

Analýza erozních deflátů s využitím pokročilých metod

Analyses of erosive particles by advanced methods

Hana Středová, Tomáš Středa

Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Abstract

As the most vulnerable soils are considered light, drying soils with low amount of clay particles in dry and warm territories. A relative quantification of discharged soil particles and their analysis was assessed by deflameter – the equipment for the soil particles capturing. 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.

Parameters of erodible soil particles are evaluated by image digital analyses using digital microscope and software for object size measurement. Paper evaluates erosive risk episodes in 2012 a 2013.

Key words: wind erosion, deflameter, image analyses

Úvod

Větrná eroze obnažuje podorničí s nízkou přirozenou úrodností a vyšší kyselostí, způsobuje škody nejen v zemědělství odnosem ornice, hnojiv, osiv a poškozováním zemědělských plodin a půdy, ale zanášením komunikací a vodních recipientů, podílí se také na eutrofizaci vod a na znečištění ovzduší. Přenášený prach přispívá k riziku vzniku respiračních onemocnění (Riksen et al., 2001). Dlouhodobým působením eroze se mění kvantitativní i kvalitativní vlastnosti půd. Větrná eroze nepředstavuje plošně tak velké riziko jako eroze vodní, avšak celosvětově je jí alespoň částečně poškozeno asi 500 milionů hektarů. 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 et al., 2002) V České republice je větrnou erozí ohroženo téměř 29 % zemědělské půdy, přičemž na Moravě je to asi 40 % a v Čechách 23 % (Pasák, 1984). Větrná eroze se vyskytuje především v území, kde je počasí charakterizováno nízkými a proměnlivými srážkami, proměnlivou a vysokou rychlostí větru, častým výskytem sucha, rychlými a extrémními změnami teploty a vysokým výparem.

Ohrožení území větrnou erozí je však zpravidla kvantifikováno pouze jako potenciální riziko prostřednictvím výpočtů na bázi půdních, klimatických, vegetačních a charakter pozemku specifických podmínek (zatíženo vysokou mírou nejistoty a zobecnění). Případně jsou polní podmínky s následným hodnocením intenzity eroze simulovány v aerodynamickém tunelu (vysoké náklady, nemožnost dokonalého nasimulování podmínek).

