

EXPERIMENTÁLNE MERANIA VZNIKU POVRCHOVÉHO ODTOKU POMOCOU SIMULÁTORA DAŽĎA V LABORATÓRNYCH PODMIENKACH

Michaela Danáčová, Mária Ďurigová, Marcela Maliariková, Kamila Hlavčová

V rámci príspevku sme sa zamerali na experimentálne merania tvorby povrchového odtoku zo svahu pomocou simulátora dažďa v laboratórnych podmienkach, kde sme na vzorke pôdy aplikovali 12-minútový prerušovaný dažď s intenzitou $5 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Ako výskumný faktor tvorby povrchového odtoku sme si zvolili vplyv sklonu svahu, ktorý sme menili a výsledky medzi sebou porovnávali. Okrem množstva zachyteného povrchového odtoku sme zisťovali aj hmotnosť erodovaného sedimentu a podiel infiltrovanej vody k povrchovému odtoku zo simulovaného dažďa za meniacich sa počiatočných podmienok.

KEÚČOVÉ SLOVÁ: dažďový simulátor, laboratórne podmienky, povrchový odtok

EXPERIMENTAL MEASUREMENTS OF THE SURFACE RUNOFF FORMATION USING A RAINFALL SIMULATOR IN LABORATORY CONDITION. In this paper, we focused on experimental measurements of surface runoff formation from the different slopes, generated by simulated rain in laboratory conditions. On a soil sample we applied a 12-minute intermittent rain with constant intensity of $5 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. As research factor of surface runoff formation we choose influence of the slope size, which was changed during experiment, and obtained results we have consequently analysed and compared. In addition to the amount of generated runoff we also measured the weight of eroded sediments and ratio of infiltrated water to the total surface runoff from simulated rainfall under varying initial conditions.

KEY WORDS: rainfall simulator, laboratory-scale experiment, surface runoff

Úvod

Na výskum vodnej erózie alebo tvorby povrchového odtoku na svahu sa v súčasnosti často využívajú prenosné simulátory dažďa. Ich veľkou výhodou je nastavenie simulovaného dažďa, ktorý môžeme ľubovoľne opakovať a meniť podľa našich požiadaviek, pretože v prírodných podmienkach je obtiažne zopakovať experiment s dažďom so špecifickými parametrami. Pomocou simulátora dažďa, resp. opakovanými zadažďovacími pokusmi je možné získať dostatok informácií pre analýzu vplyvu jeho účinku na záujmovej ploche s aktuálnymi, ako aj upravenými podmienkami povrchu pôdy. Pre poľnohospodársku prax majú takéto experimentálne merania význam nielen v súvislosti so zisťovaním erodovateľnosti pôdy, ale aj schopnosti infiltrovania vody do pôdy. Z vodohospodárskeho hľadiska sú zaujímavé získané vedomosti o hraničných podmien-

kach pre vznik povrchového odtoku na svahu a transport pôdných častíc, pretože odnos erodovaného materiálu do riečnej siete a vodných nádrží spôsobuje nielen zmenu kapacity vodných zdrojov, ale aj zmenu kvality vody. Vo väčšine prípadov je problém s ťažbou týchto sedimentov, ale aj následnou likvidáciou vzhľadom na ich chemické zloženie.

Cieľom nášho experimentu bola analýza vplyvu sklonu svahu na tvorbu povrchového odtoku a množstva erodovaného materiálu (sedimentu) na pôdnej vzorke v laboratórnych podmienkach. Vplyv na tvorbu povrchového odtoku na svahu má viacero činiteľov, ako je sklon svahu, vlastnosti a stav pôdy (pôdny druh, zhutnenie pôdy, predchádzajúce vlahové podmienky), druh a hustota vegetácie a v neposlednom rade intenzita a trvanie zrážkovej udalosti. Experimentálnymi meraniami v laboratórnych podmienkach sme chceli doplniť výsledky meraní v poľných podmienkach na vybranej lokalite

v povodí rieky Myjava, kde v rámci projektu 7RP RECARE skúmame vplyv vegetácie a manažmentu povodia na vznik a tvorbu povrchového odtoku a odnos sedimentov. Pri experimentoch v laboratórnych podmienkach sme zvolili voľbu zmeny sklonu svahu, kde sme pri rovnakej intenzite dažďa a zadažďovanej ploche zisťovali čas vzniku povrchového odtoku, vlhkosť pôdy a hmotnosť zachyteného sedimentu v povrchovom odtoku. Okrem vplyvu sklonu svahu na tvorbu povrchového odtoku a odnos pôdných častíc sme testovali aj možnosti využitia malého prenosného simulátora dažďa v laboratórnych podmienkach. Pri experimentoch prebiehajúcich v laboratórnych podmienkach boli zároveň eliminované prírodné faktory ako je vietor, slnečné žiarenie, vlhkosť a stav povrchu pôdy (Clarke and Walsh, 2007).

