

Az erodálhatósági faktor (EF) alkalmazásának lehetőségei nyírségi talajok példáján

NÉGYESI Gábor

Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Debrecen
(Beérkezett: 2018. február 6.; elfogadva: 2018. november 12.)

Bevezetés

A szélerózió nagyon fontos talajdegradációs folyamat, amely nemcsak a talaj tulajdonságaira, hanem a környezetre is negatív hatást gyakorol, beleértve az ember egészségi állapotát is. Ezért fontos hangsúlyozni, hogy a talajaink szélerózió-veszélyeztetettsége nemcsak talajvédelmi probléma, hanem komoly gazdasági (tápanyag-veszteség), környezetvédelmi (a szél a talaj szemcséin megkötődő kemikáliákat is szállítja) és egészségügyi kockázatokat (pl. légúti megbetegedések) is hordoz.

A szélerózió által okozott talajveszteség és a talajfelszín tulajdonságai közötti összefüggéseket (talajfelszínt alkotó aggregátumok mérete, növényborítottság, talajfelszín érdessége) az 1950-es években végzett szélcsatorna kísérletekkel alapozták meg (CHEPIL & WOODRUFF, 1954). Szélcsatornában végzett kísérletek alapján CHEPIL (1950) megfigyelte, hogy a 0,84 mm-nél nagyobb aggregátumokat a szél már nehezen mozdtítja meg, így ezeknek a talajokban lévő aránya kulcsszerepet játszik a talajok széllel szembeni ellenálló képességének a becslésében. A 0,84 mm-nél kisebb átmérőjű aggregátumok százalékos mennyiségét nevezik erodálhatósági faktornak (EF) és a különböző széleróziós modellekben (Wind Erosion Equation: WOODRUFF & SIDDOWAY, 1965; Revised Wind Erosion Equation: FRYREAR et al., 2000) ez a paraméter reprezentálja a talajerodálhatósági indexet is.

A nem erodálható méretű aggregátumok különböző folyamatok hatására (talajművelés, fagyás, szélmarás) könnyen átalakulhatnak a szél által szállítható méretűvé. Az EF-index értékét számos tényező befolyásolja: az éghajlat rövid- és hosszútávú ingadozásai (MERRILL et al., 1999), az évszakos időjárás változás (SKIDMORE et al., 1986), az alkalmazott műveléstechnológia (HEVIA et al., 2007), a talaj nedvességtartalma (WAGNER et al., 1992). A talaj tulajdonságai közül a szervesanyag- és az agyagtartalom mennyisége és minősége töltik be a legfontosabb szerepet, mivel ezek összetapasztják az apróbb szemcséket és ezáltal növelik a talajok aggregátum képzési hajlandóságát (FRYREAR et al., 1994, SKIDMORE & LAYTON, 1992, ZOBECK et al., 1991). A talajtani szakirodalom alapján a humuszminőség is fontos szerepet játszik az aggregátumok stabilitásában – bár a kérdés megítélése a különböző szerzőknél eléggé ellentétes irányú – (AMÉZKETA, 1999). Szerepét a széleróziós szempontú vizsgálatokban mindeddig elhanyagolták, vélhetően azért, mert a többi talajtulajdonságot meghatározóbbnak tartják ebben a kérdéskörben.

A talajművelés közvetlenül (a durva aggregátumok összetérésével, felaprózásával) és közvetve (a szervesanyag-tartalom csökkentésével) gyakorol hatást az EF-értékére (SIX et al., 1998; WRIGHT & HONS, 2004). LÓPEZ és munkatársai (2001) nagy mésztartalmú talajokon (CaCO_3 -tartalom $\sim 600 \text{ g kg}^{-1}$) végzett méréseik során azt találták, hogy a talajművelés nagyobb hatást gyakorolt az EF-értékre, mint a talaj fizikai tulajdonságai, mégpedig oly módon, hogy a legkisebb EF-értékeket a „no tillage” elv alapján művelt talajoknál mérték, a legnagyobbat pedig a hagyományos módon művelt talajoknál. GUO et al. és munkatársai, (2015) hagyományos és talajkímélő művelés, legeltetés valamint bolygatatlan mezővédő erdősáv talaj aggregátumain vizsgálták az EF-index értékét. Elemzéseik során megállapították, hogy az EF-index értéke az állati taposással bolygatott legelőn volt a legnagyobb, míg a bolygatatlan talajú erdősávban a legkisebb. Az EF-talajművelés kapcsolatban a talajok textúrájának és szervesanyag tartalmának is fontos szerepe van, mivel a több agyagot, iszapot és szerves anyagot tartalmazó talajok stabilabb aggregátumokat képeznek. Ezek jobban ellenállnak a szélerózióknak, emiatt a különböző talajművelési módok nem okoznak különbséget a talajok erodálható méretű aggregátumainak mennyiségi eloszlásában (COLAZO & BUSCHIAZZO, 2010). A talajművelés hatására bekövetkező aggregátum méretváltozásban fontos szerepe van a talajok nedvességtartalmának is (WAGNER & DING, 1994).

