

SROVNÁNÍ METOD STANOVENÍ FAKTORU ERODOVATELNOSTI PŮDY K

J. Dufková, F. Toman, M. Šťastná

Došlo: 10. května 2005

Abstract

DUFKOVÁ, J., TOMAN, F., ŠŤASTNÁ, M.: *Comparison of methods for determination of soil erodibility factor K*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2005, LIII, No. 5, pp. 197–206

The comparison of values of the soil erodibility factor K (which is used in the universal equation for soil loss calculation), that were determined according to the main soil units and values of the K factor determined on the base of texture analysis, has found differences in soil texture in the range of the same main soil unit. The need of the laboratory analyses follows from the comparative analyses for the determination of K factor that is also necessary for determination of threat of soil by water erosion or for the projection of erosion control. The values of K factor that was specified according to the soil ecological units could be possible to take as orientational ones.

water erosion, universal equation, soil erodibility factor K, soil ecological unit, texture

Dešťové kapky dopadající na nechráněný půdní povrch rozrušují svou kinetickou energií půdní agregáty a uvolňují částice. Je-li intenzita a úhrn deště větší než vsakovací schopnost půdy, dochází po zaplnění mikroakumulačních prostorů na povrchu půdy k povrchovému odtoku a k odnášení uvolněných půdních částic – k erozi.

Vznik, průběh a intenzita erozního procesu je ovlivněna kombinovaným působením řady přírodních a člověkem ovlivněných podmínek. Zatím nejefektivněji vyjadřuje kvantitativní účinek těchto tzv. faktorů eroze univerzální rovnice dle Wischmeiera et Smithe (1978). Použitím rovnice lze stanovit dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy z pozemku vodní erozí.

Cílem práce je porovnání hodnot faktoru erodova-

telnosti půdy K, jednoho z faktorů univerzální rovnice, zjištěných z bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ) a hodnot faktoru K stanovených na základě zrnitostních analýz vzorků půdy.

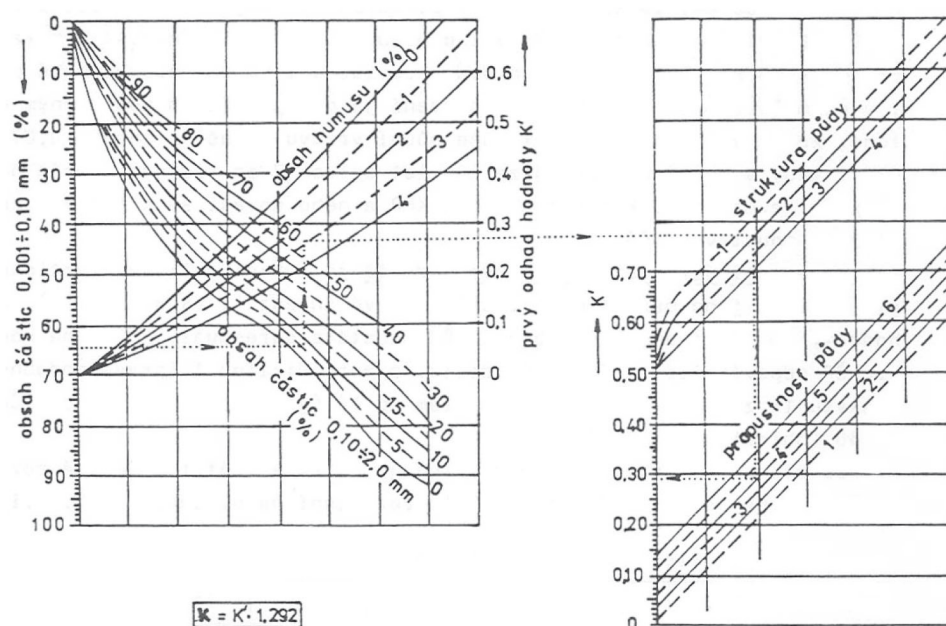
MATERIÁL A METODY

Faktor K – faktor erodovatelnosti půdy, resp. náchylnosti půdy k erozi, je v univerzální rovnici definován jako odnos půdy v t.ha⁻¹ na jednotku dešťového faktoru R ze standardního pozemku o délce 22,13 m (na svahu o sklonu 9 %), který je udržován jako kypřený černý úhor kultivací ve směru sklonu (Toman, 1996).

