Szélerózió becslése és modell alapú területhasználat optimalizáció a defláció veszélyeztetettség csökkentése érdekében, dél-alföldi mintaterületen

Bartus M., Farsang A., Szatmári J., Barta K.
SZTE, TTIK, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék
e-mail:bartus.mate@gmail.com

Összefoglalás

A szélerózió hatása igen szerteágazó, hiszen nem csupán talaj degradációt és termés kieséstokoz, hanem a porterhelést növelve veszélyezteti az emberi egészséget is. Munkánk folyamán egy 48 km^2-es alföldi mintaterületen modelleztük talajtípus és területhasználat függvényében a terület deflációveszélyeztetettségi szintjét, valamint kidolgoztunk két módszert a defláció veszélyeztetettségi érték csökkentési lehetőségeinek modellezésére. Az általunk felépített un. MezEr- (Mezővédő Erdősáv) modell alapjait Borelli 1989-ben írt cikke és a TEAM- modell adta. A másik felépített modell, az EEBW-modell elméleti alapjait a német DIN 19706 szabványban megfogalmazottak jelentették. Kutatásunk során első lépésben meghatároztuk az EEBW-modell segítségével a vegetációmentes talaj szélerózió veszélyeztetettségét. Második lépésként az EEBW-modell segítségével megállapítottuk, mely növénykultúra csoportok alkalmazásával lehet az adott terület szélerózió veszélyeztetettségét „Alacsony szélerózió veszélyeztetettségi kategóriába" csökkenteni. Végezetül a MezEr- modellel meghatároztuk az optimális mezővédő fasorsűrűséget (km/km^2), mellyel effektív defláció elleni védelem biztosítható.

Abstract

Wind erosion has many bad effects like soil degradation, decrease in amount of yield and heath impairment due to increasing dust load. The aims of this paper are to calculate the wind erosion hazard and define the opportunities of wind erosion hazard decreasing. The sample site (48 km^2) is typical lowland in southern part of Hungarian Great Plain. Two models were created during our investigation: one of both is MezEr - model based on Borelli's article (Borelli et al., 1989) and the TEAM-model; the other model is the EEBW-model, which was based on DIN19706 German standard. As a result of wind erosion hazard map by EEBW-model, it can be claimed the wind erosion hazard mainly depends on the soil structure. The plants, which reduce wind erosion, were selected in the frame of plant cultivation map in order to diminish the wind erosion hazard to "low level". Finally, the shelterbelt density reducing soil specified wind erosion hazard was calculated with the help of the MezEr-model.

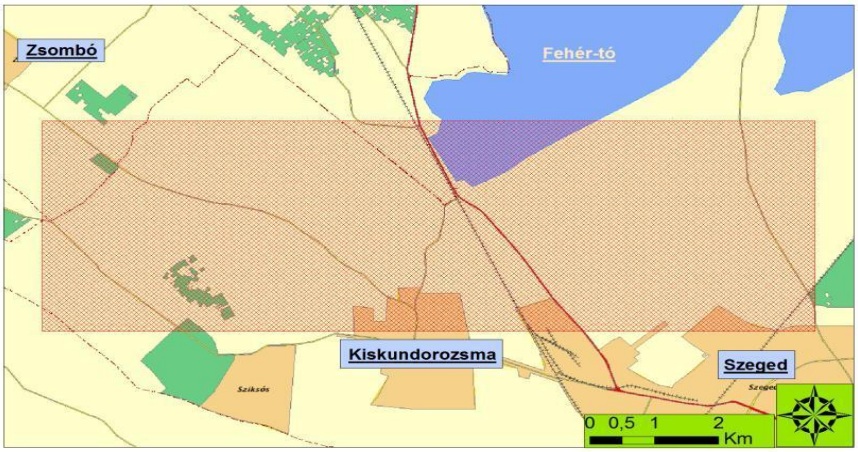
Bevezetés

A szélerózió hatása komplex, szerteágazó. Hatására az érintett szántóföld tápanyagtartalma csökken, ahol pedig a talajanyag csapdázódik , növényeknek fedésével okozhat termés kiesést. A szélerózió kihat az emberi

