

Účinky mrazu a ostatních klimatických činitelů na rozvoj větrné eroze na těžkých půdách

Effects of frost and other climatic factors on development of wind erosion on heavy soils

Hana Středová¹, Adéla Svejková², Jana Podhrázská³, Jana Klimešová⁴, Marta Vaničková⁵

^{1,2,5}Ústav Aplikované a krajinné ekologie, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00, Brno, Česká republika; ³Oddělení Pozemkové úpravy a využití krajiny, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Lidická 25/27, 602 00, Brno, Česká republika; ⁴Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00, Brno, Česká republika

Abstrakt

O tom zda nastane větrná eroze na těžkých půdách, rozhoduje průběh meteorologických prvků v zimním období. Hlavními faktory, které přispívají k erozi na těchto půdách, jsou voda a mráz. Konkrétně hovoříme o rozplavování půdních agregátů a o změnách teploty z kladné na zápornou. K vyhodnocení těchto charakteristik byla využita data z databáze Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), na jejichž základě byla vytvořena podkladová vrstva (mapa). Vzájemnou syntézou této vrstvy s vrstvou těžkých půd vznikla výsledná mapa ukazující lokality České republiky s výskytem těžkých půd ohrožených větrnou erozí.

Klíčová slova: Mráz, větrná eroze, těžká půda, vlhkost půdy

Abstract

About occurrence of wind erosion on heavy soil decides process of meteorological elements in winter time. The main factors which contribute to erosion on these soils are water and frost. Specifically we are talking about the disintegration of soil aggregates due to washing-off of aggregates in waterlogged terrain and temperature fluctuations above and below the freezing point. To evaluate these characteristics was used data from the database of the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) and based on these data was formed underlayer (map). By mutual synthesis of this layer with a layer of heavy soils arose resulting map showing localities of the Czech Republic with the occurrence of heavy soils threatened by wind erosion.

Key words: Frost, wind erosion, heavy soil, soil moisture

Úvod

K oblastem nejvíce postihovaným větrnou erozí patří aridní a semiaridní části severní Afriky, Blízký východ, části východní, střední a jižní Asie, severovýchodní Čína, Austrálie, jih jižní Ameriky i Severní Amerika. Jen v USA je větrnou erozí ohroženo 30 milionů hektarů (Toy, Foster a Renard, 2002). V rámci České republiky nepředstavuje větrná eroze takové riziko jako eroze vodní. Přesto však její působení rozhodně není zanedbatelné. Větrnou erozí je na našem území ohroženo 29 % zemědělské půdy. Z toho 40 % se nachází na Moravě a 23 %v Čechách (Pasák, 1984). Charakteristickým počasím pro vznik větrné eroze jsou nízké a proměnlivé srážky, vysoká a proměnlivá rychlost větru, častý výskyt sucha, extrémní změny teplot a vysoký výpar. Zásadní vliv na erodovatelnost půdy má její vlhkost, která je ovlivněna množstvím a rozdělením atmosférických srážek, teplotou, vlhkostí vzduchu a větrem. Vlhkost půdy má následně vliv na působení kohezních sil mezi částicemi, ale také na hrudovitost a tvorbu povrchového škrálopu. Náchylnost půdy k větrné erozi je kromě charakteru počasí dána také půdními, geologickými, vegetačními a antropogenními vlivy.