Využitie a možnosti aplikácie simulátora dažďa

Prvé zmienky o využití dažďového simulátora sa objavujú v literatúre v 30-tych až 40-tych rokoch (napr. Wilm, 1942; neskôr to boli Meyer, McCune, 1958, Zachar, 1982). Ich vývoj odzrkadľoval vývoj v technológii a pokrok v znalosti pochopenia procesov infiltrácie. V súčasnosti existuje viacero druhov simulátorov dažďa, ktoré sa odlišujú od seba veľkosťou zadažďovanej plochy a spôsobom zadažďovania. Charakteristická je pre nich presnosť merania, ohraničená testovacia plocha, postrekovací mechanizmus rôzneho typu a zariadenie na odvedenie povrchového odtoku.

V súčasnosti sa simulátory dažďa často využívajú vo výskumných úlohách v poľných alebo v laboratórnych podmienkach, a to najmä pre získavanie informácií o tvorbe odtoku, infiltrácii vody do pôdy a erózii pôdy. Okrem vplyvu fyzikálnych vlastností pôdy, jej vlhkosti a konsolidácie na tvorbu odtoku a odnos sedimentov sa zisťuje vplyv vegetačného krytu a morfológických vlastností svahu. Napríklad Sahat a kol. využili simulátor dažďa pre zisťovanie odtokových koeficientov a straty pôdy z plochy zatravnenej, čiastočne zatravnenej alebo holej plochy (Sahat a kol., 2015). Christon testovala poľnými pokusmi premenlivosť množstva povrchového odtoku v závislosti od vegetačného pokryvu na alpských pasienkoch (Christon, 2015). Vo viacerých štúdiách je simulátor dažďa využívaný pri poľných experimentoch na odhad množstva erodovanej pôdy zo svahu nad nádržou a sledovanie procesu zanášania vodných útvarov (viď napr. Hamed a kol., 2002). Dažďové simulátory sú dôležitými nástrojmi tiež v štúdiách vplyvu druhu orby, kompaktácie, zhutnenia a infiltrácie v poľnohospodárskej krajine (Aksoy a kol., 2012). Cieľom Zemkeho štúdie z oblasti lesníctva (Zemke, 2016) bolo poukázať na zvýšenie odtoku z lesných ciest. V laboratórnych podmienkach testovali Schwarzová a kol. stratu pôdy pri premenlivej intenzite dažďa pomocou dažďového simulátora, ktorý si podľa vlastných požiadaviek vyhotovili v rámci svojho erózneho výskumu (Schwarzová a kol., 2015).

Na Slovensku aplikovali Šurda a Antal dažďový simulá-

tor v štúdiu, kde testovali účinky geotextílie na pokusnú plochu s rozdielnym pokryvom povrchu pôdy. Geotextília sa využíva pri obnovovaní vegetačného krytu narušených plôch, hlavne na svahoch s veľkým sklonom, kde je významný predpoklad výskytu erózie (Šurda a Antal, 2008). Drgoňová vo svojej práci komplexne hodnotila rozdielnosť tvorby odtoku na pôdných vzorkách, ktoré mali prídavné aditíva a následne hodnotila aj zmenu štruktúry pôdy (Drgoňová, 2014).

Použitím zrážkových simulátorov je možné získať jedinečné údaje, ktoré sú dôležité pre účely kalibrácie a validácie empirických, koncepčných, transportných odtokových matematických modelov (Aksoy a Kavvas, 2005). Dôležitosť sa však kladie samozrejme aj na následnú analýzu získaných údajov, zovšeobecnenie procesov a interpretáciu výsledkov.

Materiál a metodika

Popis simulátora dažďa

Na zistenie tvorby povrchového odtoku alebo určenie strát pôdy spôsobených dažďom na určitej ohraničenej ploche sa využíval simulátor dažďa od firmy Eijkelkamp (pozri obr. 1). Experimenty prebiehali v laboratórnych podmienkach, pri ktorých je možné nastaviť parametre opakovaného dažďa s danou intenzitou, premenlivý sklon zadažďovanej plochy a eliminovať prípadnú odchýlku vplyvom poveternostných podmienok. Intenzitu dažďa sme v našich pokusoch nemenili, a bola približne $5\text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ (namerané odchýlky boli spôsobené zmenou viskozity použitej vody vplyvom teploty).