Az EF-index értékének meghatározására általánosan használt módszer a száraz szítálás, amelyhez rotációs szítát használnak (CHEPIL, 1962). Ez az eszköz azt szimulálja, hogy a talajaggregátumok hogyan esnek szét apróbb szemcsékre a szél által mozgatott talajszemcsék becsapódásának hatására. Mivel a rotációs szita a kereskedelembe nehezen hozzáférhető, ezért az EF-index értékének meghatározására különböző alternatív megoldásokat fejlesztettek ki. TOOGOOD (1978) hagyományos szitasorokat alkalmazott a talajaggregátumok száraz szítálásához. BUSCHIAZZO és munkatársai (2004) úgy módosították TOOGOOD módszerét, hogy az szemi-arid környezetben előforduló talajok esetén is alkalmazható legyen. LÓPEZ és munkatársai (2001) szintén hagyományos szítával határozták meg az EF-index értékét és arra a következtetésre jutottak, hogy az jó alternatívája a rotációs szítának. Az erodálhatósági faktor értéke statisztikai úton, becsléssel is meghatározható: FRYREAR és munkatársai (1994) többszörös regresszió analízissel kidolgoztak egy egyenletet, amelyben a homok-, iszap-, agyag-, szervesanyag- és kalcium-karbonát tartalom függvényében határozták meg az EF-index értékét. Ennek során kimutatták, hogy az egyenletet korlátozásokkal lehet használni és – mivel kifejezetten az Egyesült Államok talajain tesztelték – más területeken való alkalmazhatóságát vizsgálat alá kell vetni. Az egyenlet európai talajokon történő tesztelését LÓPEZ és munkatársai (2007) végezték el és megállapították, hogy az általuk vizsgált különböző textúrájú, hagyományos és kímélő művelés alá vont talajok esetén nem alkalmazható, emiatt kidolgozták az egyenlet módosított formáját. Mindezek ellenére napjainkban is meglehetősen gyakran használják a különböző széleróziós modellek kidolgozása során a talajok erodálhatóságának becslésére – gyakran mindenfajta ellenőrzés nélkül (YOUSSEF et al., 2012; BORELLI et al., 2014; DU et al., 2015).

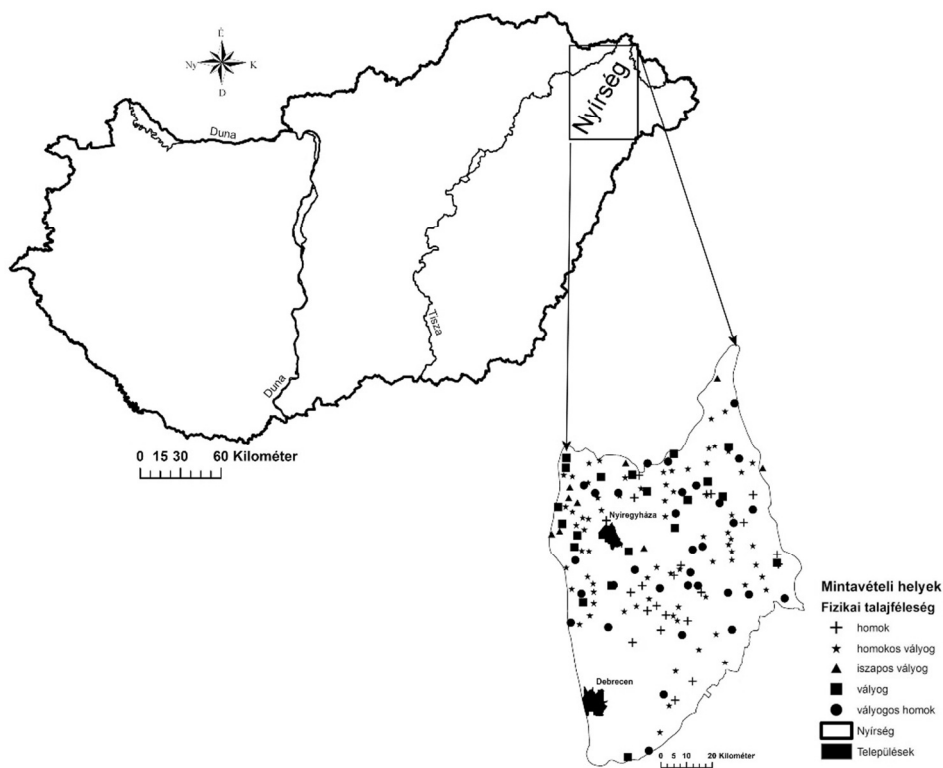
Hazánkban a szélerózió mechanizmusával, annak hatásával és következményeivel foglalkozó kutatások napjainkban is folynak (FARSANG et al., 2017; PÁSZTOR et al., 2016), de az EF-index széleróziós szempontú vizsgálata mindmáig nem történt meg. E paraméter ismerete lehetővé tenné azt is, hogy szélszélű vagy terepi mérések hiányában jellemezzük a talajok szélerózióval szembeni ellenállását.

A futóhomokkal borított területek az ország területének kb. 10%-át teszik ki (kb. 10 000 km²). Ezek közül az egyik legjelentősebb –területi kiterjedése miatt is – a Nyírség, ahol nagyterjedésű szántóföldek találhatók és a mezőgazdaság napjainkban is az ott élő lakosság egyik fő bevételi forrását jelenti. Emiatt fontos a talaj szélerózióval szembeni ellenálló képességének számszerűsítése. A tanulmány célja az EF-index értékének a meghatározása a terület különböző talajtípusain; megvizsgálni, hogy a FRYREAR és munkatársai (1994) által felállított egyenlet mennyire alkalmas az EF-index értékének becslésére; továbbá az erodálhatósági faktor, valamint a talajtulajdonságok közötti összefüggések feltárása.