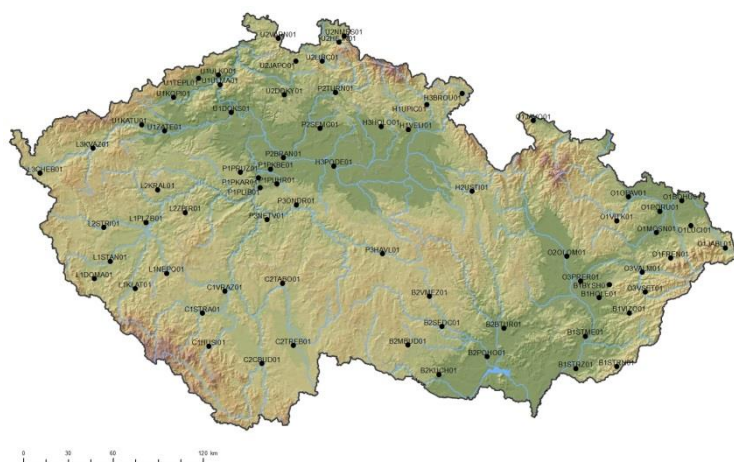
Větrná eroze se může vyskytovat po celý rok, nicméně nejvýraznější bývá na jaře (po srážkově podnormální zimě) a na podzim, kdy podobně jako na jaře není povrch půdy krytý vegetací. Přesto, že větrná eroze postihuje především lehké půdy, při vhodné kombinaci meteorologických prvků, může zasáhnout i půdy těžké. Faktorem, který přispívá k větrné erozi na těžkých půdách, je průběh meteorologických prvků v zimním období. V tomto smyslu hovoříme o změnách teploty vzduchu z kladné na zápornou a o rozplavování půdních agregátů. Působením mrazu a vody dochází v tomto období k agregaci a disagregaci s pozitivním vlivem na půdní strukturu. V některých případech však může vlivem počasí docházet k rozpadu agregátů a následně se pak vytváří erozně náchylná struktura. Zásadními faktory pro tento proces jsou rozplavovací účinky vody (přítomnost vody v nadbytku), stabilita a vodostálost agregátů daná obsahem tmelících látek, pH, posklizňové zbytky a mechanické kultivační zásahy. Intenzivně byly tyto procesy (vliv vody, sucha, mrazu, CaCO_3 , organické hmoty na stabilitu agregátů apod.) studovány a ve vědecké literatuře jejich principy popsány již ve 40. až 60. letech minulého století (Yoder, 1936; Chepil 1951, 1952, 1953, 1954, 1958 a další).

S využitím automatizovaných měření mohou dnes výstupy těchto klasických experimentů být aplikovány a plošně vyjádřeny metodami GIS.

Materiál a metody

Stav půdy je v bezmrazovém období ovlivněn především kapalnými srážkami, v zimním období mrazem a sněhovou pokrývkou. Vyhodnocení a vymezení ohroženosti těžkých půd větrnou erozí vlivem (agro)meteorologických prvků je založeno na vyhodnocení stavu povrchové vrstvy půdy (vlhkostní poměry) – viz obr. 1, v kombinaci s teplotními poměry.

0	Povrch půdy suchý
1	Povrch půdy vlhký
2	Povrch půdy mokrý (rozmočený) – voda stojí v menších nebo větších kalužích
3	Povrch půdy holý a zmrzlý
4	Půda pokryta náledím nebo ledovkou, avšak bez sněhu nebo tajícího sněhu
5	Sněh nebo tající sněh (s ledem nebo bez ledu) pokrývá půdu méně než z poloviny
6	Sněh nebo tající sněh (s ledem nebo bez ledu) pokrývá půdu více než z poloviny, nikoliv však úplně
7	Sněh nebo tající sněh (s ledem nebo bez ledu) pokrývá půdu úplně
8	Suchý sypký sněh pokrývá půdu více než z poloviny, nikoliv však úplně
9	Suchý sypký sněh úplně pokrývá půdu



Obr. 1: Charakteristika jednotlivých stavů půdy (Slabá, 1972) a mapa stanic použitých pro jeho vyhodnocení (ČHMÚ)

