

# ANALÝZA EROZNÍCH POMĚRŮ POVODÍ VODÁRENSKÉ NÁDRŽE ŠANCE: SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ METOD HODNOTÍCÍCH EROZNÍ ČINNOSTI

M. Palíková, A. Kučera

**Došlo: 2. června 2009**

## Abstract

PALÍKOVÁ, M., KUČERA, A.: *Analysis of soil erosion factors in the river-basin of water tank Šance: confrontation of results of methodologies observing soil erosion.* Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2009, LVII, No. 5, pp. 229–234

Soil erosion is still an issue in forestry and in human water-resources activities connected with landscape management and the protection of surface waters. The methods recently assessing the water erosion include: monitoring of suspended sediments in water, monitoring of dynamics of soil properties, assessing the inclination of soil towards soil erosion, monitoring of effectiveness of erosion control measures, erosion processes modeling etc. (Buzek, 1981; Buzek, 1983; Holý, 1994; Jařabáč, Belský, 2008).

The river basin of the water tank Šance is very important as a source of potable water and this importance is advanced, when water tank is clogged up by suspended sediments.

Erosion was assessed by two methods in ArcMap 9.3 working with original data: the first method is Universal equation calculating an average annual soil loss from surface (USLE) (Wischmeier, Smith, cit. in Janeček, 2002); the second method assesses the potential erosion (MPE), using specific soil properties as factors, evaluating the rate of the intensity of erosion (Kučera, Palíková; 2009).

Each method uses different ways for the description of the erodibility: USLE describes a long-term average annual soil loss as a consequence of surface erosion. It gives exact values of sediments in  $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ , but from the other point of view, this method is primarily created for an agricultural land. Compared with USLE, MPE solves potential erosion and gives relative values of the erosion tendency of an environment. PME could give a new point of view on the assessing of the erosion.

The river basin Ostravice above water tank Šance was used to compare these two methods. As a control measure, dates of the assessment of the water sediments regime (Buzek, 2001) were used. This observation was pursued in waters of the gaging station ČHMÚ Ostrava in Staré Hamry in according Stehlík (1969). This 25-year process of measuring shows the value of  $2.47 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$  in water tank upper Ostravice (with surface  $72.96 \text{ km}^2$ ). USLE shows much lower values of suspended sediments ( $0.41 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$  using a continuous longitude of slopes or  $0.11 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ , with regards to the interruption of slopes by the forest roads). This difference is caused by the construction of USLE, which doesn't respect increased values of sediments after the crossing of fords by the forestry mechanization, rill erosion or inputs of sediments from watercourse and near ravines. Therefore, the high values of suspended sediments are mainly caused by forest management (Buzek, 2001).

Water tank Šance, erosion, suspended sediments, USLE, regime of suspended sediments, GIS

Erozní činnost proudící vody patří ke stále aktuálním tématům nejen lesnické praxe, ale i vodohospodářské činnosti člověka, zejména ve vazbě na management krajiny a ochranu povrchových vod. Vodní

eroze, resp. unášecí schopnost povrchové proudící vody je podmíněna řadou faktorů (Brady, Weil, 2002; Dvořák, Novák eds. 1994; Buzek, 1983; Holý, 1994; Podrážská, Dufková, 2005; Toman, 1996), mezi

nimiž lze obecně vyčlenit klimatické podmínky, charakter reliéfu terénu, půdní vlastnosti, zastoupené zejména zrnitostí půdy, obsahem půdní organické hmoty i půdní aciditou, a v neposlední řadě také antropickou činností. Z hlediska problematiky hodnocení vodní eroze lze mezi užívanými metodami vyčlenit např. sledování intenzity eroze měřením množstvím odnášeného materiálu či dynamiky půdních vlastností, zaměřením na náchylnost půdy k erozi, sledování účinnosti protierozních opatření, modelování erozních procesů apod. (Buzek, 1981; Buzek, 1983; Holý, 1994; Jařabáč, Selský, 2008). V současnosti zaujímá stále významnější a uživatelsky postavení využití geoinformačních technologií hlavně z hlediska predikce vývoje či modelování krizových situací.