Anyag és módszer

A mintaterület bemutatása

A Nyírség Magyarország északkeleti részén található, 5000 km² területű tájegység (1. ábra). A negyedidőszak végén, a holocén elején képződött hordalékkúp síkság, melynek formakincsét a Kárpátok felől érkező folyók által lerakott hordalékból a főként északkeleti irányú szelek alakították ki (BORSY, 1991). A terület éghajlata meleg, mérsékelt nedves éghajlatú, az évi középhőmérséklet 9-10 °C, az évi csapadékmennyiség 550-650 mm. Ugyanakkor a terület időnként aszályra hajlamos, ekkor a csapadék évi mennyisége nem éri el a 400 mm-t sem. Az uralkodó szélirány ÉK-i (BERÉNYI, 1950). A terület talajai homokos és homokos vályog, valamint vályog textúrájúak. A homokos vályog és vályog textúrájú talajok a buckaközi mélyedésekben, a deflációs mélyedésekben és a laposokban alakultak ki, ahová a buckák anyagának a finomabb része lemosódik és ahol a talajvízszint a felszínhez közel helyezkedik el, hatást gyakorolva a talajképződési folyamatokra (STEFANOVITS, 1996; KISS, 1997). A jellemző területhasználati formák a szántóföldek és az erdők. A szántóföldeken döntően őszi vetésű gabonafélék és kukorica terem, ezért a tavaszi időszak során a nagy kiterjedésű, csupasz vagy alacsony növényfedettségű területek - tekintve, hogy a legnagyobb sebességű szelek is ekkor fújnak – komoly széleróziós károkat szenvednek el (LÓKI, 1985).



1. ábra
A mintavételi helyek térképe

Terepi mintavétel

A jelenlegi éghajlati körülmények között hazánkban a szélerózió csak antropogén hatásra (szántás, tárcsázás, stb.), elsősorban a tavaszi hónapokban következik be. Ezért a terepen egyrészt a szedimentológiai, másrészt a szitálásos vizsgálatokhoz a különböző fizikai talajfélésekből, a felső szántott rétegből (0–5 cm) 150 talajmintát gyűjtöttünk be. A helyszínek kiválasztásánál a talajok USDA (USA Talajtani Szolgálata) osztályozás (SOIL SURVEY STAFF, 1951) szerinti textúráját vettük figyelembe, valamint fontos szempont volt az is, hogy egy talajtextúra-osztályba lehetőleg több minta tartozzon és ezáltal az azonos osztályba tartozó talajminták különbségei összehasonlíthatóak legyenek.

Laboratóriumi vizsgálatok

A laboratóriumi vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Fizikai Földrajzi laboratóriumában végeztük. A begyűjtött talajmintáknak meghatároztuk a mechanikai összetételét, CaCO_3 - és humusztartalmát. A szemcseösszetételt

szítással és iszapolással (Köhn-pipetta) határoztuk meg (KÖHN, 1929). A CaCO_3 -tartalom meghatározásához Scheibler készüléket használtunk (TATZBER et al., 2007). A humusztartalom mérése Tyurin-módszerrel történt (ZBORAY & SZALAI, 2012). A kísérletekhez felhasznált talajmintákat az USDA által kidolgozott textúraminősítés osztályaiba soroltuk be, mely szerint a homok frakcióba a 2-0,05, az iszap frakcióba a 0,05-0,002, az agyag frakcióba pedig a $<0,002$ mm átmérőjű szemcsék tartoznak (SOIL SURVEY STAFF, 1951).

Az aggregátumok méret szerinti eloszlását egy Endecott Minor 200 típusú szitarázógéppel határoztuk meg, amelyre egy öt részből álló szitasorozatot helyeztünk az alábbi lyukátmérőjű szitákkal: 20, 6, 2, 0,84 és 0,42 mm. A mérésekhez használt megfelelő időtartamok kiválasztása érdekében több időtartammal is kísérleteket végeztünk és a talajok szerkezetének figyelembevételével 3 perc időtartamot és 1,6 mm-es amplitúdót választottunk minden egyes talajnál. A mérések során három ismétlést végeztünk és minden esetben 150 g talajmintát használtunk.

Az EF-index értékét százalékban határoztuk meg, 0,84 mm-nél kisebb átmérőjű aggregátumok és a talaj teljes tömegének hányadosaként:

$$EF = \frac{(W < 0,84)}{TW} \times 100 \quad (1)$$

ahol EF az erodálhatósági faktor, ($W < 0,84$) a 0,84 mm-nél kisebb átmérőjű aggregátumok, TW pedig a minta teljes tömege gramm mértékegységben megadva.

Ezzel párhuzamosan az EF-index értékét a FRYREAR és munkatársai (1994) által kidolgozott egyenlet segítségével is meghatároztuk:

$$EF = \frac{29,09 + 0,31 \cdot H (\%) + 0,17 \cdot I (\%) + 0,33 \cdot \frac{H (\%)}{A (\%)} - 2,59 \cdot SZA (\%) - 0,95 \cdot \text{CaCO}_3 (\%)}{100} \quad (2)$$

ahol H a minták homok-, I a minták iszap-, A minták agyag-, SZA pedig a minták szervesanyag tartalma.

Statistikai elemzések

Mivel a vizsgált talajtulajdonságok a Shapiro-Wilks teszt alapján nem mutattak normál eloszlást, ezért az adatbázis normalitásának javítása érdekében különböző transzformációt hajtottunk végre (EF: érték square root, homok: $\lg 10$, iszap: square root, agyag: $\lg 10$, CaCO_3 -tartalom: $\lg 10$, szervesanyag-tartalom: $\lg 10$). A transzformációk kiválasztásának szempontja minden esetben a normalitás javításának sikeressége volt. A talajminták tulajdonságai, valamint a mért EF-index értékek közötti kapcsolatok feltárása érdekében korreláció (Pearson korrelációs együttható) analízist végeztünk.