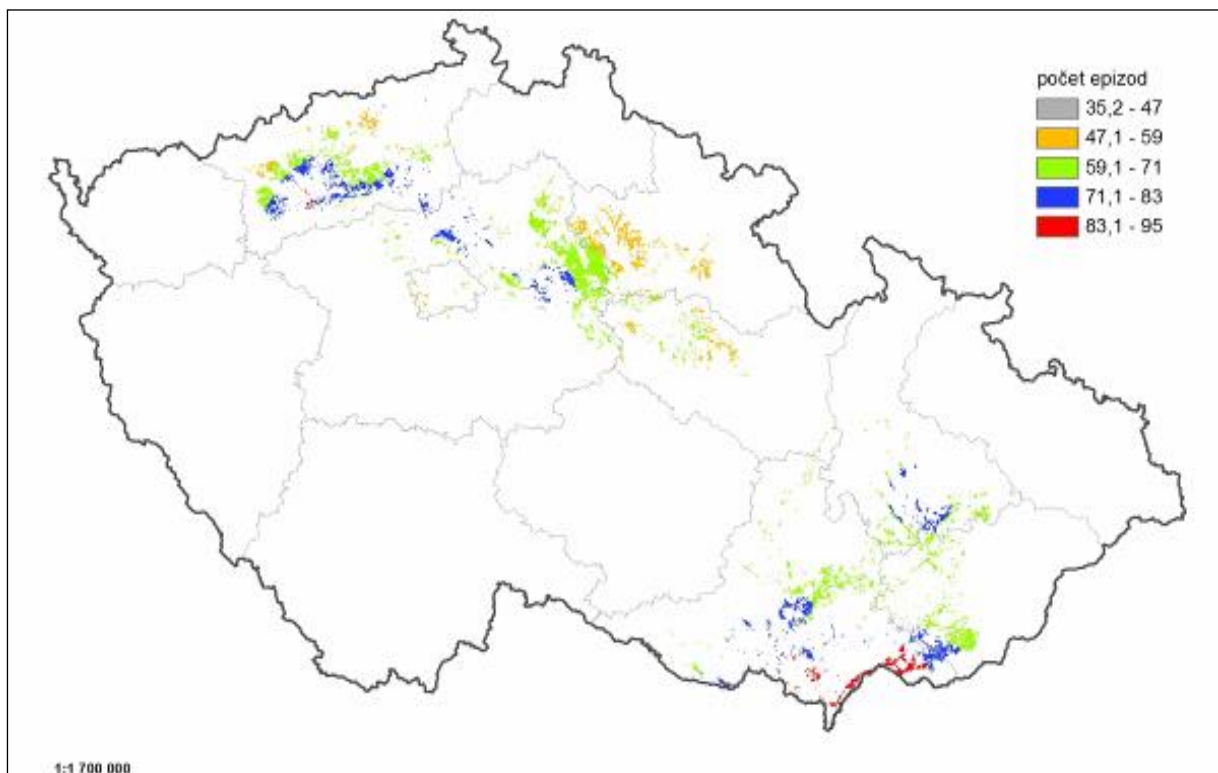
Z rozmezí let 2001-2012 byl pro období listopad až březen zjištěn počet epizod změny kladných teplot na zápornou a naopak, přičemž byly zohledněny pouze epizody ve dnech bez sněhové pokrývky. Analyzována byla hodinová data teploty vzduchu ve 2 m nad povrchem půdy. Přesnost výsledků byla zajištěna výběrem stanic s kompletním souborem pozorování. Pokud se vyskytly chybějící hodnoty, byly ještě před zpracováním doplněny pomocí geostatických metod z okolních stanic. Jelikož od roku 2000 byly postupně přidávány další automatické stanice do sítě, byla data hodnocena pro každý rok z jiného počtu stanic (např. pro sezónu 2001-2002 bylo použito 71 stanic, pro sezónu 2011-2012 bylo použito už 142 stanic). S využitím metody lineární lokální regrese bylo v ploše České republiky vytvořeno 11 rastrových vrstev se závislostí na nadmořské výšce s korekcí odhadnuté hodnoty odchylkou, tak aby zůstaly zachovány hodnoty odpovídající lokalitě stanice. Následně byly tyto hodnoty zprůměrovány pro celé období 2001-2012 a následně přiřazeny dotčeným územím s výskytem těžkých půd (Obr. 2)

