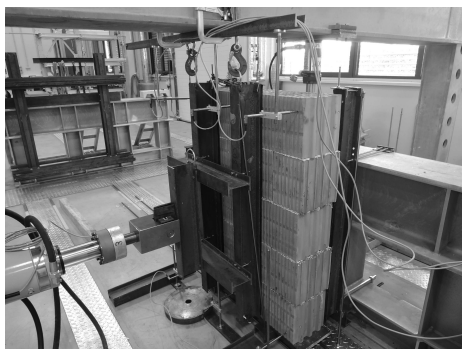


T JUNIORSTAV 2018

20. ODBORNÁ KONFERENCE DOKTORSKÉHO STUDIA
20th INTERNATIONAL CONFERENCE OF DOCTORAL STUDENTS

SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ PROCEEDINGS



JUNIORSTAV 2018

20. odborná konference doktorského studia
20th International Conference of Ph.D. Students

**Sborník příspěvků
Proceedings**

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební
Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering

25.01.2018

**GARANT KONFERENCE
SUPERVISOR OF THE CONFERENCE**

prof. Ing. Miloslav Novotný, CSc.

**ORGANIZAČNÍ TÝM KONFERENCE
ORGANIZING COMMITTEE**

Ing. et Ing. Jakub Dohnal

Ing. Eva Šuhajdová

Ing. Radim Kučera

Ing. Jakub Král

Ing. Jaroslav Pospíšil

Ing. et B.Eng. Patricie Julinová

Ing. Miloslav Novotný

doc. Ing. Jan Pěncík, Ph.D.

doc. Ing. Karel Šuhajda, Ph.D.

Ing. František Vajkay, Ph.D.

Ing. David Bečkovský, Ph.D.

ODBORNÍ GARANTI SEKCI KONFERENCE ACADEMIC CONFERENCE SECTION SUPERVISORS

doc. Ing. arch. Antonín Odvárka, Ph.D.	doc. Ing. Michal Stehlík, Ph.D.
doc. Ing. Jan Pěňčík, Ph.D.	prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Ing. Michal Novotný, Ph.D.	doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Ing. arch. Tomáš Pavlovský, Ph.D.	prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.
doc. Ing. Petr Holcner, Ph.D.	doc. Ing. Jiří Zach, Ph.D.
doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D.	doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.	doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
doc. Ing. Lumír Miča, Ph.D.	doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
prof. Ing. Zbyněk Keršner, CSc.	doc. Milan Ostrý, Ph.D.

GARANTI SEKCI KONFERENCE CONFERENCE SECTION SUPERVISORS

Ing. arch. Adam Guzdek, Ph.D.	Ing. Ondřej Karel
Ing. arch. Petra Matoušková	Ing. Iva Rozsypalová
Ing. Miloslav Novotný	Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Ing. Barbora Nečasová	Ing. Pavel Menšík, Ph.D.
Ing. Erika Kratochvílová	Ing. Ivo Korytář
Ing. Tereze Komárková	Ing. Markéta Rajnochová
Ing. Romana Halamová	doc. Ing. Aleš Dráb, Ph.D.
Ing. Martin Všetěčka, Ph.D.	Ing. David Duchan, Ph.D.
Ing. Igor Mikolášek	Ing. Jakub Hodul
Ing. Daniela Vukušičová	Ing. Iveta Hájková
Ing. Adam Svoboda	Ing. Martin Tuscher
Ing. Ondřej Januš	Ing. Hana Kovářová
Ing. Ondřej Pešek	Ing. Michal Buday
Mgr. Dagmar Šujanská	Ing. Jaromír Jurča
Ing. Petr Miarka	Ing. Lucie Horká
Ing. Tomáš Prokš	Ing. Jakub Král