Pokud obsah prachu a práškového písku (0,002–0,100 mm) nepřekročí 70 %, lze faktor K určit ve vztahu (1) (Pasák, 1984):

$$100K = 2,1M^{1,14}10^{-4}(12 - a) + 3,25(b - 2) + 2,5(c - 3), \quad (1)$$

kde M = součin (% prachu + % práškového písku) krát (100 – % jílu), a = % organické hmoty (humusu), b = třída struktury ornice (v Obr. 1 jako struktura půdy), c = třída propustnosti půdního profilu (Tab. I).



VYSVĚTLIVKY

STRUKTURA PŮDY:

- 1 - zrnitá
- 2 - drobtovitá
- 3 - hrudkovitá
- 4 - deskovitá, slitá

PROPUSTNOST PŮDY:

- 6 - < 0,15 cm / hod
- 5 - 0,15 - 0,5 cm / hod
- 4 - 0,5 - 1,5 cm / hod
- 3 - 1,5 - 5,0 cm / hod
- 2 - 5,0 - 15,0 cm / hod
- 1 - > 15,0 cm / hod

1: Nomogram pro stanovení hodnoty faktoru K (Pasák, 1984)

Obsah organické hmoty se v půdách stanovuje podle obsahu oxidovatelného uhlíku. Stanovené množství oxidovatelného uhlíku je nutno vynásobit koeficientem 1,724 (humus obsahuje kolem 58 % C). Kvalita organické hmoty závisí na povaze humusotvorného materiálu a na podmínkách humifikace. Pro posouzení kvality humusu se nejčastěji používá poměru zastoupení podílu huminových kyselin k fulvokyselinám (HK:FK). Zvyšováním obsahu huminových kyselin vzrůstá kvalita humusu (Jandák et al., 2001).

Hodnoty faktoru K lze přímo odečíst z nomogramu (Wischmeier et Smith, 1978) (Obr. 1). Třídy propustnosti c (Tab. I) se vztahují na půdní profil, ostatní vstupní hodnoty platí pro ornici.

Pro půdy se zrnitou a drobtovitou strukturou ornice a střední propustností půdního profilu stačí k určení faktoru K použít levou polovinu nomogramu. Odečtenou hodnotu faktoru K z levé části nomogramu je nutno převést na SI jednotky vynásobením součinitelem 1,292 (Pasák, 1984).

I: Propustnost půdního profilu (Janeček et al., 2002)

Třída propustnosti	Propustnost	Charakteristika půdy	Poznámky
1	Velmi vysoká $> 2,5 \text{ mm.min}^{-1}$	Hluboké, dobře odvodněné písky, některé černozemě ze spraší.	Půda zůstává po nasycení vodou vlhká pouze několik hodin.
2	Vysoká $0,83\text{--}2,5 \text{ mm.min}^{-1}$	Strukturní písčité hlína až hlinitý písek, černozemě a hnědozemě ze spraší.	
3	Střední $0,25\text{--}0,83 \text{ mm.min}^{-1}$	Podorniči s výraznou strukturou nebo tvořené hlínou.	Půda zůstává po nasycení vodou vlhká několik dní.
4	Mírná $0,08\text{--}0,25 \text{ mm.min}^{-1}$	Středně propustná svrchní vrstva půdy je uložena na jílovité hlíně se slabě vyvinutou kostkovitou nebo polyedrickou strukturou.	
5	Nízká $0,025\text{--}0,08 \text{ mm.min}^{-1}$	Pod svrchní propustnější vrstvou je kompaktní jíl nebo jílovitá hlína.	Půda zůstává po nasycení vodou vlhká déle než týden.
6	Velmi nízká $< 0,025 \text{ mm.min}^{-1}$	Tvrdé kompaktní jíly.	

Orientační hodnoty faktoru K podle půdního druhu uvádí Tab. II. K velmi přibližnému a generalizovanému určení faktoru K lze užít i map bonitovaných půdně ekologických jednotek (Němeček et al., 1967; Sirový et Facek, 1967) a hodnoty faktoru K určit podle Tab. III. V tabulce jsou jejich hodnoty uvedeny již v SI jednotkách a tudíž se nenásobí součinitelem 1,292 (Podhrázká et Dufková, 2005). Druhé a

třetí místo kódu BPEJ označuje hlavní půdní jednotku (HPJ), což je účelové seskupení půdních forem příbuzných vlastností, jež jsou určeny geneticky půdním typem, subtypem, půdotvorným substrátem, zrnitostí, hloubkou půdy, stupněm hydromorfismu, případně výraznou sklonitostí nebo morfologií terénu a zúrodňovacím opatřením (Jandák, 1989).