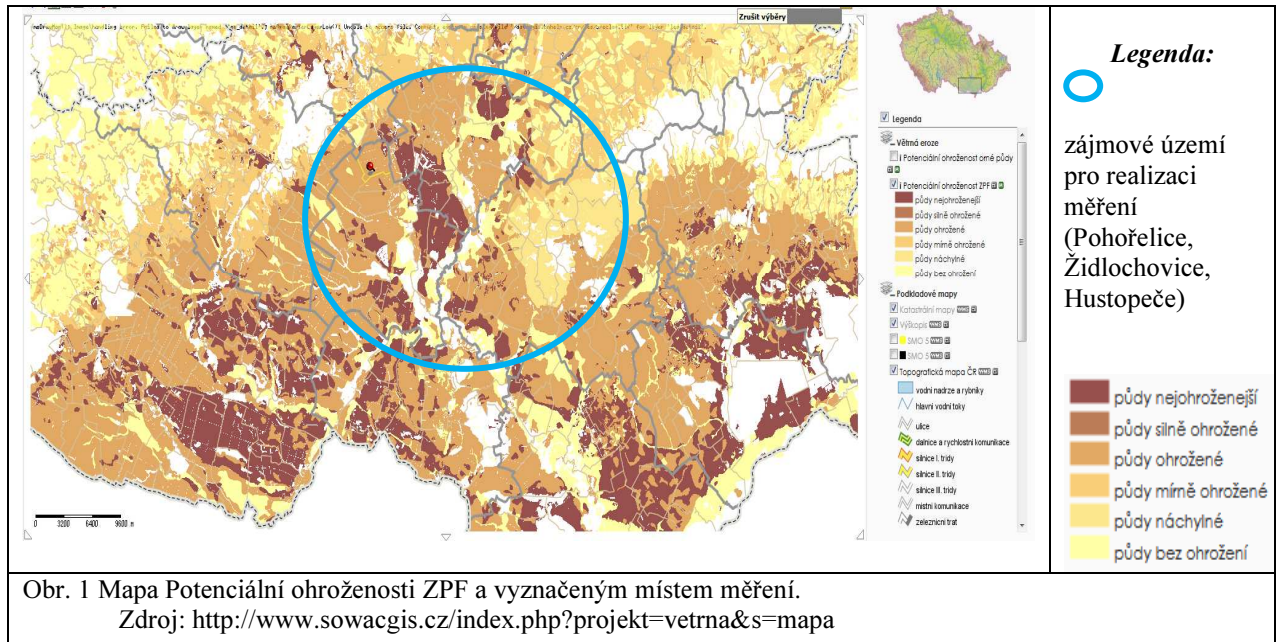
Průběžný monitoring míry větrné eroze v terénu je poměrně náročný, protože doposud nejsou vyvinuty funkční rigorózní metody a měřicí zařízení. Dílčí možnosti uvádí např. Funk et al. (2004), kteří kvantifikovali větrnou erozi na základě transportu půdních částic přímo na poli a množství částic ukládaných na okraji pozemku. Zjišťovali hmotnost zachycených částic i rychlost a směr větru. Pro maloparcelové experimentální účely bylo v zahraničí (Polsko) v minulosti například vyvinuto a použito zařízení integrující funkci aerodynamického tunelu a cyklónového odlučovače (vysoké náklady na konstrukci, provoz a omezená manipulace). V zahraničí jsou pro monitoring unášených částic také dále sporadicky provozována zařízení rozmanitých konstrukcí s různou mírou přesnosti (deflametry, samplery – „dust samplers“, lapače – „interceptors“, pasti – „dust traps“ nebo „sand traps“). I v ČR bylo v 80. a 90. letech 20. století testováno jednoduché zařízení na záchyt půdních částic unášených větrem v podobě soustavy vertikálně situovaných záchytných boxů. Ideální konstrukce deflametru umožňuje nejen kvantifikovat množství deflátů za určité období, ale specifikovat jejich množství v čase s ohledem na aktuální meteorologické podmínky. Jistým řešením by byl deflametr s kontinuálním monitoringem hmotnosti zachycených částic (nevýhodou je vysoká cena).

V roce 2012 byl Úřadem pro průmyslové vlastnictví zaregistrován užitečný vzor „Deflametr s aktivním lapačem půdních částic a časovým záznamem, autorů Středová, Středa, Podhrázká. Jedinečnost řešení zařízení spočívá v přesném určení termínu transportu, možnosti relativně kvantifikovat množství a pomocí následné digitální analýzy obrazu zachycených částic stanovit velikost, tvar a další parametry deflátů. V kombinaci s meteorologickým měřením (rychlost větru, vlhkost půdy, teplota půdy, stav povrchu půdy atd.) je potom dále možné striktně specifikovat podmínky v době epizody.

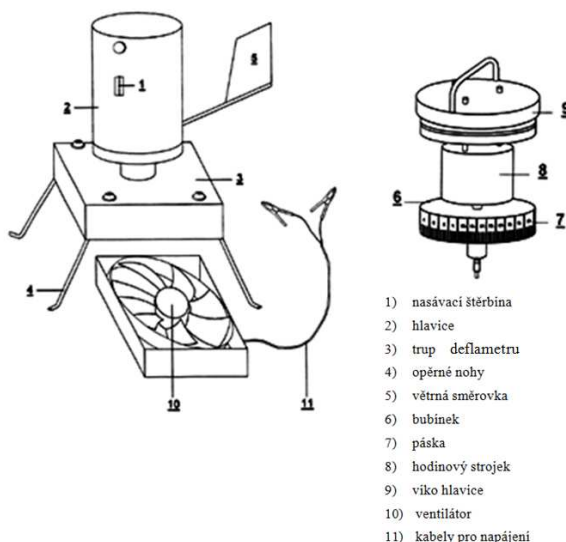
Metodika

1. Kontinuální sledování a vyhodnocování dostupných údajů o aktuální povětrnostní situaci v širším zájmovém území Jihomoravského kraje, okresu Brno – venkov, obcí s rozšířenou působností Pohořelice, Židlochovice, Hustopeče (Obr. 1). Sledování zaměřeno na vlhkost svrchní vrstvy půdy – odhad dle průběhu srážek a

aktuální větrné poměry, zejména v období bez vegetačního krytu (jaro, podzim). Sledování pomocí serveru Českého hydrometeorologického ústavu ČHMÚ): (http://chmu.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P9_0_Predpovedi/P9_1_Pocasi/P9_1_3_Modelove/P9_1_3_2_Meteogramy&last=false), tedy modelových předpovědi počasí (meteogramy Aladin pro jednotlivé lokality) se zaměřením na sledování rychlosti větru, nárazu větru a úhrnů srážek. Povětrnostní situaci je vhodné konzultovat s Regionálním předpovědním pracovištěm ČHMÚ



2. V závislosti na dané předpovědi (s max. čtyřdenním předstihem) vymežit a přesně vytipovat erozně nebezpečné epizody a operativně zrealizovat terénní monitoring.
3. Instalace deflametru (Obr. 2) proti směru větru (nejméně asi 150 m od větrolamu či jiného porostu), v kombinaci s měřením rychlosti větru (anemometr) ve vytipovaném místě. Souběžné měření rychlosti větru a deflametrem zachycených půdních částic umožňuje porovnání spektra částic s konkrétní hodnotou rychlosti větru.



Obr. 2 Deflametr s aktivním lapačem půdních částic a časovým záznamem

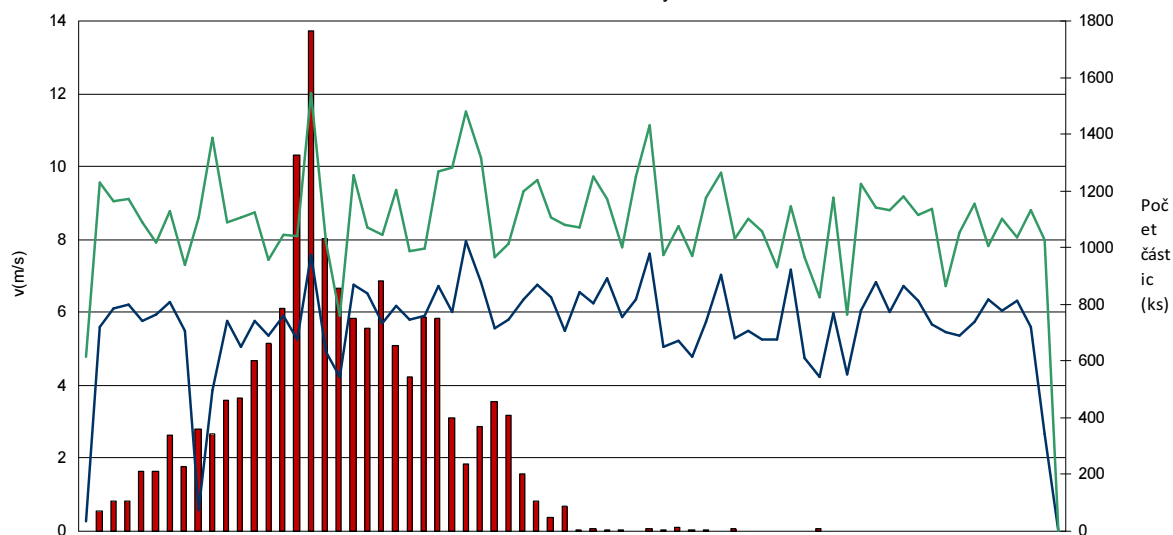
4. Odběr svrchní vrstvy půdy pro následnou laboratorní analýzu (určení zrnitosti a aktuální vlhkosti půdy).
5. Analýza pásky s lepicí vrstvou, kde je zachycen deflát, probíhá v laboratorních podmínkách s využitím metody digitální analýzy obrazu pomocí mikroskopu OLYMPUS CX 41. Obraz je zachycen digitální kamerou Lumera INFINITY 1 – 3C. Velikost půdních částic se vyhodnotí za pomoci programu QUICKphoto Micro 2.3 (funkce měření velikosti objektů).