Na potenciálním rozpadu agregátů se dále podílí efekt kinetické energie deště a rozplavování agregátů v nadbytku vody. Na základě poznatků o vodostálosti agregátů byl jako kritická

podmínka definován počet dnů se stavem půdy 2 (povrch půdy mokrý/rozmočený – voda stojí v menších nebo větších kalužích), stav půdy 5 (sníh nebo tající sníh s ledem nebo bez ledu pokrývá půdu méně než z poloviny) a stav půdy 6 (sníh nebo tající sníh s ledem nebo bez ledu pokrývá půdu více než z poloviny, nikoliv však úplně). Souběžnou podmínkou byla maximální denní teplota vzduchu přesahující 0 °C (voda v tekutém stavu). Na základě těchto podmínek byla hodnocena data ze 126 stanic po celé České republice. Pro území ČR byla provedena také interpolace a její výsledné hodnoty byly přiřazeny dotčeným územím s výskytem těžkých půd (Obr. 3).

U obou sledovaných faktorů (změny teploty z kladné na zápornou a rozplavování půdních agregátů) byly hodnoty rozděleny vždy do pěti kategorií (počet epizod a počet dní). Prolnutím těchto kategorií (Tab. 1) bylo lokalizováno potenciální riziko v daném katastru s výskytem těžkých půd. Kvantifikace míry rizika pak byla provedena na šest kategorií (Obr. 4).

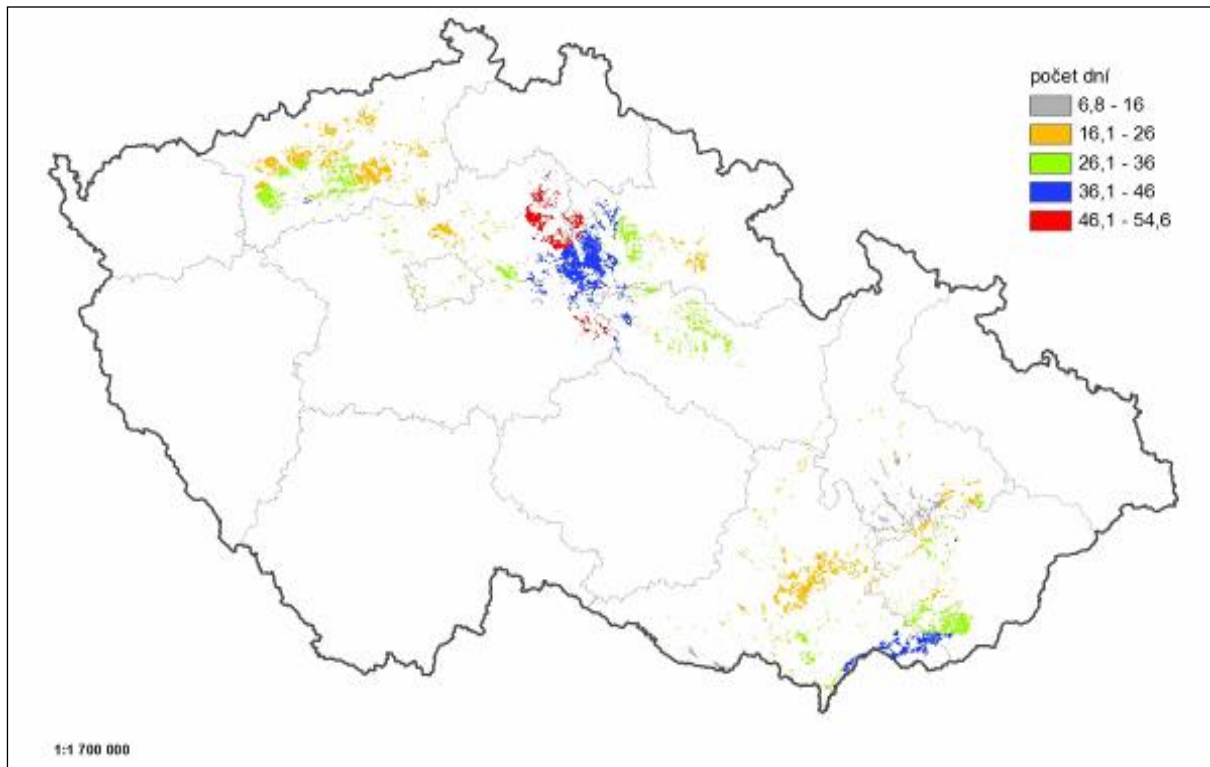
Výsledky



Obr. 2: Průměrný sezónní počet epizod změny teploty vzduchu z kladné na zápornou a naopak během dnů bez sněhové pokrývky