II: Orientační hodnoty faktoru K podle půdního druhu (Janeček, 1998)

Půdní druh	Značka KPP	Faktor K (interval)
Písčité	p	0,10–0,20
Hlinitopísčité	hp	0,21–0,30
Písčitohlinité	ph	0,31–0,40
Hlinité	h	0,41–0,50
Jílovitohlinité (jílovité)	jh	0,51–0,70

III: Orientační hodnoty faktoru K podle BPEJ (Podhrázská et Dufková, 2005)

Druhé a třetí místo pětimístního kódu	Faktor K ornice	Druhé a třetí místo pětimístního kódu	Faktor K ornice
01	0,41	28	0,35
02	0,46	29	0,34
03	0,39	30	0,26
04	0,17	31	0,21
05	0,40	32	0,30
06	0,30	33-S-T	0,45–0,3
07	0,29	34	0,26
08	0,65 a	35	0,24
09	0,53	36	0,22
10	0,52	37–39 c	–
11	0,55	40–41	–
12	0,48	42	0,52
13	0,55 b	43	0,61
14	0,66	44	0,57
15	0,60	45	0,48
16	0,30	46	0,55
17	0,29	47	0,50
18	0,42	48	0,39
19-S-T	0,49–0,42	49	0,49
20	0,34	50	0,33
21	0,16	51	0,20
22	0,20	52	0,34
23	0,18	53	0,36
24-S-T	0,52–0,43	54	0,35
25	0,49	55–63 e	–
26	0,49	64–76 f	–
27	0,30	77–78 g	–

Pozn: Uvedené hodnoty jsou střední (průměrné) hodnoty pro danou jednotku. Při velké šíři vymezení některých jednotek jsou uvedeny průměrné hodnoty krajních mezí (S – střední, T – těžké). Fluvizemní, černicové a půdní společenstva se zastoupením hydromorfních půd vyžadují vyhledání faktoru K z nomogramu:

- velká variabilita – odvodit z nomogramu,
- obvykle na překryvech teras, ne na svazích,
- použít údaje z půd 18–36, v jejichž areálu se nacházejí,
- použít údajů z ostatních půd, v jejichž areálu se nacházejí,
- pokud jsou na agradačních valech či jiných svažitých prvcích fluvizemě, použít nomogram,
- u půd použít nomogram (velká variabilita, zejména v obsahu humusu)
- vyčlenit ze ZPF.

Stanovení faktoru K pomocí nomogramu

Podklady pro výpočet faktoru K byly získány z databáze Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy (VÚMOP). Bylo vyhodnoceno celkem 67 vzorků pocházejících z devíti okresů – Blansko, Brno-venkov, Břeclav, Hodonín, Kroměříž, Prostějov, Třebíč, Vyškov a Znojmo.

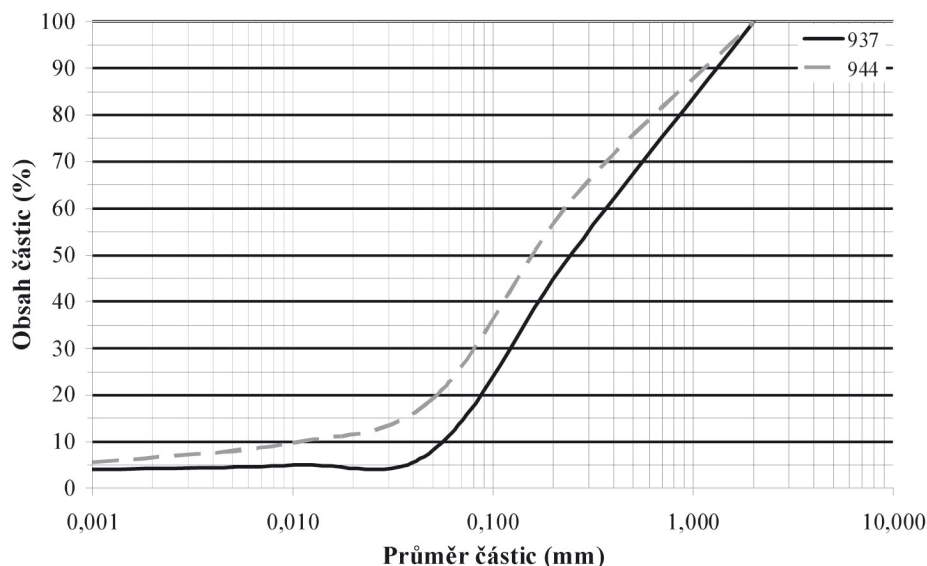
Na základě zrnitostních analýz všech vzorků půdy byly vytvořeny zrnitostní křivky (Obr. 2) a z nich odečten procentuální obsah částic velikosti 0,002–0,1 mm a 0,100–2,0 mm. Zrnitostní křivka je souč-