Povodí vodárenské nádrže Šance je zajímavé zejména z pohledu jednoho z hlavních zdrojů pitné vody pro město Ostrava a okolí a jejího znečišťování plaveninami. Touto problematikou se právě z hlediska plaveninového režimu zabýval Buzek ve svých pracích. V tomto článku jsme použili jeho pětadvacetiletou řadu měření ke srovnání výsledků námi použitých metod pro určení míry erozní činnosti v povodí výše zmiňované nádrže.

## MATERIÁL A METODY

Hodnocení erozní činnosti v povodí vodárenské nádrže Šance bylo provedeno dvěma metodami v programu ArcMap 9.3.

První z nich je metoda Univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy z pozemků (USLE) dle Wischmeiera a Smithe (cit. in Janeček, 2002):

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P,$$

kde:

G ... průměrná dlouhodobá ztráta půdy ( $t \cdot ha^{-1}$  za rok)

R.... faktor erozní účinnosti deště

K ... faktor erodovatelnosti půdy – vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře půdy, obsahu organické hmoty a zrnitosti

L.... faktor délky svahu – vyjadřující vliv nepřerušované délky svahu na velikost ztráty půdy erozí

S.... faktor sklonu svahu – vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí

C.... faktor ochranného vlivu vegetace

P.... faktor účinnosti protierozních opatření.

Faktor erozní účinnosti deště definovali Wischmeier a Smith (cit. In: Janeček, 2002) vztahem:

$$R = (E/100) \cdot i_{30},$$

kde:

R.... faktor erozní účinnosti deště ( $MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$ )

E.... celková kinetická energie deště ( $J \cdot m^{-2}$ )

$i_{30}$ .... max. třicetiminutová intenzita deště ( $cm \cdot ha^{-1}$ ).

Pro naše účely byla použita průměrná hodnota faktoru R určená pro lokalitu Lysá Hora a Morávka nádrží z dílčí zprávy výzkumného záměru Dostála a kol. (2001). Tyto dvě lokality jsou totiž nejbližší námi pozorovanému území a nadmořskou výškou odpovídají poloze povodí vodárenské nádrže Šance. Hodnota, která byla pro výpočet zvolena, je  $17,185 MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$ .

Pro výpočet byl vytvořen boolovský obraz celkové plochy povodí s výše zmiňovanou hodnotou.

Faktor erodovatelnosti půdy K byl určen na základě výsledků terénního šetření. To proběhlo v uvedeném povodí na dvaceti lokalitách, rovnoměrně rozmístěných v rámci zájmového území a přibližně stejně zastoupených v rámci vylišených půdních kategorií (Kučera, Palíková, 2009). Výpočet hodnoty faktoru K byl proveden dle vzorce:

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

kde:

M .. (% prachu + práškového písku)  $\times$  (100 - % jílu)  
(% prachu + % práškového písku = částice 0,002 – 0,1 mm, % jílu = částice < 0,002 mm)

a .... % organické hmoty

b .... třída struktury ornice (viz Janeček, 2002)

c..... třída propustnosti půdního profilu (viz Janeček, 2002).

Procenta jednotlivých půdních frakcí byla zjištěna laboratorním šetřením pro jednotlivé půdní jednotky vylišené v rámci povodí následovně:

I: Hodnoty faktoru K pro půdní jednotky

KPJ FAO	% jílu	% prášk. písku	% prachu	% OM	b struktura	c Prop.	M	K
<b>P</b> <i>FhP</i>	11	28	61	4	2	3	2492	0.125
<b>Rpp</b> <i>CP</i>	11	34	55	4	2	2	3026	0.131
<b>S</b> <i>CP</i>	21	36	43	1	2	2	2844	0.175
<b>Hpsk</b> <i>SdC</i>	20	39	41	4	2	4	3120	0.187
<b>Hpk</b> <i>EC</i>	17	31	52	4	2	3	2573	0.130
<b>Np</b> <i>EF</i>	18	35	47	4	2	3	2870	0.147
<b>C</b> <i>A</i>	19	31	50	1	2	3	2511	0.174

Vysvětlivky: **KPJ FAO** – Klasifikace půdních jednotek FAO; **Prop.** – propustnost (permeabilita); **P** *FhP* – Podzoly – Ferrohumic Podzol; **Rpp** *CP* – Rezivé půdy s podzoly – Cambic Podzol; **S** *CP* – Sjezdovky – Cambic Podzol; **Hpsk** *SdC* – Hnědé půdy silně kyselé – Spodo-dystic Cambisol; **Hpk** *EC* – Hnědé půdy kyselé – Eutric Cambisol; **Np** *EF* – Nivní půdy – Eutric Fluvisol

Obrazu půdních kategorií povodí byly přiřazeny hodnoty K faktorů a tím vznikla další vrstva potřebná do výpočtu.

