

SPECTRAL ANALYSIS OF DEFLAMETRIC RECORDS OCCASIONED DURING THE PERIODS OF THE EROSIVELY DANGEROUS WINDS

SPEKTRÁLNÍ ANALÝZA DEFLAMETRICKÝCH ZÁZNAMŮ Z OBDOBÍ VÝSKYTU EROZNĚ NEBEZPEČNÝCH VĚTRŮ

Krmelová P., Toman F., Středová H.

Department of Applied and Landscape Ecology, Faculty of Agronomy, Mendel university in Brno, Zemědělská 1/1665, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: krmelovapavlina@centrum.cz

ABSTRACT

Deflameter with active trap soil particles and time recording allows monitor the qualitative and quantitative properties including time recording of macroscopic and microscopic soil particles, carried by the wind. The term of the particle transport was designated by deflameter. Also the number of soil particles was possibly to quantify and determine the size of it. The deflameter and anemometer was located at the field. Between 5:52 p.m. to 6:40 p.m. the episode with gusts up to $11.24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ was recorded, accompanied by obvious signs of soil particles drift. These drifted soil particles were captured by deflameter. Then the soil particles parameters were assessed by a digital microscope and special software to measure the size of objects. The maximum reported size of transported particles under these conditions was $559 \mu\text{m}$, average particle size was $50 \mu\text{m}$. Thus, it was confirmed that a high wind speed has the ability drift soil particles sizes of $50 \mu\text{m}$ or more under appropriate conditions.

Key words: deflameter, wind erosion, wind speed

Acknowledgments: This work was prepared with the support from the Excellence Ph.D. studies at the AF MENDELU for related European scientific research career (CZ.1.07/2.3.00/20.0005). I also thank for help the Department of Crop Science, Breeding and Plant Medicine at the AF MENDELU.

ÚVOD

Práce se zabývá analýzou vzorků, které byly odebrány v době výskytu erozně nebezpečných větrů. Eroze půdy je přirozený proces v krajině. Eroze jako taková ochuzuje půdy o nejúrodnější část (ornici), zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půd, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, poškozují plodiny a kultury, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv a sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Avšak bez erozní činnosti by nevznikla současná zemědělská půda. Problémem současné zemědělské krajiny je tzv. nadměrná (zrychlená) eroze zemědělské půdy, kdy dochází k odnosu povrchových vrstev půdy rychlostí vyšší než rychlost přirozené tvorby půdy z půdotvorného substrátu.

Větrná eroze je přírodní jev, kdy vítr působí na půdní povrch svou mechanickou silou, rozrušuje půdu a uvolňuje půdní částice, které uvádí do pohybu a přenáší je na různou vzdálenost, kde se po snížení rychlosti větru ukládají. Pohyb půdních částic při větrné erozi může probíhat ve třech formách. První z nich je pohyb nejjemnějších půdních částic ve formě suspenze, které jsou větrem zvedány a přenášeny na velké vzdálenosti (tím vznikají prášné bouře). Druhou formou je pohyb půdních částic skokem, při němž dochází k přemísťování největšího množství půdní hmoty. K této první a druhé fázi dochází působením turbulentního proudění přízemního větru s energií, jež je schopna překonat gravitační síly půdních částic. Poslední formou pohybu půdních částic při větrné erozi je sunutí částic po povrchu půdy, kterým se pohybují větší a těžší částice. Tato fáze nastává při poklesu energie pod uvedenou mez.

Větrná eroze je jedna z mnoha příčin vážného ohrožení produkční i mimoprodukční funkce zemědělských půd. Transportované částice, které jsou větrem unášeny, a na ně vázané látky způsobují především poškozování klíčících rostlin, znečišťování ovzduší a škody navátím ornice.