ODHAD ODNOSU PÔDY VODNOU ERÓZIOU V POVODÍ RIEKY NITRICE, SLOVENSKO

ESTIMATE OF SOIL LOSS BY WATER EROSION IN THE NITRICA RIVER CATCHMENT, SLOVAKIA

Jakub Pagáč^{*,1}, Zlatica Muchová¹

Abstrakt

Odhad intenzity vodnej erózie je dôležitý nástroj v plánovaní a udržiavaní pôdnych a vodných zdrojov. Univerzálna rovnica straty pôdy bola aplikovaná na povodí rieky Nitra odvodňujúceho 318 km². Odhad vypočítanej vodnej erózie v území (vrátane faktorov *C* a *P*) je 19807 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Odhad erózie na ornej pôde, pokrývajúcej 48 % územia, je 11203 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Odhad erózie na pozemkoch so sklonom väčším ako 12° je 6950 t·ha⁻¹·rok⁻¹ na výmere 3030 ha. Svahy so sklonom nad 12°, na ktorých sa prejavuje erózia sa neustále využívajú ako orná pôda na výmere 224 ha. Na základe výsledkov možno usúdiť, že aplikovaním správnych delimitačných kritérií by bolo možné zníženie intenzity vodnej erózie v území o 1637 t·ha⁻¹·rok⁻¹.

Klíčová slova

Vodná erózia, využívanie krajiny, USLE, GIS, povodie rieky Nitra, Slovensko

Abstract

Estimate of water erosion intensity is an important tool in planning and maintaining soil and water resources. The universal soil loss equation was applied to the Nitra catchment draining 318 km². Estimate of calculated water erosion in the area (including Factors *C* and *P*) is 19807 t·ha⁻¹·year⁻¹. Estimation of arable erosion, covering 48 % of the area, is 11203 t·ha⁻¹·year⁻¹. Estimation of erosion on land with a slope greater than 12° is 6950 t·ha⁻¹·year⁻¹ per area of 3030 ha. Terrain with a slope above 12°, which are all along used as arable land on a area of 224 ha. On the basis of the results it can be allege that by applying the correct delimitation criteria it would be possible to reduce the intensity of water erosion in the area by 1637 t·ha⁻¹·year⁻¹.

Keywords

Water erosion, land-use, USLE, GIS, Nitra river catchment, Slovakia

* pagac.jakub@gmail.com

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovenská republika

1 ÚVOD

Podľa Antala, Stredanského [1] neexistuje prirodzený pôdny povrch, ktorý by nebol ohrozený pôdnou eróziou. Pôdna erózia je prirodzene sa vyskytujúci proces, ktorý ovplyvňuje všetky formy krajiny. V pôdohospodárstve sa erózia pôdy vzťahuje na odlievanie povrchovej vrstvy poľa prírodnými fyzickými silami vody a vetrom alebo prostredníctvom síl spojených s poľnohospodárskymi činnosťami, ako je obrábanie pôdy [2].

Klasifikácia erózie je založená na rôznych kritériách. Najpoužívanejšou klasifikáciou erózie pôdy je podľa činiteľa (vodná, veterná, ľadovcová, snehová, zemná, antropogénna erózia), formy (plošná, výmoľová, prúdová, posuvná, prachová erózia), a intenzity (škodlivá, vyrovnaná, neškodná erózia) [3, 4].

Medzi najpoužívanejšie metódy výpočtu odnosu pôdy eróznou činnosťou vody patrí Wischmeier-Smithova univerzálna rovnica straty pôdy [5, 6]. Tiež známa aj pod skratkou USLE (Universal Soil Loss Equation). Vyvinutie univerzálnej rovnice straty pôdy je považované za jeden z najvýznamnejších počinov dvadsiateho storočia v oblasti ochrany pôdy a vody [7]. V podmienkach Slovenska je najviac ohrozená pôda procesmi degradácie vodnou eróziou. Rozsah erodovanosti (straty pôdy) je rozdelený do štyroch kategórií (žiadna až slabá, stredná, vysoká a extrémna erodovanosť). Až 44 % poľnohospodárskej pôdy (1 066 088 ha) je zaradená do strednej až extrémnej straty pôdy. Údaje potenciálnej vodnej erózie poľnohospodárskych pôd na Slovensku [8] sú v kategórii strednej 9,5 %, vysokej 14,6 % a extrémnej 19,8 % erodovateľnosti.

Cieľom príspevku je stanovenie intenzity vodnej erózie univerzálnou rovnicou straty pôdy v povodí rieky Nitrica. Z výpočtu hodnôt straty pôdy v modelovom povodí vyhodnotíme dodržanie protierózných delimitačných kritérií podľa platných noriem.