egészségre is, a megnövekedett porterhelés közvetlen veszélyt, légzőszervi megbetegedést okozhat. A szél által szállított por károsíthatja a műszaki készülékeket, gátolhatja a közlekedést, zavarhatja a mindennapi életet. A szélerózióból származó por túlnyomó többsége a szántóföldi területekről származik. A szántó területek defláció elleni védelmének megoldása már nagyon régen foglalkoztatja a gazdákat, s a kutatókat. A szélerózió elleni védelem két irányból közelíthető: az egyik, ha a védendő talajfelszínen végzünk beavatkozásokat, a másik, ha a védendő terület környezetét változtatjuk meg, ezzel csökkentve pl. a szél sebességét (Zentay, 1989). A talaj ellenállásának növelését el lehet érni öntözéssel, megfelelő talajműveléssel, vagy helyesen megválasztott növénykultúra telepítésével is (Zentay, 1989). A helyesen megválasztott növénytakaró nem csak a szélsebességet csökkenti, hanem akadályozza a szemcséket a mozgásban, ezzel is csökkentve a szélerózió kialakulását (Lóki, 2003). A környezeti paraméterek megváltoztatásával történő szélerózió veszélyeztetettség csökkentésére hatásos módszer a mezővédő erdősávok létesítése. Különböző fafajtákból álló erdősorokat telepítünk a szántók szél felöli oldalára, így csökkentve a szélsebességet. A futóhomok komoly problémákat okozott Magyarországon, megkötése, fásításának ötlete már a 18. században felmerült. Mezővédő erdősávokat elsőként 1827-ben Pusztavacs határában ültettek 56 km hosszan. Az erdősorok a dűlő utak mindkét oldalán futottak és merőlegesen tagolták fel a pusztavacsi puszta szántóit (Keresztesi, 1971). A mezővédő erdősávok, fasorok szélerózióicsökkentő hatásán túlmenően, a létrehozott kedvező mikroklíma pozitívan befolyásolja a termésátlagokat is. (Kort, 1988)

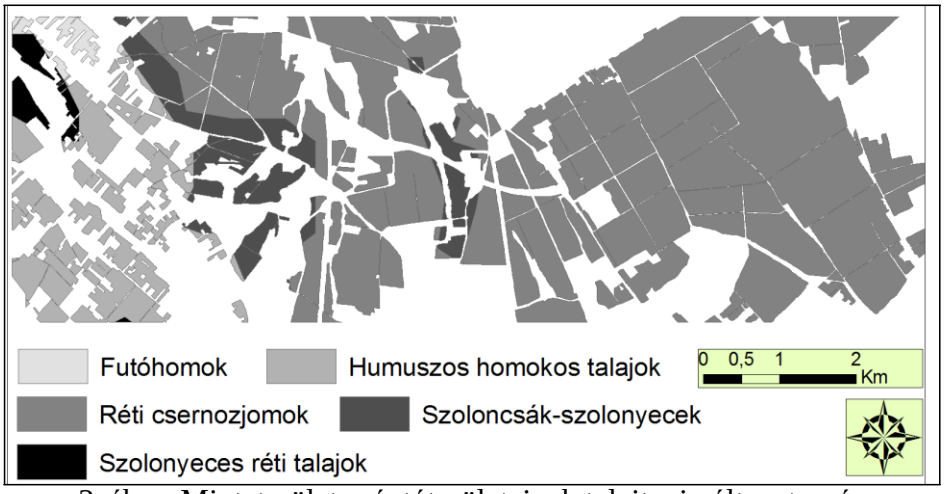
Vizsgálati anyag és módszer

Kutatási területünk Szegedtől ÉNy-i irányban helyezkedik el. Választásunk azért is esett erre a területre, mert az uralkodó szélirány ÉNy-i, így a szélerózióból származó porterhelés Szegedet is érinti (1. ábra). A terület defláció érzékenységének csökkentésével tehát csökkenteni lehetne a 168 000 fős város porterhelésének kockázatát is. Első lépésként Google-térképeket felhasználva aktuális területhasználati térképet hoztunk létre, hogy leválogassuk a deflációnak kitett területeket. A területhasználati térkép segítségével lehatároltuk a 48 km^2 nagyságú területen található szántóterületeket (27 km^2), mint defláció érzékeny, és az erdőket (5,1 km^2), mint a szélerózió ellen védő elemeket.