Na vzniku větrné eroze mají vliv dva základní faktory. Prvním je faktor meteorologický, především rychlost větru, doba jeho trvání a četnost výskytu. K pohybu půdních částic stačí někdy i malé rychlosti větru. Druhým důležitým faktorem je struktura a vlhkost půdy. Větrnou erozi můžeme zaznamenat především v suchších a teplejších klimatických oblastech s lehkými půdami. Jaro (březen až květen) a podzim (září až listopad) jsou období s nejvýznamnější ohrožeností půd větrnou erozí. Vyskytují se totiž erozně nebezpečné větry a půda je bez vegetačního krytu.

Vítr je tedy nejdůležitější klimatický faktor pro rozvoj procesů větrné eroze. Působí na povrch půdy svou kinetickou energií, kterou uvolňuje a uvádí do pohybu a jinde opět ukládá jednotlivé částice půdy vlivem síly vzdušného proudu. Množství a zejména rovnoměrné rozdělení atmosférických srážek má příznivý nepřímý efekt na snížení velikosti větrné eroze zajištěním vláhy pro dobrý stav vegetačního krytu a udržení půdní vlhkosti. Teplota vzduchu je společně se srážkami hlavním

faktorem určujícím klimatický ráz oblasti. Teplota ovzduší tak ovlivňuje vlhkost půdy, kvalitu a vývojové fáze pěstovaných plodin a v kombinaci se srážkami pak ovlivňuje erodovatelnost půdy větrem (DUFKOVÁ, ROŽNOVSKÝ, POKLADNIKOVÁ, 2005).

Trendy rychlostí větru klimatologických stanic na území jižní Moravy v normálovém období a v posledním desetiletí se zabývá práce DUFKOVÉ, ROŽNOVSKÉHO a POKLADNIKOVÉ (2005). Tato práce poukazuje i na to, že v celkovém hodnocení se rychlost větru v budoucnu nezmění, avšak výrazné jsou (ať již pozorované, či scénářem predikované) změny v ročním chodu srážek. A právě tyto změny by mohly mít zásadní negativní vliv na ohroženost půdy větrnou erozí, především v jarním období, kdy by se úhrn srážek měl snižovat.

Cílem práce DUFKOVÉ a TOMANA (2004) bylo stanovit trend výskytu sucha v oblasti jižní Moravy a jeho vliv na erozi půdy. Práce dokládá, že klimatická změna, projevující se snížením vlhkosti půdy, bude mít nepříznivý dopad na půdu a bude znamenat rozšíření větrné eroze.

I dle práce TOMANA (2001) je možné, že očekávaná klimatická změna (zejména zvýšení teploty) by mohla způsobit změnu intenzity využívání půdního fondu a zároveň i ovlivnění erozního ohrožení území. Změna intenzity obdělávání by se nejvíce projevila na velikosti pozemků a jejich polohového a tvarového uspořádání. Obecně lze konstatovat, že čím nižší je vlhkost půdy, tím větší je její náchylnost k větrné erozi. Je tedy zřejmé, že dopad očekávané klimatické změny se projeví na výrazném rozšíření půd ohrožených větrnou erozí.

Tab. 1 uvádí potenciální ohrožení orné půdy dle databáze LPIS větrnou erozí (zdroj: VÚMOP – SOWAC). Zde je vidět, že více jak 3 % orné půdy České republiky je na stupnici ohrožení půd nejvíce ohroženo větrnou erozí.

Tab. 1 Potenciální ohroženost orné půdy větrnou erozí (výpočet je vztážen k databázi LPIS ze dne 15.4.2010)

STUPEŇ OHROŽENÍ	PODÍL (%)
Nejohroženější	3,15
Silně ohrožené	1,80
Ohrožené	5,77
Mírně ohrožené	7,34
Náchylné	7,02