tovou čarou, tj. geometrickým místem bodů, a která představuje procentické zastoupení částic určitého průměru a všech částic menších. Kreslí se v semilogaritmickém systému, kde na horizontální ose je logaritmická stupnice průměrů částic a na vertikální ose dekadická stupnice procentického zastoupení částic. Základem pro kreslení zrnitostní křivky jsou jednotlivé body, které jsou grafickým znázorněním párových hodnot průměrů částic a jejich procentického zastoupení (Jandák, 1989).

Vzhledem k tomu, že v databázi VÚMOP nebyla uvedena struktura a propustnost půdy, byla použita pouze levá část nomogramu na Obr. 1 a odečtená hodnota se násobila koeficientem 1,292 pro převod na SI jednotky.

Stanovení faktoru K z kódu BPEJ

Faktor K byl vyhledán v Tab. III podle hodnot druhého a třetího místa pětímístného kódu BPEJ. Tento způsob slouží pouze k přibližnému určení hodnoty faktoru náchylnosti půd k vodní erozi.



2: Ukázkové zrnitostní křivky vzorků 937 a 944 (písečná půda)

VÝSLEDKY A DISKUSE

Cílem práce bylo porovnání hodnot faktoru K odvozených podle BPEJ s hodnotami stanovenými na základě rozborů vzorků půdy, které byly určeny postupem doporučeným Wischmeierem et Smithem (1978).

Pro větší přehlednost byly vzorky seřazeny do kategorií podle obsahu jílovitých částic (částic menších než 0,01 mm) a v rámci těchto kategorií byl faktor K stanovený výše uvedenými metodami porovnáván.

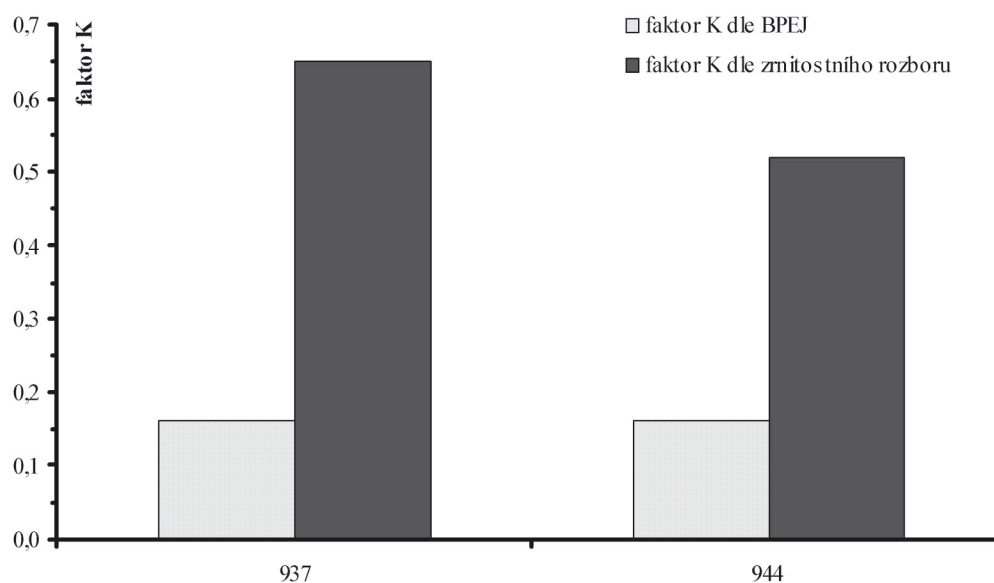
Písečná půda

U písečné půdy byly vyhodnoceny pouze dva vzorky (Obr. 3). Jejich HPJ je rovna 21 a hodnota faktoru K