1. ábra: A mintaterület elhelyezkedése

Kutatásunk folyamán alkalmazott modellek bemeneti paraméterei közül a legfontosabbak a talajtani adatok, hiszen ez determinálja a szélerózió szembeni ellenállóság mértékét. A két modellkülönböző bemeneti talajadatokat igényelt. A MezEr-modellhez a t e r ü l e t talajtípusaira, az EEBW- modellhez pedig a talaj textúrájára volt szükség. A terület talajtípusait Agrotopográfiai térkép (1:100000) segítségével határoztuk meg. A talajtípusok közül leggyakoribb a réti csernozjom, mely a terület 77,4 %-án található. A humuszos homoktalaj a második (11,6 %), a szoloncsák szolonyec (8,0 %) talaj pedig a harmadik legnagyobb borítással bíró talajtípus. Ezeken felül a területen található még futóhomok (0,8 %) és szolonyeces réti talaj (1,4 %) is (2. ábra).



2. ábra: Mintaterület szántóterületeinek talajtani változatossága (Agrotopográfiai térkép alapján)

Az EEBW-modellhez használt széladatokat, az átlagszélsebességet és a szélirányt a Szegedi Meteorológiai állomás (WMO 12982) szinopszis adataiból határoztuk meg. A DIN 19706-os szabvány a 10 méter magasságban mért évi átlagos szélsebesség és szélirány adatokkal dolgozik, ezzel szemben mi csupán a márciusi és áprilisi átlagos adatokat használtuk fel. A szélsebesség és a szélirány meghatározásához az elmúlt 13 év adatait használtuk fel (2000-2012). A márciusi és áprilisi hónapok átlagos szélsebessége 10 méter magasságban 3,4 m/s és a leggyakoribb szélirány DK-i irányú volt (160°). Annak érdekében, hogy minél valóság hűbb adatokkal dolgozzunk, csak a vizsgált időszakhoz tartozó szélsebesség skála mediánjánál nagyobb (7 m/s) szélsebességgel rendelkező szélesemények szélirányait vettük figyelembe. A szűrt szélesemények leggyakoribb széliránya ÉNy-i volt (310°).
A MezEr-modell futtatásához a szinopszis adatok által meghatározott 310°-ot, mint legvalószínűbb szélirányt, valamint saját terepi méréseink által meghatározott szélsebesség értékeket használtuk. Terepi szélsebesség méréseket folytattunk 2011 tavaszán Apátfalva (60 km-re Szegedtől) térségében, mely során két méteres magasságban vizsgáltuk a perces átlag szélsebességet és a széllökések nagyságát.
Az erdősávok fontos elemei a defláció elleni védelemnek, hiszen szélárnyékot képeznek, mellyel csökkenthetik a talajfelszín feletti szélsebességet (Zhibao et al., 2007, Heisler, Dewalle 1988). Az erdősávok fontos tulajdonságai a porozitás (%) illetve a magasság (H). A mintaterületen található erdősávok felméréséhez Google-térképek mellett terepbejárást is használtunk.
A terepi bejárás során felmért erdősávokat magasságuk alapján négy osztályba soroltuk: magas-erdő (H=11,1 m); alacsony erdő (H=8,8 m) bokros-fás (H=4,7 m); nádas-bokros (H=2,5 m). A mintaterületen található erdősávok porozitását0%-nak mértük.
A MezEr-modell egyik igen fontos bemeneti paramétere a mezővédő fasor és annak a deflációt befolyásoló tulajdonságai, mint pl. a porozitás és a famagassága. A modellben használatos mezővédő fasornak a jegenyenyarat (*Populus nigra Italica)* választottuk. A választásunk azért esett a jegenyenyárra, mert számos e lőnyös tulajdonsága van, mint pl. a gyors növekedés és a keskeny, magas termet. A fasor tulajdonságait terepi felméréssel határoztuk meg. A méréseket 2011 tavaszán végeztük Tiszaföldvár határában, egysoros jegenyenyár fasorokon. A vizsgálathoz mintegy 2 km hosszúságú fasort mértünk fel. A fasorokat lefényképeztük és a fényképek segítségével határoztuk meg az optikai porozitási és magassági értékeit. Az optikai porozitás értéke eltérő lehet a valós porozitási értéktől, de mivel igen keskeny fasorról van szó, így az optikai porozitást tekintettük a valós porozitási értéknek (Meroer, 2009). A fényképek elemzésével megállapítottuk, hogy a jegenyenyár fasorok átlagmagassága 19,5 méter és 65 %-os az átlag porozitási értéke március-április hónapban.

Talajtípus	Erodálhatósági kategória	Kritikus indítósebesség (m/s)
Humuszos homoktalajok	I.	6,5
Futóhomok		
Réti csernozjom	II.	9,4
Szolonyeces réti talajok	III.	9,6
Szoloncsák szolonyecek		

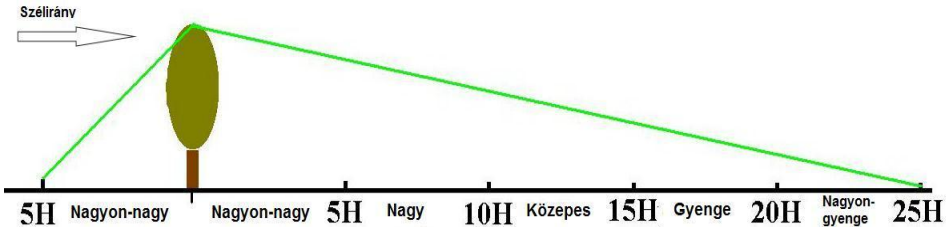
1. táblázat: A mintaterületen található talajtípusok kritikus indítósebességei
(Lóki et al., 2005, Négyesi, Pálfai, 2008, Farsang et l,. 2011 alapján)

A MezEr-modell igen fontos bemeneti paramétere a különböző fajta talajokhoz tartozó kritikus indítósebesség. A mintaterület talajait csoportosítottuk erodálhatóságuk szerint, mely csoportokra jellemző kritikus indító sebességeket az 1. táblázat tartalmazza.

Vizsgálati eredménynek bemutatása és értékelése

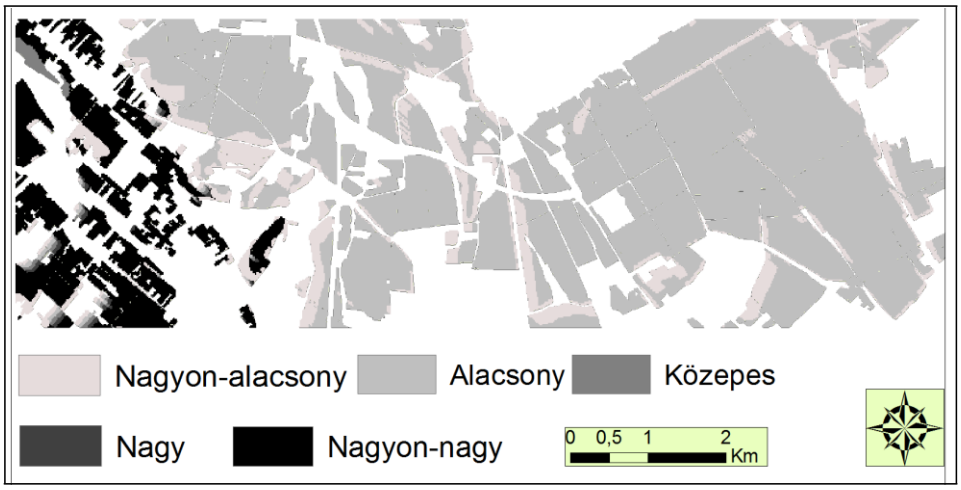
EEBW-modell

Az EEBW-modell a DIN-19706-os (Ermitlung der Erosiongefahrdung von Böden durch Wind) német szabványon alapszik. Bemeneti paraméterei: a talajok fizikai félesége, humusztartalma, továbbá a területhez tartozó 10 méter magasságban mért évi átlagos szélsebesség és leggyakoribb szélirány. Számításba veszi a mezővédő erdősávok védőhatását is (3. ábra). A modell egy többlépcsős rendszeren alapszik, ami lépésről lépésre osztályozza, majd hat különböző osztályba (Nincs-, Nagyon-kicsi-, Kicsi-, Közepes-, Nagy-, és Nagyon-nagy a szélerózió veszélyeztetettség) sorolja a terület szélerózió veszélyeztetettségi fokát (DIN 19706).