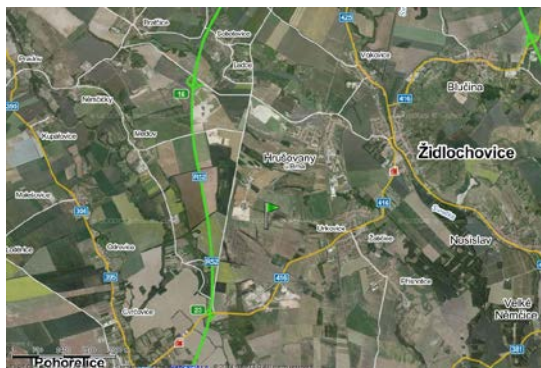
Grafické záznamy ohroženosti orné půdy ČR je vidět na obr. 1. Tmavá barva značí nejvyšší ohrožení orné půdy větrnou erozí. Je patrné, že nejohroženější orné půdy se vyskytují na jižní Moravě, v Polabí a Ústeckém kraji. PASÁK (1984) uvádí, že větrnou erozí je u nás ohroženo téměř 29 % zemědělské půdy, přičemž na Moravě je to asi 40 % a v Čechách 23 % zemědělské půdy.

Obr. 1 Ohroženost orné půdy ČR větrnou erozí (zdroj: <http://ms.sowac-gis.cz/mapserv/php/maps.php>)



MATERIÁL A METODIKA

Z důvodu postrádání jednoduchého a efektivního zařízení pro měření aktuálního množství unášených půdních částic, byl terénní monitoring větrné eroze v minulosti prováděn pouze ojediněle. Tím bylo ohrožení území větrnou erozí kvantifikováno pouze jako potenciální riziko prostřednictvím výpočtů nebo simulování polních podmínek pomocí aerodynamického tunelu. Z tohoto podnětu byl v roce 2012 zapsán užitečný vzor deflametru s aktivním lapačem půdních částic a časovým záznamem. Majiteli užitečného vzoru jsou ČHMÚ, Praha – Komořany a VÚMOP, Praha. Původci jsou Ing. Hana Středová, Ph.D., Ing. Jana Podhrázká, Ph.D. a Ing. Tomáš, Středa, Ph.D. Tento deflametr s aktivním lapačem půdních částic a časovým záznamem („deflametr“) byl vyvinut ke stanovení relativního množství a zrnitostního složení půdních částic erodovaných a unášených větrem. Záznamy analyzované v této práci jsou pořízeny tímto deflametrem. Hlavice přístroje nese nasávací štěrbinu, která byla situována proti směru větru. V trupu deflametru je otáčecí zařízení a páska se svrchní lepicí vrstvou. Pomocí aktivního nasávání vzduchu se na otáčející lepicí pásku zachytily půdní částice erodované větrem.

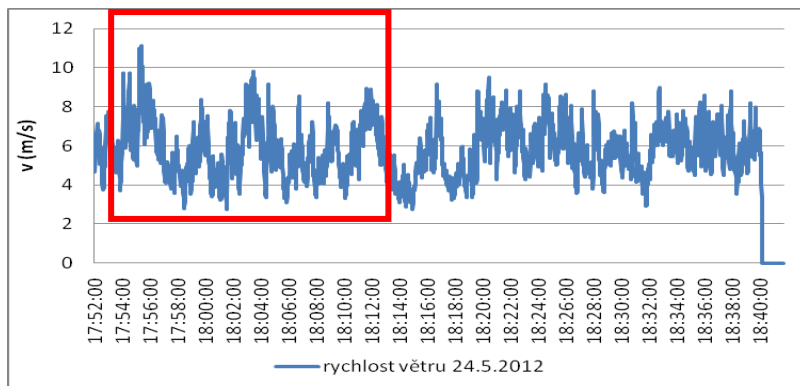
Obr. 2 Mapa s vyznačenou lokalitou (zdroj <http://mapy.cz>)