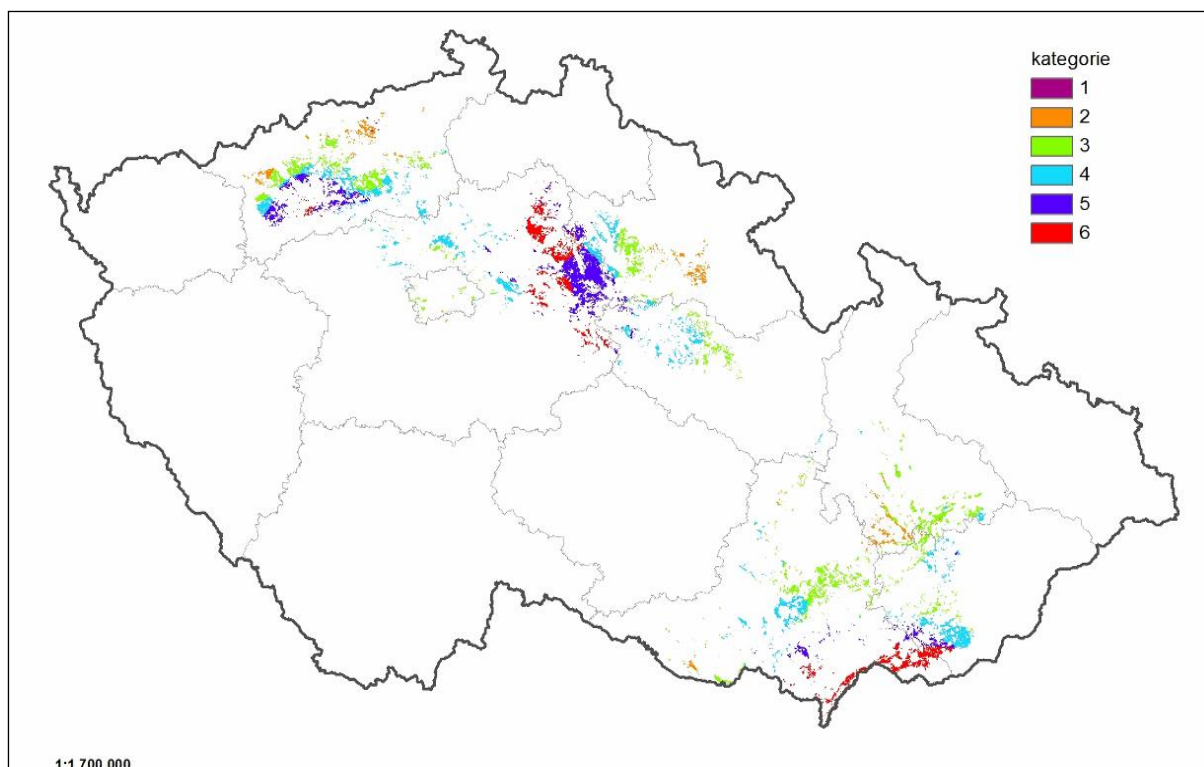
Z mapy na Obr. 2 je patrné, že největší počet epizod změny teploty vzduchu z kladné na zápornou na těžkých půdách ve dnech bez sněhové pokrývky byl zaznamenán na jižní Moravě

v oblasti Hodonína, Strážnice a Veselí nad Moravou. Pro období listopad až březen se zde v letech 2001 – 2012 průměrně vyskytovalo 83 – 95 těchto epizod. Druhý nejvyšší počet epizod byl opět zaznamenán v Jihomoravském kraji v okolí Uherského Hradiště a na jihu Brna. Dále v kraji Ústeckém, Středočeském a Olomouckém. Nižší počet epizod se dále nachází opět v již zmíněných krajích včetně kraje Královehradeckého, Pardubického a Zlínského.