Veľkosť zadažďovanej plochy je $0,0625\text{ m}^2$ ($25\times 25\text{ cm}$). Ďalšie základné technické parametre zrážkového simulátora sú nasledovné:

Rozmery postrekovača (membrána s kapilármi 7×7): $330\times 330\text{ mm}$

- dĺžka kapiláry: $10\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$,
- priemer kapiláry: $0,6\text{ mm}\pm 0,08\text{ mm}$,
- materiál kapiláry: sklo,
- intenzita simulovaného dažďa: 6 mm/min , priemer kvapky: $5,9\text{ mm}$, hmotnosť kvapky: $0,106\text{ g}$, kinetická energia dažďa: $4\text{ J}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mm}^{-1}$,
- max. sklon testovaného pozemku: 40% .

Trvanie, intenzita a kinetická energia dažďa majú také parametre, aby bola zabezpečená vysoká citlivosť výsledkov merania na zmeny v sledovaných pôdných vlastnostiach. Ako každé zariadenie, prístroj má svoje obmedzenia v aplikácii, ako aj výhody alebo nevýhody použitia na rôzne úlohy.

Výhody simulátora dažďa

- Tvorba umelého dažďa (nastavenie intenzity, dĺžky), nie sme závislí od prirodzeného dažďa,
- konštantnosť dažďa a možnosť opakovania,
- prenosné, dostupné, s mobilným zdrojom vody,

- ohraničená testovacia plocha,
- variabilita, rýchlejšie získanie výsledkov, ľahšia zvládnuteľnosť a prispôsobivosť.

Nevýhody simulátora dažďa

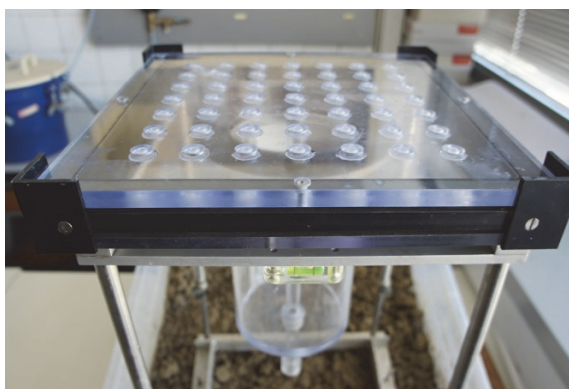
- V poľných podmienkach dostávame experimentálne variácie (už malá odchýlka sa prejaví na výsledkoch) vzhľadom na veľkosť zariadenej plochy (prejavia sa klimatické vplyvy, ako napr. vietor, teplota vzduchu, atď.).

Experimentálna štúdia

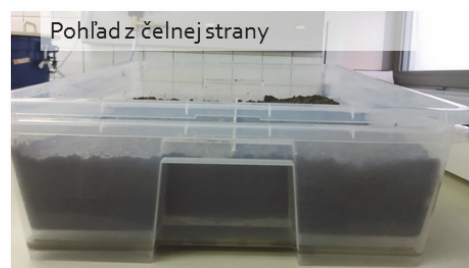
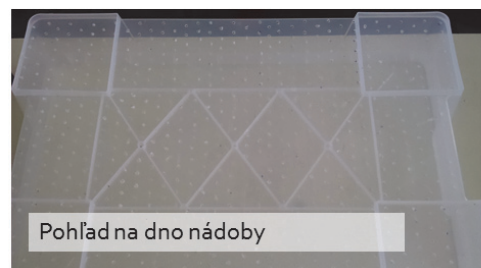
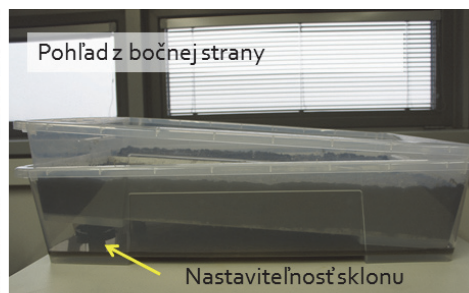
Pre účel laboratórneho experimentu bolo zostavené zariadenie pre pôdnu vzorku, ktoré pozostávalo z dvoch

plastových nádob. Vrchná nádoba mala perforované dno pre účel možnosti odtekania podpovrchového odtoku, ktorý bol zachytávaný v spodnej nádobe (a v prípade potreby bol odstraňovaný). Horná nádoba s pôdnou vzorkou umožňovala nastavenie sklonu pomocou mobilných nadstavcov.

Použitá pôdna vzorka bola odobratá ako porušená vzorka zo záujmového územia poľnohospodársky obrábaného svahu v Turej Lúke. Na základe Novákovej klasifikačnej stupnice podľa obsahu zŕn I. kategórie ide o hlinitú pôdu. Je charakteristická tým, že za intenzívnych zrážok napučíava, zlieva sa a stáva sa ťažšie obrábatelná. V našom prípade sme pracovali s hrúbkou vzorky 20 cm, ktorú sme v pripravenej nádobe zhutnili a zavlažili vysokou dávkou vody pred začiatkom série experimentov.