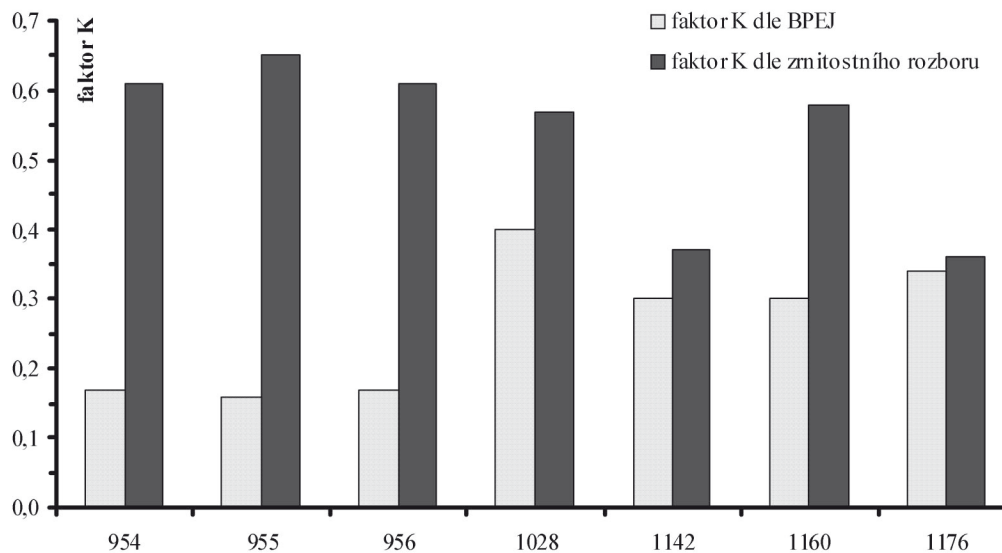
je 0,16. Z nomogramu, na základě zrnitostního rozboru, pak byly odečteny hodnoty faktoru K 0,52 a 0,65. Průměrný rozdíl hodnot faktoru K zjišťovaného různými metodami činí 0,43.

Hlinitopísečná půda

U hlinitopísečné půdy bylo vyhodnoceno sedm vzorků (Obr. 4). Faktor K vypočítaný a faktor K převzatý z tabulek dle kódu BPEJ se téměř shoduje jen u vzorku 1176 (líší se o dvě setiny). U zbývajících vzorků je rozdíl mezi faktory podstatně vyšší, v průměru činí 0,27. Minimální hodnota faktoru K vypočítaného je 0,36, maximální 0,65 a faktoru K převzatého z tabulek je minimální hodnota 0,16, maximální 0,40.



3: Porovnání K faktoru určeného podle BPEJ a vypočítaného podle zrnitostního rozboru – písčité půda

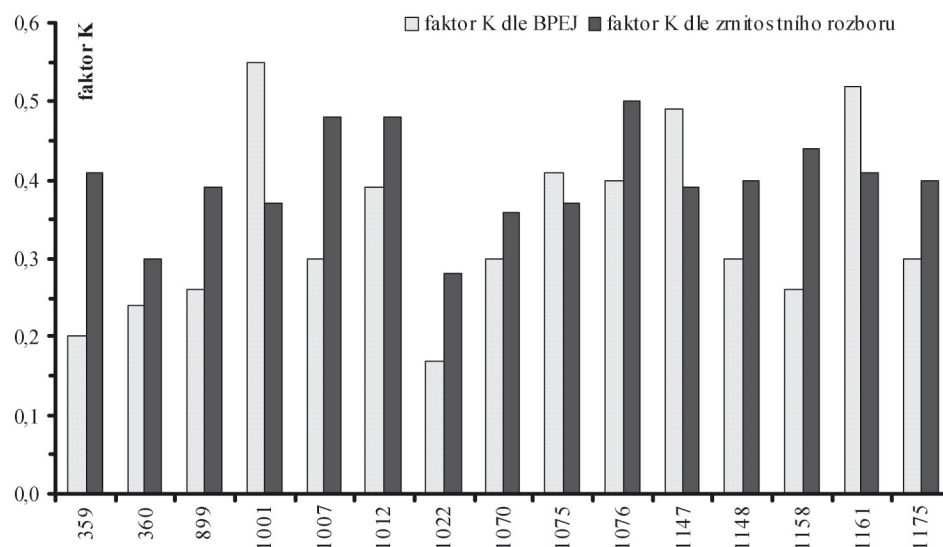


4: Porovnání K faktoru určeného podle BPEJ a vypočítaného podle zrnitostního rozboru – hlinitopísčité půda