Lokalita, na které bylo měření prováděno, se nachází v Jihomoravském kraji, západně od Židlochovic, jižně od Hrušovic u Brna. Toto území lze dle Quittova členění klimatických oblastí (1971) zařadit do teplé klimatické oblasti T4, což je oblast s velmi dlouhým vegetačním obdobím, kdy hlavní vegetační období trvá 170 až 180 dní. Léto je velmi dlouhé, velmi teplé a suché, přechodné období s teplým jarem a podzimem je velmi krátké, zima je krátká, mírně teplá a velmi suchá. Letních dní je 30-40, mrazových dní 100-110, průměrná teplota v červenci je 19-20 °C a v lednu -2 až -3°C. Dnů se sněhovou pokrývkou je zde průměrně 40-50. Srážkové úhrny za vegetační období se pohybují mezi 300 a 350 mm a v zimním období v rozmezí 200-300 mm. Půdním typem zde je (dle mapového podkladu <http://geoportal.gov.cz>) rezozem arenická. Měření proběhlo na orné půdě dne 24.5.2012. V období, kdy byla půda ohrožena větrnou erozí nejvíce, tj. mimo hlavní vegetační období polních plodin (půda ještě nebyla zcela kryta vegetací). Měření proběhlo po dobu 2 hodin. Následně proběhla analýza záznamů pomocí mikroskopu OLYMPUS CX 41. Obraz byl zachycen digitální kamerou Lumera INFINITY 1-3C a velikost půdních částic byla vyhodnocena za pomoci programu QUICKphoto Micro 2.3. V kombinaci s meteorologickým měřením rychlosti větru (anemometr registrující rychlost větru v jednosekundové frekvenci), bylo možno specifikovat podmínky v době epizody.

VÝSLEDKY A DISKUZE

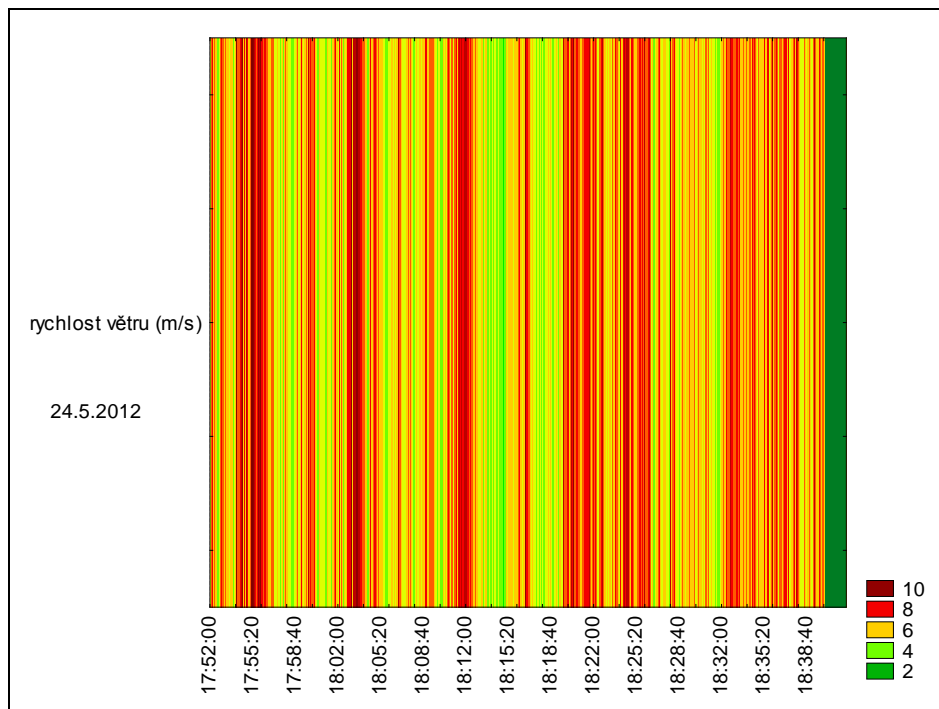
Na obr. 3 je znázorněn graf rychlosti větru zaznamenaný anemometrem při pokusu v době od 17:52 – 18:40. Analyzované období deflametrických záznamů bylo v rozmezí 17:53 až 18:13, které je na grafu vyznačeno červeným ohraničením.