3. ábra: Erdősávok szélerózió veszélyeztetettség csökkentő hatása az EEBW-modellben

Az EEBW-modell segítségével becslést adtunk a mintaterület potenciális szélerózió veszélyeztetettségére (4. ábra). A potenciális szélerózió veszélyeztetettséget a március, április hónapokra, fedetlen talajfelszínre és az erdősávok védőhatásának figyelembe vételével számoltuk ki. A mintaterület 12,2%-a esik a „Nagyon-nagy”- illetve 0,3 %-a „Nagy”-, 0,7%-a Közepes”-, 73,7%-a az „Alacsony”-, 6,3%-a a „Nagyon-alacsony” szélerózió veszélyeztetettségi kategóriába. A területnek csupán 6,3%-a „nem szélerózió veszélyes”. A szélerózió veszélyeztetettségi eredménytérképet összevetve a talajtani térképpel, egyértelmű az összefüggés. Az Alacsony-szélerózió veszélyeztetettségi kategória oka a területen uralkodó vályogos talajtípus. A Nagyon-nagy szélerózió veszélyeztetettségi kategóriába eső területek pedig megegyeznek a homokterületek elhelyezkedésével. Egyedüli módosító tényező az erdősávok védőhatása, melyek hatása kis területekre terjed ki.
Az EEBW-modell segítségével meghatároztuk a területek szélerózió veszélyeztetettségi szintjének csökkentéséhez szükséges növénytermesztési rendet (2. táblázat). A modellezés eredményeként kapott növénycsoport termesztési beosztás segítségével (A, B, C, D) az adott terület szélerózió veszélyeztetettségi értéke az Alacsony-kategóriába módosítható (DIN



4. ábra: A mintaterület szélerózió veszélyeztetettségi térképe EEBW-modell alapján

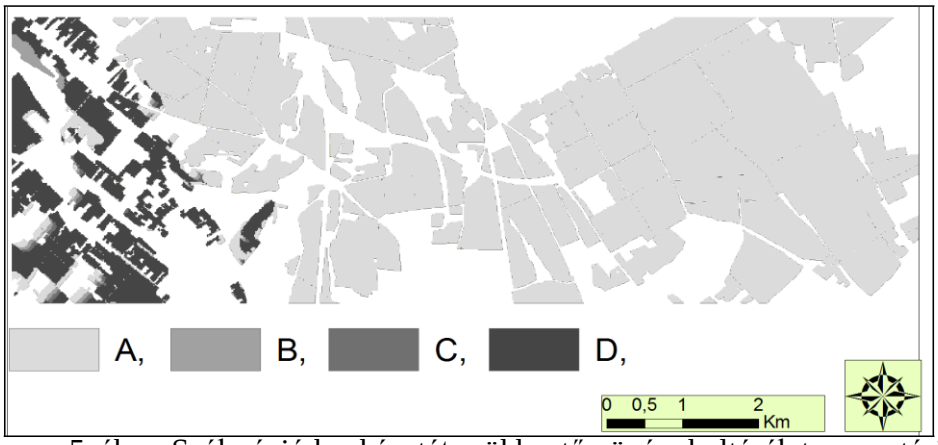
19706.). A növénycsoportokat annak tükrében válogattuk össze, hogy a bennük található növénykultúrák milyen hatékonysággal képesek védeni a talajfelszínt a deflációval szemben. Az alkalmazott növénycsoportok közül a takarmánynövényeknek a legnagyobb, a kukoricának és a hüvelyeseknek pedig a legkisebb a defláció szembeni védelemben betöltött szerepe. A 2. táblázatban látható, hogy az A- területen a legszabadabb, a D-területeken pedig a

legkorlátozottabb a növénytermesztés a defláció elleni védelem szempontjából.

Terület	Takarmány-növények	Őszi búza	Nyári gabonák	Kukorica, Hüvelyesek
A	+	+	+	+
B	+	+	+	
C	+	+		
D	+			

2. táblázat: A területekhez tartozó szélerózió veszélyeztetettséget csökkentő kultúrnövény fajták, a DIN 19706 szabvány alapján (a pluszjelek jelzik, hogy mely növénykultúra csoportok tartoznak az adott növény csoporthoz)