Obr. 3: Průměrný sezónní počet dnů s výskytem stavu půdy umožňujícím rozplavení půdních agregátů

Nejvyšší sezónní počet dnů s výskytem stavu půdy, který umožňuje rozplavení půdních agregátů (stav půdy 2, 5 a 6), byl zaznamenán ve východní až severní části Středočeského kraje a dále v kraji Jihomoravském v okolí Hodonína, Strážnice a Veselí nad Moravou. Méně těchto dnů se vyskytlo v kraji Ústeckém, v severní části Středočeského kraje, v centrální části Jihomoravského kraje a dále v kraji Královehradeckém, Pardubickém, Olomouckém a Zlínském.



Obr. 4: Výsledná mapa potenciálního ohrožení těžkých půd větrnou erozí

Prolnutím mapové vrstvy nesoucí informace o počtu epizod změny teplot z kladné na zápornou s mapovou vrstvou hodnotící počet dnů s výskytem stavu půdy umožňujícím rozplavení půdních agregátů, vznikla výsledná mapa zobrazující potenciální ohrožení těžkých půd větrnou erozí. Na základě matice – viz Tab. 1 byla kvantifikována míra rizika ohrožení těžkých půd větrnou erozí na 6 kategorií. Nejvyšším stupněm ohrožení, tzn. stupněm 6, jsou ohroženy těžké půdy v jihozápadní části Jihomoravského kraje a těžké půdy v severovýchodní části kraje Středočeského. Největší plocha těžkých půd ohrožená stupněm 5 se nachází obdobně jako stupeň 6 ve východní části Středočeského kraje, přičemž částečně tyto půdy náleží již do kraje Královehradeckého. Stupněm 5 jsou dále ohroženy také některé těžké půdy v centrální části Ústeckého kraje a menší plochy v kraji Jihomoravském. Stupněm 4 jsou ohroženy těžké půdy ve střední části Jihomoravského kraje, v západní části kraje Zlínského a také těžké půdy náležící do Ústeckého kraje. Nižšími stupni, tzn. stupni 3 a 2 jsou ohroženy zejména půdy ve střední části Jihomoravského kraje, jižní části kraje Olomouckého, střední části Královehradeckého kraje, na severu Pardubického kraje a dále také půdy ve střední části kraje Ústeckého. Na základě vstupních mapových vrstev nebyly lokalizovány žádné těžké půdy s potenciálním ohrožením kategorie 1.

Tab. 1: Kategorizace potenciálního rizika ohrožení větrnou erozí na základě vstupních podkladů

		Kategorie dle Obr. 2				
		1	2	3	4	5
Kategorie dle Obr. 3	1	1	1	2	3	4
	2	1	2	3	4	5
	3	2	3	4	5	6
	4	3	4	5	6	6
	5	4	5	6	6	6

Diskuze

Ohrožení území větrnou erozí je zpravidla kvantifikováno pouze jako potenciální riziko prostřednictvím výpočtů na bázi půdních, klimatických, vegetačních a charakter pozemku specifikujících podmínek (zatíženo vysokou mírou nejistoty a zobecnění). Potenciální náchylnost půdy k větrné erozi je dána především půdními, ale také klimatickými poměry v území. Tradiční metodika VÚMOP, v.v.i. teritoriálního vymezení oblastí potenciálně náchylných k větrné erozi (Podhrázská a kol., 2008) je primárně založena na analýze klíčových meteorologických veličin, resp. klimatologických faktorů a půdních vlastností, kdy za nejvíce náchylné jsou považovány lehké písčité půdy s nízkým obsahem jílnatých částic v aridních oblastech. Orientačně lze potřebné údaje získat rozklíčováním dílčích pozic kódu BPEJ, za KR náchylné k větrné erozi jsou považovány pouze teplé a suché oblasti tj., KR 0 až 4 a za náchylné HPJ pouze 1 až 75 (ostatní jsou nevhodné pro zemědělské využití – mělké a hluboké strže). Půdy byly na základě obsahu jílnatých částic klasifikovány stupněm náchylnosti k erozi (0 – neohrožené, 2 – středně ohrožené, 4 – ohrožené, 6 – silně ohrožené). Jednotlivým HPJ byl přiřazen faktor půdy a KR faktor klimatického regionu. Výsledné hodnocení je poté vyjádřeno váženým průměrem součinu jednotlivých faktorů a plošného zastoupení jednotlivých BPEJ pro každé katastrální území (koeficient ohrožení). Území republiky bylo rozděleno do šesti kategorií/stupňů ohroženosti (1 až 6), přičemž vyšší číslo znamená vyšší náchylnost k erozi. Těžké půdy jsou tedy touto metodikou klasifikovány jako větrnou erozí neohrožené.