Obr. 1. Dažďový simulátor v laboratórnych podmienkach.
Fig. 1. The rainfall simulator in the laboratory conditions.



Obr. 2. Príprava nádob pre pôdnu vzorku.
Fig. 2. Preparation of containers for soil samples.

V laboratórnych podmienkach prebiehal experiment v mesiacoch apríl až jún 2016, kde časový odstup medzi jednotlivými simuláciami bol minimálne 10-dňový. Dôvodom bolo zabezpečenie približne rovnakých podmienok pôdnej vzorky, ako bola vlhkosť, stav povrchu vzorky pôdy (holá pôda, zhutnenie a úprava kultivátorom). Počiatočnú vlhkosť sme sa snažili udržať na približne 10 % (max. 15 %) pred každým experimentom (12-min. prerušovaným umelým dažďom). Počas priebehu experimentu nebola dopĺňaná strata pôdy zo zadažďovanej plochy, ale po každom zadaždení bola vykonaná úprava povrchu malým kultivátorom. Úprava bola vykonávaná v hornej vrstve pôdy (1-2 cm) v čase po zavlažení, kde po vysušení stvrdne a ostáva kompaktné zhrudkovatelia pôda.

Postup experimentu

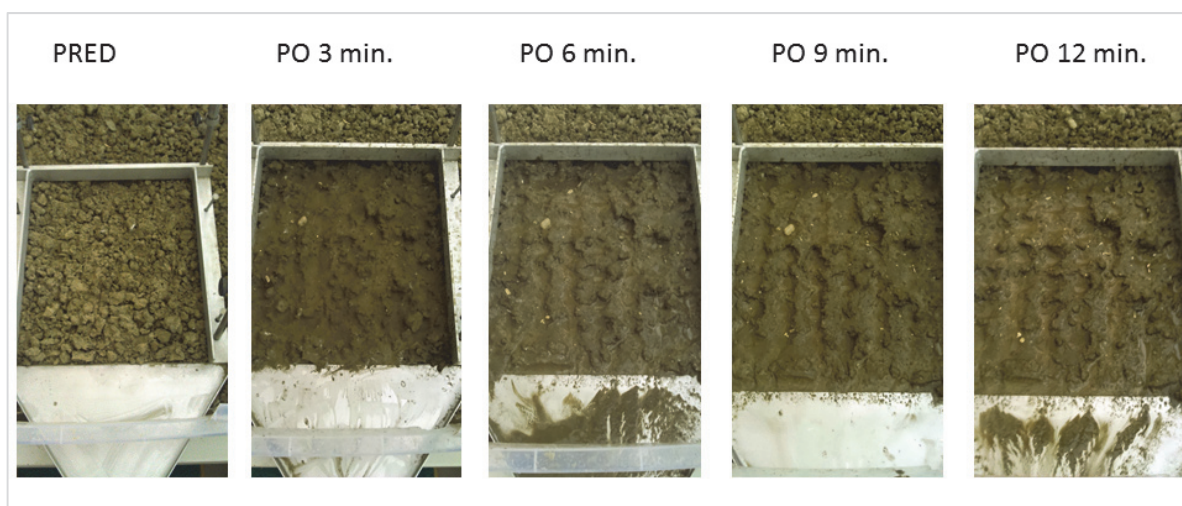
V rámci uskutočnených experimentov bol zisťovaný vplyv sklonu svahu na tvorbu povrchového odtoku pri

konštantnej intenzite dažďa a premenlivej pôdnej vlhkosti. Preto sme simulácie dažďa vykonávali na zadažďovanú plochu v 4 rôznych sklonoch (5 %, 8 %, 11 %, 16 %). Pre každý sklon sme simulovali 12 minútový dážď (s intenzitou približne 5 mm/min), ktorý bol prerušovaný po každých 3 minútach, kedy sa merala vlhkosť pôdy, množstvo povrchového odtoku pomocou zberného žľabu a následne hmotnosť sedimentu. Hmotnosť sedimentu sme získavali po prefiltrovaní zachyteného povrchového odtoku a vysušení tejto vzorky v sušiarňi. Treba zdôrazniť, že simulovaný 12-minútový dážď nemožno považovať za kontinuálny konštantný dážď v prírode. Po prerušení dažďa sa vždy menili počiatočné podmienky vlhkosti pôdy a prerušil sa povrchový odtok na niekoľko minút (cca 5 min.). Dôvodom prerušenia bolo aj nutnosť doplnenia vody do nádrže simulátora, ktorej objem je 2,3 litra.

Na nasledujúcom obrázku (obr. 4) je ukážka stavu povrchu pôdy ohraničenej plochy, na ktorej prebehli simulácie.



Obr. 3. Vedierka s povrchovým odtokom and vysušený sediment.
Fig. 3. The buckets with surface runoff and a dry sediment.



Obr. 4. Ukážka stavu povrchu pôdy zadažďenej plochy po 3, 6, 9 a 12 minútovom daždi.
Fig. 4. State of the soil surface after the rain of 3, 6, 9, and 12 minutes.

Vlhkosť pôdy bola meraná pred a po každom zadažďovacom pokuse (po prerušení 12-minútového dažďa), a to v hĺbke 5cm. Pre elimináciu novej chyby sme vlhkosť merali v 4 bodoch zadažďovacej plochy, a výslednú sme brali ako priemernú hodnotu. Na meranie vlhkosti pôdy sa použil vlhkomer pôdy ML3 s datalogerom HH2 (Delta-T Devices).

Analýza výsledkov

V nasledujúcej tabuľke (tab. 1) uvádzame základné zhrnutie nameraných parametrov pri jednotlivých simuláciách.

Výsledky experimentálnych meraní

Meranie objemu povrchového odtoku zo simulácie 12-minútového prerušovaného dažďa sa uskutočnilo na štyroch sklonoch svahu (zadažďovanej plochy), a to 5 %, 8 %, 11 %, 16 %. Množstvo povrchového odtoku sa v 3-minútovom intervale prirodzene zvyšovalo. Počas prvých 3 minút simulácie sa vlhkosť pôdy zvýšila približne dvojnásobne vo všetkých variantoch experimentu v porovnaní s počiatočnou vlhkosťou pôdy.

Na základe porovnania intenzity povrchového odtoku pre jednotlivé varianty experimentu (obr. 5) možno vidieť, že pri sklone svahu väčšom ako 11 % nastal najväčší nárast v množstve povrchového odtoku medzi

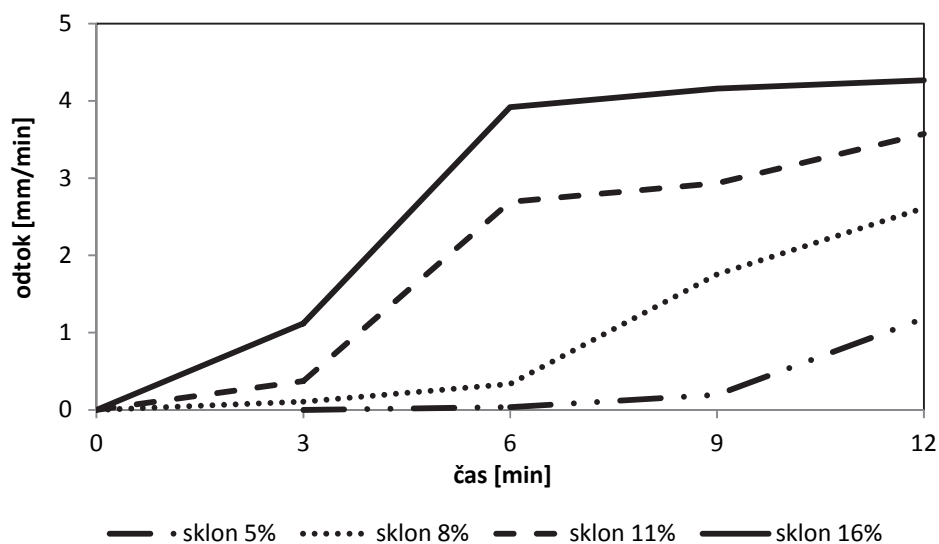
3 až 6-tou minútou simulácie. Pri nižšom sklone dochádzalo k tvorbe povrchového odtoku až neskôr, čo sa prejavilo aj na priebehu intenzity povrchového odtoku.

Vychádzajúc zo známeho objemu (úhrnu) simulovaného dažďa a nameraného objemu povrchového odtoku, je možné stanoviť objem infiltrovanej vody, t. j. či došlo k podpovrchovému odtoku. Na obr. 6 môžete vidieť percentuálny podiel povrchového odtoku a infiltrovanej vody na celkovom objeme simulovaného dažďa, po 3, 6, 9 a 12-tich min. simulácie pre všetky štyri sklony svahu. Z výsledkov vidieť, že pri sklone 5% nastal odtok až po 6-tich minútach a na konci nami zvoleného 12 minútového dažďa bol podiel povrchového odtoku len 20 %. Pri sklonoch svahu 8 % a 11 % narastala intenzita odtoku v závislosti od času a počas poslednej 3 minútovej simulácie bolo cca 50 % objemu simulovaného dažďa transformovaná do povrchového odtoku.

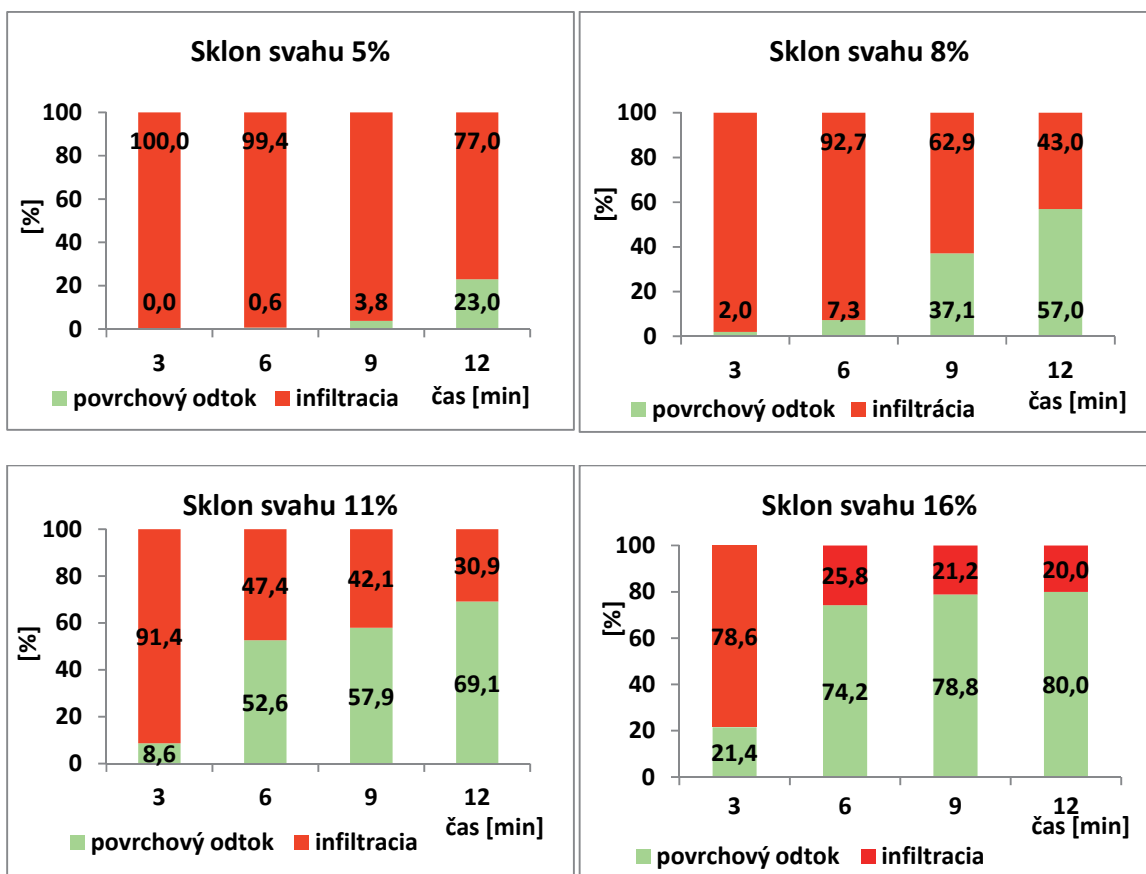
Povrchových odtokom bola odnášaná aj erodovaná časť zeminy, ktorej váhu sme taktiež zisťovali. Jednoduchým spôsobom sme prefiltrovali zachytený odtok cez papierový filter, ktorý sme následne nechali vysušiť v sušiarňi. Hmotnosť čistého sedimentu (bez váhy filtra) sme zisťovali presnými váhami. Porovnanie získaných výsledkov uvádzame na nasledujúcom obrázku (obr. 7). Ako sa predpokladalo, najviac sedimentu sme získali z najvyššieho nastaveného sklonu svahu. Avšak, ako vidieť, hmotnosť sedimentov nebola priamo úmerná objemu povrchového odtoku, ktorým boli transportované.

Tabuľka 1. Prehľad nameraných dát zo simulácie 12-minútového prerušovaného dažďa
Table 1. Summary of the measured data from the simulation of 12-minute intermittent rain

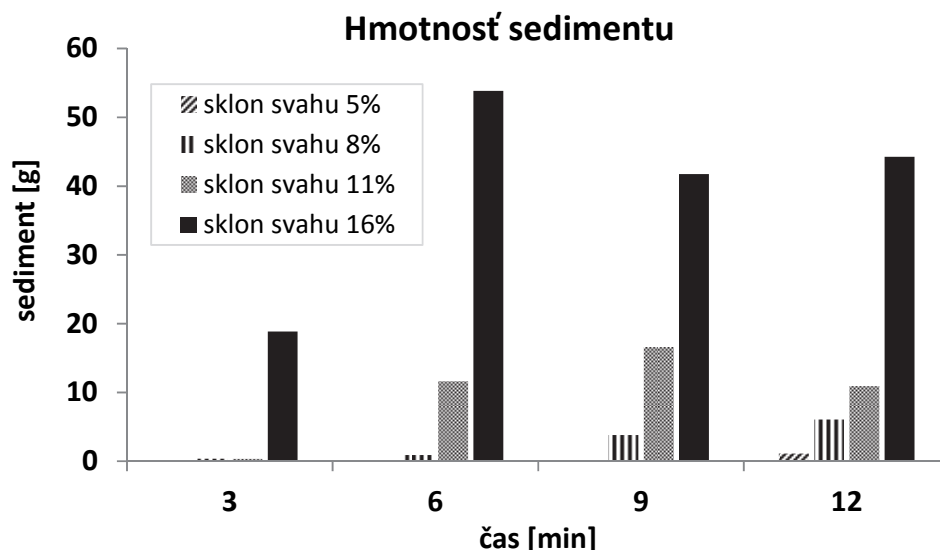
Variant	Čas (min)	Trvanie zadažďovania (min)	Vlhkosť pôdy (%)		Sklon (%)	Simulovaný dažď (ml)	Intenzita dažďa		Objem povrch. odtoku (ml)
			pred	po			(ml·min ⁻¹)	(mm·min ⁻¹)	
1	0		12,4						
	3	3	12,4	26,3	5	965	321,67	5,1	0
	6	3	26,3	37,8	5	1000	333,33	5,3	6,7
	9	3	37,8	40,25	5	975	325,00	5,2	36,7
	12	3	40,25	41,8	5	965	321,67	5,1	222
2	0		16,0						
	3	3	16,0	35,55	8	890	296,67	4,7	20
	6	3	35,55	38,1	8	890	296,67	4,7	63
	9	3	38,1	44,4	8	860	286,67	4,6	329
	12	3	44,4	44,975	8	860	286,67	4,6	490
3	0		13,20						
	3	3	13,20	36,83	11	910	303,33	4,9	70
	6	3	36,83	39,55	11	960	320,00	5,1	505
	9	3	39,55	42,53	11	950	316,67	5,1	550
	12	3	42,53	42,53	11	970	323,33	5,2	670
4	0		10						
	3	3	10	29,325	16	980	326,67	5,2	210
	6	3	29,325	34,5	16	970	323,33	5,2	735
	9	3	34,5	39,725	16	980	326,67	5,2	780
	12	3	39,725	42,55	16	990	330,00	5,3	800



Obr. 5. Priemerná intenzita povrchového odtoku pre rôzne sklony.
Fig. 5. Mean intensity of surface runoff for various slopes.



Obr. 6. Percentuálny podiel povrchového odtoku a infiltrácie zo simulovaného dažďa.
Fig. 6. The percentage of the runoff surface and infiltration for the simulated rainfall.



Obr. 7. Hmotnosť sedimentu v zachytenom povrchovom odtoku.

Fig. 7. The weight of sediment in the captured surface runoff.

Záver

Simulátory dažďa sa využívajú predovšetkým na štúdium tvorby povrchového odtoku, erózie pôdy, ale aj procesov infiltrácie či vplyvu spôsobu obhospodarovania územia. Odvozené parametre môžu byť použité pri modelovaní manažmentu povodí a samotné dažďové simulátory sú súčasťou vybavenia výskumných pracovísk.

V rámci tohto príspevku sme sa zamerali na experimentálne simulácie dažďa a následné meranie vzniknutého povrchového odtoku v laboratórnych podmienkach. Na vzorke pôdy sme aplikovali 12-minútový prerušovaný dažď s intenzitou $5 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Išlo o holú pôdu, kde ako výskumný faktor vplyvu tvorby odtoku sme si zvolili veľkosť sklonu svahu.

Výsledky experimentov umelého zadažďovania v laboratórnych podmienkach potvrdili významný vplyv počiatočnej vlhkosti pôdy, ako aj sklonu zadažďovanej plochy na tvorbu povrchového odtoku. Tento vplyv sa prejavil na čase vzniku povrchového odtoku, ako aj na jeho množstve. Pri sklonoch zadažďovanej plochy do 11 % sa pri nastavenej intenzite dažďa začal tvoriť povrchový odtok až po 3, resp. 6 minútach. Pri sklonoch nad 11 % to bolo po niekoľkých sekundách, a po 6 minútach už bol povrchový odtok tvorený 50-timi % zadažďovacej dávky. Získané výsledky sú významným doplnkom výsledkov meraní v poľných podmienkach, spolu s ktorými môžu slúžiť pre prehĺbenie vedomostí o tvorbe odtoku na svahu. Po dôkladnom otestovaní variant môžu byť tiež vhodným podkladom pre odvodenie parametrov do hydrologických modelov tvorby a formovania odtoku na svahu, ako aj pre ich validáciu.