Az (1)-es és a (2)-es egyenlet megbízhatóságának számszerűsítése érdekében az abszolút relatív hibát használtuk így a mért és az egyenlettel becsült EF-index értékek közötti különbség meghatározhatóvá vált:

$$ARH = \left(\frac{R_i - P_i}{R_i} \right) \times 100 \quad (3)$$

ahol ARH az abszolút relatív hiba, R_i a mért EF-index, P_i pedig az egyenlettel meghatározott EF-index (GUO et al., 2017).

Eredmények

A szedimentológiai vizsgálatok eredményei

A 1. táblázat adataiból látható, hogy a vizsgált minták többsége a homokos textúrájú talajok közé tartozik, de ez – figyelembe véve a Nyírség hordalékkúp eredetét – nem meglepő. Ezekben a szél által legkönnyebben mozgítható 0,1 mm átmérőjű apró homok szemcsék dominálnak. Szerves anyag- és mésztartalmuk (egy-két kivételtől eltekintve) alacsony. Finomabb textúrájú talajokkal leginkább a buckaközi mélyedésekben, illetve a tagolatlanabb sík felszíneken és az egykori folyásirányokat jelző elhagyott medrekben találkozhatunk. Szemcseösszetételükben a homokkal szemben az iszap kerül túlsúlyba, az agyagtartalom pedig nem haladja meg a 15%-ot, ugyanakkor mind a CaCO_3 -, mind pedig a szervesanyag-tartalom nagyobb, mint a szerkezetnélküli homoktalajok esetében.

1. táblázat

A szedimentológiai vizsgálatok eredményei az egyes textúra-osztályokban

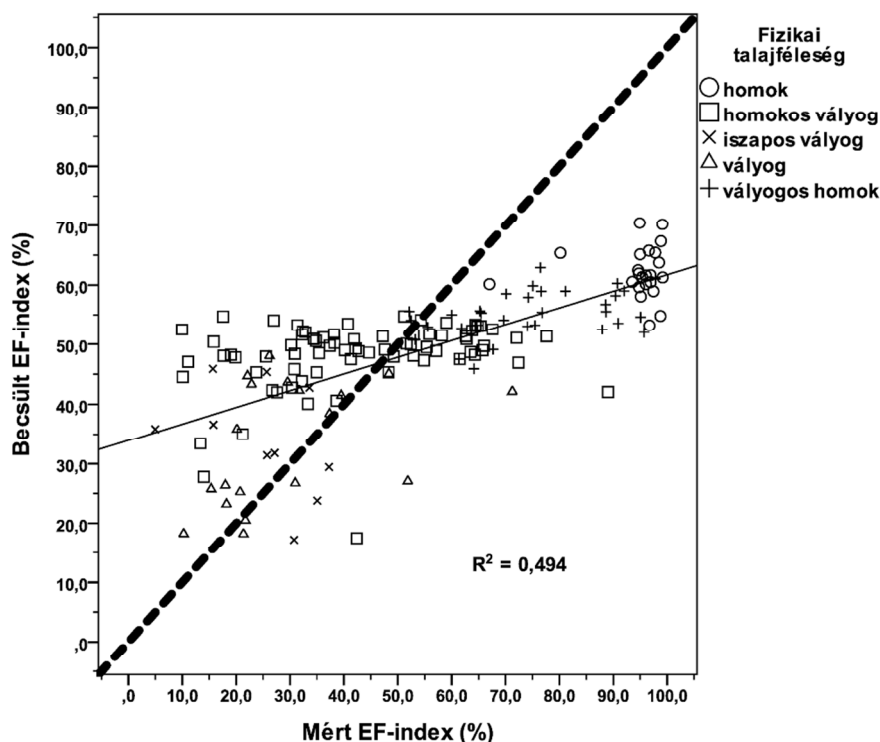
	Textúra osztályok (USDA) (1)				
	homok (2)	vályogos homok (3)	homokos vályog (4)	vályog (5)	iszapos vályog (6)
Homok (%) (a)	89,8±1,7	81,4±3,2	67±6,9	46,3±4,9	29,1±7,5
Iszap (%) (b)	7±1,7	14,1±3	25,2,2±6,2	41±4,6	58,8±5,3
Agyag (%) (c)	3,2±0,8	4,5±1	7,8±2	12,7±2,5	12,2±4,1
Szervesanyag (%) (d)	1,5±1,1	2±1,1	1,8±0,7	3,3±1,7	3,7±2,6
CaCO_3 (%) (e)	2,1±1,3	2,9±1,6	4,5±4	9,3±7	5,5±4

A szitarázóval mért EF-index vizsgálatának eredményei

A szitarázó géppel meghatározott EF-index értéke 9,2 és 99,1% között változott. Shiyaty (1982) erodálhatósági osztályozását figyelembe véve, a vizsgált talajok 52%-a tartozott az erősen erodálható ($\text{EF} > 50\%$), 7%-a a közepesen ($40 < \text{EF} < 50$), 41% pedig a gyengén erodálható kategóriába ($\text{EF} < 40\%$). A

talajminták textúra osztály szerinti csoportosításában ez azt jelenti, hogy a homok és vályogos homok textúrájú talajok az erősen, a vályog és iszapos vályog textúrájú talajok a gyengén erodálható kategóriába sorolhatók, a homokos vályog textúrájú talajok pedig mindhárom erodálhatósági kategóriában előfordultak.