Faktor délky a sklonu svahu (LS) jsme vypočítali ze vztahu:

$$LS = l_d^{0.5}(0,0138 + 0,0097 s + 0,00138 s^2),$$

kde:

$l_d$ .... nepřerušená délka svahu (m)

$s$ .... sklon svahu (%).

Oba výše uvedené faktory byly počítány obrazově v programu ArcMap 9.3. Nezbytným vstupem pro výpočet těchto faktorů bylo vytvoření digitálního modelu terénu. Ten byl vytvořen rovněž v programu ArcMap 9.3 na základě vrstevnicových dat s pětimetrovým odstupem vrstevnic ze zdroje ZABAGED, vrstvy vodní sítě s orientací od pramene po vtok do nádrže, plochy nádrže a plochy povodí, která byla využita jako maska omezující výpočet. Velikost rozlišení výstupního DMT byla stanovena na 5 m. Z takto vytvořeného DMT byly dále odstraněny lokální deprese, aby při dalších výpočtech nedocházelo k chybám. Z této vrstvy byly vypočítány sklony svahů v procentech a délky svahů, kdy v prvním případě byl proveden výpočet bez omezujícího vlivu cest L1L2 a v případě druhém byl vliv těchto cest započítán.

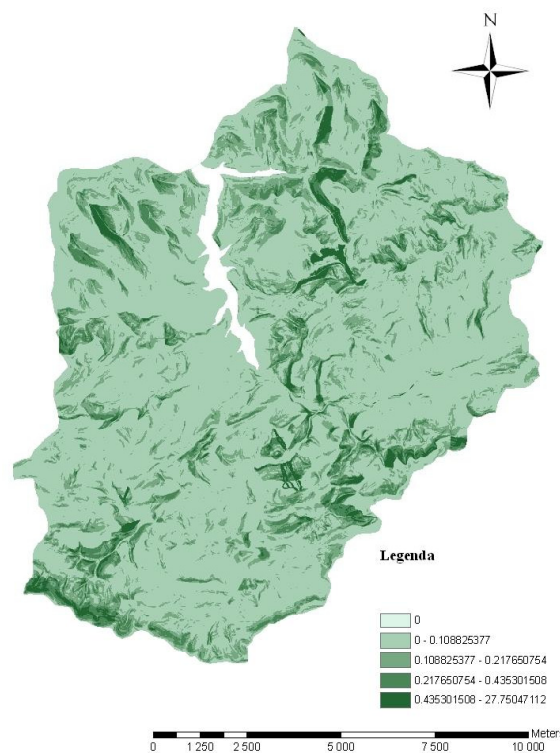
Metodu pro výpočet faktoru C (ochranného vlivu vegetace) bylo nutné přizpůsobit podmínkám lesního prostředí. Problematikou faktoru ochranného vlivu vegetace v rovnici USLE na lesních pozemcích se zabývali Dissmeyer a Foster (1981). Tento faktor je součinem hodnot jednotlivých dílčích faktorů, v našem případě seskupených v rámci blízkých půdních jenotek. Dílčí faktory jsou rozděleny na faktor holé půdy (dřhp), zápoje (dřz), zcelování půdy (drzp), organického podílu (dřop), jemných kořenů (dřjk), terénních depresí (dřtd), stupňovitosti terénu (dřst). Jednotlivé dílčí faktory byly stanoveny pro půdní jednotky na základě terénního šetření podle metody Dissmeyer a Foster (1981).