Písčitohlinitá půda

Z hodnot faktoru K pro písčitohlinitou půdu vyplývá, že tento se neshoduje v žádném uvedeném případě (Obr. 5). Průměrný rozdíl mezi oběma faktory K

je však jen 0,06. Minimum dosahuje u metody stanovení faktoru K dle BPEJ hodnoty 0,17, maximum 0,55, u metody stanovení K dle zrnitostního rozboru pak 0,28 (minimum) a 0,50 (maximum).

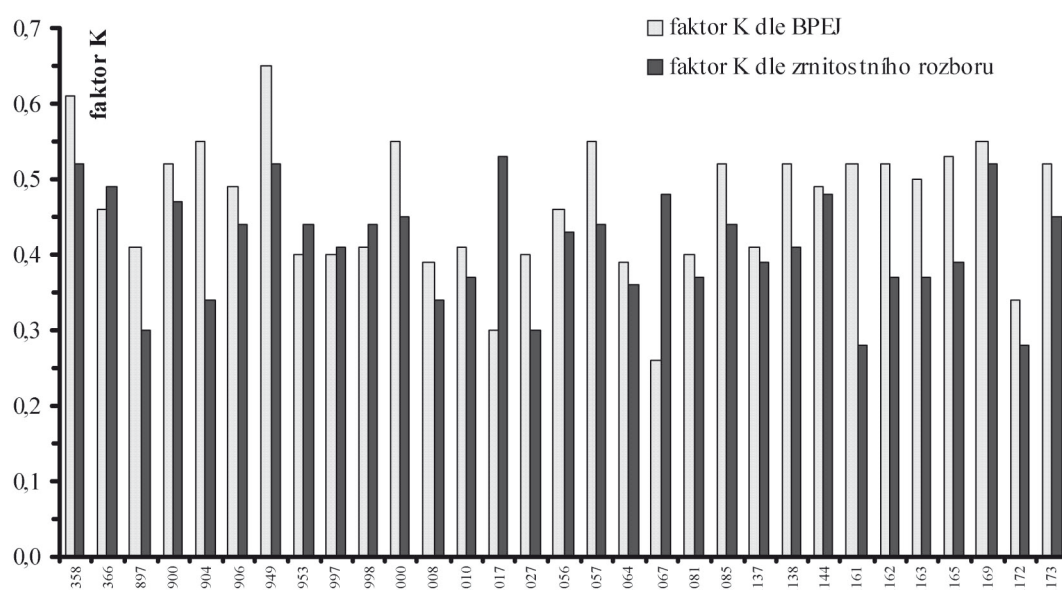


5: Porovnání K faktoru určeného podle BPEJ a vypočítaného podle zrnitostního rozboru – písčitohlinitá půda

Hlinitá půda

Nejvíce vzorků bylo vyhodnoceno pro hlinitou půdu (Obr. 6). Hodnoty faktoru K se téměř shodují jen u vzorků 997, 1137 a 1144. Průměrný rozdíl hod-

not faktoru K je jen 0,05. Minimální hodnoty faktoru K 0,26 a maximální 0,65 byly zjištěny u metody stanovení faktoru K dle BPEJ.