Az EF- index értékeinek három ismétlés alapján számolt varianciája azt mutatja, hogy a módszer megbízhatóan használható. A variációs koefficiens (CV) átlagértéke 12% volt, míg a terjedelme 0-57% között változott, úgy, hogy az EF-indexből számolt variációs koefficiens értéke az esetek 60 %-ban kevesebb volt, mint 15%. FRYREAR és munkatársai (1994) amerikai talajokon végzett méréseik során az EF-index értékeinek variációs koefficiense 8-65% között változott; ugyanakkor a CV értéke a minták több mint 50 %-ánál meghaladta a 30 %-ot és csak 9%-uknál volt kevesebb, mint 15%. LÓPEZ és munkatársai (2007) 27 talajmintán elvégzett vizsgálatuk során az általunk mért értékekhez nagyon hasonló CV értékeket kaptak: az átlagérték 20%, a terjedelem pedig 1,4-55 % között változott, az értékek több mint fele 15% alatt volt. A variációs koefficiens értékei azt mutatják, hogy a mintázási és szítási eljárás megismételhető és megbízható eredményeket ad.



2. ábra

A mért és a FRYREAR et al., (1994) módszerével becsült EF-index közötti kapcsolat

Az EF-index értékét becslő egyenlet alkalmazhatóságának vizsgálata a vizsgált talajminták esetében

A mért és a FRYREAR és munkatársai (1994) által kidolgozott egyenlettel becsült EF-index értékei közötti kapcsolatot a 2. ábra mutatja be. Jól látható, hogy az általunk vizsgált talajokon – az eddigi mérések alapján – ez az egyenlet nem alkalmazható az EF-index becslésére. Erre a két görbe közötti illeszkedés hiányából, valamint az abszolút relatív hiba értékeiből következtethetünk. Homok és vályogos homok textúrájú talajoknál a képlet alábecsüli, vályog textúrájú talajoknál pedig túlbecsüli az EF-index értékeit. Homokos vályog textúrájú talajoknál kb. fele-fele arányban történik fölé- és alábecslés, ugyanakkor itt van néhány extrémén kiugró érték is, ahol a relatív abszolút hiba értéke több százszoros nagyságrendű (2. táblázat). Ennek magyarázatát valószínűleg a talajművelésben lévő különbségekben kell keresni, mivel a szemcseösszetételben, a CaCO_3 és humusztartalomban nincsenek kiugró eltérések a textúra osztály többi tagjához képest.

2. táblázat

A mért és a becsült EF-indexek közötti abszolút relatív hiba értéke

Abszolút relatív hiba (%) (1)				
Textúra osztályok (USDA) (2)	maximum (3)	minimum (4)	átlag (5)	szórás (6)
homok (a)	45	10,2	33,8	7,6
vályogos homok (b)	45,7	-6,6	24,1	13,2
homokos vályog (c)	58,8	-427,9	-57,8	112,9
vályog (d)	47,8	-102,2	-29,2	45,5
iszapos vályog (e)	43,9	-192,5	-41,2	79,1

A mért és a becsült EF-index különbségeinek okaira a talajtulajdonságokban, illetve az alkalmazott talajművelési módszerekben lévő különbségek adhatják meg a választ. Egyrészt az általunk vizsgált talajok több, mint a fele (a Nyírség sajátosságaiból adódóan) a durvább textúrájú talajok közé tartozik; ez leginkább a talajminták agyag és homoktartalmában szembeötlő: az általunk vizsgált talajok 50%-ában az agyagtartalom nem érte el az amerikai talajok agyagtartalmának alsó határértékét. További különbség, hogy az általunk vizsgált talajok CaCO_3 tartalma is egyenletesebben változott, mint a hivatkozott (FRYREAR et al., 1994) tanulmány esetén felhasznált talajmintáknak (3. táblázat). Ennek azért van fontos szerepe, mert a becslő egyenlet (mint azt fentebb láthattuk) kiindulási alapját a talajok tulajdonságainak értékei adják, így egyáltalán nem mindegy, hogy ezek milyen skálán mozognak. Másodsorban, az eltérő birtokszerkezeti viszonyok következtében az alkalmazott talajművelési módszerek is mások (kispárcellás földbirtokok vs. több száz hektáros egybefüggő szántóföldek), amelyek végeredményben a mért és a becsült értékeknél fennálló különbségeket okozhatják.

3. táblázat

A talajok tulajdonságainak terjedelme a nyírségi és az FRYREAR et al., (1994) által használt talajminták esetén

	nyírségi talajok (1)	FRYREAR et al., 1994 (2)
homok (%) (a)	19,1-93,1	5,5-93,6
iszap (%) (b)	3,7-59,2	0,5-69,5
agyag (%) (c)	1,8-17,2	5-39,3
homok/agyag arány (%) (d)	1,2-53	2,1-49,7
szervesanyag (%) (e)	0,5-7,8	0,18-4,79
CaCO ₃ (%) (f)	0,74-20,3	0,0-29,2

A vizsgált talajtulajdonságok és az EF-index közötti kapcsolat

Az EF-index és az azt meghatározó talajtulajdonságok (FRYREAR et al., 1994, SKIDMORE & LAYTON, 1992, ZOBECK et al., 1991) közötti kapcsolat feltárása érdekében korreláció analízist végeztünk. Az eredmények azt mutatják (4. táblázat), hogy minden vizsgált talajtulajdonság szignifikáns hatással van az EF-index értékére. A legerősebb kapcsolat a talajt alkotó három fő szemcsefrakcióval mutatható ki: a homoktartalom növeli, míg az iszap- és az agyagtartalom csökkenti az EF-index értékét: a legnagyobb értékek a homok, a legkisebb értékek pedig az iszapos textúrájú talajoknál mutatkoznak. A CaCO₃ és a szervesanyag-tartalom negatív korrelációt mutat: ezek mennyiségének növekedése csökkenti az EF-index értékét. Ez összhangban van az aggregátum képződés általános modelljével (KAY & MUNKHOL, 2004), mivel a nagyobb agyag- és iszaptartalmú, szerves anyagot tartalmazó talajok nagyobb méretű aggregátumokat képeznek, amelyeket a munkaképes szelek nehezebben szállítanak el (TATARKO, 2001). A CaCO₃ tartalom hatása megegyező tendenciát mutat a szakirodalomban olvasható megállapításokkal, amelyek szerint homok és vályogos textúrájú talajokon a kalcium-karbonát tartalom növekedése növeli az aggregátumok stabilitását, mivel ebben az esetben a kalciumionok gyenge, összekötő kapcsolként működnek (TATARKO, 2001).