Poslední faktor, který je vstupem pro výpočet rovnice průměrné dlouhodobé ztráty půdy z pozemků, je faktor P – faktor vlivu protierozních opatření. Jelikož je tato metoda primárně vytvořena pro zemědělské pozemky, i tento faktor by měl zahrnovat protierozní opatření právě na zemědělských pozemcích, jako je terasování, hrázkování, orba po vrstevnici

a další. Z důvodu specifického přístupu k lesním půdám oproti zemědělským, nebyl tento faktor zohledněn.

Výsledný obraz průměrné dlouhodobé ztráty půdy z pozemků v  $t \cdot ha^{-1}$  za rok vznikl vynásobením obrazů dílčích faktorů. Pro další srovnání byly vytvořeny dva obrazy. Jeden se zkrácenou délkou svahů, v důsledku rozčlenění cestami L1L2, druhý bez omezujícího faktoru rozčlenění svahů.

Druhá metoda – zjišťování potenciální eroze (MPE), která byla pro hodnocení erozní činnosti ve výše zmiňovaném povodí použita, je podrobně popsána v článku Kučery a Palíkové (2009). Zde byly jako vstupní vrstvy do výsledného obrazu použity vrstvy: geologického podloží, *soil slaking*, respektive rozrušitelnosti půdního povrchu vlivem impaktu dešťové kapky (Lozet, Mathieu; 2002), sklonu svahů a maximální kapilární kapacity. Tyto charakteristiky byly použity pro specifikaci vybraných vlastností



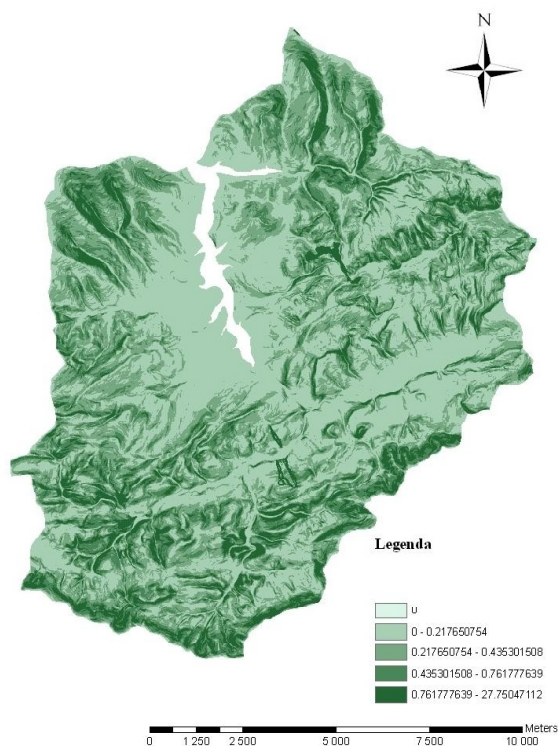
1: Průměrná dlouhodobá ztráta půdy z pozemků v  $t \cdot ha^{-1}$  za rok – zkrácená délka svahů

## II: Hodnoty faktoru C pro půdní jednotky

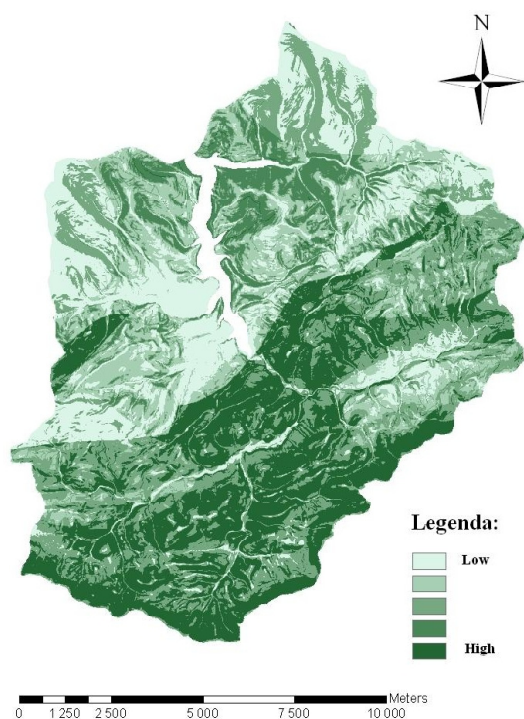
KPJ FAO	dřhp	dřz	dřzp	dřop	dřjk	dřtd	dřst	C
<b>P</b> FhP	0.05	1.00	0.45	0.7	0.3	0.8	0.20	0.0007560
<b>Rpp</b> CP	0.05	1.00	0.45	0.7	0.3	0.8	0.25	0.0009450
<b>S</b> CP	1.00	0.75	0.45	0.7	0.3	0.3	0.84	0.0178605
<b>Hpsk</b> SdC	0.05	1.00	0.45	0.7	0.3	0.8	0.25	0.0009450
<b>Hpk</b> EC	0.05	1.00	0.45	0.7	0.3	0.8	0.25	0.0009450
<b>Np</b> EF	0.05	1.00	0.45	0.7	0.3	0.8	0.35	0.0013230
<b>C</b> A	0.05	1.00	0.45	0.7	1.0	0.1	0.98	0.0015435