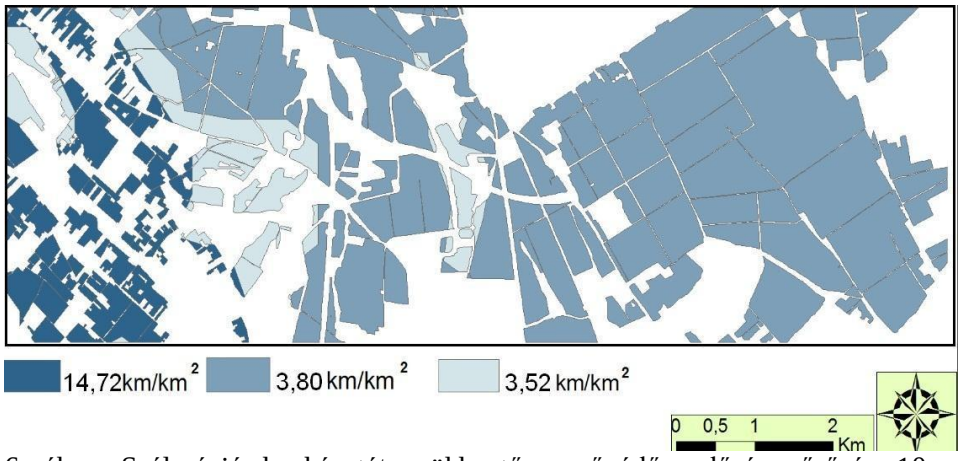
Az 5. ábrán a szélerózió kockázatát csökkentő növénycsoportok termesztési térképe látható. A terület legnagyobb részén (86,7%) szabadon gazdálkodhatnak a tulajdonosok anélkül, hogy a szélerózió veszélyeztetettség kilépne az alacsony kategóriából. A terület többi részén viszont már bizonyos növények ültetésével növelnék a defláció kockázatát. A gazdák a terület 0,7%-án termeszthetnének bármit, a kukorica és a hüvelyesek kivételével. Ezen felül a terület 0,3 %-án korlátozható a nyári gabona termesztése, míg a terület 12,2%-án lehetne csupán takarmánynövényeket termeszteni, mely részek dominánsan a homok területekre esnek.



5. ábra: Szélerózió kockázatát csökkentő növénykultúrák termesztési térképe
EEBW-modell alapján

Mezer-modell

A MezEr-modell felépítése Borelli munkásságán (Borelli et al., 1989) és a TEAM-modellen (The Texas Tech Wind Erosion Analysis Model) alapszik (Gregory et al., 2004). A MezEr-modell segítségével ki lehet számolni egy adott területre azt a mezővédő erdősáv sűrűséget, mely megszünteti adott szélsebességen a szélerózió kockázatát. A modell figyelembe veszi a terület talajtípusához tartozó kritikus indítósebességet, a területet érintő jellemző szélsebességet, a mezővédő fasor porozitását, magasságát és irányultságát. A mezővédő erdősáv sűrűség alatt azt értjük, hogy hány km-nyi fasor szükségeltetik 1 km^2-nyi terület védelméhez azon feltevésben, hogy a fasorok a szélirányra merőlegesen állnak. A modellben használatos mezővédő fasornak a már korábban leírt jegenyenyarat választottuk. A három különböző szélsebességre (20-, 25-, 30 m/s) kiszámolt eredmények alapján létrehoztunk három eredménytérképet, melyek közül a 6. ábrán látható a 30 m/s-os szélsebességre kiszámolt mezővédő fasor sűrűség térkép. Az ábrán látható, hogy e szélsebesség esetén már az egész területen szükséges a szélerózió elleni védelem. A korábban meghatározott három erodálhatósági osztálynak megfelelően itt is három különböző mezővédő erdősáv sűrűségű területet lehet megkülönböztetni. Az I. erodálhatósági osztályba tartozó területeken (2,5 km^2) 14,72 km/km^2, a II. erodálhatósági osztályba tartozó területeken (21,2 km^2) 3,8 km/km^2 és a III. erodálhatósági osztályba tartozó területeken (2,4 km^2) pedig 3,52 km/km^2 mezővédő erdősáv sűrűség szükséges a defláció kialakulásának megakadályozására.



6. ábra: Szélerózió kockázatát csökkentő mezővédő erdősáv sűrűség 10m magasságban mért 30m/s-os szélsebesség esetén, MezEr-modell alapján.

Összegzés

A kutatásunk során felépítettük a MezEr- és az EEBW-modellt a szélerózió veszélyeztetettség becslésére és annak csökkentési lehetőségeinek vizsgálatára. Az EEBW-modell alapján meghatároztuk, hogy a mintaterület 12,2%-a esik a Nagyon-nagy- illetve 0,3 %-a Nagy-, 0,7%-a Közepes-, 73,7%-a az Alacsony-, 6,3%-a Nagyon-alacsony szélerózió veszélyeztetettségi kategóriába. A területnek csupán 6,3%-a nem szélerózió veszélyes. Az EEBW-modellt használtuk az optimális kultúrnövény termesztési térkép megalkotásához, mely segítségével csökkenteni lehet az adott terület szélerózió veszélyeztetettségi értékét. A modell eredményeként kiderült, hogy a terület86,7 %-án bármely kultúrnövény termeszthető a szélerózió kockázat növelése nélkül. Azonban a területnek 12,2%-án csupán takarmánynövényeket lehetne termeszteni. A MezEr-modell segítségével meghatároztuk a szélerózió veszélyeztetettség csökkentéséhez szükséges mezővédő fasor (egysoros, jegenyenyár) sűrűséget. Megállapítottuk, hogy 10 méter magasságban mért 30 m/s-os szélsebességgel szemben a homokterületeken legalább 14,72 km/km^2 sűrűségű mezővédő fasor szükséges annak érdekében, hogy a szélerózió kockázata minimális legyen. Ugyanezzel a szélsebességgel szemben a csernozjom talajt 3,8 km/km^2 a szolonyeces talajt pedig 3,52 km/km^2 sűrűségű mezővédő fasor védi meg.

Kutatásunkat az OTKA K73093, valamint a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005 azonosító számú projektek támogatták.

Irodalom

BORELLI, J., GREGORY, J. M., ABTEW, W., 1989. Wind Barriers: A Reevaluation of Height, Spacing, and Porosity. Transactions of the ASAE, Vol. 32. No.
6. 2023-2027

CHEN, Z., CUI, H., WU, P., ZHAO, Y., SUN, Y., 2010. Study on the optimal intercropping width to control wind erosion in North China. Soil & Tillage Research 110. 230–235

DIN 19706 (Ermitlung der Erosiongefarhdung von Böden durch Wind)

FARSANG, A., SZATMÁRI, J., NÉGYESI, G., BARTUS, M., BARTA, K., 2011. Csernozjom talajok szélerózió okozta tápanyag-áthalmozódásának becslése

szélcsatorna-kísérletekkel. Agrokémia és Talajtan Vol. 60. 1. szám 87-102
GREGORY, J. M., WILSON, G. R., SINGH, U. B., DARWISH, M. M., 2004.

TEAM: integrated, process-based wind-erosion model. Environmental Modelling & Software 19. 205–215

HEISLER, G. M., DEWALLE, D.R., 1988. Effects of Windbreak Structure on
Wind Flow. Agriculture, Ecosystems and Environment, 22/23. 41-69
KERESZTESI B. 1971. Magyar Erdők. Akadémiai Kiadó, Budapest.

KORT, J., 1988. Benefits of Windreaks to Field and Forage Crops. Agriculture, Ecosystems and Environment, 22/23. 165-190

LÓKI, J., 2003. A növényzet szélerózió elleni védőhatásának vizsgálata szélcsatornában, Környezetvédelmi mozaikok, Debrecen 291-306

LÓKI, J., RAJKAI, K., CZYZ, E. A., DEXTER, A.R., DIAZ-PEREIRA, E., DUMITRIU, E., ENACHE, R., FLIEGE, H., HORN, R., DE LA ROSA, D., SIMOTA, C., 2005. SIDASS project: Part4. Wind erodibility of cultivated soils in north-east Hungary, Soil and Tillage Research Volume 82, Issue 1. 39-46

NÉGYESI, G. és PÁLFAI, A. 2008. Szélerózió veszélyeztetettség vizsgálata Hajdúháti mintaterületen Geographia generalis et specialis. Tanulmányok a Kádár László születésének 100. évfordulóján rendezett tudományos konferenciára. 2008. pp. 107-114.

MEROER, G. N. , 2009. Modelling to determine the optimal porosity of shelterbelts for the capture of agricultural spray drift. Environmental Modelling & Software 24. 1349–1352.

ZENTAY, T., szerk., 1989. A szélerózió elleni védekezés lehetőségeinek módszereinek feltárása Csongrád-megye homokterületein. Magyar Tudományos Akadémia Szegedi Akadémiai Bizottságának Kiadványai, Szeged.

ZHIBAO, D., WANYIN, L., GUANGQIANG, Q., HONGT AO, W., 2007. A wind tunnel simulation of the mean velocity fields behind upright porous fences. Agricultural and Forest Meterology 146. 82-93.