2 MATERIÁL A METÓDY

Popis modelového územia

Rieka Nitrica (známa u miestnych obyvateľov aj ako Belanka) sa nachádza v severnej časti západného Slovenska. Povodie prechádza cez dva kraje (Trenčiansky a Žilinský), piatimi okresmi (Bánovce nad Bebravou, Ilava, Partizánske, Prievidza a Žilina) a plocha povodia je tvorená 52 katastrálnymi územiami. Vodný tok tvorí rozbiehavú riečnu sieť, je pravostranným prítokom rieky Nitra s dĺžkou 51,4 km a plochou povodia 318,5 km². Prítoky Nitricy sú Škrípky potok, Jasenina, Šindeliarska, Nevidzianka, Sečiansky potok, Dĺžinský potok (ľavostranné prítoky) a Krstenica, Bystrička, Rudnianka, Rokoška, Diviacky potok, Sučiansky potok, Čihoc, Hradištnica (pravostranné prítoky). Povodie toku spadá do geologického celku Strážovské vrchy a je tvorené členitým vrchovinovým terénom s priemerným sklonom 27,5 % a prevýšením v rozmedzí od 185 m n. m. do 1213 m n. m. Strážovské vrchy sú súčasťou jadrových pohorí premenenými (ruly, svory, amfibolity, migmatity) a magmatickými horninami (žula, granodiority, diority) [9]. Z hľadiska klimatických pomerov patrí povodie do miernej klimatickej oblasti, okrsku mierne teplého, vlhkého s chladnou až studenou zimou (dolinový/kotlinový) s priemernými teplotami v januári -3 °C a v júli 16 °C. Severno-západná hornatá časť patrí do mierne teplého okrsku, vlhkého vrchovinového s priemernými teplotami v januári -5 °C a v júli okolo 13 °C [10]. Počet letných dní (teplota nad 25 °C) v roku je 50 a menej. Dlhodobá ročná priemerná teplota za obdobie 1992–2016 je 9,81 °C a priemerný ročný úhrn zrážok je 632 mm. Oblasť v údolí rieky je typicky poľnohospodárska, s narastajúcou svahovitosťou majú vysoké zastúpenie trávnaté porasty a lesy.

Popis podkladov a postupov

Pre vymedzenie záujmového územia a stanovenie vstupov na výpočet intenzity vodnej erózie pre povodie rieky Nitrica boli použité podklady: polohopisná mapa VKM (vektorová katastrálna mapa), základná mapa 1:10000, georeferencované ortofotomapy, povodia hlavných tokov 1:1000000, geologická mapa Slovenska 1:50000, aktualizovaná mapa BPEJ; vodohospodárska mapa 1:50000, mapa faktora *R* pre SR.

Hranica povodia rieky Nitrica bola určená na základe digitálneho modelu reliéfu (DMR) vytvoreného zo základnej mapy Slovenskej republiky mierky 1:10000. Pri tvorbe DMR bola použitá interpolačná metóda s rozlíšením rastra 5 × 5 m. Na tvorbu mapy súčasného využitia krajiny (SVK) bola použitá VKM. Katastrálna mapa je polohopisná mapa veľkej mierky, ktorá zobrazuje všetky nehmuteľnosti a katastrálne

územia evidované v katastri vo vrstvách KATUZ, KLADPAR, LINIE, POPIS, TARCHY, ZAPPAR, ZNACKY, ZUOB, OBVODOKO, OBVODPPU.

Pre analýzu eróznej ohrozenosti pôd vodnou eróziou bol použitý ArcGIS software. Bola použitá modifikovaná rovnica USLE autorov Wischmeira, Smitha [5]. Faktor dĺžky a sklonu svahu bol nahradený *LS* faktorom.

Na určenie *R* faktora boli použité hodnoty s ombrografických záznamov [11], ktoré boli spracované vo forme mapy *R* pre celé územie SR [12]. Hodnota *R* faktora bola použitá v rozmedzí 12,5 – 17,5.

K jednotlivým pôdam v modelovom území bol použitý rozsah hodnoty *K* faktora podľa hlavných pôdných jednotiek [11]: 0,13 – 0,72.

Pre výpočet *LS* faktora sme brali do úvahy aj bariéry, ako: vodné toky, cesty, zastavané plochy, pásy nelesnej drevinovej vegetácie a lesy. Hodnota topografického faktora bola 0 – 385 s priemernou hodnotou 17,5.

Hodnoty *C* faktora pre jednotlivé prvky druhotnej krajinskej štruktúry boli prebraté od Aleny [13]: 0,005 pre trávnaté porasty; 0,45 pre ovocné sady; 0,40 – 0,45 pre orné pôdy; 0,45 pre záhrady; 0,80 pre vinič a poľné cesty; 0,50 pre nelesnú drevinovú vegetáciu.

Pri určení faktora *P* bola zvolená hodnota 1.

Od sklonu svahu závisia delimitačné kritéria pre rozhraničenie lesnej a poľnohospodárskej pôdy. Boli použité kritéria pre delimitáciu pôdneho fondu z hľadiska protieróznej ochrany podľa STN 75 4501 [1]. Boli vymedzené lokality, ktoré nespĺňajú delimitačné kritériá, tj. lokalita ornej pôdy na svahoch väčších ako 12° a lokality trvalých trávnatých porastov nad 20°. Následne bol realizovaný výpočet odnosu pôdy po zmene druhov pozemkov podľa delimitačných kritérií.

3 VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najväčšie zastúpenie v analyzovanej oblasti majú lesné pozemky s percentuálnym podielom 48 % orné pôdy (22 %), trvalé trávnaté porasty (TTP) (13 %), ovocné sady a zastavaná plocha (po 8 %), ostatná plocha (1 %) a vodná plocha (pod 1 %) (Obr. 4). Bola vytvorená mapa vypočítanej intenzity vodnej erózie berúca ohľad na súčasné využívanie krajiny (Obr. 1).

Podľa viacerých zdrojov [1, 4, 14] možno predpokladať, že z hľadiska náhrady pôdy jej tvorbou sa škodlivo prejavuje odnos vo výške 0,13 mm, čo predpokladá 1500 kg·ha⁻¹·rok⁻¹, tzn. 1,5 t·ha⁻¹·rok⁻¹.

V (Tab. 1) uvádzame štatistiku hodnôt straty pôdy. Na základe výsledkov vyplýva napr., že z plochy ornej pôdy modelového územia na výmera 4040 ha možno predpokladať odnos pôdy o hodnote 18 708 t·ha⁻¹·rok⁻¹, čo predstavuje zhruba 1,6 m pôdy z 1 ha. Na 69 % modelového územia (Tab. 2) na sklone menšom ako 12° predpokladáme odnos pôdy 16985 t·ha⁻¹·rok⁻¹, čo predstavuje zhruba 1,5 m pôdy z 1 ha.

Tab. 1 Vypočítaná intenzita vodnej erózie v modelovom povodí

Strata pôdy [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	Výmera [ha]	Výmera [%]	Stredná hodnota [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	Vypočítaná strata pôdy [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	Vypočítaná strata pôdy [%]
< 10	9152,05	93,58	1,023	9360,16	37,91
10 – 20	400,10	4,09	13,900	5561,37	22,52
20 – 30	101,30	1,04	24,158	2447,25	9,91
30 – 50	59,51	0,61	37,794	2248,96	9,11
50 – 100	59,79	0,61	67,849	4056,50	16,43
100 – 280	7,57	0,08	132,862	1005,10	4,07
280 >	0,04	0,00	316,326	11,86	0,05
Spolu	9780,35	100,00		24691,19	100,00

Tab. 2 Vypočítaná intenzita vodnej erózie v modelovom povodí vzťahnutá k druhom pozemkov

Strata pôdy [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	Výmera [ha]	Výmera [%]	Stredná hodnota [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	Vypočítaná strata pôdy [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	Vypočítaná strata pôdy [%]
orná pôda	4040,99	41,32	4,629	18706,58	75,76
vinič	10,08	0,10	12,016	121,15	0,49
záhrada	33,61	0,34	12,168	408,90	1,66
sad	138,39	1,42	6,462	894,34	3,62
TTP	5557,28	56,82	0,821	4560,23	18,47
Spolu	9780,35	100,00		24691,19	100,00

Tab. 3 Vypočítaná intenzita vodnej erózie v modelovom povodí vzťahnutá k sklonu územia v stupňoch

Strata pôdy [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	Výmera [ha]	Výmera [%]	Stredná hodnota [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	Vypočítaná strata pôdy [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	Vypočítaná strata pôdy [%]
< 12	6749,83	69,01	2,516	16984,67	68,79
12–20	2224,85	22,75	2,332	5187,52	21,01
> 20	805,67	8,24	3,127	2519,00	10,20
Spolu	9780,35	100,00		24691,19	100,00

Z (Tab. 1) až (Tab. 3) možno konštatovať, že predpokladaná strata pôdy je prevažne zastúpená na ornej pôde (76 %) a na TTP (18 %). Alarmujúce je zistenie, že erózia sa prejavuje aj na sklonoch väčších ako je 120, kde sa už predpokladá využívanie agrotechnicky správnych postupov. zaujímavé je zistenie, že aj na základe existujúcich delimitačných kritérií existujú v modelovom území plochy, kde tieto kritériá nie sú dodržané. Zistili sme, že výmera modelového územia 224,48 ha so sklonom väčším ako 12° sa využíva ako orná pôda. Tieto plochy by podľa delimitačných kritérií by mali byť zatrávené. A aj, že výmera 556,51 ha so sklonom väčším ako 20° sa využíva buď ako orná pôda alebo trvalé trávne porasty. Tieto plochy by mali byť delimitované do lesných plôch.

V modelovom území boli tieto nedelimitované plochy priestorovo identifikované a následne boli na základe správnych protieróznych delimitačných kritérií preklasifikované. Opätovne bola vypočítaná strata pôdy. V (Tab. 4) uvádzame prehľad výsledkov.

Tab. 4 Vypočítaná intenzita vodnej erózie v modelovom povodí vzťahnutá k druhom pozemkov po aplikovaní delimitačných kritérií

Strata pôdy [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	Výmera [ha]	Výmera [%]	Stredná hodnota [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	Vypočítaná strata pôdy [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	Vypočítaná strata pôdy [%]
orná pôda	3816,51	41,32	4,629	17667,41	76,50
vinič	10,08	0,10	12,016	121,15	0,52
záhrada	33,61	0,34	12,168	408,90	1,77
sad	138,39	1,42	6,462	894,34	3,87
TTP	4879,09	56,82	0,821	4003,72	17,34
Spolu	3816,51	100,00		23095,52	100,00

Možno konštatovať, že „iba“ aplikáciou správnych, normou stanovených, delimitačných kritérií (zmenením druhov pozemkov) na výmere 781 ha je možné znížiť hodnotu straty pôdy o 1596 t·h⁻¹·rok⁻¹, čo predstavuje cca 138 mm pôdy z 1 ha.

4 ZÁVER

Univerzálna rovnica straty pôdy bola aplikovaná na povodí rieky Nitrica v 52 katastrálnych územiach na výmere 9780 ha. Hodnota *R* faktora bola použitá v rozmedzí 12,5–17,5. Podľa hlavných pôdných jednotiek boli použité hodnoty *K* faktora v rozpätí 0,13–0,72. S využitím bariér (za ktoré boli považované: vodné toky, cesty, zastavané plochy, pásy nelesnej drevinovej vegetácie a lesy) boli vypočítané hodnoty *LS* faktora v rozpätí 0–385 s priemernou hodnotou 17,5. Hodnoty *C* faktora pre jednotlivé prvky druhotnej krajinej štruktúry boli použité: 0,005 pre trávnaté porasty; 0,45 pre ovocné sady; 0,40–0,45 pre orné pôdy; 0,45 pre záhrady; 0,80 pre vinič a poľné cesty; 0,50 pre nelesnú drevinovú vegetáciu. Pri

určení faktora P bola zvolená hodnota 1. Od sklonu svahu závisia delimitačné kritéria pre rozhraničenie lesnej a poľnohospodárskej pôdy. Boli vymedzené lokality, ktoré nespĺňajú delimitačné kritériá. Odhad vypočítanej vodnej erózie v modelovom území je $24691 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ so strednou hodnotou $85 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Odhad erózie na ornej pôde, ktorá pokrýva 48 % územia je $18706 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Odhad erózie na pozemkoch so sklonom väčším ako 120 je $16985 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ na výmere 4041 ha. Zistili sme, že delimitačné kritériá nie sú aplikované na výmere 781 ha. Správnou realizáciou delimitačných kritérií by bolo možné zníženie intenzity vodnej erózie v modelovom území cca o $1596 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$.

PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol v súvislosti s riešením projektov VEGA č. 1/0673/16 a KEGA č. 008SPU-4/2017.