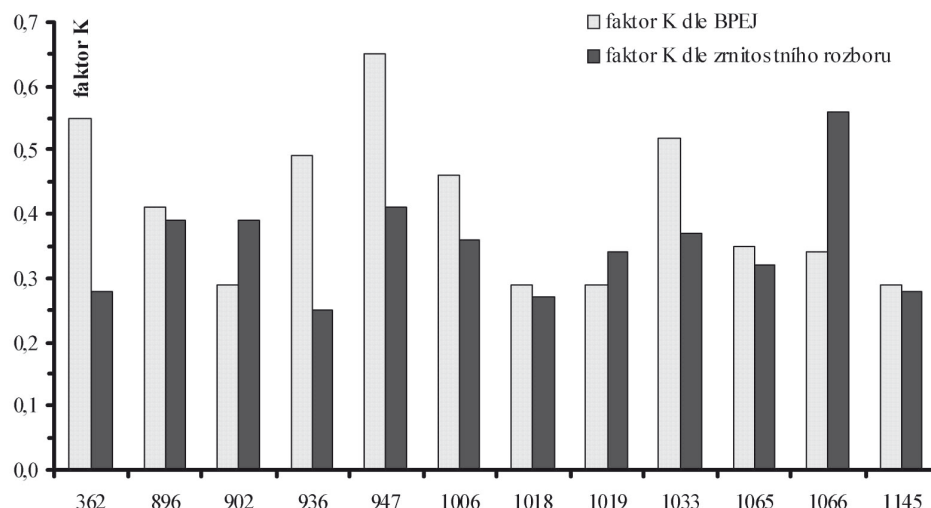


6: Porovnání K faktoru určeného podle BPEJ a vypočítaného podle zrnitostního rozboru – hlinitá půda

Jilovitohlinitá půda

Faktor K vypočítaný a faktor K zjištěný z tabulek BPEJ se téměř ve třech případech shoduje, jedná se o vzorky 896, 1018 a 1145. U zbývajících vzorků je rozdíl mezi faktory podstatně vyšší. Průměrný rozdíl

hodnot faktoru K činí 0,06. Minimální hodnota faktoru K je 0,25 (u metody výpočtu faktoru K dle zrnitostního rozboru), maximum odpovídá hodnotě 0,65 (platí pro metodu určení faktoru K dle BPEJ).



7: Porovnání K faktoru určeného podle BPEJ a vypočítaného podle zrnitostního rozboru – jilovitohlinitá půda

Velké rozdíly mezi hodnotami faktorů K určenými dvěma metodami mohou být způsobeny především tím, že podle platné metodiky vymezení a mapování BPEJ z roku 1974 mohly být vymežovány BPEJ pro účely bonitace zemědělského půdního fondu pouze tehdy, pokud výměra jejich lokalit činila nejméně 3 ha. Plochy menší než 3 ha mohly být mapovány jako samostatné BPEJ, jen pokud měly výrazně kontrastní charakter a jejich výměra činila nejméně 0,5 ha. Za výraznou kontrastnost se považovala:

- odlišnost svažitosti nejméně o 5 stupňů proti průměru kategorie, do které je okolní lokalita zařazena,
- odlišnost skeletovitosti o 2 stupně,
- odlišnost zrnitosti o 2 stupně,
- odlišnost hloubky půdy o 2 stupně,
- dlouhodobé zamokření proti ekologicky příznivým podmínkám a naopak ekologicky příznivé podmínky proti zamokření.

Zrnitosti půd v rámci jedné půdní jednotky (druhé a třetí místo BPEJ) mohou vykazovat různě velkou proměnlivost. Proto hodnoty faktoru K, odvozené z kódu BPEJ, mohou být jen orientační.

Dále bylo provedeno porovnání hodnot fakto-

ru K u HPJ zastoupených minimálně šesti vzorky (Tab. IV–VI).

Hodnoty faktoru K pro HPJ 10 se nachází v intervalu 0,28–0,47 (Tab. IV). Průměrná hodnota je rovna 0,40. V Tab. III ke stanovení faktoru K dle BPEJ je pro HPJ 10 uvedena hodnota 0,52.

Hodnoty faktoru K pro HPJ 05 byly zjištěny v rozmezí 0,30–0,57 (Tab. V). Průměrná hodnota je tedy 0,43. Tabelární hodnota HPJ 05 je rovna 0,40.

Interval hodnot faktoru K pro HPJ 01 se nachází v rozmezí 0,30–0,44 (Tab. VI). Průměr činí 0,38. Hodnota faktoru K pro HPJ 01 vyčtená z Tab. III je rovna 0,41.