zastoupených půdních jednotek. Výsledkem tohoto hodnocení je mapa potenciální eroze v povodí vodárenské nádrže Šance.



2: Průměrná dlouhodobá ztráta půdy z pozemků v  $t \cdot ha^{-1}$  za rok – bez uvažovaného rozdělení svahů lesními cestami L1L2



3: Mapa potenciální eroze povodí vodárenské nádrže Šance

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Každá ze zmíněných metod popisuje odlišné hodnoty erodibility prostředí. Metoda univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy z pozemků popisuje dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy v důsledku plošné vodní eroze. Rovnici nelze použít pro kratší než roční období ani pro zjištění ztráty půdy erozí způsobené jednotlivými dešti nebo odtokem z tajícího sněhu (Janeček, 2002). Výsledky udávají, kolik materiálu se průměrně z jednotlivých částí povodí vyplaví za rok.

Uvedená metoda má ale také určitá úskalí. Sice udává přesné hodnoty vyplaveného materiálu, ale je primárně sestavena pro zemědělské pozemky a plošnou vodní erozi. Proto se některé faktory v případě lesních půd jeví jako nepřijatelné nebo značně ovlivněné subjektivní chybou. Tak například pro určení faktoru K – erodovatelnosti půdy je třeba laboratorním šetřením poměrně přesně stanovit jednotlivé ukazatele, jejichž prostřednictvím se následně faktor vypočítá. Faktor C – ochranného vlivu vegetace, pro lesní pozemky není přesně stanoven. Jak bylo již uvedeno, bylo třeba v souladu s metodikou určit dílčí faktory, které jsou většinou postaveny na subjektivním posouzení, takže nemůžeme vyvrátit, že stejný dílčí faktor by dvě osoby nestanovily jinak. Příkladem může být dílčí faktor zápoje, který se určí na základě procenta holé půdy a střední výšky zápoje, podobně dílčí faktor stupňovitosti terénu, který se určí na základě procenta sklonu svahu a procenta plochy s vytvořenými stupni. Lze proto konstatovat, že tato metoda není vhodná k určení erodibility území pro lesní pozemky.

Metoda MPE (Kučera, Plíková; 2009) popisuje tendenci prostředí k erozi, nikoli přesné hodnoty vyplavovaného materiálu. Při bližším prozkoumání výsledného obrazu zjistíme, že území je poměrně hrubě rozděleno do dvou oblastí. Typy podloží jsou fakticky takto specifické a grafické znázornění plyne ze skutečnosti, že z hlediska erodibility lze geologické podloží rozdělit na dva typy hornin (snadno a hůře erodovatelné).

Přesto metody obsahují srovnatelná vstupní kritéria. V metodě USLE je použit faktor erozní účinnosti deště, který má obdobnou vypovídací schopnost jako *soil slaking* podle zastoupených půdních jednotek v metodě MPE. Stejnou podobnost můžeme najít také u faktoru LS (délky a sklonu svahu) a sklonu svahu ve druhé metodě. Délka svahu má sice sama o sobě výraznou vypovídací schopnost, je třeba posoudit její míru, když neuvažujeme v lesním prostředí stejné podmínky jako na zemědělských plochách (humus na povrchu, více překážek, vegetace, členitější prostředí atp.). Další korespondující faktor je faktor erodovatelnosti půdy, který je v metodě MPE zastoupen hodnotou MKK – maximální kapilární kapacita. Rozdíly v obou metodách tvoří faktor C a P v metodě USLE. P (faktor protierozních opatření) nebyl v metodě MPE uvažován, zatímco metoda USLE neuvažuje faktor geologického podloží. Metoda USLE stanovuje odnos půdního materiálu