- Laboratorní pedologický rozbor odebraného půdního vzorku. Zrnitostní rozbor za použití usazovací metody s nepřerušovanou sedimentací (pipetovací metoda). Určení vlhkosti vzorku za použití gravimetrické metody (tzv. vážková).
- Celkové vyhodnocení epizody s využitím grafů průběhu a histogramu rychlosti větru, histogramu spektra částic a popisné statistiky.

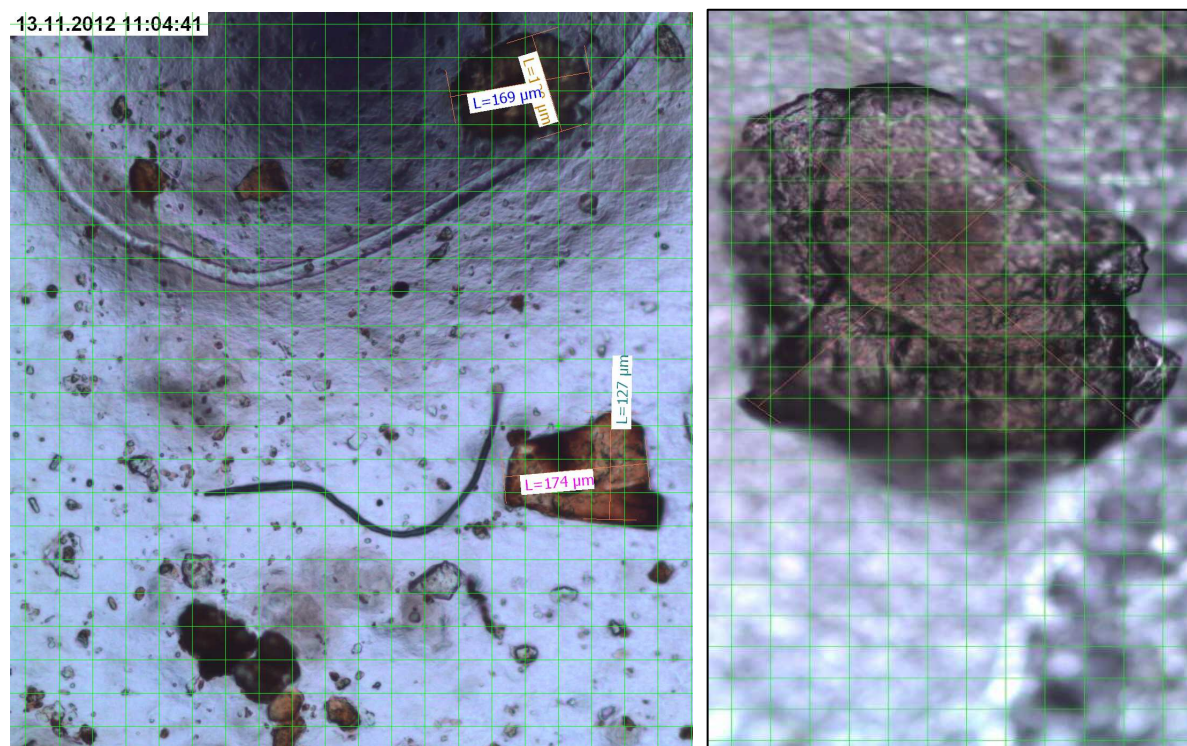
Výsledky

Měření 24.5.2012 - lehká půda

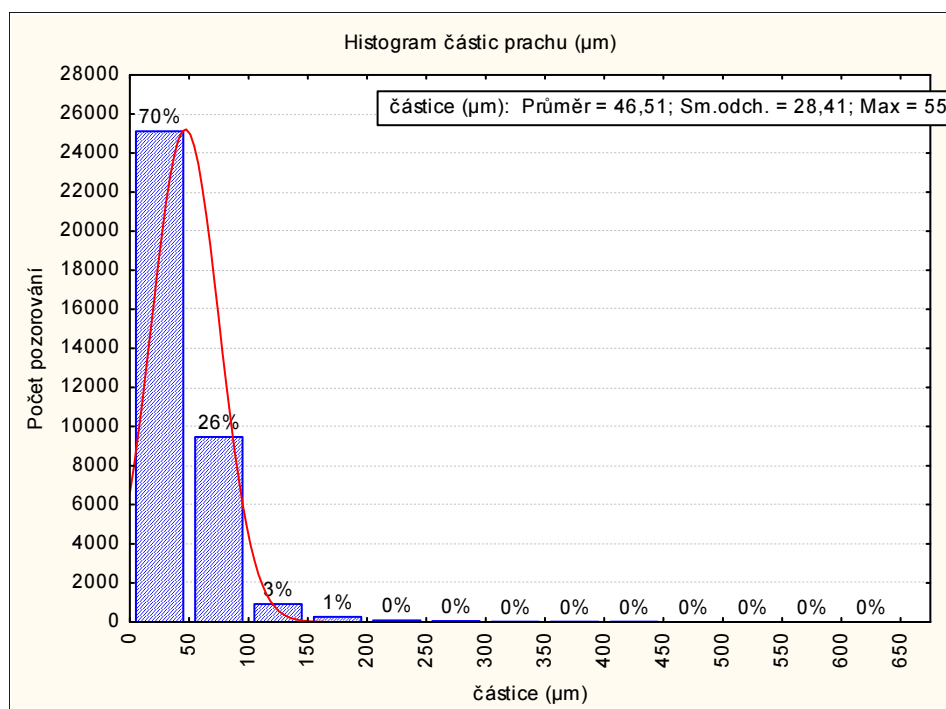
Nárazy větru se pohybovaly až okolo $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Obr. 3). Největší zaznamenaná částice měla velikost $559 \mu\text{m}$ (Obr. 4). Četnost jednotlivých velikostních kategorií uvádí Obr. 5.



Obr. 3 Počet částic (sloupcový graf dle vedlejší osy Y) v závislosti na průměrné rychlosti větru (modrá křivka dle hlavní osy Y) a maximálním nárazu větru (zelená křivka dle hlavní osy Y)



Obr. 4 Detail půdních částic z erozní epizody 24.5.2012 (rozměr jednoho čtverce čtvercové sítě je $40 \times 40 \mu\text{m}$)



Obr. 5 Velikostní spektrum analyzovaných půdních částic během erozní epizody 24.5.2012

Měření dne 17. 5. 2013 - hlinitopísčité půda.

Na tento den byly předpovídaný nárazy rychlosti větru 15 až 20 m.s⁻¹. Historické záznamy z nejbližší meteostanice v Holasicích uvádí, že v průběhu předchozích dnů (od 13. 5.) nebyl zaznamenán žádný úhrn srážek (Tab. 1) a rychlost větru by mohla být pro měření optimální.

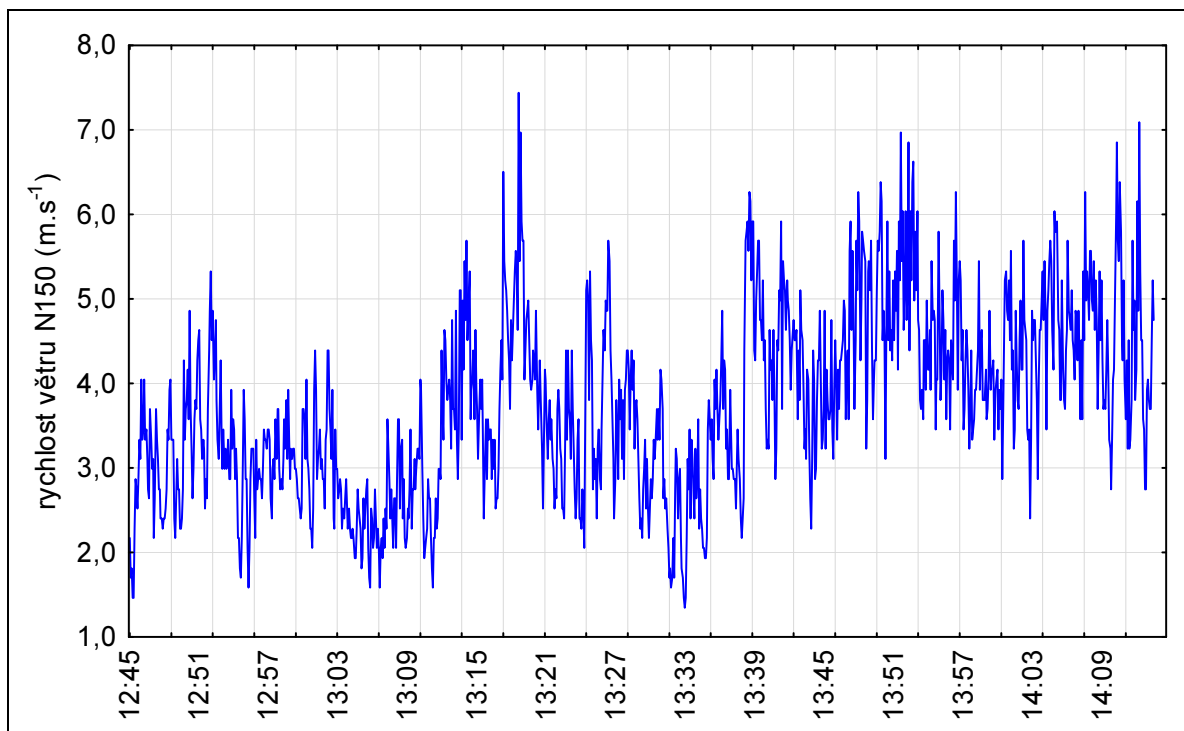
Tab. 1 Tabulka zaznamenaných hodnot meteostanice Holasice v období od 13. 5. – 17. 5. 2013. Zdroj: <http://www.in-pocasi.cz/archiv/>

Den	Maximální teplota (°C)	Minimální teplota (°C)	Náraz větru (m.s ⁻¹)	Srážky (mm)
13. 5. 2013	17,7	6,7	21	0
14. 5. 2013	19,8	5,7	6	0
15. 5. 2013	22,5	7,7	19	0
16. 5. 2013	23,9	14,2	26	0
17. 5. 2013	22,1	13,6	18	0

V souladu s kapitolou metodika měření byl deflametr s anemometrem instalován na monitorovaný pozemek (Obr. 6). Graf na Obr. 7 zobrazuje průběhu rychlosti větru měřeného dne 17. 5. 2013 na lokalitě v Malešovicích.



Obr. 6 Umístění monitorovacího zařízení

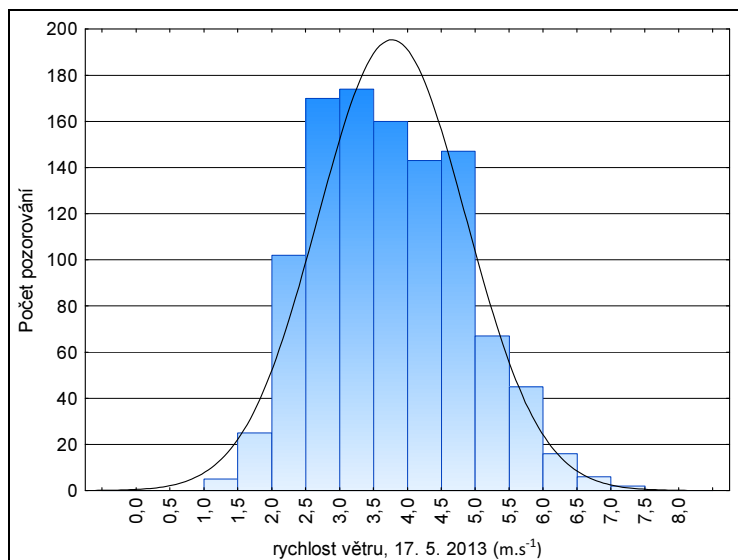


Obr. 7 Rychlost větru (m.s-1) v průběhu měření na lokalitě Malešovice (17. 5. 2013)