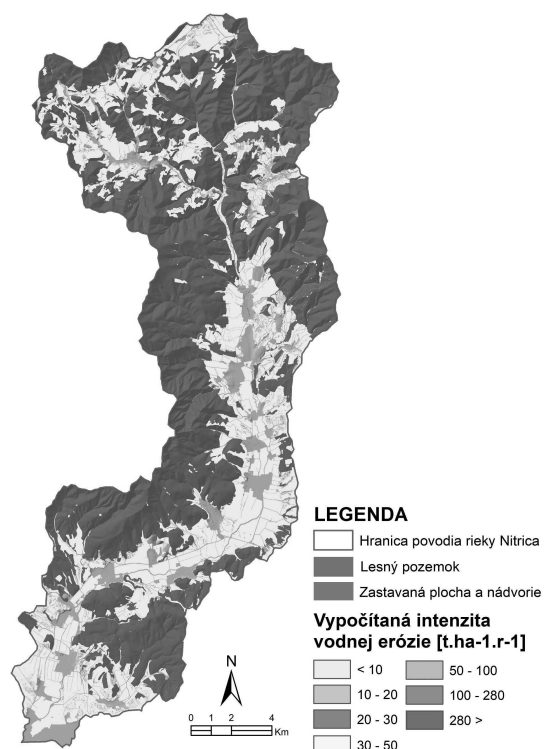
Použité zdroje

- [1] Antal J., Stredňanský J., et. al. 2013. Ochrana a zúrodňovania pôdy. Nitra : SPU, 2013, 206 s..
- [2] Ritter J., Eng P., Soil Erosion – Causes and Effects, Replaces OMAFRA Factsheet, Order No. 87-040, 2015.
- [3] Holý M., et. al. 1982. Modelování erozních procesů. Praha : ACADEMIA ČASV, 1982. 84 s..
- [4] Antal J., Protierózna ochrana pôdy, Nitra, 2005.
- [5] Wischmeier W.H., Smith D. D., Predicting fall erosion losses – a guide to conversation planning, Washington, 1978.
- [6] Wischmeier W.H., Smith D.D. Predicting Rainfall-Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains: Guide for Selection of Practices for Soil and Water Conservation. U.S. Government Printing Office; Washington, DC, USA: 1965.
- [7] Morgan R., Soil Erosion and Conservation, John Wiley & Sons, 2009.
- [8] Kročková B., Erózia poľnohospodárskych pôd, Slovenská agentúra životného prostredia, Bratislava, 2016.
- [9] Maheľ M., 1986, Geologická stavba Československých Karpát. Paleoalpínske jednotky 1. Veda, Bratislava, s. 503.
- [10] Konček M., 1980: Klimatické oblasti. In: MIKLÓS, L, ed., 2002: Atlas krajiny. Slovenskej republiky. MŽP SR a SAŽP, Bratislava.
- [11] Ilavská B., Jambor P., Lazúr R., 2005. Identifikácia ohrozenia kvality pôdy vodnou a veternou eróziou a návrhy opatrení. Bratislava : VÚPOP, 2005. 60 s.
- [12] <http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/erozia/vod/erozia.aspx>.
- [13] Alena F., 1986. Stanovenie straty pôdy erozívnym splachom pre navrhovanie protieróznych opatrení: Metodická pomôcka. Bratislava: ŠMS, 1986. 58 s..
- [14] Antal J., 2013. Ochrana pôdy a lesnícké meliorácie. 2. vyd. Bratislava 1989, 208 s..

Recenzent

Ing. Mária Tárniková, Ph.D.; Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovenská Republika.
maria.leitmanova@gmail.com

Obrázky



Obr. 1 Intenzita vodnej erózie v modelovom povodí

JUNIORSTAV 2018

20th International Conference of Ph.D. Students
20. odborná konference doktorského studia s mezinárodní účastí



Vydal
ECON publishing, s.r.o.
Pod Nemocnicí 590/23, 625 00 Brno
E-mail: econ@atlas.cz
Tel.: 602 755 541
www.econ.cz

V roce 2018 jako svoji 80. Publikaci v systému ISBN.

Vydání první.

Redakce:

Ing. et Ing. Jakub Dohnal, doc. Ing. Jan Pěnčík, Ph.D.,
Ing. František Vajkay, Ph.D.

Grafické zpracování:

Ing. et Ing. Jakub Dohnal, doc. Ing. Jan Pěnčík, Ph.D.,
Ing. František Vajkay, Ph.D.

Tisk: FAST VUT
ISBN: 978-80-86433-69-1

