

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
STAVEBNÁ FAKULTA**

Ing. Radovan Nosko

Autoreferát dizertačnej práce

**MODELOVANIE TVORBY SÚSTREDENÉHO ODTOKU A ERÓZNYCH RÝH PRE HOD-
NOTENIE EFEKTIVITY PROTIPOVODŇOVÝCH OPATRENÍ**

na získanie akademického titulu philosophiae doctor, PhD. v doktorandskom študijnom programe:

Krajinárstvo

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. Radovan Nosko
Katedra vodného hospodárstva krajiny
Radlinského 11
813 68 Bratislava

Školiteľ: Prof. Ing. Ján Szolgay, PhD.
Katedra vodného hospodárstva krajiny
Radlinského 11
813 68 Bratislava

Oponenti:

Autoreferát bol rozoslaný dňa

Obhajoba dizertačnej práce sa koná dňa o hod. na Katedre vodného hospodárstva krajiny, Stavebnej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, na Radlinského ulici 11, v miestnosti číslo

prof. Ing. Stanislav Unčík, PhD.
dekan fakulty

Obsah

Úvod	4
1. Súčasný stav riešenej problematiky.....	4
1.1 Vodná erózia	4
1.2 Výmoľová erózia.....	4
1.3 Povrchový odtok.....	5
2. Ciele dizertačnej práce.....	5
3. Metodika práce a metódy skúmania.....	6
3.1 Mapovanie permanentných výmoľov na historických a súčasných mapových podkladoch	6
3.2 Zber priestorových dát o permanentnom výmoľe pomocou moderných technológií	6
3.3 Určovanie vplyvu erózie pomocou malého simulátora dažďa	7
3.4 Modelovanie erózie pomocou SMODERP 1D.....	7
4. Výsledky práce a diskusia.....	7
4.1 Opis povodia.....	7
4.2 Výsledky vektorizácie a identifikácie výmoľovej erózie v povodí rieky Myjava	8
4.3 Permanentný výmoľ v lokalite Turá Lúka.....	9
4.4 Priečne profily výmoľa.....	10
4.5 Vznik efemérnych výmoľov.....	11
4.6 Určenie parametrov vzniku erózie pre potreby modelovania	11
4.7 Návrh opatrení pomocou matematického modelovania.....	11
5. Odporúčania pre manažment ochrany poľnohospodárskej pôdy na svahu.....	12
6. Záver.....	14
7. Prínos dizertačnej práce.....	16
8. Summary.....	16
9. Zoznam použitej literatúry.....	16
10. Prehľad publikačnej činnosti.....	18

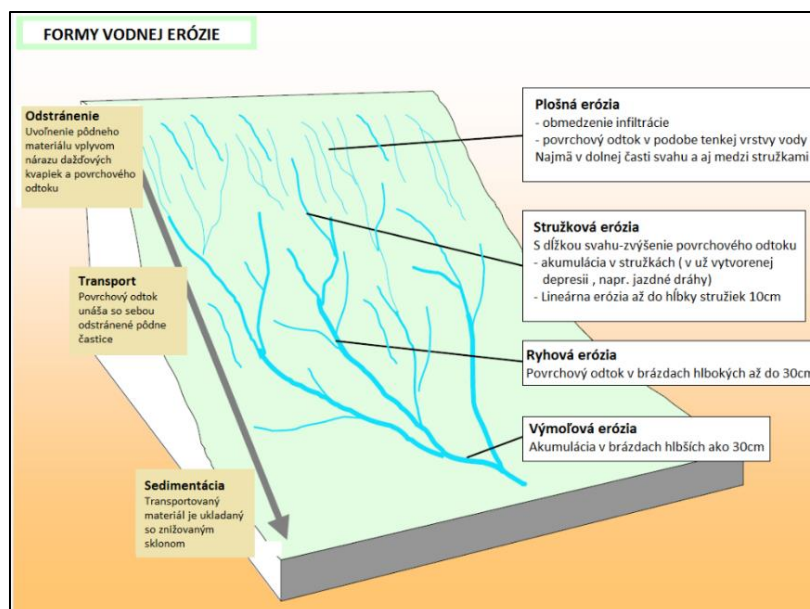
Úvod

Ochrana životného prostredia sa v posledných rokoch dostáva do popredia. Jednou z jej zložiek, ktorej sa ešte donedávna nevenovala dostatočná pozornosť, je pôda. Pôda v minulosti musela častokrát ustupovať záujmom spoločnosti v podobe budovania miest, cestných komunikácií, mostov, železničných tratí, či ťažbe nerastných surovín. Tento prístup sa začína ukazovať ako neúnosný, preto je potrebné problematiku ochrany pôdy študovať a obmedziť negatívny vplyv ľudskej činnosti na pôdu. V súčasnosti o tejto problematike publikuje veľké množstvo autorov, ktorí sú členmi interdisciplinárnych a vo väčšine prípadov sú súčasťou medzinárodných vedeckých tímov, vďaka čomu sa dosiahol významný pokrok v chápaní erózie a s ňou súvisiacich procesov (Kertész, 2009). Naše územie je ohrozované najmä dvomi formami erózie pôdy, a to eróziou vodnou a veternou, pričom vo väčšej miere sa u nás vyskytuje práve vodná erózia. Náplňou tejto práce je výhradne výskum vodnej erózie pôdy a jej vplyvov na svahoch a kvantifikácia pomocou erózneho modelu.

1. Súčasný stav riešenej problematiky

1.1 Vodná erózia

Termín erózia pochádza z latinského slovesa „erodere“ (rozrušovanie) a spadá do rôznych odvetví vedy. V súvislosti s geomorfológiou je erózia označovaná ako odnos pevných častíc fluvialnými procesmi po zemskom povrchu. Pod pojmom erózia pôdy treba chápať všetko, čo súvisí so zmenou krajinej štruktúry (denudácia, odnos a akumulácia) vplyvom kombinácie ľudskej činnosti a vody resp. vetra (Bork, 1988). Kinnell (2005) definoval pojem erózia pôdy ako proces, počas ktorého dochádza k rozrušovaniu pôdnej matrice a následný odnos pôdnych častíc z miesta rozpojenia. Ak by tento proces rozrušovania pôdnych častíc nenastal, tak by nevznikla ani erózia. Vodná erózia je hlavnou príčinou degradácie pôdy na poľnohospodársky obrábaných svahoch, kde sústredený odtok negatívnym spôsobom ovplyvňuje úrodnosť a kvalitu pôdy. Pre niektoré plochy môže byť dlhodobým pôsobením erózie ohrozená produkcia rastlinnej výroby (Ollobaren, 2016). Vývoj erózie na svahu na obnaženej pôde až po vznik erózneho výmoľa je popísaný na Obr. 1.1.



Obr. 1.1 Vývoj výmoľovej erózie na svahu, upravené podľa [internetový odkaz - 1]

1.2 Výmoľová erózia

Výmole na poľnohospodársky využívannej pôde sú významnou environmentálnou hrozbou na celom svete, ktorá ovplyvňuje rôzne funkcie pôdy a krajiny (Ionita, 2015). Význam výmoľovej erózie ako jednej z hlavných príčin degradácie pôdy nemožno v celosvetovom meradle podceňovať.

Výmoľová erózia je významný environmentálny, poľnohospodársky, sociálny a ekonomický problém, ktorý si vyžaduje rozsiahly výskum, ako aj návrhy stabilizačných opatrení. Vznik a vývoj výmoľov je spojený s výdat-

nými zrážkami a náhlým topením snehovej pokrývky v kombinácii s topografiou, geológiou, pôdnymi vlastnosťami a spôsobom využívania územia (Mararakanye, 2017). Erózne výmole možno deliť na základe časovo-priestorových kritérií na:

- efemérne – možno ich každoročne orbou odstrániť,
- permanentné (historické) – trvalé, nemožno ich dostupnou poľnohospodárskou technikou upraviť. Nutné je navrhnúť stabilizačné a protierózne opatrenia (Poesen, 2003).

Výmľová erózia na Slovensku pokrýva značnú časť Myjavskej pahorkatiny, Javorníkov, Kysuckej a Podbeskydskej vrchoviny, Strážovské vrchy, ďalej Ondavskú a Šarišskú vrchovinu. Medzi významné oblasti postihnuté týmto typom erózie sú tiež časti Nitrianskej pahorkatiny, Krupinskej planiny, Ipel'skej kotliny. V menšom rozsahu sú to oblasti Trnavskej a Žitavskej pahorkatiny, Hornonitrianskej a Košickej kotliny, Fil'akovej a Revúckej vrchoviny.

1.3 Povrchový odtok

Časť zrážok dopadajúcich na zemský povrch sa rôznymi cestami dostáva do riečnej siete, ktorou odteká z územia. Proces prechodu vody zo zrážok do riečnej siete sa nazýva tvorba (formovanie) odtoku a predstavuje jednu z kľúčových oblastí hydrológie. Odtok vody z povodia teda predstavuje takú časť zrážkovej vody, ktorá sa ďalej dostáva do hydrografickej siete (vodné toky, kanále, priekopy, atď.) (Holko, 2010).

Podľa spôsobu, akým sa dostáva zrážková voda do toku, možno celkový odtok z povodia rozdeliť na povrchový, ktorý predstavuje tú časť odtoku, ktorá odtiekla po povrchu terénu, podpovrchový odtok predstavuje časť odtoku pod povrchom terénu, ktorý ale nie je v kontakte s hladinou podzemnej vody a nakoniec podzemný odtok, ktorý reprezentuje časť celkového odtoku, odtčeného ako súčasť podzemnej vody (Antal, 2014).

2. Ciele dizertačnej práce

V hydrologickej, vodohospodárskej, pôdohospodárskej a ekologickej odbornej komunite, aj v súvislosti s poslednými povodňami v Európe a u nás, sa v protipovodňovej ochrane vo zvýšenej miere uplatňujú tzv. neštruktúrne (zelené, prírode blízke) opatrenia. Ich cieľom je zvýšiť akumuláciu potenciálu krajiny, spomaľovanie koncentrácie odtoku v dočasnej a stálej riečnej sieti a zvyšovanie miery splošťovania prietokových vln v riečnej sieti. Uplatňovanie takýchto opatrení patrí aj medzi priority Európskej komisie pri znižovaní rizík vzniku povodní [internetový odkaz - 2], ktorá ich administratívne radí medzi opatrenia tzv. zelenej infraštruktúry (European Environment Agency, 2017).

Výskum tejto v doktorandskej práci je zameraný práve v tomto duchu na špecifické podmienky územia Myjavy. Jedným z lokálnych špecifik tvorby extrémneho povrchového odtoku a vodnej erózie je aj vznik erózných rýh a efemérnych výmľov v horných častiach poľnohospodárky využívaných svahov a malých povodí.

Originálnym prínosom práce by mali byť lokálne a regionálne uplatniteľné vedomosti získané kombináciou moderných terénnych experimentálnych meraní moderných geoinformatických technológií (terestrické laserové skenovanie, dronmi podporovaná digitálna fotogrametria, meranie intenzity erózneho procesu z malých pilotných plôch v prírode a laboratórnych podmienkach) pre odhad parametrov a množstva odtoku a erodovaného materiálu.

Prínosom by mal byť aj vývoj metód na prenositeľnosť výsledkov z mierky experimentálnej plochy do mierky malého povodia a parametrizácie vhodného matematického modelu pre simulovanie javu a návrh opatrení.

Tretia oblasť s prínosom pre prax by malo byť zhrnutie vedomostí a skúseností do metodiky pre znižovanie rizika vzniku extrémneho odtoku a plošnej erózie ústiacej to ryhovej a výmľovej erózie pre región Myjavská.

Ciele práce boli rozvinuté a rozvrhnuté, v súlade s tézami schválenými skúšobnou komisiou na dizertačnej skúške, do týchto etáp.

1. Identifikácia výmľovej erózie pôdy na povodí rieky Myjava a definovanie jej historického vývoja a vzťahov s podmieňujúcimi činiteľmi. Počíta sa s vytvorením máp postihnutia územia výmľami s využitím historických máp: máp I. vojenského mapovania, III. vojenského mapovania, na topografickej mape (TM25) a základnej mape (ZM50) a posúdením výskytu výmľov z hľadiska využitia krajiny, geologickej rajonizácie, pôdných typov a zrnitosti. Okrem týchto vedomostí by mapy mali slúžiť ako podkladový materiál pri realizácii rôznych projektov v oblasti poľnohospodárstva, lesníctva a výstavby.
2. Výber pilotného územia a vytvorenie základnej údajovej základne pre účely riešenia projektu dizertácie. V tejto etape riešenia bude urobená inventarizácia existujúcich údajov (klimatické, hydrologické, fyzicko-

geografické, pôdne a vegetačné, kartografické a údaje o manažmente povodí) na vybraných poľnohospodársky využívaných plochách v povodí Myjavy.

3. Mapovanie vývoja líniových dráh odtoku, erózných rýh a maloplošnej vodnej erózie terestrickým lasero-vým skenerom a fotogrametrie pomocou dronov a meranie erózneho procesu z malých pilotných plôch a v laboratóriu na odobraných vzorkách pomocou zariadení experimentov. Bude vyvinutá metodika pre meranie a spracovanie zameraných geodetických údajov, ako aj pre odvodenie základných charakteristík líniových prvkov (dĺžka, objem, pozdĺžny sklon, vývoj a zmeny v čase). Budú vyhodnotené objemové zmeny vybraných líniových prvkov a akumulčných priestorov sedimentov a skúmané ich vzájomné vzťahy. Okrem nových vedomostí o hydrologických a odtokových procesoch budú výstupy častí 3 a 4 slúžiť ako podklad pre parametrizáciu prostredia a procesov v hydrologickom a eróznom modeli.
4. Experimentálne merania a hodnotenie podmienok vzniku a tvorby líniového povodňového odtoku a erózie pôdy na rôznych povrchoch a sklonoch svahov; a pri rôznom manažmente v horných častiach pilotného poľnohospodársky využívaného povodia. Výskum tvorby odtoku a jeho podmienujúcich činiteľov okrem vykonávania klasických prieskumov bude vedený experimentálnymi meraniami nasýtenej a nenasýtenej hydraulikkej vodivosti povrchu pôdy na svahoch s rôznym sklonom, vegetačným pokryvom a jeho interceptnými vlastnosťami, pôdnymi pomermi a podložími, aj aktívnym experimentom zariadenými experimentmi simulátorom dažďa s rôznou intenzitou zrážok. Výskum sa zameria predovšetkým na vplyv vegetácie na vznik povrchového odtoku a množstvo transportovaného pôdneho materiálu. Výsledky spracovania meraní by mali zistiť mieru vplyvu vegetácie na vznik a množstvo povrchového odtoku v regióne.
5. Výber a testovanie modelovej koncepcie a parametrizácie zrážkovo-odtokového a erózneho modelu na modelovanie extrémneho povodňového odtoku v procesne orientovanom modeli. Validácia modelu a modelovanie extrémneho povodňového odtoku a erózných procesov pri zmenenom spôsobe využitia územia a spôsoboch manažmentu poľnohospodárskej krajiny. Cieľom výskumu je určiť kritické hodnoty tvorby povrchového odtoku pre vznik sústredeného odtoku na svahu a tvorbu ryhovej erózie pôdy pre povrch bez vegetácie, pre širokoriadkové plodiny a pre úzkoriadkové plodiny.
6. Využitie modelovania na návrh opatrení na zníženie povrchového odtoku a zabráneniu vzniku ryhovej erózie metódami manažmentu využitia poľnohospodárskej pôdy. Budú navrhnuté maximálne dĺžky svahu, po prechodení ktorých bude potrebné svah prerušiť líniovými alebo vsakovacími prvkami pri zohľadnení, že pestované plodiny sa nachádzajú na území len v určitom období roka. Testované budú efektivity metódy manažmentu ako ochranné zatrávenie, pásové pestovanie plodín, vrstevnicová orba, vsakovacie pásy, kvalita, druh a zloženie vegetačného krytu.
7. Tvorba manuálu pracovných postupov pri výskume problematiky výmoľov na poľnohospodárskej pôde. Návrh vhodných metód zberu priestorových dát a pracovných postupov s cieľom znížiť riziko tvorby výmoľov a ich stabilizácia.

3. Metodika práce a metódy skúmania

Táto kapitola je venovaná použitým postupom pri výskume vzniku a vývoji výmoľov z historických a súčasných mapových podkladov a súčasnému monitoringu permanentných výmoľov pomocou moderných technológií. Efemérne výmole a tvorba erózných rýh na svahu bola mapovaná pomocou zrážkového simulátora a následne bol matematickým modelovaním vytvorený návrh opatrení na záujmovom území.

3.1 Mapovanie permanentných výmoľov na historických a súčasných mapových podkladoch

V prípade hodnotenia historického vývoja výmoľov na území povodia Myjavy boli analyzované vzťahy medzi príčinami a ich následkami. Tento typ hodnotenia využívali vo svojich prácach Papčo (2011) a Stankoviánsky (2004). V Nemecku v oblasti Hesenska sa historickému vývoju výmoľov venoval vo svojej práci Döhler (2015). V prípade povodia rieky Myjava bola príčinou zmena využitia územia a následkom geomorfologická odozva týchto zmien (napr. tvorba výmoľov). Ako podkladové materiály boli použité historické mapové podklady I. vojenského mapovania (1764 - 1787) v mierke 1:28000, III. vojenského mapovania (1875 - 1884) v mierke 1:25000. Z novších mapových podkladov to bola topografická mapa TM25 (1952 - 1957) a základná mapa ZM50 (2000). Súčasný stav bol hodnotený na podklade ortofotomáp z rokov 1952, 2010 a 2014.

3.2 Zber priestorových dát o permanentnom výmole pomocou moderných technológií

V tejto časti práce sa dostávame k prepojeniu geodézie a krajinárstva, kde pomocou geodetických aparátov je možné získať dáta pre analýzu riešenej problematiky. Priestorové dáta o objektoch reálneho sveta možno získať použitím rôznych metód zberu priestorových dát. Základným krokom je stanovenie vhodnej technológie, ktorou

získame trojrozmerné informácie o objekte (Staňková, 2010). V prvom rade je nutné zvážiť efektivitu merania, náročnosť metódy, presnosť a v neposlednom rade finančné požiadavky. Práca bola zameraná na porovnanie nasledujúcich metód zberu priestorových dát:

- UAV fotogrametria – *Gatewing X100*,
- terestrické laserové skenovanie – *Trimble TX5*,
- GNSS metóda - *LEICA* systém *GS15*.

3.3 Určovanie vplyvu erózie pomocou malého simulátora dažďa

Pri výskume zrážkovo – odtokových a erózných procesov v prírode sa v súčasnosti často využívajú zrážkové simulátory, ktoré nám umožňujú tvorbu umelého dažďa veľmi podobného prirodzeným zrážkam. Spomínanú podobnosť fyzikálnych charakteristík prirodzeného a umelého dažďa potvrdil vo svojej práci Kasprzak (1989). Počas terénnych experimentov je nevyhnutné nastavenie intenzity a čas trvania dažďa, ako aj veľkosť dažďových kvapiek aby sme vytvorili prirodzené podmienky. Hlavnými výhodami použitia zrážkových simulátorov pri experimentoch sú rýchlosť zberu dát, výkonnosť, ľahšia zvládnuteľnosť a prispôsobivosť (Fulajtár, 2001).

Medzi základné parametre zrážkových simulátorov patrí veľkosť kvapiek, konečná rýchlosť kvapiek pri dopade a intenzita dažďa. Úlohou vývoja simulátorov dažďa je vytvorenie takého nástroja, ktorý umožní presne a opakovane reprodukovat' umelý dažď a ktorého účinky sú rovnaké ako pri prirodzenom daždi (Janeček, 2008).

3.4 Modelovanie erózie pomocou SMODERP 1D

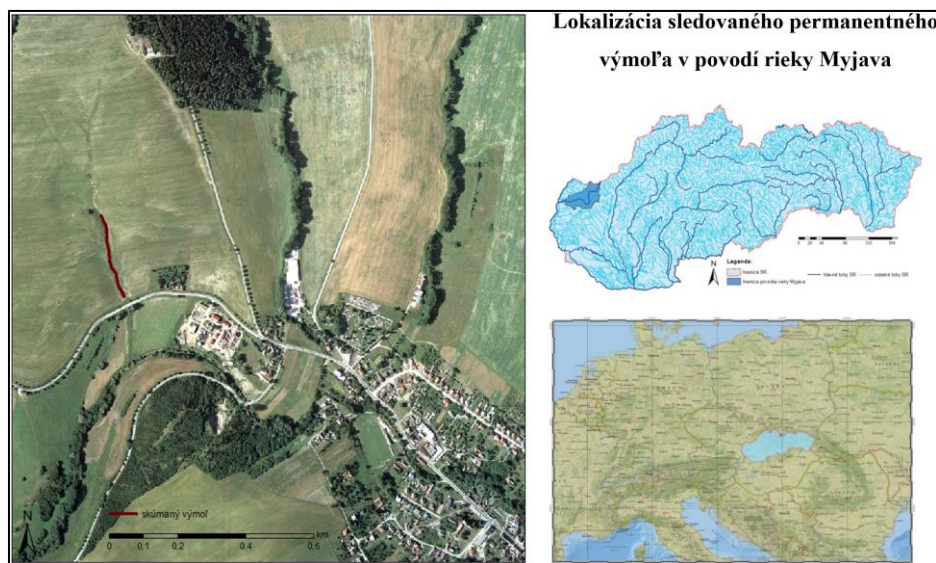
Matematická interpretácia zrážkovo – odtokových procesov pomocou počítačových technológií sa stala významným nástrojom hydroológov, vodohospodárov a v súčasnosti aj krajinárov. V rámci tejto práce bol výskum zameraný na simulačný model povrchového odtoku a erózných procesov *SMODERP 1D* [internetový odkaz - 4].

Model rieši problematiku zrážkovo – odtokových vzťahov a erózne procesy, ktoré prebiehajú na svahu. Predstavuje fyzikálne založený model, ktorý bol vyvinutý koncom 80 – tých rokov na Katedre Hydromeliorácií a Krajinného Inžinierstva (KHMKI) na ČVUT v Prahe a dodnes je neustále modifikovaný (Kavka, 2011a). Vzťahy a parametre použité vo výpočtoch boli stanovené na základe práce, Holý (1984) pre pôdne parametre a ďalej boli určené odtokové parametre, ktoré určujú prietok na základe výšky hladiny, sklonu a drsnosti. Simulácia povrchového odtoku a erózných procesov pomocou *SMODERP 1D* je používaná pre plochy do 1km² (Kavka, 2011b).

4. Výsledky práce a diskusia

4.1 Opis povodia

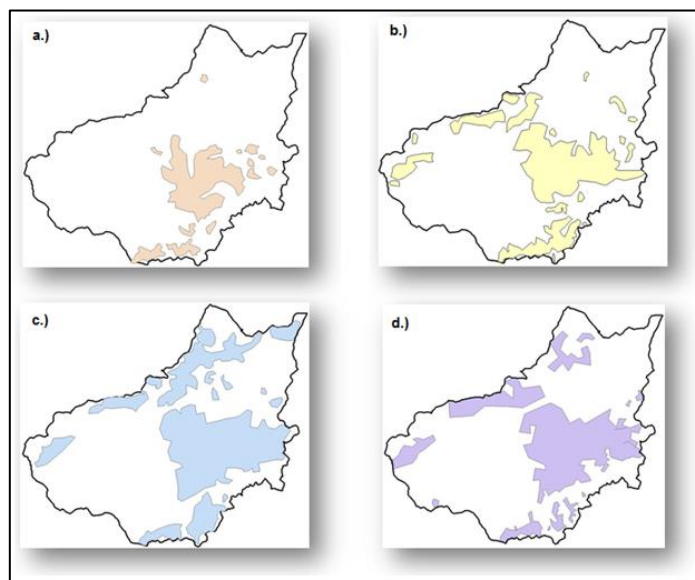
Povodie rieky Myjava, ktoré je predmetom záujmu, je pomerne členitý geomorfologický celok. Samotné povodie sa nachádza v západnej časti SR s najvyšším vrchom Veľká Javorina v nadmorskej výške 969,8m.n.m. Z hydrologického hľadiska patrí takmer celá časť k povodiu Moravy a časť povodia prináleží k povodiu Váhu. Hlavným tokom riešeného územia je rieka Myjava s viacerými prítokmi (Obr. 4.1).



Obr. 4.1 Lokalizácia povodia rieky Myjava a permanentného výmola v Turej Lúke

4.2 Výsledky vektorizácie a identifikácie výmoľovej erózie v povodí rieky Myjava

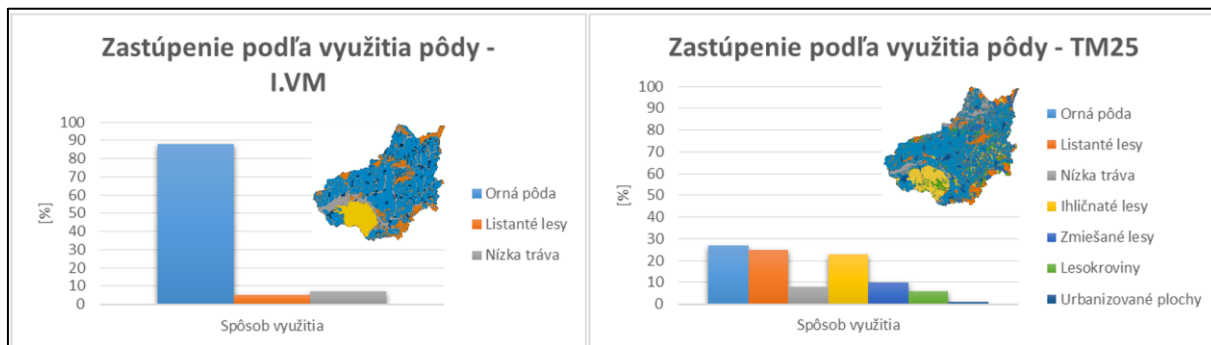
Vývoj výmoľovej siete v povodí rieky Myjava bol zmapovaný v období od druhej polovice 18. storočia po koniec 20. storočia, pričom boli identifikované permanentné výmole v jednotlivých obdobiach. Najviac výmoľov bol identifikovaných na mape TM25 z roku , kde sa nachádzalo 754 výmoľov. Na mape ZM50 z roku 2000 bolo identifikovaných 475 výmoľov. Tento neočakávaný výsledok bol spôsobený mierkou, potrebami a detailnosťou mapového podkladu. Vplyv na úbytok identifikovaných výmoľov mal aj fakt, že množstvo z nich bolo po kolektívizácii zalesnených. Na základe identifikácie výmoľov bola vytvorená pre každé obdobie mapa ohrozenia výmoľovou eróziou, ktorá by mohla slúžiť ako podkladový materiál pri realizácii rôznych projektov v oblasti poľnohospodárstva, lesníctva a výstavby. Mapa ohrozenia výmoľmi pre koniec 20. storočia hovorí, že viac ako štvrtina sledovaného územia je postihnutá výmoľmi. Uvedené mapy sú znázornené na obrázku Obr. 4.2.



Obr. 4.2 Ohrozenie povodia výmoľovou eróziou (a.) 1. VM, b.) 3. VM, c.) TM 25, d.) ZM 50)

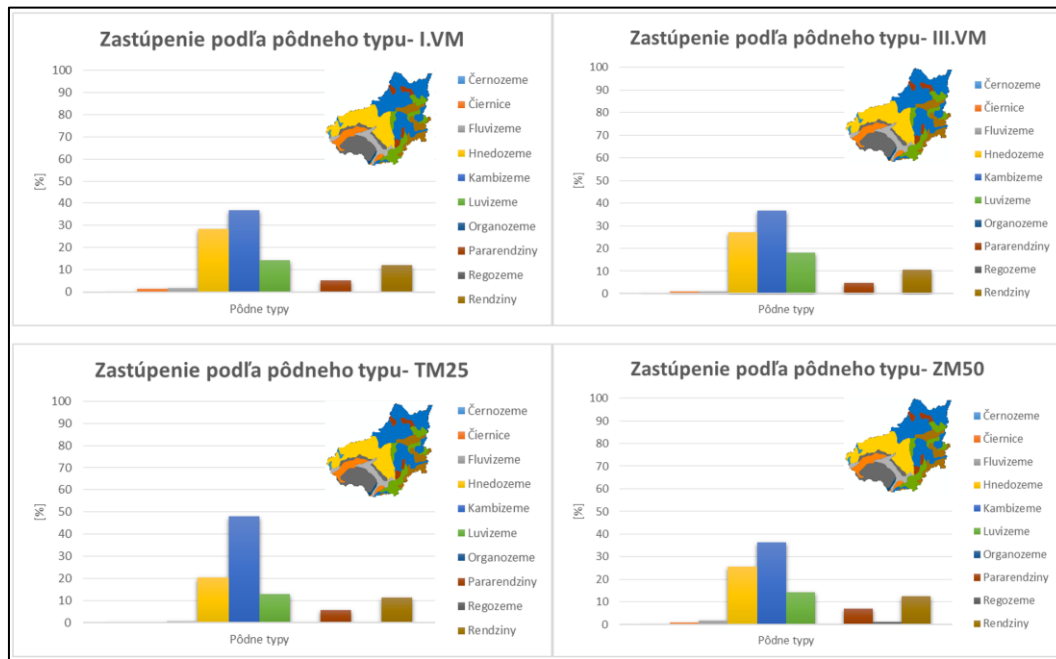
Z hľadiska geomorfologických jednotiek povodia bol vo všetkých obdobiach najväčší výskyt výmoľov v Myjavskej pahorkatine, Chvojnickej pahorkatine a v časti Malých Karpát (kopaničiarska kolonizácia). V severnej časti povodia v oblasti Bielych Karpát je výskyt výmoľov v menšej miere, čo je zapríčinené zalesnením tejto časti. Najmenej sa permanentné výmole objavujú v Borskej nížine, z čoho vyplýva že najvýraznejší vplyv na vznik výmoľov má topografia územia.

Dosiahnuté výsledky z analýzy historických mapových podkladov ďalej potvrdili predpoklad o významnom vplyve človeka na vznik výmoľovej erózie na obrábanom svahu. Takmer 90% najstarších výmoľov v povodí rieky Myjava sa nachádzalo na ornej pôde. Po kolektívizácii poľnohospodárstva bola väčšina permanentných výmoľov zalesnená, avšak na veľkoblokových poliach sa v súčasnosti vo väčšej miere tvoria efemérne výmole; Obr. 4.3 .



Obr. 4.3 Využitie pôdy – výskyt výmoľov

Spolu s antropogénnymi vplyvmi ovplyvňujú vznik výmoľov významne pôdne pomery územia, a vznik výmoľov sa viaže najmä na hlinité pôdy, kde sa vyskytujú kambizeme a hnedozeme (Obr. 4.4).

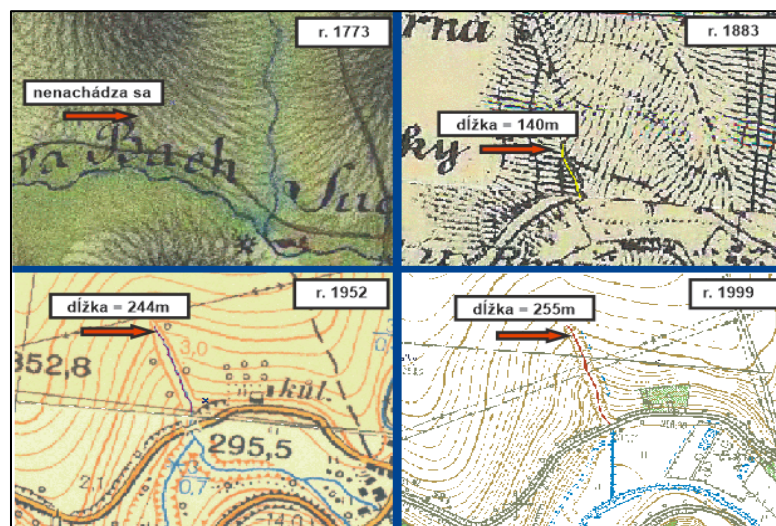


Obr. 4.3 Pôdne typy – výskyt výmoľov

Z analýz vyplýva že najčastejšou kombináciou parametrov na svahoch je z pôdných typov kambizem a hnedozem, využitia pôdy - orná pôda a z hľadiska zrnitosti sú to hlinité pôdy.