Maximální rychlost větru byla $7,4 \text{ m.s}^{-1}$ (Tab. 2). Na histogramu četností rychlosti větru (Obr. 8) vidíme, že nejčastěji byl zaznamenán výskyt rychlosti větru v rozmezí $3,0 - 3,5 \text{ m.s}^{-1}$.

Tab. 2 Průměrná rychlost větru a maximální rychlost větru, Malešovice, 17. 5. 2013

Měření 17. 5. 2013	Průměrná rychlost větru (m.s^{-1})	MAX rychlost větru (m.s^{-1})
Malešovice	3,7	7,4



Obr. 8 Histogram četností rychlosti větru, Malešovice, 17. 5. 2013

I přesto, že literatura udává kritickou rychlost větru pro suché hlinitopísčité půdy $3,3 \text{ m.s}^{-1}$ (v ideálních laboratorních podmínkách na základě měření v aerodynamickém tunelu) deflametr nezachytil žádné prachové částice. Důvodem může být již částečně vyvinutý porost kukuřice (Obr. 6), který zvyšoval drsnost povrchu a snižoval rychlost proudění pod kritickou hodnotu (viz. výše). Dále je třeba zohlednit stav povrchu půdy (škrálop, strukturu, drsnost povrchu), roli sehrává také skutečná vlhkost půdy, výška umístění anemometru nad

povrchem půdy (technicky nelze níže než 20 cm nad povrch). Erozi tak nelze logicky očekávat při každém měření.

Závěr

Z důvodů absence jednoduchého a efektivního zařízení pro měření aktuálního množství unášených půdních částic (prachu nebo písku) je terénní monitoring větrné eroze prováděn pouze ojediněle. Pro účely analýzy půdních částic erodovaných větrem byl vyvinut jednoduchý deflametr, který umožňuje zachycování půdních částic erodovaných větrem pomocí aktivního nasávání vzduchu na pomalu se otáčející lepicí pásku s časovou osou.

Parametry půdních částic jsou hodnoceny metodou digitální analýzy obrazu pomocí digitálního mikroskopu a software pro měření velikosti objektů. Prototyp deflametru a metodika hodnocení byly úspěšně ověřeny v praxi. V článku jsou vyhodnoceny vybrané erozní epizody z let 2011 a 2012.

Navržený 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. Lze jej využít pro přímé měření v terénu v rámci studií, které vyžadují údaje o množství a spektrálním složení unášených částic, typicky erozní účinky větru, studie účinnosti větrolamů apod.

Dedikace

Příspěvek vznikl s podporou projektu NAZV QH82099 Kriteria rozvoje větrné eroze na těžkých půdách a možnosti jejího omezení biotechnickými opatřeními.

Literatura

PASÁK V. a kol., 1984: Ochrana půdy před erozí. Praha. Státní zemědělské nakladatelství.

TOY, T. J., FOSTER, G. R., RENARD, K. G., 2002: Soil erosion: processes, prediction, measurement, and control. New York: John Wiley & Sons, c2002, 338 s. ISBN 0-471-38369-4.

RIKSEN, M.J.P.M., DE GRAAFF, J., 2001: On-site and off-site effects of wind erosion on European light soils. Land Degradation & Development 12 (1), 1–11.)

FUNK, E.L., SKIDMORE, L.J. HAGEN, 2004: Comparison of wind erosion measurements in Germany with simulated soil losses by WEPS, Environmental Modelling and Software 19 (2), pp. 177–183.