4. táblázat

A vizsgált talajtulajdonságok és a mért EF értékek közötti kapcsolatokat

	EF (1)	Homok (2)	Iszap (3)	Agyag (4)	CaCO ₃ (5)	Szervesanyag (6)
EF (a)	1	0,775**	-0,754**	-0,723**	-0,542**	-0,582**
Homok (b)	0,775**	1	-0,990**	-0,857**	-0,452**	-0,450**
Iszap (c)	-0,754**	-0,990**	1	0,779**	0,406**	0,453**
Agyag (d)	-0,723**	-0,857**	0,779**	1	0,543**	0,447**
CaCO ₃ (e)	-0,542**	-0,452**	0,406**	0,543**	1	0,383**
Szervesanyag (f)	-0,582**	-0,450**	0,453**	0,447**	0,383**	1

** . A korreláció elfogadható legalább 1%-os szignifikanciaszint mellett.

Következtetések

Az elvégzett mérések és a mérési adatok elemzése alapján elmondhatjuk, hogy a szitarázó géppel történő mérés megismételhető és megbízható eredményeket ad. A száraz szitálásos mérésekkel kapott mérések alapján a homok és vályogos homok textúrájú talajok az erősen erodálható, a vályog és iszapos vályog textúrájú talajok pedig a gyengén erodálható kategóriába tartoznak. Ez egybevág azokkal a szélerózió-veszélyeztetettségi kategóriákkal, amelyeket korábban szélcsatornás mérések alapján állítottak fel (NÉGYESI et al., 2015), ezért az EF-index jól használható a talajok szélerózióval szembeni ellen állóképességének a jellemzéséhez. Ennek a kategorizálásnak a kritikus pontját a homokos-vályog textúrájú talajok hovatarozásának kérdése jelenti, mivel esetükben az eredmények meglehetősen szórnak. Ennek okát jelenleg a talajművelési módszerek eltérésében látjuk, de ezt még további vizsgálatnak kell alávetni.

Az eddigi mérések alapján megállapítható, hogy a FRYREAR és munkatársai (1994) által kidolgozott egyenlet nyírségi talajok esetén nem alkalmazható az EF-index becslésére, mivel azokat az egyes talajtextúra osztályoknál jelentősen alá-, illetve túlbecsüli.

Az elvégzett korreláció analízis alapján kijelenthető, hogy minden talajtulajdonság szignifikáns hatással van az EF-index értékére: a homoktartalommal növekszik, az iszap-, agyag-, szervesanyag- és CaCO_3 -tartalommal pedig csökken az értéke.

A közeljövő feladata lehet az EF-index értékét meghatározó egyéb tényezők (pl. humuszminőség, talajművelés), valamint az EF-index időbeli változásának vizsgálata, illetve kiterjesztése az ország többi területeire is. Az összegyűjtött adatbázisból a talajok tulajdonságai alapján pedig lehetőség szerint, adatbányászati módszerek segítségével felállítható egy becsülő egyenlet, amellyel, térbeli interpoláció segítségével egy nemzeti adatbázis előállítható, ez a továbbiakban alkalmas lehet hazánk kistájainak potenciális szélerózió-veszélyeztetettségének jellemzésére.

Összefoglalás

A talajok szélerózióval szembeni érzékenységének egyik gyakran használt mérőszáma az erodálhatósági faktor, amelynek mérését többféle módszerrel is el lehet végezni. Mivel e mérőszám hazai használhatóságának vizsgálata eddig még nem történt meg, ezért munkánk alapvető célja annak megválaszolása volt, hogy hazai talajok esetében mennyire használható ez az érték, valamint, hogy a vizsgált talajtulajdonságok milyen mértékben és milyen irányban hatnak az EF-index értékének változására. Vizsgáltuk továbbá azt is, hogy az amerikai talajokra kidolgozott, az EF-index becslését lehetővé tevő egyenlet adaptálható-e hazai talajok esetén.

Az EF-index meghatározásához szitarázó gépet, a kapott adatok feldolgozásához, valamint a vizsgált paraméterek közötti kapcsolatok feltárásához statisztikai módszereket használtunk.

A mérések eredményei alapján elmondhatjuk, hogy a vizsgált nyírségi talajminták kb. 50%-a az erősen veszélyeztetett kategóriába tartozik. Az EF értékét legerőteljesebben a talajok mechanikai összetétele, kisebb mértékben pedig a szervesanyag- és CaCO_3 -tartalma befolyásolta. A kapcsolat minden esetben szignifikáns volt.

Elemzéseinkkel az is kimutatható volt, hogy a vizsgált nyírségi talajok esetében a FRYREAR et al., által kidolgozott egyenlet nem alkalmas arra, hogy kielégítően becsülje a talajokra jellemző EF- index értékét.

Kulcsszavak: Nyírség, szélerózió, erodálhatósági faktor, száraz szítálás

A kutatás Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal PD 115803. és KH-126725. számú pályázatának támogatásával készült.

Felhasznált irodalom

- AMÉZKETA, A., 1999. Soil Aggregate Stability: A Review. *Journal of Sustainable Agriculture*. **14**. 83-151.
- BERÉNYI D., 1950. A Nyírség és az ezzel határos területek éghajlata. A növénytermesztési szaktanácsadás tényezői és irányelvei.
- BORSY Z., 1991. Blown-sand territories in Hungary. *Zeitschrift für Geomorphologie Supplementum*. **90**. 1–14.
- BORRELLI, P., BALLABIO, C., PANAGOS, P., MONTANARELLA, L., 2014. Wind Erosion Susceptibility of European Soils. *Geoderma* **232**. 471–478.
- BUSCHIAZZO, D.E., ESTELRICH, H.D., AIMAR, S.B., VIGLIZZO, E., BABINEC, F., 2004. Soil organic matter in the Caldenal woodland of Argentina as influenced by soil texture and tree coverage. *Journal of Range Management*. **57**. 511–516.
- CHEPIL, W.S., 1962. A compact rotary sieve and the importance of dry sieving in physical soil analysis. *Soil Science Society of America Proceedings*. **26**. 4–6.
- CHEPIL, W.S., WOODRUFF, N.P., 1954. Estimations of wind erodibility of field surfaces. *Journal of Soil and Water Conservation*. **9**. 257–265.
- COLAZO, J.,C., BUSCHIAZZO, D.E., 2010. Soil dry aggregate stability and wind erodible fraction in a semiarid environment of Argentina. *Geoderma* **159**. 228-236.
- DU, H., XUE, X., WANG, T., DENG, X., 2015. Assessment of wind-erosion risk in the watershed of the Ningxia-Inner Mongolia Reach of the Yellow River, northern China. *Aeolian Researches*. **17**. 193–204.
- FARSANG, A., BARTA, K., SZATMÁRI J., BARTUS, M., 2017. Szélerózió okozta humusz- és tápanyag áthalmozás terepi szélcsatorna kísérleteken alapuló értékelése Dél-alföldi csernozjom talajokon. *Talajvédelem* **1**. 317-327.
- FRYREAR, D.W., BILBRO, J.D., SALEH, A., SCHOMBERG, H., STOUT, J.E., ZOBECK, T.M., 2000. RWEQ: improved wind erosion technology. *Journal of Soil and Water Conservation*. **55**. 183–189.

- GUO, Z., CHANG, CH., WANG, R., LI, L., 2017. Comparison of different methods to determine wind-erodible fraction of soil with rock fragments under different tillage/management. *Soil and Tillage Researches*. **168**. 42-49.
- HEVIA, G.G., MENDÉZ, M.J., BUSCHIAZZO, D.E., 2007. Tillage affects soil aggregation parameters linked with wind erosion. *Geoderma*. **140**. 90-96.
- KAY, B.D., MUNKHOLM, L.J., 2004. Management-induced soil structure degradation — organic matter depletion and tillage. In: Schjonning, P., et al. (Ed.), *Managing Soil Quality: Challenges in Modern Agriculture*. Oxford University Press, 185-197.
- KISS T., 1997. Eróziós mérések a parabolabuckák lejtőin a debreceni Erdőspuszta területén. *Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina*. **XXIV**. 151-165.
- KÖHN, M., 1929. Korngrößenanalyse vermittle Pipettanalyse. *Tonindustrie-Zeitung* **53**. 729-731.
- LAYTON, J.B., SKIDMORE, E.L., Thompson, C.A., 1993. Winter associated changes in dry soil aggregation as influenced by management. *Soil Science Society of American Journal*. **57**. 1568-1572.
- LÓKI J., 1985. A téli nyírségi szélerózióról. *Acta Academiae Paedagogicae Nyiregyháziensis*. **X**. 35-41.
- LÓPEZ, M.V., GRACIA, R., ARRÚE, J.L., 2001. An evaluation of wind erosion hazard in fallow lands of semiarid Aragon (NE Spain). *Journal of Soil and Water Conservation*. **56**. 212-219.
- LÓPEZ, M.V., DIOS HERRERO, J.M., HEVIA, G.G., GRACIA, R., BUSCHIAZZO, D.E., 2007. Determination of the wind-erodible fraction of soils using different methodologies. *Geoderma*. **139**. 407-411.
- MERRILL, S.D., BLACK, A.L., FRYREAR, D.W., SALEH, A., ZOBECK, T.M., HALVORSON, A.D., TANAKA, D.L., 1999. Soil wind erosion hazard of spring wheat fallow as affected by long term climate and tillage. *Soil Science Society of American Journal*. **63**. 1768-1777.
- NÉGYESI, G., LÓKI, J., BURÓ, B. SZABÓ, J., BAKACSI, Zs., PÁSZTOR, L., 2015. The potential wind erosion map of an area covered by sandy and loamy soils – based on wind tunnel measurements. *Zeitschrift für Geomorphologie*. **59**. 59-77.
- PÁSZTOR, L., NÉGYESI, G., LABORCZI, A., KOVÁCS, T., LÁSZLÓ, E., BIHARI Z., 2016. Integrated spatial assessment of wind erosion risk in Hungary. *Natural Hazards and Earth System Science*. **16**. 2421-2432.
- SIX, J., ELLIOTT, E.T., PAUSTIAN, K., 1998. Aggregate and SOM dynamics under conventional and no-tillage systems. *Soil Science Society of America Journal*. **63**. 1350-1358.
- SKIDMORE, E.L., LAYTON, J.B., ARMBRUST, D.V., HOOKER, M.L., 1986. Soil physical properties as influenced by of cropping and residue management. *Soil Science Society of American Journal*. **50**. 415-419.
- SOIL SURVEY STAFF, 1951. *Soil Survey Manual*, USDA Handbook, 18. US Government Printing Office, Washington, DC
- STEFANOVITS, P., 1996: *Talajtan*. Mezőgazda kiadó, p. 470.

- TATARKO, J., 2001. Soil Aggregation and Wind Erosion: Processes and Measurements. *Annals in Arid Zone* **40**. 251-263.
- TATZBER, M., STEMMER, M., SPIEGEL, H., KATZBELGER, C., HABERHAUER, G., GERZABEK, M.H., 2007. An alternative method to measure carbonate in soils by FT-IR spectroscopy. *Environmental Chemistry Letters* **5**. 9-12.
- TOOGOOD, J.A., 1978. Relation of aggregate stability to properties of Alberta soils. In: EMERSON, W.W., BOND, R.D., DEXTER, A.R. (Eds.), *Modification of Soil Structure*. Wiley., 211–215.
- WAGNER, L.E., AMBE, N.E., BARNES, P., 1992. Tillage-induced soil aggregate status as influenced by water contents. *Transactions of ASAE* **35** (2). 499–504.
- WAGNER, L.E., AMBE, N.M., DING, D.J., 1994. Estimating a Proctor Density Curve from Intrinsic Soil Properties. *Transactions of the ASAE* **37**. 1121-1125.
- WOODRUFF, N.P., SIDDOWAY, F.H., 1965. A Wind Erosion Equation. *Soil Science Society of America, Proceedings*, **29**. 602-608.
- WRIGHT, A.L., HONS, F.M., 2004. Soil aggregation and carbon and nitrogen storage under soybean cropping sequences. *Soil Science Society of American Journal*. **68**. 507-513.
- YOUSSEF, F., VISSER, S., KARSSSENBERG, D., BRUGGEMAN, A., ERPUL, G., 2012. Calibration of RWEQ in a patchy landscape; a first step towards a regional scale wind erosion model. *Aeolian Researches*. **3**. 467–476.
- ZBORAY, N., SZALAI, Z., 2012. Talajok szervesanyag-tartalmának meghatározása (analitikai eljárások összehasonlító elemzése). In.: *Természetföldrajzi kutatások Magyarországon a XXI. század elején*. 163-168.
- ZOBECK, T.M., 1991. Soil properties affecting wind erosion. *Journal of Soil and Water Conservation*. **46**. 112–117.

Potential applications of the wind erodibility factor (EF) in the case of soils in the Nyírség region

G. NÉGYESI

Department of Physical Geography and Geoinformatics, University of Debrecen,
Debrecen

Abstract

Wind erosion represents a serious problem worldwide: according to a report by the Environmental Program of The United Nations in 1991, this phenomenon is responsible for more than 46 % of the total degradation of arid areas. The wind-erodible fraction of soil aggregates (<0.84 mm dry soil aggregates) (EF) is an important parameter for estimating wind erosion. The objectives of this study were to analyze the efficacy of dry sieving to measure EF, to test the equation proposed by FRYREAR et al. (1994), to predict EF for the soils in Nyírség, a region prone to

wind erosion, and to evaluate the relationship between EF and other physical and chemical soil properties.

The wind-erodible fraction (EF) was calculated as the percentage of dry aggregates <0.84 mm in diameter using an electromagnetic sieve shaker. EF was also calculated with the equation proposed by FRYREAR et al. (1994). Correlation and regression analysis were performed to identify and evaluate the degree of association between the measured soil properties. Special attention was paid to the relationship between EF and other physical and chemical properties as predictive variables.

The results showed that all the soil properties were significantly correlated with EF. The strongest relationships were found between EF and textural fractions, being positive for the sand content and negative for the silt and clay contents. Although weaker than the relationship between EF and texture, a significant negative correlation was also observed between EF and the soil organic matter and CaCO_3 contents.

The equation proposed by FRYREAR et al. (1994) for estimating EF was not suitable for predicting the EF of soils in the Nyírség region.

Key words: Nyírség region (Hungary), wind erosion erodibility factor (EF), dry sieving

Tables and figures

Table 1. Main characteristics of the studied soils. (1) Textural classes (USDA). (2) Sand texture. (3) Loamy sand texture. (4) Sandy loam texture. (5) Loam texture. (6) Silty loam texture. (a) Sand; (b) Silt; (c) Clay; (d) Organic matter (d); CaCO_3 .

Table 2. Absolute relative error between measured and predicted EF. (1) Absolute relative error. (2) Textural classes. (USDA) (3) Maximum. (4) Minimum. (5) Mean. (6) Standard deviation. (a) Sand. (b) Loamy sand. (c) Sandy loam. (d) Loam. (e) Silty loam.

Table 3. Range of soil properties for the US soils used to develop the EF regression equation (Fryrear et al., 1994) and for the studied soils. (1) Nyírség soils. (2) US soils (a) Sand; (b) Silt; (c) Clay; Sand/clay ratio (e) Organic matter (f); CaCO_3 .

Table 4. Correlation coefficients for physical and chemical soil surface properties. (1) EF. (2) Sand. (3) Silt. (4) Clay. (5) CaCO_3 (6) Organic material. (a) EF. (b) Sand. (c) Silt. (d) Clay. (e) CaCO_3 . (f) Organic matter. ** Correlation significant at the 1% level.

Figure 1. Sites where soils were collected in the Nyírség region.

Figure 2. Relationship between the measured and predicted wind-erodible fraction (EF) of the soil surface using Eq. (2).