Závěr

Přesto, že větrná eroze je problém, který se týká zejména lehkých půd, při vhodné kombinaci klimatických faktorů v zimním období, může nastat i na půdách těžkých. Vyhodnocením

změn teploty z kladné na zápornou a naopak a rozplavování půdních agregátů na těžkých půdách, byla vytvořena výsledná mapa, která ukazuje ohroženost těchto půd větrnou erozí. Riziko ohrožení bylo rozděleno na šest kategorií, přičemž nejvyšším stupněm jsou ohroženy těžké půdy v jihozápadní části Jihomoravského kraje a těžké půdy v severovýchodní části kraje Středočeského. Značná plocha těžkých půd je ohrožena také stupněm pět. Jedná se zejména o půdy v severovýchodní části Středočeského kraje, dále těžké půdy v centrální části Ústeckého kraje a menší plochy těžkých půd v Jihomoravském kraji.

Přesto, že potenciální riziko ohrožení těžkých půd větrnou erozí je reálné, nejsou v tradiční metodice vydanou VÚMOP v.v.i., která vymezuje oblasti potenciálně náchylné k erozi, tyto půdy považovány za ohrožené.

Literatura

CHEPIL, W. S. (1951): Properties of Soil Which Influence Wind Erosion: *V. Soil Science*, 72, 465–478.

CHEPIL, W. S. (1952): Improved Rotary Sieve for Measuring State and Stability of Dry Soil Structure. *Soil Science Society of America Proceedings*, 16, 113–117.

CHEPIL, W. S. (1953): Factors that Influence Clod Structure and Erodibility of Soil by Wind: *I. Soil Science*, 75, 473–483.

CHEPIL, W. S. (1954): Factors that Influence Clod Structure and Erodibility of Soil by Wind III. Calcium Carbonate and Decomposed Organic Matter. *Soil Science*, 77, 473–480.

CHEPIL, W. S. (1958): *Soil Conditions that Influence Wind Erosion*. Technical Bulletin no. 1185. Washington: U. S. Department of Agriculture, 40 s.

PASÁK, V. a kol. (1984): Ochrana půdy před erozí. SZN Praha. 164 s.

PODHRÁZSKÁ, J. a kol. (2008): *Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajině*. Metodika. Praha: VÚMOP, 24 s.

SLABÁ, N. (1972): Návod pro pozorovatele meteorologických stanic ČSSR. 2. vyd. Praha: Hydrometeorologický ústav, 224 s.

TOY, T. J., FOSTER, G. R., RENARD, K. G. (2002): *Soil erosion: processes, prediction, measurement, and control*. New York: John Wiley & Sons, 338 s.

YODER, R. E. (1936): A Direct Method of Aggregate Analysis and a Study of the Physical Nature of Erosion Losses. *Journal of the American Society of Agronomy*, 28, 337–351.

Poděkování

Článek vznikl za podpory projektu Ministerstva zemědělství České republiky QK1710197 Optimalizace metod hodnocení ohroženosti území větrnou erozí a návrhů ochranných opatření v zemědělsky intenzivně využívané krajině.

Kontakt:

Ing. Adéla Svejková

Mendelova univerzita v Brně

Zemědělská 1, 613 00, Brno, Česká republika

Tel.: 545 132 476, e-mail: xsvejkov@node.mendelu.cz