IV: Porovnání hodnot faktoru K pro HPJ 10

Vzorek	Hodnota faktoru K	Půdní druh
900	0,47	h
1033	0,37	jh
1085	0,44	h
1138	0,41	h
1146	0,41	ph
1161	0,28	h
1162	0,37	h
1173	0,45	h

V: Porovnání hodnot faktoru K pro HPJ 05

Vzorek	Hodnota faktoru K	Půdní druh
953	0,44	h
997	0,41	h
1027	0,30	h
1028	0,57	hp
1076	0,50	ph
1081	0,37	h

VI: Porovnání hodnot faktoru K pro HPJ 01

Vzorek	Hodnota faktoru K	Půdní druh
896	0,39	jh
897	0,30	h
998	0,44	h
1010	0,37	h
1075	0,37	ph
1137	0,39	h

Podíl zrnitostních frakcí zjištěných u jedné HPJ se dle výsledků hodnocení vždy liší. Např. vzorky půdy s HPJ 01 spadají podle Tab. III do půd písčitohlinitých, hlinitých a jílovitohlinitých. Pro přesné určení ohroženosti pozemků vodní erozí je proto nutné faktor K stanovit na základě rozborů půd dotčených pozemků.

Při porovnání hodnot faktoru K stanoveného na základě zrnitostních rozborů vzorků půd a faktoru K, který byl vyhledán v tabulkách podle pětimístného kódu BPEJ, byly zjištěny rozdíly v zrnitosti půd u HPJ. Proto by hodnoty faktoru K odvozené z kódů BPEJ měly být považovány jen za orientační hodnoty. Nej přesnější stanovení faktoru K lze získat pouze z laboratorních analýz a následných výpočtů.

Na základě výše uvedených skutečností by při stanovení ohroženosti půdy vodní erozí a při návrhu protierozních opatření, kdy potřebujeme zjistit faktor erodovatelnosti půdy K, proto mělo dojít k rozboru vzorků z povrchu půdy ohrožených pozemků doplněného o rozboru obsahu organické hmoty a určení charakteristiky struktury a propustnosti půdy.

SOUHRN

Porovnáním hodnot faktoru erodovatelnosti půd K (používaného v univerzální rovnici pro výpočet smyvu půdy) a zjištěných podle hlavních půdních jednotek a hodnot faktoru K stanovených na základě zrnitostních analýz vzorků půdy byly zjištěny rozdíly v zrnitosti půd v rámci jedné hlavní půdní jednotky. Ze srovnávacích analýz vyplývá potřeba laboratorních rozborů ke stanovení faktoru K potřebného pro stanovení ohroženosti půdy vodní erozí či pro návrh protierozních opatření. Hodnoty faktoru K stanovené dle bonitovaných půdně ekologických jednotek lze považovat pouze za orientační.

vodní eroze, univerzální rovnice, faktor erodovatelnosti půdy K, bonitovaná půdně ekologická jednotka (BPEJ), zrnitost

Výsledky této práce jsou součástí řešení projektů NAZV č. QF3100 a NAZV č. 1R44027.

LITERATURA

- JANDÁK, J.: *Cvičení z půdoznalství*. 1. vyd. Brno: VŠZ v Brně, 1989, 213 s.
- JANDÁK, J., PRAX, A., POKORNÝ, E.: *Půdoznalství*. 1. vyd. Brno: MZLU v Brně, 2001, 142 s.
- JANEČEK, M.: Nové směry v protierozní ochraně půdy. *Rostlinná výroba*, 1998, 4: 56. ISSN 0323-2301, ISBN 80-86153-93-2.
- JANEČEK, M. et al.: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. 1. vyd. Praha: ISV nakladatelství, 2002, 202 s. ISBN 80-85866-86-2.
- NĚMEČEK, J. et al.: *Průzkum zemědělských půd ČSSR, 1. díl*. 1. vyd. Praha: MZVŽ, 1967.
- PASÁK, V.: *Ochrana půdy před erozí*. 1. vyd. Praha: SZN Praha, 1984, 164 s.
- SIROVÝ, V., FACEK, Z.: *Průzkum zemědělských půd, 3. díl*. 1. vyd. Praha: MZVŽ, 1967.
- TOMAN, F.: *Protierozní ochrana půdy, cvičení*. 1. vyd. Brno: MZLU v Brně, 1996, 76 s.
- PODHRÁZSKÁ, J., DUFGOVÁ, J.: *Protierozní ochrana půdy, cvičení*. 1. vyd. Brno: MZLU v Brně, 2005, 97 s.
- WISCHMEIER, W. H., SMITH, D. D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. *Agricultural Handbook*, 1978, No. 537, 58 s.

Adresa

Ing. Jana Dufková, Ph.D., Prof. Ing. František Toman, CSc., Ing. Milada Šťastná, Ph.D., Ústav aplikované a krajinné ekologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika