

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

STAVEBNÁ FAKULTA

Katedra vodného hospodárstva krajiny

Ing. Tamara Látková

Autoreferát dizertačnej práce

**MODELOVANIE POVRCHOVÉHO ODTOKU A VODNEJ ERÓZIE PRE
HODNOTENIE ÚČINNOSTI PROTIERÓZNYCH OPATRENÍ PRI ZMENE
KLÍMY**

na získanie akademického titulu philosophiae doctor, PhD.

v študijnom programe: Vodohospodárske inžinierstvo

Bratislava 2020

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Katedre vodného hospodárstva krajiny Stavebnej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave.

Predkladateľ: **Ing. Tamara Látková**
Katedra vodného hospodárstva krajiny, Stavebná fakulta, STU Bratislava,
Radlinského 11, 810 05 Bratislava

Školiteľ: **prof. Ing. Ján Szolgay, PhD.**
Katedra vodného hospodárstva krajiny, Stavebná fakulta, STU Bratislava,
Radlinského 11, 810 05 Bratislava

Oponenti:

Autoreferát bol rozoslaný dňa

Obhajoba dizertačnej práce sa koná dňa ohod. na Katedre vodného hospodárstva krajiny Stavebnej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, Radlinského 11, 810 05 Bratislava, v miestnosti č..... .

prof. Ing. Stanislav Unčík, PhD.
dekan Stavebnej fakulty STU v Bratislave

OBSAH

1. ÚVOD.....	4
2. PREHĽAD O SÚČASNOM STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY	4
2.1. Základné problémy v ponímaní a hodnotení vodnej erózie pôdy z pohľadu dizertácie	4
2.2. Modelovanie vodnej erózie a klimatická zmena a erózia pôdy	5
3. CIELE DIZERTČNEJ PRÁCE.....	5
4. OPIS PILOTNÉHO ÚZEMIA.....	6
4.1. Charakteristika povodia Myjavy.....	6
4.2. Charakteristika pilotného územia – lokality Turá Lúka	6
5. METODIKA PRÁCE	7
5.1. Stanovenie vstupných dát do modelu Erosion-2D.....	8
6. VÝSLEDKY	8
6.1. Experimentálne – poľné merania pomocou zrážkového simulátora.....	9
6.2. Parametrizácia hydrologicko-erózneho modelu Erosion-2D.....	9
7. DISKUSIA	13
8. ZÁVER.....	14
9. POUŽITÁ LITERATÚRA.....	16
10. PUBLIKAČNÁ ČINNOSŤ AUTORA	18

Dizertačná práca obsahuje celkovo 64 obrázkov, 18 tabuliek, 33 príloh a 169 literárnych zdrojov.

1. ÚVOD

V súčasnosti dosahujú podo degradačné procesy alarmujúcu intenzitu a stávajú sa jedným z najväznejších problémov životného prostredia človeka (Midriak, 1993; Berger and Rey, 2004; Rawat et al., 2011; Markantonis et al., 2012). Otázka ochrany pôdy patrí k najaktuálnejším environmentálnym problémom. Jej riešenie je však závislé od celkových spoločensko – politických pomerov a najmä od poľnohospodárskej politiky a stratégie (Fulajtár, Janský, 2001). Povodňové udalosti vyskytujúce sa v poslednom období i u nás, vyvolávajú potrebu zlepšenia súčasnej úrovne protipovodňovej a protieróznej ochrany v povodiach. Často skúmaným problémom je, ako sa na extrémnosti povodňových situácií podieľa spôsob využitia a manažmentu poľnohospodárskej krajiny (Hlavčová et al., 2016).

Touto dizertačnou prácou sa hľadali možnosti kvantitatívneho posúdenia efektívnosti spôsobu využitia a manažmentu územia pre zníženie povodňového odtoku, erózných a transportných procesov v podmienkach zmeny klímy. V rámci experimentálneho povodia Turá Lúka, na poľnohospodársky využívanom svahu bola sledovaná aj tvorba a množstvo povrchového odtoku na svahu aj za pomoci zrážkového simulátora pri rôznej intenzite umelého dažďa a rôznom manažmente krajiny a pomocou poľných experimentov. Práca skúma možnosti využitia fyzikálne založeného erózneho modelu pre účely modelovania zrážkovo odtokových a erózných procesov za rôznych vstupných podmienok. Procesy sú modelované na vybranom reprezentatívnom profile/svahu v centrálnej časti Myjavskej pahorkatiny (experimentálnym mikropovodím je Turá Lúka), ktorá je známa intenzívnymi eróznymi procesmi. V práci sa hľadali možnosti ako sklbiť experimentálne a modelovacie nástroje na kvantitatívne posúdenie efektívnosti spôsobu využitia a manažmentu územia a pre zníženie povodňového odtoku a erózných a transportných procesov v súčasných klimatických pomeroch a v podmienkach zmeny klímy.

2. PREHLAD O SÚČASNOM STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

2.1. Základné problémy v ponímaní a hodnotení vodnej erózie pôdy z pohľadu dizertácie

Táto práca sa zaoberá vodnou eróziou, ktorá je spôsobená deštruktívnym pôsobením dažďových kvapiek a povrchového odtoku, rozrušujúcich povrch pôdy. Spôsob využívania a obhospodarovania pôdy – poloha a tvar pozemkov sú limitujúcim faktorom pre vytváranie sústredeného odtoku. Jedná sa o problém spájaný najmä s poľnohospodársky využívanými pozemkami a svahmi. Erózia poľnohospodárskych pôd vážne ohrozuje produkčné i mimo produkčné funkcie pôd. Ochudobňuje poľnohospodárske pôdy o ich najúrodnejšiu časť – ornicu, zhoršuje fyzikálne, chemické i biologické vlastnosti pôdy, zvyšuje štrkovitosť a znižuje obsah živín a humusu v pôde (Vopravil a kol., 2010).

Vodná erózia je priamo napojená na kolobeh vody v krajine a tak je súčasťou celkového kolobehu látkovej výmeny v krajine (Ilavská a kol., 2005). Intenzita a forma prejavu erózie pôdy závisí na kombinácii účinkov mnohých rôznych faktorov (Janeček, 2008; Holý, 1978; Antal, 2005; Antal a kol., 2013). Eróziu možno charakterizovať ako komplexný prírodný proces zahrňujúci rozrušovanie povrchu pôdy, transport a sedimentáciu uvoľnených pôdných častíc vplyvom pôsobenia vetra, vody, ľadu a iných erózných činiteľov (Janeček, 2002).

Stankoviansky (2010) hodnotí vodnú eróziu ako komplex eróžno-akumulačných procesov vyvolaných zrážkovou vodou (dažďovou a z roztopeného snehu) tečúcou po svahu. Na základe oddelenia pôdných častíc, ich transportu a uloženia (akumulácie) má vodná erózia rôzne formy a klasifikácie. Sprievodným javom intenzívnej vodnej erózie (predovšetkým výmolinej) pri extrémnych meteorologicko-hydrologických udalosti sú bahenné povodne. Bahenné povodne predstavujú prúdy vody tečúce z polí na svahoch unášajúce so sebou veľké množstvo pôdy. Mnohí autori predpokladajú spojitosť erózie pôdy a bahenných povodní na poľnohospodársky využívannej pôde. Nutné je poznamenať, že tento jav nemá spojenie s vodnými tokmi, ale výhradne s obrábanou poľnohospodárskou pôdou (Stankoviansky, 2010).

Jedným zo základných prejavov pôsobenia ľudskej spoločnosti je využívanie krajiny. Rozhodujúcim zásahom človeka je poľnohospodárske využívanie pôdy, pri ktorom dochádza k rozširovaniu poľnohospodárskej krajiny na úkor pôvodnej (lesnej) krajiny (Stankoviansky, 2003a). Rastlinný kryt je po reliéfe druhým mimoriadne dôležitým faktorom ovplyvňujúcim eróziu. Jeho pôsobenie je mnohosmerné. Kvalitný hustý porast môže i na strmých svahoch takmer úplne zabrániť erózii pričom má vplyv aj na formovanie povrchového odtoku. Nepriamo, pozitívne rastliny reagujú aj tým, že koreňový systém rastlín

pôsobí ako mechanické tkanivo spevňujúce pôdu. Rovnako zlepšujú aj infiltráciu nakoľko koreňový systém, ktorý sa v pôde rozvíja vďaka organickej hmote zo zvyškov rastlín zanecháva po sebe spojité makropóry. Rastlinný kryt môže mať aj negatívny vplyv na formovanie odtoku (Feranec, Oťahel 2001).

Vzhľadom na členitosť pôdneho reliéfu a výskyt prívalových dažďov u nás má prvoradý význam ochrana pred vodnou eróziou. Povrchový odtok je nutné znížovať vsakom do pôdy a zabrániť jeho sústredeniu a rozptyľovať ho sústavou vhodných protieróznych opatrení Podhrázská, Dufková, 2005).

2.2. Modelovanie vodnej erózie a klimatická zmena a erózia pôdy

Modelovanie erózných procesov prezentuje významný krok pri určovaní ohrozenosti poľnohospodárskej pôdy vodnou eróziou. Za účelom zistiť vzťah erózie k parametrom, ktoré sa buď dlhodobo a systematicky merajú (úhrn a intenzita zrážok), alebo ktoré možno pomerne jednoducho získať jednorazovým meraním (sklon svahu, zrnitosť pôdy) prebiehali vo viacerých krajinách dlhodobé merania erózie na malých pozorovacích plochách (Fulajtár, Janský, 2001). V dnešnej dobe je snaha univerzálnu rovnicu priemernej dlhodobej straty pôdy (USLE) nahradiť kvalitatívne vyššími metódami, čo je dané najmä v dnešnej dobe súčasnou úrovňou znalostí v odboroch, ktoré sa zaoberajú vzťahmi spôsobujúcimi eróziu, rozvojom výpočtovej techniky, vrátane GIS, no hlavne zmenou v prioritách protieróznej ochrany pôdy, keď je erózia posudzovaná nielen vo vzťahu k ochrane pôdy ale aj k ostatným ekologickým dopadom (Ilavská a kol., 2005).

Samotná voľba konkrétneho modelu je závislá najmä na tom k akému účelu má model slúžiť. Z hľadiska protieróznej ochrany je nevyhnutné pozerieť z hľadiska štruktúrovaného prístupu t. j. predovšetkým voľba mierky s ktorou je na problematiku erózie nazerané a samotné využitie modelu. Modelový prístup predstavuje bežný a užitočný spôsob, ako premietnuť eróziu pôdy do klimatických zmien (Li a kol., 2011; Salazar a kol., 2012). Rôzne modely erózie pôdy sa používajú v štúdiách vplyvov, vrátane empirických modelov, koncepčných modelov a fyzikálne založených modelov (de Vente a Poesen, 2005). V prípade fyzikálne založených modelov stredných mierok ku ktorým patrí i model Erosion 2D (Schmidt et. al 1996), ktorý je predmetom riešenia dizertačnej práce, je možné okrem straty pôdy v každom elemente ráta model aj objem odtoku a množstvo sedimentov. S takto získanými výsledkami je možné navrhnúť aj vhodné organizačné protierózne opatrenia (Dostál, 2010).

Aby sa začlenili vplyvy budúcich klimatických zmien, sú klimatické modely s rôznymi klimatickými scenármi často kombinované s eróznymi modelmi. Rozlíšenie globálnych klimatických modelov je však príliš drsné na to, aby sa tieto modely naplnili vstupmi z erózných modelov (Rivington et al., 2008; Samaras a Koutitas, 2014). V dôsledku toho boli vyvinuté rôzne metódy znížovania mierok, vrátane štatistického a dynamického znížovania, aby sa údaje o klíme s hrubým rozlíšením preniesli do jemných priestorových mierok (Fowler et al., 2007). Klimatické scenáre sa vypracovali postupne od jednoduchých hypotetických scenárov k realistickejšim, vrátane špeciálnej správy o emisných scenároch (SRES) a súborov obsahujúcich trasy emisií (RCP). Je zrejmé, že za posledné desaťročia sa dosiahli veľké úspechy pri skúmaní komplexných vzťahov medzi zmenou podnebia a eróziou pôdy.

Pôsobenie klimatickej zmeny spôsobuje priame a nepriame vplyvy. Priame vplyvy sú spôsobované zmenami v množstve zrážok (Bangash et. al., 2013; Longfield and Macklin, 1999; Nearing et al., 2004), intenzite zrážok (Bouraoui et al., 2004; Zhang, 2012) a v priestorovom a časovom rozložení zrážok (Maeda et al., 2010). Nepriame vplyvy sú spojené so zvyšovaním teploty. Otepľovanie klímy ovplyvňuje eróziu pôdy prostredníctvom zmien vo vegetačnom kryte a pôdnej vlhkosti (Nearing et al., 2004). Kombinácia zmien v zrážkach a zmene teplôt bude pravdepodobne sprevádzaná zmenami v pestovaní (agrotechnike) poľnohospodárskych plodín (Mullan, 2013). Metódy modelovania sú preto potrebné pre lepšie predvídanie reakcie erózie pôdy na budúca zmena podnebia.

3. CIELE DIZERTČNEJ PRÁCE

Extrémne povodňové udalosti, ktoré sa vyskytli v poslednom období v Európe aj u nás, vrátane bleskových a bahenných povodní na malých povodiach, potvrdzujú potrebu zlepšiť súčasnú úroveň protipovodňovej a protieróznej ochrany v povodiach. Ochrana proti vzniku nebezpečného (povrchového) odtoku a vodnej erózie sa musí, v prípade malých poľnohospodársky využívaných povodí a mikropovodí, začať v ich vrcholových častiach, a to v mierke svahov.

Základným cieľom dizertácie bolo skúmať možnosti hodnotiť citlivosť svahov malých vrcholových poľnohospodárskych povodí na vznik extrémneho povodňového odtoku a vodnej erózie pri rôznom využívaní

a obhospodarovaní poľnohospodárskej krajiny a pri zmene klímy. Odpovede sme sa snažili hľadať pomocou experimentálneho výskumu a jeho konfrontácie s procesne orientovanými hydrologickými a eróznymi modelmi, ktoré zahrňujú formovanie povrchového odtoku a vodnej erózie na svahoch pri rôznych podmienkach jeho tvorby.

Cieľ práce bol rozčlenený do šiestich etáp riešenia nasledovných bodoch:

1. Vytvorenie údajovej základne pre účely riešenia projektu. V tejto etape riešenia bola plánovaná inventarizácia existujúcich údajov (klimatické, hydrologické, fyzicko-geografické, pôdne a vegetačné, údaje o manažmente povodí) na vybraných plochách v povodí Myjavy a výber klimatických scenárov vychádzajúcich z regionálnych modelov zmeny klímy.
2. Odhad extrémnych návrhových dažďov so zvolenou dobou opakovania a trvaním adekvátnym pre mierky svahu metódami škálovania z meraných údajov a výstupov klimatických scenárov pre testovanie matematického modelu a do metodiky pre praktické používanie výstupov dizertácie. Pragmatické rozhodnutie využiť návrhové dažde umožňuje cez pravdepodobnosť ich prekročenia (resp. doby opakovania) vyjadriť sa k dlhodobým aspektom pomocou udalostného modelovania bez potreby simulácie režimu extrémneho odtoku kontinuálnym modelovaním.
3. Experimentálne merania a hodnotenie podmienok vzniku a tvorby povodňového odtoku a erózie pôdy na vybranom svahu s rôznymi povrchmi a sklonmi. Cieľom bolo rozhodnúť, či zadažďovacími experimentmi simulátorom dažďa s rôznou intenzitou zrážok, pri rôznom manažmente v horných častiach malých poľnohospodársky využívaných povodí, vieme prispieť k parametrizácii modelov odtoku a erózie.
4. Testovanie citlivosti normatívnej parametrizácie vybraného overeného odtokového a erózneho modelu. Cieľom tejto časti bolo overiť, ako vplýva na modelovanie extrémneho povodňového odtoku a erózie pôdy spôsob obrábania a intenzita vstupných dažďov.
5. Porovnanie potenciálu vzniku extrémnych odtokových a erózných javov v období zmeny klímy so súčasným stavom.
6. Návrh metodického postupu pre opakovanie v dizertácii overených metód pre katalogizáciu rizika extrémov a možností ich zmiernenia v mierke svahoch metódami manažmentu v rôznych fyzicko-geografických podmienkach.

4. OPIS PILOTNÉHO ÚZEMIA

V kapitole sme sa venovali charakteristike povodia Myjavy, s dôrazom na opis územia Myjavskej pahorkatiny a jedného pilotného územia, na ktorom sme v práci aplikovali modelovanie erózných procesov pomocou modelu Erosion 2D a poľné experimenty vykonávané pomocou zrážkového simulátora. Pilotným územím bol vybraný svah v lokalite Turá Lúka (rozšírený na pozemky Roľníckeho družstva Turá Lúka).

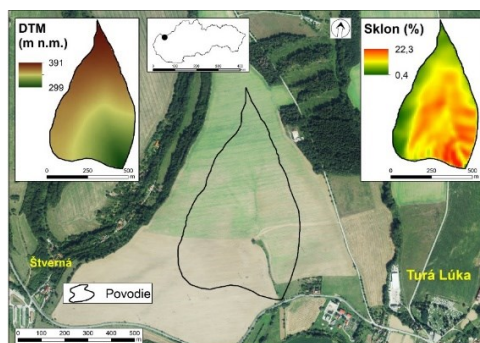
4.1. Charakteristika povodia Myjavy

Horná časť povodia rieky Myjavy sa rozprestiera v oblasti Myjavskej pahorkatiny, ktorá patrí do oblasti Slovensko-moravských Karpát, ktoré sú súčasťou Vonkajších Západných Karpát rovnako ako ďalšie tri geomorfologické celky – Biele Karpaty, Považské Podolie a Javorníky. Myjavská pahorkatina sa rozprestiera na západe Slovenska v regióne nazývanom Záhorie. Myjavská pahorkatina má charakter nízkeho plošinového medzihoria, dosahuje rozlohu 371 km². Na územie Myjavskej pahorkatiny zasahujú dva kraje – Trnavský (okres Senica) a Trenčiansky kraj (okresy Myjava a Nové Mesto nad Váhom). Na severe susedí s Bielymi Karpatmi, na severovýchode s Považským podolím, na juhu s Malými Karpatmi a na juhovýchode s Borskou nížinou a Chvojnickou pahorkatinou (Stankoviansky, 1980).

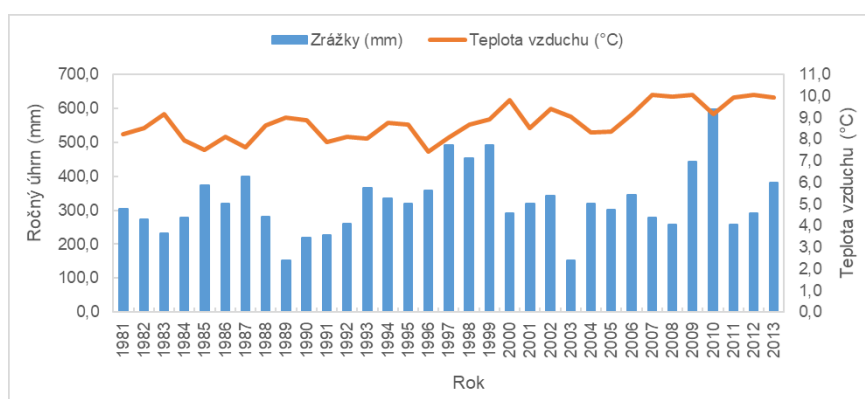
4.2. Charakteristika pilotného územia – lokality Turá Lúka

Predmetné územie sa nachádza západne od mesta Myjava, v strednej časti Myjavskej pahorkatiny (mestská časť Turá Lúka), leží v strednej časti Myjavskej pahorkatiny, ktorá leží v západnej časti Slovenska (Obr. č.). V rámci administratívno-územného rozdelenia územie patrí do okresu Myjava (v tesnej blízkosti leží mesto Myjava), ktorý pozostáva z katastrálnych území Turá Lúka a Myjava. Reprezentuje ho experimentálny svah, v rámci ktorého prebiehajú od roku 2014 experimentálne merania na katedre vodného hospodárstva krajiny v rámci projektu 7 RP EÚ RECARE (2013) a Projektu APVV-15-0497 RESPONSE. Celková plocha záujmového územia je cca 90 ha a dĺžka svahu cca 1100 m. Priemerný sklon svahu je 10,9 % a relatívne prevýšenie územia dosahuje cca 200 m (maximálna výška 391 m n.m. a minimálna 298 m n.m.).

Podložie je tvorené flyšovým súvrstvom a z pôd sa tu vyskytuje prevažne rendzina (horná časť územia) alebo kambizem (dolná časť územia), pôda je hlinitá až piesočno-hlinitá. V spodnej časti územia sa nachádza permanentný výmol, miestami dosahujúci hĺbku až 1,5 metra a šírku aj niekoľko metrov, v ktorom dochádza k významnej koncentrácii povrchového i podpovrchového odtoku (stály odtok – najmä podpovrchový, ktorý sa často prejavuje i na povrchu, čím vznikajú výrazné dráhy odtoku i v suchších obdobiach behom roka). Horná polovica územia je tvorená mierne zvažovanou plochou, ktorá v polovici územia prechádza do strmšej a členitejšej časti. Územie je tvorené jedným súvislým poľom, ktorý je intenzívne poľnohospodársky využívaný a pestuje sa tu predovšetkým kukurica, prípadne repka olejná a pšenica ozimná. Klíma je obdobná stanici Myjava. Na Obr. č. 1 je zobrazený chod ročných zrážkových úhrnov a priemerné ročné teploty vzduchu na stanici Myjava (1981-2013).



Obr. č. 1 Charakteristika lokality Turá Lúka – poloha v rámci SR, digitálny terénny model a sklon územia.



Obr. č. 2 Vývoj ročných zrážkových úhrnov a priemerné ročné teploty vzduchu na stanici Myjava (1981-2013).

5. METODIKA PRÁCE

Na Myjavskej pahorkatine, v rámci experimentálneho povodia Turá Lúka na poľnohospodársky využívanom svahu bola sledovaná tvorba a množstvo povrchového odtoku na svahu aj pomocou zrážkového simulátora pri rôznej intenzite umelého dažďa a rôznom manažmente krajiny a pomocou poľných experimentov. Druhá časť experimentov predstavovala analýzu eróznio-sedimentačných procesov pomocou fyzikálne založeného počítačového modelu Erosion-2D, simulujúceho eróziu pôdy na svahu vyplývajúcu z prírodných zrážok.

Zákonitosti tvorby a priebehu povrchového odtoku ako aj odnosu pôdy svojim rozsahom vytvárajú priestor pre empirické štúdium s využitím štatistických metód korelačných a regresných analýz modelovania. Jednou z možností vyšetrovania vzťahov medzi hydrologickými vlastnosťami povrchového odtoku a eróziou, nezávisle na prírodných podmienkach, sú experimenty na sklonitých plochách pod simulovanými (umelými) zrážkami (Fulajtár, Janský, 2001). Zrážkové simulátory predstavujú dôležité nástroje experimentálneho sledovania, pričom poskytujú reálne dáta k ďalším štúdiám. V kombinácii s výsledkami dlhodobých pozorovaní prirodzených zrážok sa môžu podieľať na zlepšení efektívnosti výskumu erózie a protieróznych opatrení (Janeček a kol., 2008).

Nástrojom pomocou ktorého bude možné identifikovať nebezpečenstvo vzniku erózie, hodnotiť ho minimalizovať môže byť aj model Erosion-2D, ktorým sme sa podrobnejšie zaoberali v dizertačnej práci a pomocou ktorého sme modelovali tvorbu erózie a odtoku na svahu pri rôznom využití poľnohospodárskej pôdy. Predstavuje model simulujúci eróziu pôdy na svahu vyplývajúcu z prírodných zrážok. Teoretický koncept aplikovaný v modeli bol vyvinutý Schmidtom v roku 1991 na Katedre Geografie Univerzity Freie v Berlíne, ktorý simuluje eróziu pôdy v profile svahu rôznych dĺžok bez obmedzenia. Model Erosion-2D je epizódny (udalostný) distribuovaný fyzikálne založený matematický model simulujúci povrchový odtok a množstvo odnášaných pôdných častíc (Werner, 2006) na svahu. Model vyžaduje údaje o reliéfe, zrážkach a vlastnostiach pôdy.

5.1. Stanovenie vstupných dát do modelu Erosion-2D

Ako vstupné údaje do modelu Erosion-2D v rámci pilotného územia Turá Lúka na poľnohospodársky využívanom svahu boli použité vyššie uvedené parametre:

- **Reprezentatívny profil** - K aplikácii modelu Erosion-2D bola potreba nájsť svah/profil reprezentujúci vybrané morfometrické charakteristiky 177 pozemkov poľnohospodárskeho družstva Turá Lúka. Svah bol reprezentovaný profilom respektíve dráhou odtoku na svahu. Priemerné hodnoty vybraných parametrov poslúžili k nájdeniu reprezentatívneho svahu v rámci experimentálneho povodia. Analýzy bola vykonaná pomocou programu ArcGIS 10.5 (@ESRI). Hlavným vstupom analýzy bol DMR 10x10m od firmy Espirt, s.r.o..
- **Pôdne parametre** - Doporučeným spôsobom je použitie dát z tzv. *katalógu parametrov*, ktorý bol vytvorený tvorcami modelu na základe rozsiahlej analýzy pôdných pomerov v Nemeckej spolkovéj republike. Pre potreby aplikácie modelu v Slovenských podmienkach bol katalóg parametrov čiastočne upravený (Némethová a kol., 2017). Došlo k prevedeniu nemeckej KA 4 pôdnej klasifikácie do klasifikácie pôd USDA, ktorá sa používa na Slovensku. Ďalej boli upravené kategórie obsahu pôdných častíc na základe dát z VÚPOP. Pre potreby tejto práce boli zvolené dve pestované plodiny – **pšenica** a **kukurica**, ktoré prezentujú úzkoriadkové a širokoriadkové plodiny. Obe plodiny sú porovnané s **úhorom** – v tejto práci sa jedná o pôdu bez vegetačného pokryvu. Použité vstupné hodnoty sú zobrazené.
- **Zrážkové úhrny** – Pre prácu bol zvolený tzv. blokový dažď s vyrovnanou intenzitou zrážkového úhrnu po celú dobu trvania danej zrážkovej udalosti. Ako vstupné hodnoty pre odvodenie návrhových dažďov sme použili zrážkomerné pozorovania z klimatickej stanice Myjava z obdobia 1995-2009. Tvorili ich rady maximálnych mesačných úhrnov dažďov trvania 10, 15, 30, 60, 120, 180, 240 a 1440 min pre obdobie 1995-2009. Údaje poskytol na KVHK pre potreby riešenia projektu ŠF Aplikovaný výskum metód na určovanie klimatických a hydrologických návrhových veličín, (ITMS 26220220132) SHMÚ spolu s údajmi denných úhrnov zrážok. Pre hodnotenie vplyvu zmeny klímy sme používali výstupy z regionálneho klimatického modelu CLM, ktoré boli k dispozícii v hodinovom časovom kroku. Vlastné hodnoty zrážkových úhrnov boli stanovené na základe klimatického scenára SRES A1B. Hodnotili sme štyri modelované obdobia (definované ako „súčasnosc“, „minulosť“, „I. predikcia“ a „II. predikcia“). Štyri kategórie N-ročných návrhových dažďov boli spracovaných pomocou metódy jednoduchého škálovania. Doba trvania návrhového dažďa bola stanovená na základe doby koncentrácie povrchového odtoku v danom reprezentatívnom pozdĺžnom profile svahu. Zmena nastala len v množstve zrážkového úhrnu, nakoľko bol stanovený na základe regresných rovníc. Po dosadení hodnoty doby koncentrácie povrchového odtoku v profile 4 (21,3 minúty) do danej regresnej rovnice bola vypočítaná hodnota zrážkového úhrnu pre N-ročný návrhový dažď. Tieto hodnoty boli dané a použité ako vstup do modelu Erosion-2D.

6. VÝSLEDKY

Z dôvodu limitovaného rozsahu autoreferátu sú výstupy experimentov ilustrované na vybraných príkladoch. V rámci modelovacích experimentov sme riešili tieto problémy:

6.1. Experimentálne – poľné merania pomocou zrážkového simulátora

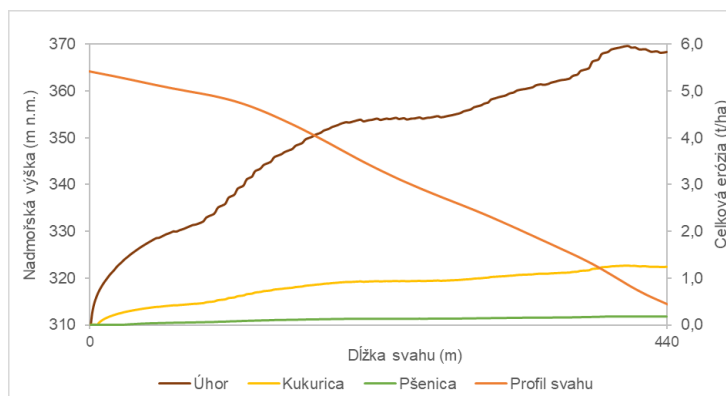
Na záujmovom území boli realizované dve merania, a to v lete, v júni roka 2015 a na jeseň, v októbri roka 2015 (Látková, 2016). V auguste roka 2016 bola vykonaná ďalšia séria terénnych meraní za pomoci zrážkového simulátora, kde bola sledovaná tvorba a množstvo povrchového odtoku a vplyv povrchového odtoku na hmotnosť sedimentu pomocou zrážkového simulátora pri rôznom manažmente krajiny a pri rôznej intenzite umelého dažďa Ejkelkamp (Maliariková, Nosko, Látková, 2016). Pri meraní na jar sa vykonávalo, s spolupráci s ÚH SAV meranie elektromagnetickej vodivosti, vlhkosti pôdy, teploty pôdy a hydraulické vodivosti najvrchnejšej vrstvy pôdy. Pri meraní na jeseň boli povrch a vlhkosť pôdy oproti meraniu v lete rôzne. Vzhľadom na predchádzajúce daždivé počasie bola vlhkosť pôdy vysoká. Priemerná vlhkosť plochy na úpätí svahu bola o 45% a v strede svahu o 42% vyššia. V porovnaní s letným meraním bola celkovo vlhkosť pôdy vyššia o cca 23–24%. Zadažďovaním sa vykonávali merania s rôznymi intenzitami dažďa, preto bolo možné hodnotenie vplyvu intenzity dažďa na veľkosť a začiatok vzniku povrchového odtoku. Tendencia zvyšovania veľkosti povrchového odtoku s rastom intenzity dažďa bola zrejmá, no variabilita bola veľká, najmä pre väčšie intenzity dažďov. Variabilita podielu povrchového odtoku v strede svahu bola oveľa menšia, ako na jeho úpätí. Čas vzniku povrchového odtoku neukazoval koreláciu s intenzitou dažďa. Povrchový odtok na ploche v strede svahu, ktorá bola o niečo suchšia, vznikol v čase, ktorý bol približne trikrát dlhší, ako na ploche na úpätí svahu. Možno predpokladať, že vlhkosť pôdy bola všeobecne blízko maximálnych hodnôt. Množstvo zachyteného odtoku v odmernom valci sa bezprostredne zvyšoval po zadažďovaní so zväčšujúcim sa sklonom zadažďovanej plochy na úpätí a v strede svahu, čo dokazuje aj trendová čiara, ktorá vykazovala pri grafickom vykreslení stúpajúci charakter v oboch prípadoch.

Druhá séria poľných meraní so zadažďovacím simulátorom bola vykonávaná na rovnakom záujmovom území, ploche poľnohospodársky využívaného svahu. Terénne meraním získané údaje a namerané hodnoty slúžili na skúmanie závislostí týchto veličín. Bola analyzovaná závislosť objemu zachyteného povrchového odtoku od sklonu plochy. Nakoľko sa pracovalo s premenlivou intenzitou simulovaného dažďa, boli vytvorené 3 skupiny. Množstvo zachyteného povrchového odtoku v zbernej nádobe sa zvyšovalo so zväčšujúcim sa sklonom zadažďovanej plochy, pričom dôležitú úlohu zohrávala zmena intenzity zadažďovania. Ďalším meraním bola skúmaná zmena vlhkosti pôdy po simulácii pri rôznej intenzite dažďa. Závislosť, so zvyšujúcou sa intenzitou dažďa dosahuje vlhkosť pôdy stúpajúci trend v celom priebehu merania nemožno jednoznačne potvrdiť. Jedným z hlavných dôvodov, mohla byť počiatočná vlhkosť zadažďovacej plochy, rozdielne vysychanie pôdy, zhutnenosť pôdy. Ďalším meraním sme porovnávali, vzhľadom na množstvo simulovanej dávky percentuálny podiel na tvorbe povrchového odtoku a infiltrácie tohto umelého dažďa. Snahou tohto merania bolo zistiť, či existuje závislosť medzi množstvom povrchového odtoku a hmotnosťou sedimentov, zachytených počas simulácie. Snahou merania bolo poukázať na chyby, nepresnosti a problémy, ktoré sa môžu vyskytnúť v priebehu prípravných prác a meraní v teréne. Posledná analýza bola prezentovaná na základe závislosti hmotnosti sedimentov od množstva povrchového odtoku, kedy bolo potvrdené, že so zväčšujúcim sa objemom zachyteného odtoku narastá hmotnosť pôdných častíc.

6.2. Parametrizácia hydrologicko-erózneho modelu Erosion-2D

Parametrizácia bola vykonaná práve pomocou výstupov experimentálnych meraní, normovaných hodnôt a citlivostnou analýzou. Modelovania bolo zamerané na skúmanie intenzity erózných procesov vo vzťahu na geometriu svahu, vplyv vegetačného obdobia na erózne procesy, citlivosti modelu na zmenu vstupných parametrov, vplyv intenzity dažďa na erózne procesy a vývoj erózných procesov počas klimatickej zmeny.

Intenzita svahových procesov je všeobecne závislá na sklone svahu. V prípade modelu Erosion-2D sa závislosť na priebehu svahu prejavuje u všetkých skúmaných parametroch (objem sedimentov a množstvo celkovej erózie) okrem povrchového odtoku, čo však bolo dané samostatným nastavením modelu. Veľkosť povrchového odtoku konštantne narastala v celej dĺžke svahu nezávisle na zmene sklonových pomerov.



Obr. č. 1 Závislosť celkovej erózie pôdy (t/ha) na profile svahu – príklad pre 100-ročnú zrážku, obdobie „minulosť“ (august 1981-2010), vlhkosťný scenár 45 % a tri typy pôdneho pokryvu.

Pomocou výsledkov nadobudnutých modelom Erosion-2D bolo potvrdené, že vegetačné obdobie jednotlivých rastlín má veľký vplyv na vývoj erózných procesov. Všeobecne možno konštatovať, že vyššou mierou rozvoja vegetácie, klesá miera erózných procesov. V rámci vegetačného obdobia je však potreba brať do úvahy prepojenie vývoja zrážkových úhrnov najmä intenzívnych zrážkových udalostí, ktoré sa najčastejšie objavujú v letných mesiacoch.



Obr. č. 4 Vplyv vegetačného obdobia na odtokové a erózne procesy – príklad pre 100-ročnú zrážku obdobie „minulosť“ (1981-2010), vlhkosťný scenár 45 % a tri typy pôdneho pokryvu.

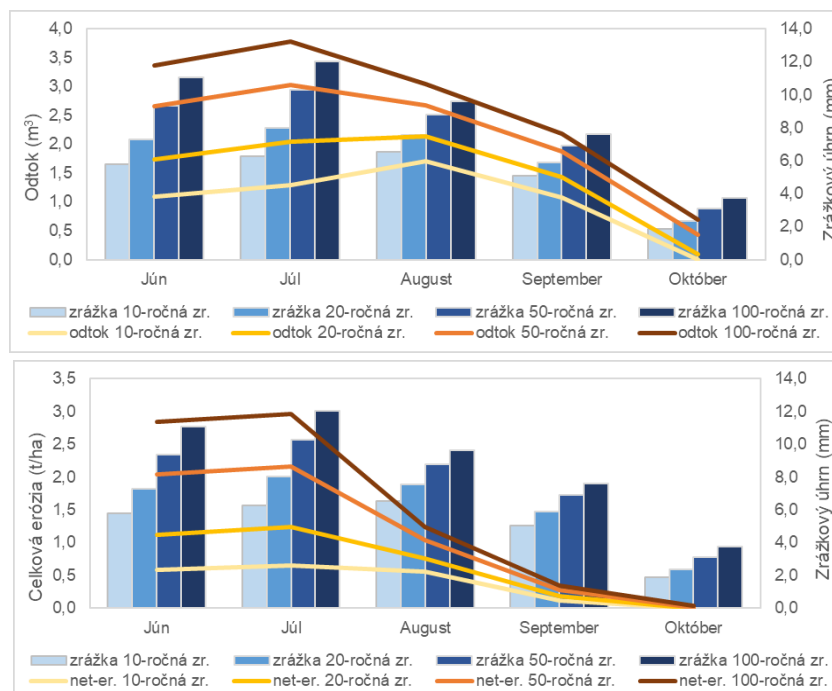
Citlivosťná analýza bola vykonaná pre sedem pôdnych, vstupných parametrov a dve plodiny na základe katalógu parametrov k modelu Erosion – 2D. Cieľom bolo hodnotenie vplyvu jednotlivých pôdnych parametrov na výsledné hodnoty z modelu Erosion – 2D. Na základe citlivostnej analýzy bolo zistené, že počiatková vlhkosť pôdy predstavuje jeden z najcitlivejších parametrov modelu.

Tab. č.1: Miera vplyvu jednotlivých parametrov zhodnotená na výsledné hodnoty modelu Erosion-2D

	KUKURICA			PŠENICA		
VSTUP/VÝSTUP	Odtok	Objem sedimentov	Net-erózia	Odtok	Objem sedimentov	Net-erózia
Objemová hmotnosť	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓
Obsah organického uhlíka	X	X	X	X	X	X
Pokrytie pôdy	X	✓	✓	X	✓	✓

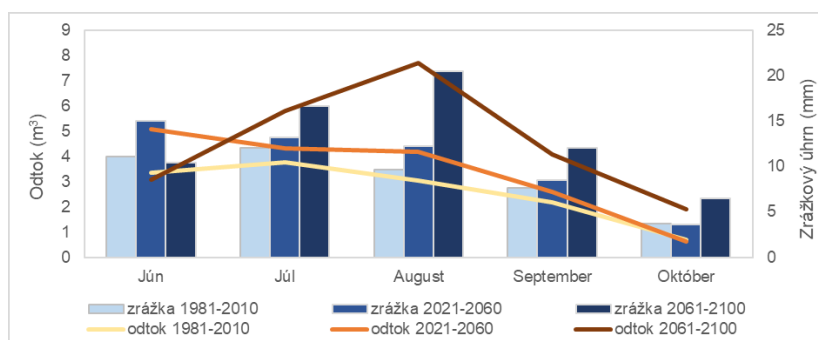
Počiatková vlhkosť pôdy	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓
Drsnosť povrchu pôdy	X	✓✓✓	✓✓✓	X	✓✓✓	✓✓✓
Opravný faktor ovplyvňujúci stav povrchu pôdy	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
Erózna odolnosť pôdy	X	✓✓✓✓	✓✓✓✓	X	✓✓✓✓	✓✓✓✓

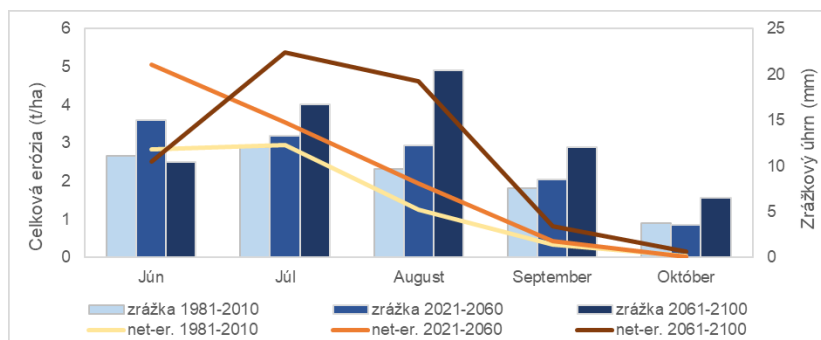
Intenzita zrážkovo odtokových a erózných procesov je priamo úmerná intenzite zrážkovej udalosti. Hodnoty u všetkých výstupov z modelu sa zvyšujú v závislosti na intenzite návrhového dažďa – najvyššie hodnoty boli pozorované pri 100-ročnom daždi.



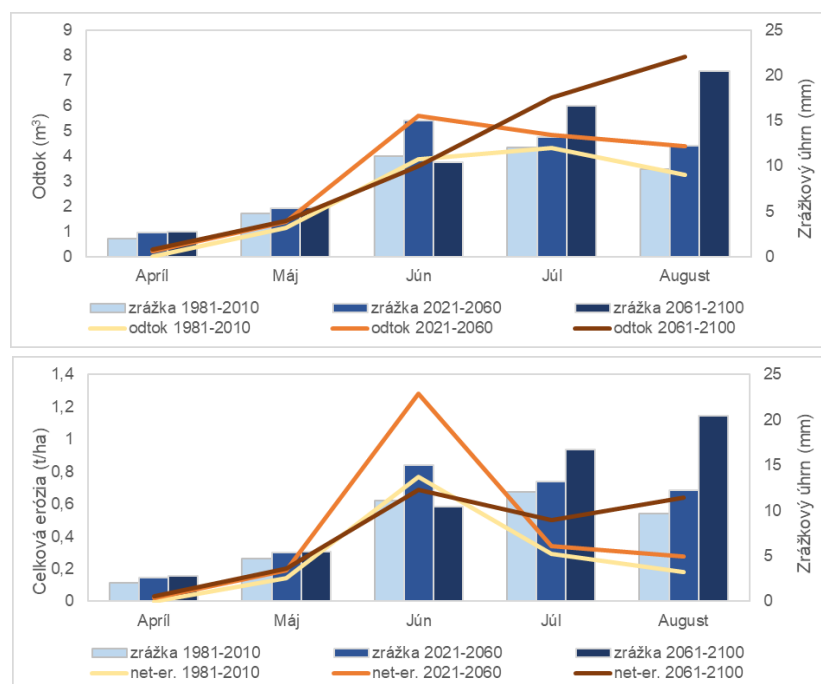
Obr. č.5: Vplyv rôznej intenzity dažďa na erózne procesy – príklad pre kukuricu, vlhkostný scenár 45 % a obdobie „minulosti“ (1981-2010).

Vplyv vývoja klímy na odtokové a erózne procesy bol demonštrovaný pomocou troch vybraných období – „minulosti“ (1981-2010); „I. predikcie“ (2021-2060) a „II. predikcie“ (2061-2100). Rozdiely medzi zvolenými klimatickými obdobiami boli dané množstvom spadnutých zrážok, respektíve intenzitou zrážkových udalostí. Na základe klimatického modelovania budúceho vývoja boli stanovené obdobia „I. a II. predikcie“, kedy sa práve do budúcnosti ku koncu storočia predpokladá postupný relatívne mierny nárast celkových zrážkových úhrnov predovšetkým zvyšovaním intenzity jednotlivých zrážkových udalostí.

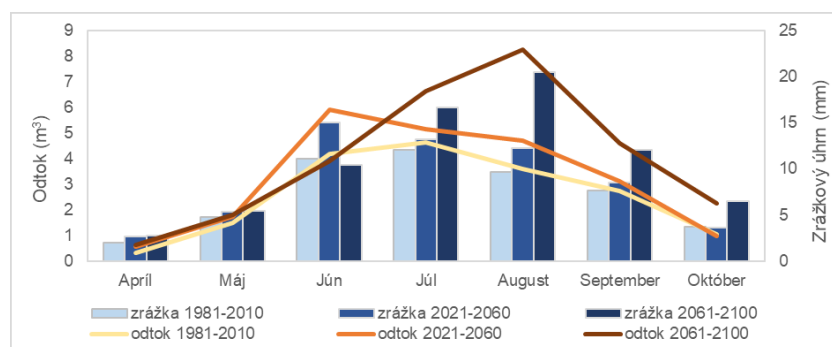


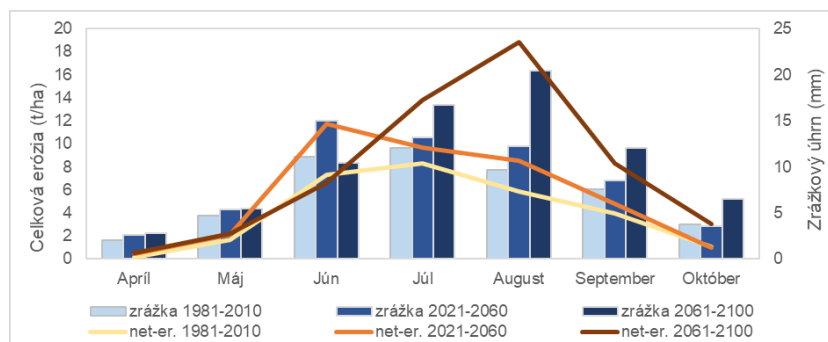


Obr. č. 6 Vplyv zmeny klímy na erózne procesy – príklad pre kukuricu, vlhkostný scenár 45 % a 100-ročnú zrážku.



Obr. č. 7 Vplyv zmeny klímy na erózne procesy – príklad pre pšenicu, počiatočnú vlhkosť pôdy 45 % a 100-ročnú zrážku.





Obr. č. 8 Vplyv zmeny klímy na erózne procesy – príklad pre úhor, počiatočnú vlhkosť pôdy 45 % a 100-ročnú zrážku.

7. DISKUSIA

Experimentálnym výskumom sme v danom regióne pokrývali aj sledovanie iných s eróziou spojených javov (vznik výmoľov, zanášanie malých vodných nádrží, zanášanie prielohov), a merali sa aj ďalšie charakteristiky pôd mimo tých výsledkov, ktoré boli prezentované v tejto dizertácii. Na nich sa autorka podieľala okrajovo a výsledky z nich tu nie sú priamo zahrnuté. Cieľom ich využitia v dizertácii bolo aj vyhodnotiť, do akej miery je vhodné zahrnúť ich do postupu pre praktické aplikácie v reálnom živote ochrany pôd. Vo vyhodnotení sme brali aj do úvahy skúsenosti z celej meračskej kampane (aj mimo pilotného územia tejto dizertácie). Experiment v malej „bodovej“ mierke bolo možno veľa krát zopakovať, na rôznych miestach svahu a s rôznymi podmienkami. To na jednej strane poskytovalo obraz o rôznorodosti na svahu (avšak čiastočne platnej len pre daný deň merania) a druhej strane zas rôzne podmienky, napr. rôzna počiatočná vlhkosť pôdy, stav povrchu, rôzna vegetácia limitovali zovšeobecnenie výsledkov aj pri „relatívne“ veľkom počte meraní.

Z hľadiska vstupných hodnôt zrážok pre udalostné modelovanie, okrem analýzy ich použiteľnosti v dizertácii, sme ukázali, že používaním škálovaných hodnôt úhrnov (intenzít) nie je celkom možné nahradiť štatistické spracovanie maximálnych krátkodobých úhrnov (intenzít) pre prax v lokalitách, pre ktoré hodnotíme riziká vzniku extrémnych odtokových a erózných javov. Škálované odhady je potrebné vnímať ako indikátory rizík a ich zmien a nie ako normované návrhové veličiny. Zistenia a analýzy vlastností škálovaných mesačných maximálnych úhrnov z krátkych radov meraných údajov sú prínosom k rozvoju škálovania. Vytvorili sme odporúčania, ktoré v iných prácach umožňujú škálovanie v mesiacoch obmedzene použiť. V prípade tejto práce sme museli použiť pre metodické výskumy údaje z regionálneho klimatického modelu. To neznamená závažný nedostatok, lebo jej primárnym cieľom je metodika pre porovnávanie erózneho a odtokového potenciálu medzi plodinami v jednotlivých mesiacoch a hodnotenie potenciálnych dopadov klimatickej zmeny taktiež medzi plodinami v jednotlivých mesiacoch. Pre budúcnosť bude preto potrebné naďalej volať po novom celoslovenskom spracovaní intenzívnych dažďov na SHMÚ, alebo dočasne overiť, za akých predpokladov (dĺžka radov podľa jednotlivých mesiacoch) sa náhradne dá použiť škálovanie.

Vyvinutá metodika nie je síce metodikou v pravom zmysle slova a ani normovateľný spôsob, ale len návrh súboru postupov, ktoré treba tvorivo prispôbovať pri každej praktickej aplikácii. Práve to by ale malo umožniť odbornejšie ohodnotenie in-situ efektívnosti prírode blízkych metód protieróznej a povodňovej ochrany a ochrany pôdy, založených na spôsobe využitia a manažmente povodí na zníženie povodňového odtoku zo svahov a povodí. Navrhnutá cesta uvoľňuje pragmaticky využiť a kombinovať aj iné (novšie) modelovacie nástroje na kvantitatívne posúdenie efektívnosti spôsobu využitia a manažmentu územia pre zníženie povodňového odtoku a erózných a transportných procesov. Núti projektantov zoznamovať sa s lokálnymi podmienkami a meraniami kvantifikovať ich charakteristiky.

Kombinujúc terénne merania s pomocou prenosného simulátora dažďa a simulácie matematickým modelom popisujúcim povrchový odtok a eróziu v mierke svahu, resp. mikropovodia, umožňuje voliť scenáre hospodárenia na pôde poľnohospodárky využívaných svahov. Postup zahŕňa možnosť (a aj potrebu) explicitne zohľadňovať lokálne klimatické, vegetačné a pôdne pomery počas vegetačnej sezóny. Tým sa dá diferencovanejšie pristupovať k návrhu protipovodňových a protieróznych opatrení, než ako to umožňujú klasické metódy využívajúce metódy typu USLE a SCS CN (a ich modifikácie). Postup (tiež diferencovane) umožňuje hodnotenie potenciálnych dopadov zmeny klímy a návrh adaptačných opatrení v mierkach svahov a mikropovodí.

8. ZÁVER

Ochrana proti vzniku nebezpečného (povrchového) odtoku a vodnej erózie sa musí začať vo vrcholových častiach malých povodí, teda v mikropovodiach a v mierke svahov. Napriek vzrastajúcemu objemu vedomostí o mnohorakosti spôsobov tvorby odtoku a vzniku vodnej erózie na svahoch, nebolo doposiaľ možné vytvoriť zjednocujúcu teóriu pre tieto javy a ani všeobecne uznávanú metodiku pre praktický návrh hodnotenia dlhodobej účinnosti praktických, tzv. prírode blízkych protipovodňových a protieróznych opatrení (ktoré sú v princípe známe a existujú ich katalógy). Z toho vyplynuli aj hlavné praktické ciele predkladanej dizertačnej práce, ktorými boli priblížiť užívateľom možnosti stanovenia zrážkovo- odtokových a erózných procesov za rôznych vstupných podmienok a ich aplikovateľnosť. Preto sme skúmali aj metodiku pre posúdenie citlivosti svahov malých vrcholových poľnohospodárskych povodí na vznik extrémneho povodňového odtoku a vodnej erózie pri rôznom využívaní a obhospodarovaní poľnohospodárskej krajiny. Odpovede sme hľadali pomocou experimentálnych meraní vzniku a tvorby odtoku a transportu sedimentov na svahu pomocou prenosného simulátora dažďa a pomocou matematického modelovania erózných – sedimentačných a odtokových procesov. Ako pilotné povodie pre experimentálne merania slúžili plochy v centrálnej časti Myjavskej pahorkatiny. Procesy boli modelované na vybranom reprezentatívnom profile/svahu (experimentálnym mikropovodím bola Myjava, časť Turá Lúka), ktorá je známa intenzívnymi eróznymi procesmi.

Prvá časť výskumu v rámci predkladanej práce bola realizovaná pomocou zadažďovacích experimentov so zrážkovým simulátorom Ejkelkamp. Bola sledovaná tvorba a množstvo povrchového odtoku a vplyv povrchového odtoku na hmotnosť sedimentu pomocou zrážkového simulátora pri rôznom manažmente krajiny a pri rôznej intenzite umelého dažďa. Z týchto meraní sa najviac v modelovaní podarilo uplatniť merané charakteristiky pôdy a reálne hodnoty rozsahu pôdnej vlhkosti. V menšej mierke sme mohli pomocou nich overovať vzťahy medzi povrchovým odtokom a sedimentami. Ukázalo sa však tiež, že všetky výsledky experimentálnych meraní sa nedajú, najmä kvôli rozličným vlhkostným podmienkam a rôznych fáz rozvoja vegetačného krytu a pod. zovšeobecniť.

Nosný model predkladanej dizertačnej práce predstavuje fyzikálne založený, matematický model Erosion-2D. Druhá časť výpočtov v rámci práce bola vykonaná práve pomocou tohto modelu simulujúceho eróznosedimentačné a odtokové procesy na svahu vyplývajúce z prírodných zrážok. Takéto modelovanie umožňuje relatívne rýchlo a bez väčšej finančnej záťaže zhodnotiť dopad rôznych opatrení, vrátane projekcie vývoja procesov do budúcnosti, čo je reálne terénnym pozorovaním prakticky nemožné.

Pri výskume s modelom Erosion-2D boli v práci porovnávané tri spôsoby hospodárenia na poľnohospodárskej pôde (profile/svahu), ktoré sú reprezentované úhorom, teda pôdou bez vegetácie a pestovanými plodinami pšenica (úzko riadková plodina) a kukurica (širokoriadková plodina). Spôsoby hospodárenia boli porovnávané v rámci tzv. teplého polroka (apríl až október), t. j. vegetačného obdobia. Súčasne boli hodnotené štyri kategórie N – ročných návrhových dažďov (10, 20, 50 a 100 ročných), vedúce k odhadeniu vplyvu intenzity dažďa na erózne procesy. Pre zhodnotenie vplyvu klimatickej zmeny boli použité tri klimatické obdobia definované obdobím rokov od 1981–2010 („minulosť“), 2021–2060 („I. predikcia“), 2061–2100 („II. predikcia“).

Pri aplikácii modelu Erosion-2D bola v prvom kroku potreba nájsť reprezentatívny profil, ktorý bol stanovený na základe priemerných morfometrických charakteristík a priemernej doby koncentrácie odtoku na 177 parcelách obhospodarovaných roľníckym poľnohospodárskym družstvom v časti Turá Lúka pomocou programu ArcGIS 10.5. Bol vybraný reprezentatívny profil, ktorý najlepšie prezentoval priemerné hodnoty vybraných morfometrických parametrov na skúmaných parcelách poľnohospodárskeho družstva. Doba koncentrácie povrchového odtoku charakteristická pre dané mikropovodie bola zvolená ako rozhodujúci parameter pri výbere reprezentatívneho profilu v rámci experimentálneho povodia Turá Lúka. Ďalšími dôležitými parametrami vstupujúcimi do modelu Erosion-2D boli pôdne parametre. Pôdne parametre boli pre potreby aplikácie modelu v slovenských podmienkach čiastočne upravené pomocou katalógu parametrov. Došlo k prevedeniu nemeckej KA 4 pôdnej klasifikácie do klasifikácie pôd USDA, používanej na Slovensku. Pre potreby predkladanej práce boli zvolené dve pestované plodiny – pšenica a kukurica, ktoré prezentujú úzkoriadkové a širokoriadkové plodiny. Plodiny boli následne porovnané s úhorom, ktorý prezentoval pôdu bez vegetačného pokryvu.

Zrážkové údaje boli spracovávané pre obdobie tzv. *teplého polroka* (apríl až október), a to po jednotlivých mesiacoch. Tieto slúžia ako detailné časové obdobia, v ktorých sme porovnávali intenzitu erózných procesov v rámci jednotlivých mesiacov. Takéto diferencované rozlišovanie návrhového zaťaženia svahov dažďom je nové a je prínosom práce, lebo inak sa v praxi bežne hodnotia protierózne a protipovodňové opatrenia na

zaťaženia odvodené z maximálnych ročných, prípadne sezónnych hodnôt dažďov. Pre potreby plnenia cieľov práce sme metodické výskumy vykonali na základe škálovaných zrážkových úhrnov z klimatického scenára SRES A1B a výstupov regionálneho klimatického modelu CLM. Samotné hodnoty zrážkových úhrnov pre jednotlivé časové obdobia a N-ročné návrhové dažde boli vypočítané pre tri modelované obdobia rokov od 1981–2010 („minulosť“), 2021–2060 („I. predikcia“), 2061–2100 („II. predikcia“) a štyri kategórie N-ročných návrhových dažďov (10, 20, 50 a 100 ročných).

Na základe realizovaných meraní možno potvrdiť, že výsledky nadobudnuté pomocou matematického modelu Erosion-2D a výsledky získané pomocou poľných experimentov za použitia zrážkového simulátora Ejkelkamp poukazujú na závislosť, že zvyšujúca sa intenzita odtokových a erózných procesov súvisí s nárastom sklonu svahu. V rámci hodnotenia vplyvov vegetačného obdobia nie sú trendy jednoznačne určité, čo môže byť podmienené najmä zmenou pôdných parametrov, ktoré majú veľký vplyv na prebiehajúce odtokové a erózne procesy. Záverom možno konštatovať, že výsledné hodnoty z modelu Erosion-2D boli porovnateľné s reálne nameranými dátami v teréne (pri porovnaní z augusta v roku 2016 s výsledkami z modelu Erosion-2D pre úhor, mesiac august a obdobie „minulosť“ (1981-2010), ktoré boli prírodným podmienkam pri experimente so zrážkovým simulátorom najpodobnejšie). Na druhej strane je potrebné poznamenať, že pri porovnaní sú veľmi odlišné hodnoty celkového povrchového odtoku, čo je dané jednak rozdielnym spôsobom priebehu danej zrážkovej udalosti (medzi experimentom a blokovým návrhovým dažďom) a rovnako aj postupnou kumuláciou odtoku v rámci modelovaného svahu, ktorý má omnoho väčšiu dĺžku ako je plocha zrážkového simulátora.

Vplyv vývoja klímy na odtokové a erózne procesy bol demonštrovaný pomocou troch vybraných období („minulosť, I. a II. predikcia). Ku koncu storočia sa predpokladá postupný relatívne mierny nárast celkových zrážkových úhrnov predovšetkým zvyšovaním intenzity jednotlivých zrážkových udalostí ku koncu leta. Všeobecne zvýšená intenzita zrážkových udalostí a presun maximálnych zrážkových úhrnov na koniec letných mesiacov môže spôsobovať ťažkosti, nakoľko v tomto období sa žne celý rad pestovaných plodín (napr. obilniny), pričom dochádza k odstráneniu vegetačného krytu, čo môže viesť k zvýšeniu celkovej erózie pôdy a degradácii pôdy. Môže to byť ďalej umocnené vďaka nárastom teplôt vzduchu behom roka, čo prispieva k posunutiu vegetačnej fázy pestovanej plodiny a skoršiemu zberu a obdobiu pôdy bez vegetácie, pokiaľ ihneď po zbere neprebehne sejba.

Ako z uvedeného vyplýva, v riešení sme sledovali kroky stanovené v cieľoch dizertácie a každým sme zaznamenali nové vedomosti, ktoré sú využiteľné pre praktické aplikácie. Na začiatku výskumu sme snažili hľadať a posúdiť možnosti modelového hodnotenia vzniku erózie a odtoku na svahu pomocou experimentálneho výskumu a jeho konfrontácie s procesne orientovanými hydrologickými modelmi, ktoré zahŕňajú formovanie povrchového odtoku na svahoch pri rôznych podmienkach jeho tvorby. Parametrizáciu odtokových procesov a prostredia pre matematické modelovanie vzniku odtoku na malých plochách sme sa pokúsili podoprieť experimentálnymi meraniami vzniku a tvorby povodňového odtoku, transportu sedimentov na svahoch pomocou prenosného simulátora dažďa. Tieto modely sme zároveň parametrizovali aj z existujúcich údajov o pôde. To sa ukázalo pre praktické riešenie ako schodnejšia cesta, než časovo náročný experimentálny výskum. Tento však bol použiteľný na potvrdenie reálnosti výstupov zo štandardizovaných údajov. Napriek tomu sa ukázalo, že pre praktické aplikácie bude vždy vhodné skúmať citlivosť (robustnosť) modelov na neistoty spojené s voľbou hodnôt parametrov v lokálnych podmienkach tak, aby mohli poskytovať spoľahlivé poznatky o tvorbe odtoku aj pri zmenených podmienkach. Celkovo sa dá povedať, že výsledky preukázali, že pre budúcnosť už bude vhodné buď úplne opustiť používanie klasických a bežne používaných metód (napr. USLE a jej modifikácie), alebo ich parametrizácie modifikovať vzhľadom na lokálne fyzicko-geografické podmienky skúmanej oblasti podporenými terénnymi meraniami.

Výskum ukázal, že napriek ťažkostiam, ktoré vznikli pri škálovaní mesačných maximálnych úhrnov zrážok, sú navrhnuté nové cesty v určovaní vstupných údajov o zrážkach, a to najmä diferencovanie podľa mesiacov teplého polroka, veľmi užitočné. Umožňujú lepšie zohľadniť špecifiká spolupôsobenia vývojových fáz plodín, pre danú sezónu (mesiac) charakteristické vlhkostné stavy pôdy a tiež špecifiká zrážkového režimu v jednotlivých mesiacoch. Taktiež sa ukázalo, že je výhodné používať procesne orientované (tzv. fyzikálne modely s parametrami rozčlenenými pozdĺž svahu), lebo pre danú úlohu adekvátnejšie reprezentujú procesy tvorby odtoku a vzniku erózie. Nevýhodou prístupu zase je, že sa (okrem náročnejšej parametrizácie prostredia) potrebujeme vysporiadať s voľbou počiatočných vlhkostných pomerov pre simuláciu vzniku odtoku a erózie na svahu. Celkovo sa však v spolupôsobení uvedených faktorov vznikla všeobecná metodika, ktorá je príslušom pre kvalitnejší, oveľa diferencovanejší a zrejme aj hodnovernejší návrh protieróznych

a protipovodňových opatrení, než to dokážu doteraz stále populárne metódy ako je racionálna metóda, verzie metódy SCS CN alebo USLE a jej modifikácie. Vyvinutá metodika nie je síce metodikou v pravom zmysle slova a ani normovateľný spôsob, ale len návrh postupu, ktorý treba tvorivo prispôbovať každej aplikácii, ale práve to by malo umožniť odbornejšie ohodnotenie efektívnosti prírode blízkych metód protieróznej a povodňovej ochrany a ochrany pôdy, založených na spôsobe využitia a manažmente povodí na zníženie povodňového odtoku zo svahov a povodí. Navrhnutá cesta uvoľňuje pragmaticky využiť a kombinovať novšie modelovacie nástroje na kvantitatívne posúdenie efektívnosti spôsobu využitia a manažmentu územia pre zníženie povodňového odtoku a erózných a transportných procesov.

SUMMARY

The thesis compares three ways of farming on agricultural land, which are represented by fallow, land without vegetation, and cultivated crops of wheat (narrow-row crops) and corn (broad-row crops). The methods of farming are compared within the warm half-year (April to October), i.e. the growing season. At the same time four categories of design rains (recurrence 10, 20, 50 100 years) are evaluated to reveal the influence of different intensities of rain on erosion processes. Three climate change projection periods were used to assess the potential impact of climate change - 1981-2010, 2021-2060, 2061-2100.

The results clearly point to the difference between the chosen farming methods, with the fallow (without vegetation) being the greatest threat to the soil, followed by the maize. Crops such as wheat are considered to be the lowest threat, better protecting the arable land. As expected, the greatest intensity of erosion processes is generated by a 100-year old design rain. On the other hand, it should be noted that the probability of such rainfall is much lower, so the less intense rains capable of causing soil erosion generally represent a greater threat. Future predictions, according to the CLM regional climate model and the SRES A1B scenario, assume a change in seasonality and an increase in precipitation amounts and hence an intensification of erosion processes.

9. POUŽITÁ LITERATÚRA

- ANTAL, J., 2005. Protierózna ochrana pôdy. 1. vyd. Nitra: VŠP, 1990, s.236. ISBN 80-8069-572-5.
- ANTAL, J., STREĎANSKÝ, J., STREĎANSKÁ, A., TÁTOŠOVÁ, L., LACKÓOVÁ, L., 2013. Ochrana a zúrodňovanie pôdy. Nitra: SPU. s. 206. ISBN 978-80-552-0966-1.
- BANGASH, R.F., PASSUELLO, A., SANCHEZ-CANALEZ, M., TERRADO, M., LÓPEZ, A., ELORZA, F.J., ZIV, G., ACUNA, V., SCHUHMACHER, M., 2013. Ecosystem services in Mediterranean river basin: climate change impact on water provisioning and erosion control. *Sci. Total Environ.* 458-460, 246-255.
- BERGER, F., REY, F., 2004. Mountain protection forests against natural hazards and risks: new French developments by integrating forests in risk zoning. *Natural Hazards*, 33: 395–404.
- BOURAOUL, F., GRIZZETTI, B., GRANLUND, K., REKOLAINEN, S., BIDOGLIO, G., 2004. Impact of climate change on the water cycle and nutrient losses in a Finnish catchment. *Clim. Chang.* 66 (1-2), 109-126.
- BRYAN, K., ALBRITTON, C.C., 1943. Soil phenomena as evidence of climate changes. *Am.J.Sci.* 241(8), 469-490.
- DE VENTE, J., POESEN, J., 2005. Predicting soil erosion and sediment yield at the basin scale: scale issues and semi-quantitative models. *Earth Sci. Rev.* 71 (1-2), 95–125.
- DOSTÁL, T., KRÁSA, J., DVOŘÁKOVÁ, T., KAVKA, P., ZANDLER, D., 2010. Způsoby navrhování technických protierózných opatření – část CVUT. v Praze 2010.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J., 2001. Krajinná pokrývka Slovenska, Veda, Bratislava. s. 124. ISBN: 978-80-224-0663-5.
- FOWLER, H.J., BLENKINSOP, S., TEBALDI, C., 2007. Linking climate change modelling to impacts studies: recent advances in downscaling techniques for hydrological modelling. *Int. J. Climatol.* 27 (12), 1547–1578.
- FULAJTÁR, E., JANSKÝ, L., 2001. Vodná erózia pôdy a protierózna ochrana. 1.vyd. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2001, s.310. ISBN 80-85361-85-X.
- HLAVČOVÁ, K., KOHNOVÁ, S., BORGA, M., HORVÁT, O., ŠŤASTNÝ, P., PEKÁROVÁ, P., MAJERČÁKOVÁ, O., DANÁČOVÁ, Z., 2016. Post-event analysis and flash flood hydrology in Slovakia. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 64(4): 304–315.
- HOLÝ, M., 1978. Protierozní ochrana, 1. vyd., Praha: DTNL – Nakladatelství technické literatury, s. 283.
- ILAVSKÁ, B. a kol., 2005. Identifikácia ohrozenia kvality pôdy vodnou a veternou eróziou a návrh opatrení. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2005, s.52. ISBN 80-89128-22-X.

- JANEČEK, M. a kol., 2008. Základy erodologie. UT FŽP ČZU Praha, s.172. ISBN: 978-80-213-1842-7.
- JANEČEK, M., a kol., 2002. Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha: ISV nakladatelství, 2002. s.201. ISBN 80-85866-85-8.
- KAVKA, P., 2011. Kalibrace a validace modelu SMODERP:dizertačná práce. Praha : České vysoké učení technické v Praze. s. 128.
- KŘIVÝ, I., 2001. Simulace a modelování. Ostravská Univerzita, Přírodovědecká fakulta, 146 s.
- KUNEŠ, J., FRANTA, V., 1989. Základy modelování. Praha, 263 s.
- LANGBEIN, W.B., SCHUMM, S.A., 1958. Yield of sediment in relation to mean annual precipitation . Eos. Trans. AGU 39 (6), 1076-1084.
- LÁTKOVÁ, T., 2016. Štúdium vzniku odtoku na svahu pomocou dažďového simulátora. In Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering [elektronický zdroj] : 26th Annual PhD Student Conference on Architecture and Construction Engineering, Building Materials, Structural Engineering, Water and Environmental Engineering, Transportation Engineering, Surveying, Geodesy, and Applied Mathematics. 26. October 2016, Bratislava. 1. vyd. Bratislava : Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2016, CD-ROM, s.657-664. ISBN 978-80-227-4645-8.
- LEOPOLD, L.B., 1951. Rainfall frequency: an aspect of climate variation. Eos. Trans. AGU 32 (3), 347-357.
- LI, Z., LIU, W.Z., ZHANG, X.C., ZHENG, F.L., 2011. Assessing the site-specific impacts of climate change on hydrology, soil erosion and crop yields in the Loess Plateau of China. Clim. Chang. 105 (1-2), 223-242.
- LONGFIELD, S.A., MACKLIN, M.G., 1999. The influence of recent environmental change on flooding and sediment fluxes in the Yorkshire Ouse basin. Hydrol. Process. 13 (7), 1051-1066.
- MALIARIKOVÁ, M., NOSKO, R., LÁTKOVÁ, T., 2016. Experimentálne poľné merania povrchového odtoku pomocou zrážkového simulátora. In Seminár Adolfa Patery 2016 [elektronický zdroj] : Úloha nádrží pri zvládání extrémních hydrologických jevů v povodích. Sborník příspěvků. Praha, ČR, 16. 11. 2016. 1. vyd. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2016, CD-ROM, s. 133-142. ISBN 978-80-01-06048-3
- MARKANTONIS, V., MEYER, V., SCHWARZE, R., 2012. Valuating the intangible effects of natural hazards – review and analysis of the costing methods. Natural Hazards and Earth System Sciences, 12: 1633–1640.
- MIDRIAK, R., 1993. Únosnosť a racionálne využívanie územia vysokých pohorí Slovenska. Bratislava, SZOPK.
- MICHAEL A., SCHMIDT J., SCHMIDT W. A., 1996. Erosion 2D/3D, Parameter Catalog Application (2D), Technische Universität Bergakademie Freiberg. s. 169.
- MULLAN, D., 2013. Soil erosion under the impacts of future climate change: assessing the statistical significance of future changes and the potential on-site and off-site problems. Catena 109, 234-246.
- NEARING, M.A., PRUSKI, F.F., O'NEAL, M.R., 2004. Expected climate change impacts on soil erosion rates: a review. J. Soil Water Conserv. 59 (1), 43-50.
- NÉMETOVÁ, Z., HONEK, D., KOHNOVÁ, S. 2019. Citlivostná analýza pôdných parametrov v modeli Erosion 3D a ich vplyv na odtokovo-erózne procesy. Czech Journal of Civil Engineering, 5. s. 83--89.
- PODHRÁZSKÁ J., DUFKOVÁ, J., 2005. Protierózna ochrana pôdy. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Agronomická fakulta Brno, 99s.
- RAWAT, P. K., TIWARI, P. C., PANT, C. C., SHARAMA, A. K., PANT, P. D., 2011. Modelling of stream run-off and sediment output for erosion hazard assessment in Lesser Himalaya: need for sustainable land use plan using remote sensing and GIS: a case study. Natural Hazards, 59: 1277–1297.
- RIVINGTON, M., MILLER, D., MATTHEWS, K.B., RUSSELL, G., BELLOCCHI, G., BUCHAN, K., 2008. Evaluating regional climate model estimates against site-specific observed data in the UK. Clim. Chang. 88 (2), 157–185.
- RUHE, R.V., SCHOLTES W., 1956. Ages and development of soil landscapes in relation to climatic and vegetational changes in Iowa. Soil Sci. Soc. Am. J. 20 (2), 264-273.
- SALAZAR, S., FRANCÉS, F., KOMMA, J., BLUME, T., FRANCKE, T., BRONSTERT, A., BLÖSCHL, G., 2012. A comparative analysis of the effectiveness of flood management measures based on the concept of “retaining water in the landscape” in different European hydroclimatic regions. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 12 (11), 3287–3306.
- SAMARAS, A.G., KOUTITAS, C.G., 2014. Modeling the impact of climate change on sediment transport and morphology in coupled watershed-coast systems: a case study using an integrated approach. Int. J. Sediment Res. 29 (3), 304–315.
- SCHMIDT, J., Von WERNER, M., MICHAEL, A., 1996. EROSION 2D/3D –Ein Computermodell zur Simulation der Boden erosion durch Wasser. Sächsisches Landesamt für Landwirtschaft, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. Freiberg.
- STANKOVIANSKY, M., 1980. Geomorfologické pomery hornej časti povodia Myjavy. Geografický časopis, 32, 1, 73-83.

STANKOVIANSKY, M., 2003a. Geomorfologická odozva environmentálnych zmien na území Myjavskej pahorkatiny. UK Bratislava 152s.

STANKOVIANSKY, M., 2010. Erózia pôdy a problémy, ktoré s tým súvisia, Univerzita Komenského, Bratislava, Realizácia projektu LPP-0130-09.

Von WERNER M., 2006. Erosion-3D User manual, Ver. 3.1.1. GEOGNOSTICS a. g., Berlin. s. 69.

VOPRAVIL, J., VRABCOVÁ, T., KHEL, T., NOVOTNÝ, I. a BANÝROVÁ, J., 2010. Vývoj a degradace půd v podmínkách očekávaných změn klimatu. In Voda v krajině. 1. vyd. Lednice: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed). ISBN 978-80-86690-79-7.

ZHANG, Y., HERNANDEZ, M., ANSON, E., NEARING, M.A., WEI, H., STONE, J.J., HEILMAN, R., 2012. Modeling climate change effects on runoff and soil erosion in southeastern Arizona rangelands and implications for mitigation with conservation practices. J. Soil Water Conserv. 67 (5), 390-405.

10. PUBLIKAČNÁ ČINNOSŤ AUTORA

Vedecké práce v ostatných domácich časopisoch

LÁTKOVÁ, Tamara - SKALOVÁ, Jana - PÁSZTOROVÁ, Mária. Zhodnotenie vplyvu klimatickej zmeny na zásobu vody v pôde pre vybrané porasty v lokalite Poiplie. In Acta hydrologica Slovaca. Roč. 15, č. 2 (2014), s. 338-345. ISSN 1335-6291.

MALIARIKOVÁ, Marcela - NOSKO, Radovan - LÁTKOVÁ, Tamara - SKALOVÁ, Jana - MINARIČ, Peter. Možnosti stanovenia vlhkostných retenčných kriviek pre povodie rieky Myjava. In Acta hydrologica Slovaca. Roč. 17, č. 2 (2016), s. 313-321. ISSN 1335-6291.

Vedecké práce v zahraničných časopisoch registrovaných v databázach Web of Science alebo SCOPUS
NÉMETOVÁ, Zuzana - HONEK, David - LÁTKOVÁ, Tamara - ŠULC MICHÁLKOVÁ, Monika - KOHNOVÁ, Silvia. An assessment of soil water erosion in the Myjava hill land: The application of a physically-based erosion model. In Pollack Periodica. Vol. 13, no. 3 (2018), s. 197-208. ISSN 1788-1994 (2018: 0.219 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85057006736 ; DOI: 10.1556/606.2018.13.3.19.

Vedecké práce v domácich časopisoch registrovaných v databázach Web of Science alebo SCOPUS

RONČÁK, Peter - HLAVČOVÁ, Kamila - LÁTKOVÁ, Tamara. Estimation of the effect of changes in forest associations on runoff processes in basins: case study in the hron and Topľa river basins. In Slovak Journal of Civil Engineering. Vol. 24, no. 3 (2016), s. 1-7. ISSN 1210-3896. V databáze: WOS ; DOI: 10.1515/sjce-2016-0011.

Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách

MALIARIKOVÁ, Marcela - NOSKO, Radovan - LÁTKOVÁ, Tamara. Experimentálne poľné merania povrchového odtoku pomocou zrážkového simulátora. In Seminár Adolfa Patery 2016 [elektronický zdroj] : Úloha nádrží při zvládání extrémních hydrologických jevů v povodích. Sborník příspěvků. Praha, ČR, 16. 11. 2016. 1. vyd. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2016, CD-ROM, s. 133-142. ISBN 978-80-01-06048-3.

NÉMETOVÁ, Zuzana - HONEK, David - LÁTKOVÁ, Tamara. Application of physically-based erosion 3D model in small catchment. In SGEM 2017. 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Volume 17. Water Resources. Forest, Marine and Ocean Ecosystems : conference proceedings. Vienna, Austria, 27 - 29 November 2017. 1. vyd. Sofia : STEF 92 Technology, 2017, S. 43-50. ISSN 1314-2704. ISBN 978-619-7408-27-0. V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85062461004 ; DOI: 10.5593/sgem2017H/33/S12.006.

Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách

LÁTKOVÁ, Tamara - PÁSZTOROVÁ, Mária - MINARIČ, Peter. Prognóza zrážok a teplôt v oblasti Poiplie do roku 2100. In 26. konferencia mladých hydrologov, 13. konferencia mladých vodohospodárov, 15. konferencia mladých meteorológov a klimatológov [elektronický zdroj] : Zborník. Bratislava, SR, 6.11.2014. Bratislava : Slovenský hydrometeorologický ústav, 2014, CD-ROM, [13] s. ISBN 978-80-88907-87-9.

LÁTKOVÁ, Tamara. Posudzovanie vplyvu zmien vo využití územia na tvorbu odtoku pomocou modelu WetSpa. In Advances in architectural, civil and environmental engineering [elektronický zdroj] : 25rd Annual PhD Student Conference on Architecture and Construction Engineering, Building Materials, Structural Engineering, Water and Environmental Engineering, Transportation Engineering, Surveying, Geodesy, and Applied Mathematics. Bratislava, SR, 28. 10. 2015. 1. vyd. Bratislava : Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2015, CD-ROM, s. 824-829. ISBN 978-80-227-4514-7.

LÁTKOVÁ, Tamara - SKALOVÁ, Jana. Zmena klímy v Poiplií. In Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda-rastlina-atmosféra. 23. posterový deň s medzinárodnou účasťou a Deň otvorených dverí na ÚH SAV [elektronický zdroj] : zborník recenzovaných príspevkov. Bratislava, SR, 10. november 2016 = Transport of Water, Chemicals and Energy in the Soil-Plant-Atmosphere System. 23rd International Poster Day and Institute of Hydrology Open Day, proceedings of peer-reviewed contributions. 1. vyd. Bratislava : Ústav hydrologie SAV, 2016, CD-ROM, s. 77-87. ISBN 978-80-89139-38-5.

LÁTKOVÁ, Tamara. Štúdium vzniku odtoku na svahu pomocou dažďového simulátora. In Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering [elektronický zdroj] : 26th Annual PhD Student Conference on Architecture and Construction Engineering, Building Materials, Structural Engineering, Water and Environmental Engineering, Transportation Engineering, Surveying, Geodesy, and Applied Mathematics. 26. October 2016, Bratislava. 1. vyd. Bratislava : Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2016, CD-ROM, s. 657-664. ISBN 978-80-227-4645-8.

STUDVOVÁ, Zuzana - SLEZIAK, Patrik - KORBEOVÁ, Lenka - LÁTKOVÁ, Tamara. Mapovanie degradácie pôdy a ochranných opatrení v rámci povodia rieky Myjava metodikou WOCAT. In Konferencia mladých výskumníkov [elektronický zdroj] : zborník z konferencie. Duchonka, SR, 16. - 18. 9. 2015. 1. vyd. Bratislava : Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, 2015, CD-ROM, s. 65-72. ISBN 978-80-227-4458-4.

LÁTKOVÁ, Tamara. Modelovanie zrážkovo-odtokových vzťahov a erózných procesov na povodí Myjavy s použitím erózneho modelu Erosion-3D. In Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering [elektronický zdroj]: 27th Annual PhD Student Conference on Architecture and Construction Engineering, Building Materials, Structural Engineering, Water and Environmental Engineering, Transportation Engineering, Surveying, Geodesy, and Applied Mathematics. 25. October 2017, Bratislava. 1. vyd. Bratislava : Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2017, CD-ROM, ISBN 978-80-227-4751-6.

Abstrakty príspevkov zo zahraničných konferencií

HLAVČOVÁ, Kamila - RONČÁK, Peter - MALIARIKOVÁ, Marcela - LÁTKOVÁ, Tamara - KORBEOVÁ, Lenka. Changes in hydrological regime under changed climate and forest conditions in mountainous basins in Slovakia. In Geophysical Research Abstracts. Volume 18/2016 [elektronický zdroj] : the open-access abstracts of the EGU General Assemblies. Göttingen : Copernicus Publications, 2016, online, [1] s. ISSN 1607-7962.

HONEK, Dávid - NÉMETOVÁ, Zuzana - KOHNOVÁ, Silvia - ŠULC MICHALKOVÁ, Monika - HLAČOVÁ, Kamila - SOČUVKA, Valentín - VELÍSKOVÁ, Yvetta - LÁTKOVÁ, Tamara. Assessment of potential soil water erosion based on empirical and physical models: the case study in the Myjava Hill Land, Slovakia. In Geophysical Research Abstracts. Volume 20/2018 [elektronický zdroj] : the open-access abstracts of the EGU General Assemblies. Göttingen : Copernicus Publications, 2018, online, [1] s. ISSN 1607-7962.

NÉMETOVÁ, Zuzana - HONEK, David - LÁTKOVÁ, Tamara. Evaluation of potential soil water erosion in the Myjava Hill Land: The comparison between two physically-based erosion models. In Architectural, Engineering and Information Sciences : abstract book. 13th Miklós Iványi International PhD & DLA Symposium. November 3-4, 2017, Pécs, Hungary. Pécs : Pollack Press, 2017, S. 99. ISBN 978-963-642-780-1.

NÉMETOVÁ, Zuzana - HONEK, David - LÁTKOVÁ, Tamara. The application of two physically-based erosion models in small catchments: a case study of the Myjava Hill Land, Slovakia. In HydroCarpath 2017. Catchment Processes in Regional Hydrology: Experiments, Patterns and Predictions : abstracts of the conference. Vienna/Bratislava/Sopron, 1. 12. 2017. 1. vyd. Sopron : University of Sopron Press, 2017, S. 30-31. ISBN 978-963-359-092-8.

Abstrakty príspevkov z domácich konferencií

LÁTKOVÁ, Tamara - RONČÁK, Peter. Simulácia prietoku zrážkovo-odtokovým modelom v horskom povodí rieky Morača. In Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda-rastlina-atmosféra. 22. Posterový deň s medzinárodnou účasťou a Deň otvorených dverí na ÚH SAV [elektronický zdroj] : zborník recenzovaných príspevkov. Bratislava, SR, 12. 11. 2015 = Transport of Water, Chemicals and Energy in the Soil-Plant-Atmosphere System. 22nd International Poster Day and Institute of Hydrology Open Day, proceedings of peer-reviewed contributions. 1. vyd. Bratislava : Ústav hydrológie Slovenskej akadémie vied, 2015, CD-ROM, [1] s. ISBN 978-80-89139-36-1.

MALIARIKOVÁ, Marcela - NOSKO, Radovan - MINARIČ, Peter - LÁTKOVÁ, Tamara. Možnosti stanovenia vlhkostných retenčných kriviek pre povodie rieky Myjava. In Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda-rastlina-atmosféra. 23. posterový deň s medzinárodnou účasťou a Deň otvorených dverí na ÚH SAV : abstrakty. Bratislava, SR, 10. november 2016 = Transport of Water, Chemicals and Energy in the Soil-Plant-Atmosphere System. 23rd International Poster Day and Institute of Hydrology Open Day, abstracts. 1. vyd. Bratislava : Ústav hydrológie SAV, 2016, S. 14. ISBN 978-80-89139-38-5.