Obr. 3 Graf rychlosti větru s červeně vyznačeným analyzovaným obdobím (17:53 – 18:13)



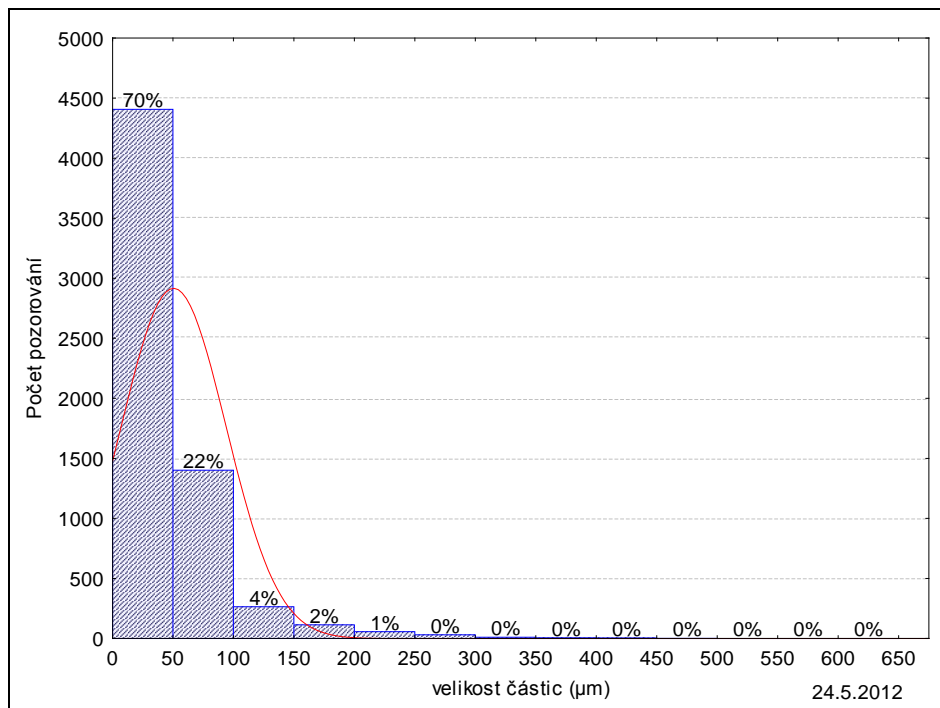
Nejvyšší náráz větru byl naměřen v 17:55, kdy maximální rychlost větru dosahovala $11,24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Hodnot nad $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ bylo v této době naměřeno devět krát (obr. 4). Vysoká rychlost větru byla provázena zřejmými projevy vznosu půdních částic. Největší naměřená částice analyzovaná v této době dosahovala rozměru $559 \mu\text{m}$. Průměrná rychlost za celé zkoumané měření byla $5,62 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Obr. 4 Znáznornění rychlosti větru s tmavě hnědě vyznačeným obdobím výskytu rychlosti větru nad 10 m.s-1



Celkové množství částic naměřené pomocí software bylo 3152. Kdy průměrná velikost částice byla 50 μm . Nejmenší rozměr částice byl 2 μm a největší 559 μm . Dle obr. 5, který znázorňuje histogram četností velikostního složení, má 70 % analyzovaných půdních částic velikost do 50 μm a 22 % půdních částic má velikost v rozmezí 50 – 100 μm .

Obr. 5 Spektrum půdních částic zachycených deflametrem vyjádřený histogramem



ZÁVĚR

Deflametr s aktivním lapačem půdních částic a časovým záznamem umožňuje monitorovat kvalitativní i kvantitativní vlastnosti včetně časového záznamu výskytu makroskopických i mikroskopických půdních částic unášených větrem. Bylo jej využito pro přímé měření v terénu v rámci práce, která vyžadovala údaje o množství a spektrálním složení unášených částic. Díky deflametru byl určen termín transportu částic, množství částic bylo možno kvantifikovat a stanovit velikost deflátů. Lokalita (pole) se v době měření nacházela bez zapojené vegetace. Byl zde umístěn zmiňovaný deflametr a anemometr, registrující rychlost větru v jednosekundové frekvenci. V období od 17:52 do 18:40 byla zaznamenána epizoda s nárazy větru až $11,24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, provázená zřejmými projevy vzhonu půdních částic. Unášené půdní částice byly během výrazné epizody mezi 17:53 až 18:13 zachyceny deflametrem. Jejich parametry byly následně hodnoceny metodou digitální analýzy obrazu pomocí digitálního mikroskopu a software pro měření velikosti objektů. Maximální zjištěná velikost transportované částice za těchto podmínek byla $559 \text{ }\mu\text{m}$, průměrná velikost částic $50 \text{ }\mu\text{m}$. Bylo tedy potvrzeno, že vysoká rychlost větru má za vhodných podmínek (povrch bez zapojené vegetace, nepřítomnost překážek, bezesrážkové období apod.) schopnost unášet půdní částice o

velikostech 50 μm a více. Do budoucna je plánované pokračování v měření v terénu a další analyzování půdních částic zachycených deflametrem. Důležité bude sledovat předpověď povětrnostních podmínek, které budou z hlediska nebezpečí větrné eroze nejhodnější.

LITERATURA

DOSTÁL, T., KRÁSA, J., VÁŠKA, J., VRÁNA, K.: Mapa erozního ohrožení půd a transportu sedimentu v České republice. In: Vodní hospodářství. 2002, roč. 52, č. 2, s. 46-48. ISSN 1211-0760.

DUFKOVÁ, J., ROŽNOVSKÝ, J., POKLADNIKOVÁ, H.: Aplikace scénářů změny klimatu na meteorologické prvky ovlivňující větrnou erozi, In: *Meteorologické zprávy: Meteorological Bulletin*. Praha: Český hydrometeorologický ústav. 2005, ročník 58, č. 2, str. 47 - 50.

DUFKOVÁ, J., TOMAN, F.: Eroze půdy v podmínkách klimatické změny. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed): Seminář „Extrémny počasí a podnebí“. Brno 11.3.2004. ISBN 80-7157-723-5.

HLAVÁČKOVÁ, V.: Sborník ze semináře: *Eroze půdy a protierozní ochrana půdy*. 1. vyd. Praha 1: Institut vzdělávání v zemědělství o.p.s., 2011. ISBN 978-80-87262-11-5.

HOLÝ, M.: *Eroze a životní prostředí*, Vydavatelství ČVUT, Praha. 1994. 383 s.

JANEČEK, M. a kol.: *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2007, 76 s. ISBN 978-80-254-0973-2.

MUŽÍKOVÁ, B. a kol.: Ochrání větrolam půdu i při vysoké rychlosti větru?. In: *Acta horticulturae et regioteecturae*, Nitra, Slovac Unoversitas Agroculturae Nitrae, roč. 15, 2012, č. Mimoriadne – Special, str. 40 – 42.

PASÁK V. a kol.: *Ochrana půdy před erozí*. Praha. Státní zemědělské nakladatelství. 1984. 164 s.

QUITT, E.: *Klimatické oblasti Československa*. Studia geographica 16. Geografický ústav ČSAV Brno. Academia. 1971

TOMAN, F.: Ochrana půdy před větrnou erozí v podmínkách možné klimatické změny. In: *Bioklimatologické pracovní dny 2001: Extrémny prostredia (počasia) – limitujúce faktory bioklimatologických procesov*. Medzinárodná vedecká konferencia Račková dolina, Slovensko, 10. – 12. september 2001.