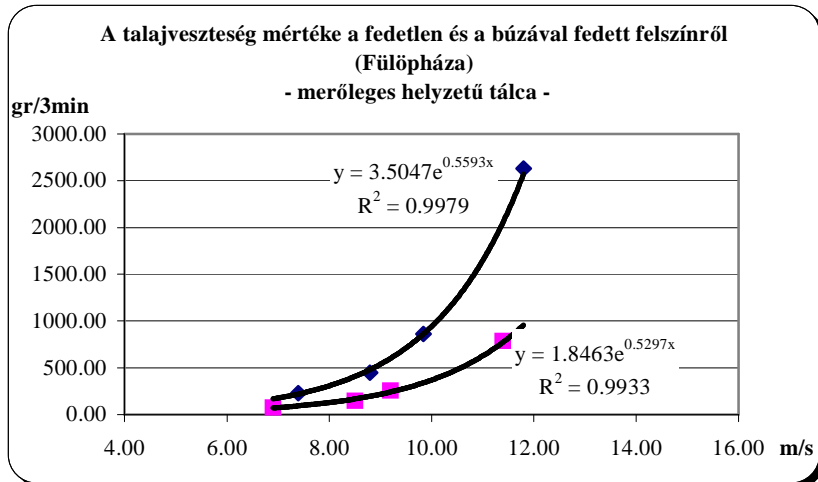
• ***Következtetések***

A búzával végzett kísérletek alapján a következőket állapíthatjuk meg:

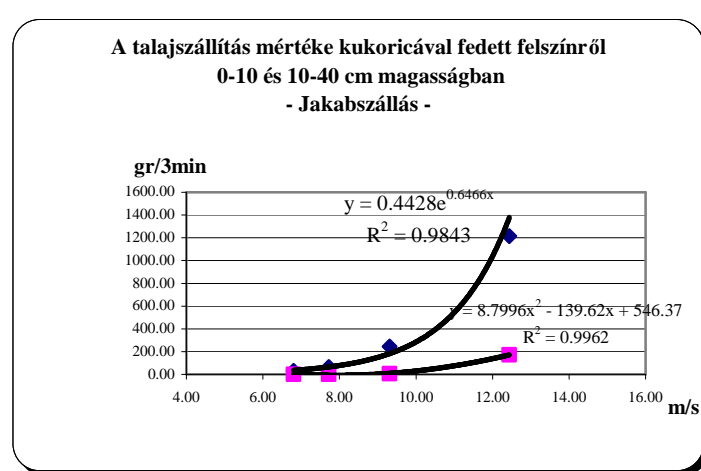
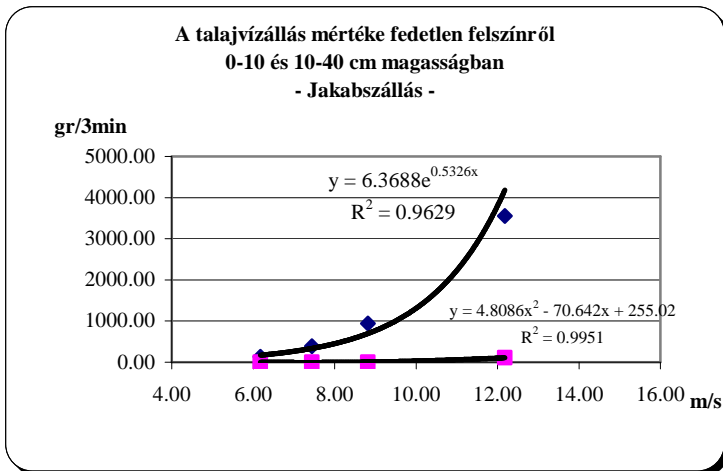
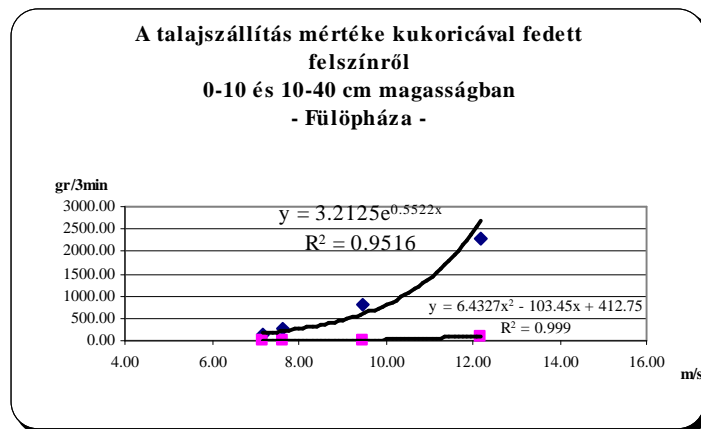
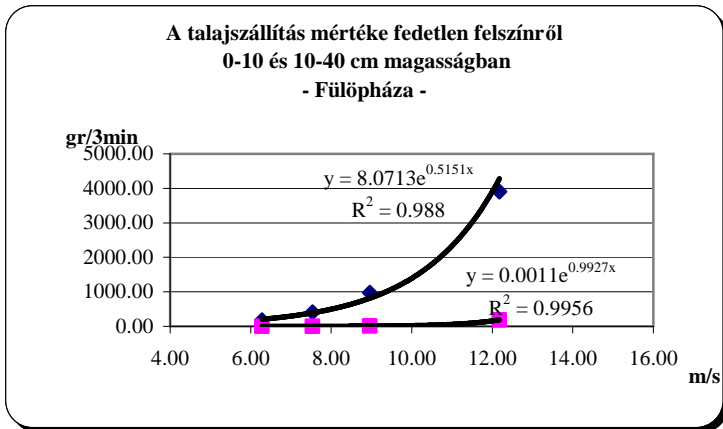
- A választott négy talaj erodálhatósága eltérő. A Fülöpháza határában található buckák homokját a legnagyobb, a Nyíregyháza K-i részéről behozott mintát a legkisebb mértékben erodálta a szél. A minták erodálhatósága közötti eltérés a szemcseösszetételük különbözőségével magyarázható.
- A növényzettel védett felszínről mindig kevesebb anyagot szállított a szél, tehát a 10 cm magas búza defláció elleni védőhatása jól kimutatható.
- A széliránnyal párhuzamos növény sorok kisebb védelmet nyújtanak a felszínnek, mint a merőlegesek.

A kukorica, fejlődésének kezdeti szakaszában, a nagy sor- és tőtávolság miatt csak kis mértékben csökkenti a szél energiáját. Az alacsonyabb szélességnél az induló homokszemcsék lefékeződtek, a növény sorok után homokmozgást nem észleltünk. A nagyobb sebességnél az erózió jelentős volt a növényzettel fedett felszínen is.

- A fedetlen talajok erodálhatóságában mutatkozó eltérések ennél a kísérletsorozatnál is ugyanúgy jelentkeztek, mint a búzánál.
- Az erodált anyag jelentős része a felszín közelében ugráló mozgással haladt előre. A 10-40 cm magasság-tartományban szállított hordalék mennyisége soha nem érte el az erodált talaj 10%-át.
- A Duna-Tisza közti típusos futóhomoknál már 6–7 m/s szélesség esetén jelentős volt a defláció. A Gödöllő, illetve Nyíregyháza határából származó talajok esetén a 7,5 m/s szélesség közelében az erózió mértékének felgyorsulására figyeltünk fel.



12. ábra A talajvesztés mértéke a fedetlen és a búzával fedett felszínről



13. ábra A talajszállítás mértéke a fedetlen és a kukoricával fedett felszínről

- A kísérletsorozat legmagasabb szélességén (12 – 12.2 m/s) mindegyik talajnál nagy mennyiségű (2,5 – 4,0 kg) hordalékszállítást mértünk. A három méter hosszúságú felszínről 3 perc alatt 0.5 – 1.0 cm vastagságú talaj erodálódott.
- A kukorica védőhatása a szállított hordalék mennyiségének csökkenését eredményezte, de ez a hatás sokkal kisebb mértékű volt, mint a búzanövény esetén.

A helyes növényborítottságnál számos dologra kell figyelni. A vetésszerkezetet úgy kell összeállítani, hogy az a talajnak a lehető leghosszabb ideig, elsősorban a szélviharos időszakban, fedettséget nyújtson. Ebből a szempontból az évelő takarmányfélék, főként a lucerna termesztése játszik fontos szerepet, mert néhány évig teljes fedettséget biztosít. Az őszi kalászosok is elég jó védelmet nyújtanak a talajnak, mivel a szélviharos tavaszi időszakban már kellően fedik a felszínt. Betakarítások után a tarlójukat meghagyhatjuk a talaj lefedése céljából.

A növény sorok iránya – ahogy erre már Bodolay I.-né (1965) is utalt terepi kísérletei alapján – fontos a szél sebességének csökkentése céljából. A jelenlegi és a korábbi (Lóki J. 2004) szélcsatorna kísérletek igazolták, hogy a szélirányra merőleges növény sorok kialakítására kell törekedni.

A nagytáblás művelésnél a Chepil-féle szalagos, vagy sávos elrendezési mód (strip-cropping) alkalmazásával is csökkenthetjük az eróziós károkat. A széles sortávolságú kapás művelésnél és a gyümölcsösökben rozsszalagokkal is eredményesen védekezhetünk.