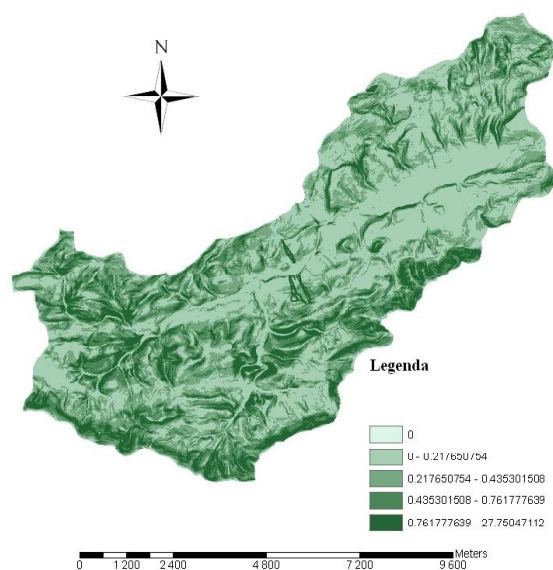
plošnou vodní erozí, kdežto metoda MPE by mohla posoudit problematiku erodibility lesních půd z jiného úhlu pohledu. Můžeme říct, že z hlediska ochrany vodní nádrže před plaveninami ve spojení s lesním hospodářstvím nás bude více zajímat, v jaké části povodí je větší sklon k erozi a přizpůsobit tomu hospodářská opatření, než kolik se z jaké plochy vyplaví materiálu plošnou vodní erozí. V tomto případě musíme počítat zejména s tím, že lesnická mechanizace za sebou zanechává rýhy o různé hloubce a šířce, jejichž prostřednictvím dochází k rozrušení povrchu a tím i různému odnosu materiálu.

Pro srovnání metod bylo vybráno povodí horní Ostravice, které se skládá ze dvou dílčích povodí, a to Bílé a Černé Ostravice. Ty se těsně nad nádrží spojují a společným tokem vtékají jako jeden z hlavních přítoků do vodárenské nádrže Šance. V rámci studia plaveninového režimu byly pod vedením Buzka (2001) odebrány vzorky vody v profilu vodoměrné stanice ČHMÚ Ostrava v obci Staré Hamry metodou Stehlíka (1969). Z pětadvacetileté řady měření vyplynulo, že specifický odtok plavenin vychází na  $2,47 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$  z uvažovaného povodí horní Ostravice o rozloze  $72,96 \text{ km}^2$ . Buzek uvádí, že na tomto změřeném specifickém odtoku plavenin se velkou měrou podílejí extrémní hodnoty z let 1981, 1985, 1987, 1992, 1996 a 1997. Vyloučíme-li tyto extrémní roky, protože s nimi ostatní modely nejsou schopny pracovat, dostaneme se na průměrnou hodnotu  $0,48 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Dostáváme se tak ke konkrétním hodnotám plavenin, které můžeme porovnat s metodou USLE, jež byla aplikována na přibližně stejné území předmětného povodí o přesné rozloze  $73,22 \text{ km}^2$ . Drobný rozdíl ve velikosti povodí vznikl z důvodu různého způsobu měření. Námi stanovená velikost povodí je vypočítána prostřednictvím programu ArcMap 9.3. Množství materiálu, který se může z daného území odplavit, je v této metodě počí-

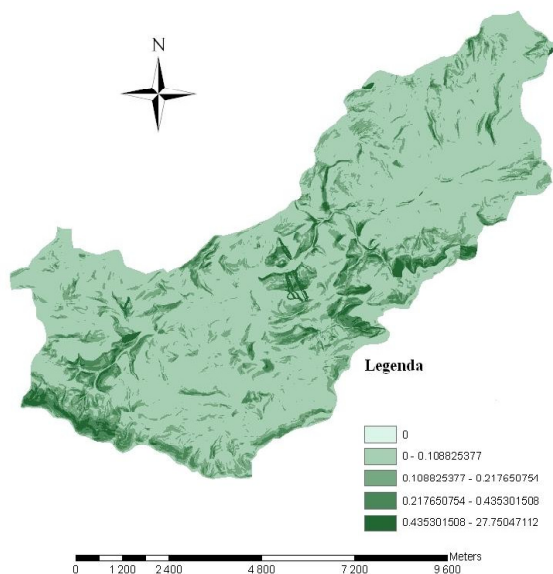
tán za přesně stanovených podmínek, zejména z hlediska množství a intenzity srážek, proto má význam ji porovnávat s průměrnou hodnotou naměřenou Buzkem v případě vyloučení extrémních let.

Průměrná hodnota vypočtená metodou USLE na území celého povodí činí  $0,41 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$  v případě, neuvažujeme-li zkrácenou délku svahů v důsledku přerušení cestami L1L2. V případě druhém, kdy uvažujeme zkrácenou délku svahů, uvedená hodnota vyjde  $0,11 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ .

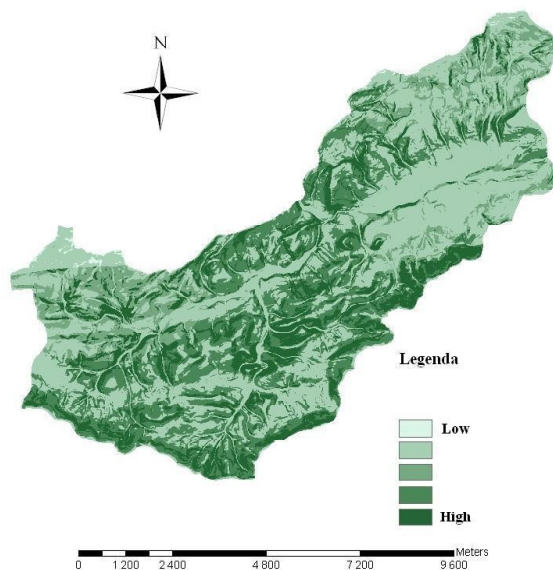
Výrazně nižší množství odplaveného materiálu stanovené metodou USLE je způsobeno tím, že není uvažováno množství plavenin, které se mohou do vodních toků dostat v důsledku přibližování mechanizačními prostředky přes brody, rýhovou



5: Průměrná dlouhodobá ztráta půdy z pozemků v  $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$  za rok v povodí horní Ostravice – bez uvažovaného rozdělení svahů lesními cestami L1L2



4: Průměrná dlouhodobá ztráta půdy z pozemků v  $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$  za rok v povodí horní Ostravice – zkrácená délka svahů



6: Mapa potenciální eroze povodí horní Ostravice



erozí či z vlastního koryta a strží v blízkosti vodních toků. Vysoké množství plavenin naměřené Buzkem, v souladu s Buzkem (2001), můžeme přičítat právě lesnímu hospodářství.

Výsledky zobrazené na obr. 4–6 vycházejí také velmi podobně. Za povšimnutí stojí především nej-

tmavší oblasti, které jsou si ve všech třech případech velice podobné. Záleží samozřejmě na metodě a roz-  
pětí znázorněných hodnot, v podstatě ale žádná z velmi výrazných oblastí není v jiném obrázku vy-  
nechána či opomenuta.

## SOUHRN

Erozní činnost proudící vody patří ke stále aktuálním tématům nejen lesnické praxe, ale i vodohos-  
podářské činnosti člověka, zejména ve vazbě na management krajiny a ochranu povrchových vod. Z  
hlediska problematiky hodnocení vodní eroze lze mezi užívanými metodami vyčlenit např. sledo-  
vání intenzity eroze měřením množství odnášeného materiálu či dynamiky půdních vlastností, za-  
měření na náchylnost půdy k erozi, sledování účinnosti protierozních opatření, modelování eroz-  
ních procesů apod. (Buzek, 1981; Buzek, 1983; Holý, 1994; Jařábáč, Selský; 2008).

Povodí vodárenské nádrže Šance je zajímavé zejména z pohledu jednoho z hlavních zdrojů pitné  
vody pro město Ostrava a okolí a jejího znečišťování plaveninami.

Hodnocení erozní činnosti v povodí vodárenské nádrže Šance bylo provedeno dvěma metodami  
v programu ArcMap 9.3, a to metodou Univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty  
půdy z pozemků (USLE) dle Wischmeiera a Smitha (cit. in Janeček, 2002) a metodou zjišťování poten-  
ciální eroze (MPE) podle Kučery a Palíkové (2009).

Pro srovnání metod bylo vybráno povodí horní Ostravice.

nádrž Šance, eroze, potenciální eroze, plaveniny, USLE, plaveninový režim, GIS

## LITERATURA

- BRADY, N. C., WEIL R., 2002: *The nature and properties of soils*. 13th edition. Prentice Hall. ISBN 0-13-016763-0, p. 960.
- BUZEK L., 1981: *Eroze proudící vodou v centrální části Moravskoslezských Beskyd*. Pedagogická fakulta v Ostravě, 165 s.
- BUZEK, L., 1983: *Eroze půdy*. Pedagogická fakulta v Ostravě, 257 s.
- BUZEK, L., 2001: Vodní eroze v povodí horní Ostravice (Moravskoslezské Beskydy) a možnosti ohrožení vodárenské nádrže Šance jejími produkty (plaveniny). In: *Změny geografického prostředí v pohraničních oblastech Hornoslezského a Ostravského regionu*. [s.l.]: [s.n.], 2001, s. 5–10. ISSN 80-7042-8.
- DISSMEYER, E., FOSTER, G. R., 1981: Estimating the cover-management factor (C) in the universal soil loss equation for forest conditions. In: Soil and Water Conservation Society. *Journal of Soil and Water Conservation*. 1st edition. s. 235–240. Dostupný z <http://www.jswnonline.org/content/36/4/235.full.pdf+html>. ISSN 0022-4561.
- DOSTÁL, T., et al., 2001: *Mapa erozní ohroženosti půd a transportu sedimentu v České republice: Dílčí zpráva projektu VaV/510/4/98 Omezování plošného znečištění povrchových a podzemních vod v ČR*, Praha 2001, 68 s. Dostupný z [http://storm.fsv.cvut.cz/granty/vav510498\\_2001\\_zprava.pdf](http://storm.fsv.cvut.cz/granty/vav510498_2001_zprava.pdf).
- DVOŘÁK, J., NOVÁK, L., 1994: *Soil conservation and silviculture*. Eslevier. 399 p.
- HOLÝ, M., 1994: *Erize a životní prostředí*. ČVUT Praha. 383 s.
- JANEČEK, M., ET AL., 2002: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. 1. vyd. Praha: ISV, 2002. 201 s. ISBN 85866-85-8.
- JARABÁČ, M., BĚLSKÝ J., 2008: *The protection against floods becomes effective in the Beskydy MTS. using forest hydrology*. In: Beskydy 2008 (1); p. 33–38. MZLU v Brně, ISSN 1803-2451.
- KUČERA, A., PALÍKOVÁ, M., 2009: Analysis of erosion factors of Ostravice basin (water tank Šance) based on specific pedological and geological properties using GIS: development of methodology. In: KULA, E., TESAŘ, V. *Beskydy (The Beskids Bulletin)*. 1st edition. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, s. 39–50, ISSN 1803-2451.
- LOZET, J., MATHIEU, C., 2002: *Dictionnaire de science du sol*. Lavoisier, p. 575. ISBN 2-7430-0538-6.
- PODHRÁZSKÁ, J., DUFKOVÁ, J., 2005: *Protierozní ochrana půdy*. MZLU v Brně. Skriptum. ISBN 80-7157-856-8. 95 s.
- STEHLÍK, O., 1969: Wasseprobeentnahmegerät zur Feststellung der Schwebstoffmenge. In: *Zprávy Geogr. Ústavu ČSAV*. Brno: VI, s. 7–10.
- TOMAN, F., 1996: *Protierozní ochrana půdy, cvičení*. MZLU v Brně. Skriptum. 73 s., ISBN 80-7157-220-9.

Adresa

Ing. Marie Palíková, Ústav geoinformačních technologií, Ing. Aleš Kučera, Ústav geologie a pedologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: masat@email.cz, mc\_a@centrum.cz