PodĎakovanie

Článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt Centrum excelentnosti protipovodňovej ochrany územia ITMS 26240120004 spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a Európskou komisiou v rámci projektu 7RP RECARE, kontrakt č. 603498.

Literatúra

- Aksoy, H., Kavvas, M.L. (2005): A review of hill slope and watershed scale erosion and sediment transport models. *Catena* 65, 247 – 271.
- Aksoy H., Unal, N.E., Cokgor S., Gedikli, A., Yoon, J., Koca K., Inci S.B., Eris E. (2012): A rainfall simulator for laboratory-scale assessment of rainfall-runoff-sediment Transport processes over a two-dimensional flume, *Catena* 98 (2012), 63 – 72.
- Clarke, M.A., Walsh, R.P.D. (2007): A portable rainfall simulator for field assessment of splash and slopewash in remote locations. *Earth Surface Processes and Landforms* 32, 2052 – 2069.
- Drgoňová, K. (2014): Vplyv úprav povrchovej vrstvy pôdy na charakteristiky vodnej erózie pôdy, dizertačná práca, SPU Nitra, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, 116 s.
- Christon, R. (2015): Vegetation, enter rill erosion and aggregate stability on grazed alpine meadows, Master thesis, Department of Geography, University of Zurich, p. 85.
- Hamed, Z., Albergel, J., Pépin, Y., Asseline, J., Nasri, S., Zante, P., Berndtsson, R., El-Niazy, M., Balah, M. (2002): Comparison between rainfall simulator erosion and observed reservoir sedimentation in an

- erosion-sensitive semiarid catchment, Catena 50 (2002), 1 – 16.
- Sahat, S., Yusop, Z., Askari, M., Ziegler, A.D. (2015): Estimation of Soil Erosion Rates in Oil Palm Plantation with Different Land Cover, Soft Soil Engineering International Conference 2015 (SEIC2015), IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 136 (2016) 012086, doi:10.1088/1757-899X/136/1/012086.
- Šurda, P., Antal, J. (2008): Zhodnotenie účinkov aplikácie agrotexílie na povrch pôdy v rámci protieróznej ochrany pôdy, Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed): „Bioklimatologické aspekty hodnocení procesů v krajině“, Mikulov 9. – 11.9.2008.
- Schwarzová P., Laburda, T., Tejkl, A., Pavlík, O. (2015): Ztráta pudy při proměnných intenzitách deště na laboratorním dešťovým simulátorem, Seminár Adolfa Paterý, 2015.
- Zachar, D. (1982): Soil Erosion, Developments in soil science 10, Elsevier scientific publishing company.

EXPERIMENTAL MEASUREMENTS OF THE SURFACE RUNOFF FORMATION USING A RAINFALL SIMULATOR IN LABORATORY CONDITION

The experimental measurements of the generation of surface runoff using a rainfall simulator were also performed in laboratory conditions. The samples were watered by a 12 minute artificial rainfall with an intensity of $5 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. The samples were used to simulate surface runoff from a bare soil under various hill slope scenarios. Apart from the volume and dynamics of the generated surface runoff the weight of the sediments was also measured as well as the proportion of the infiltrated water from the surface runoff under changing initial conditions.

The results of the laboratory experiments clearly demonstrated a significant relationship between the

slope and the volume of surface runoff. In the case of the smaller slopes (under 10%) the surface runoff occurred after a period of 3 or 6 minutes. In the case of the slopes higher than 10% the surface runoff occurred after a couple of seconds and after 6 minutes it constituted for 50% of the rainfall volume.

In the near future the results obtained during the terrain and laboratory rainfall simulation experiments will be compared with the results obtained by the methods of mathematical modelling. The parameters estimated from the undertaken experiments could be used in the parameterization of rainfall-runoff model used in land use change impact studies.

Ing. Michaela Danáčová, PhD.
Ing. Mária Ďurigová
Ing. Marcela Maliariková
prof. Ing. Kamila Hlavčová, PhD.
Katedra vodného hospodárstva krajiny
Stavebná fakulta STU
Radlinského 11
810 05 Bratislava
Tel.: + 421 2 59274 498
Fax: + 421 2 52923 575
E-mail: michaela.danacova@stuba.sk
maria.durigova@stuba.sk
marcela.maliarikova@stuba.sk
kamila.hlavcova@stuba.sk