4.3 Permanentný výmoľ v lokalite Turá Lúka

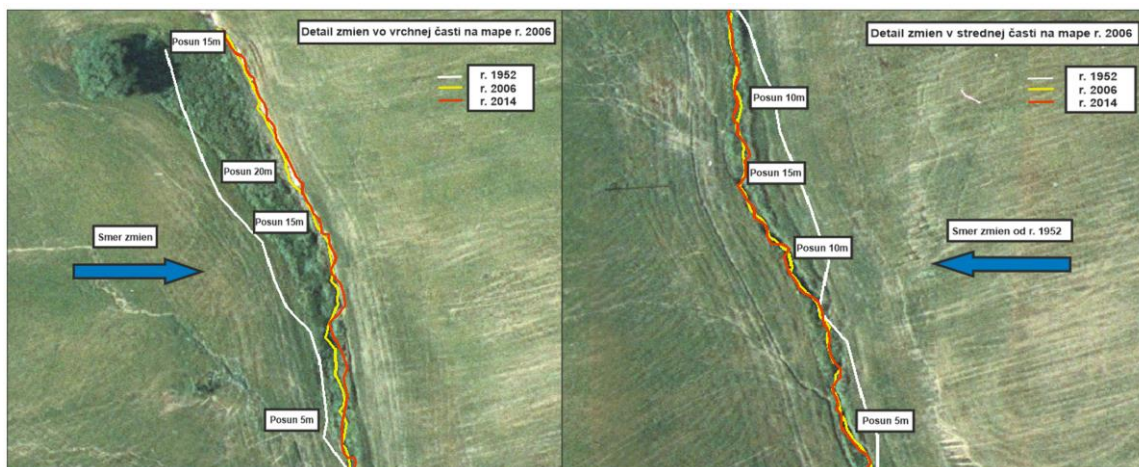
Na podklade analýzy výmoľovej siete v povodí bol pre ďalší výskum vybraný permanentný výmoľ v lokalite Turá Lúka. V rámci tejto časti práce bol na základe dostupných historických mapových podkladov analyzovaný vznik a vývoj sledovaného permanentného výmoľa. Výmoľ sa na základe analýzy na území nachádza od druhej polovice 19. storočia, kedy dosahoval dĺžku približne 140 m. V polovici 20. storočia bola jeho dĺžka viac ako 240 m. Na mape ZM50 bol je tento výmoľ definovaný ako občasný tok s dĺžkou 255 m. Výskyt výmoľa a jeho zmeny v čase popisuje Obr. 4.5. Počas celého obdobia sa na území nachádzala orná pôda.



Obr. 4.5 Porovnanie dĺžok výmoľa na ortofotosnímках (Ortofotosnímka 1952 – TU Zvolen)

Ako súčasný kartografický podklad boli použité ortofotosnímky z roku 1952 až 2014. V tomto období pozorujeme najvýraznejšie zmeny v odklone stredovej línie, vo vyšších miestach svahu 20 m. V hornej časti je výmoľ rozvetvený pričom pôvodná vetva (Obr. 4.6 biela čiara z roku 1952) je v súčasnosti menej významná (neprebiehajú v nej erózne procesy). Spodná časť výmoľa je stabilizovaná a nepozorujeme v nej žiadne významné zmeny

v odklone stredovej línie, čo môže spôsobovať fakt, že sa na území nachádza už vyše 100 rokov. Na ortofotosnímke z roku 2014 dosahuje permanentný výmoľ dĺžku 300 m.



Obr. 4.6 Odklon stredovej línie výmoľa

Detailný monitoring permanentného výmoľa trvá 6 rokov, počas tohto obdobia boli použité tri typy zberu priestorových dát GNSS, UAV a TLS. Na základe meraní bol určený objem výmoľa. V prípade UAV a TLS bol zoskenovaný celý výmoľ a hodnoty objemov je možné porovnávať. Pri použití GNSS technológie bolo meranie vykonané v priečných profiloch. Dosiahnuté výsledky ukazujú, že objem výmoľa vrástol v období medzi 2014-2016 o takmer 200 m³. Merania z rokov 2017 a 2018 ukazujú že výmoľ je relatívne stabilný a jeho objem sa výrazne nezmenil (tab. 4.1), čo však nie je dôsledok vybudovaných technických opatrení (prehrádzok).

Tab. 4.1 Objem permanentného výmoľa v Turej Lúke vypočítaný v programe ArcGis

Použitá technológia	Rok merania	Objem (m ³)
UAV	2014	870
UAV	2015	910
TLS	2015	970
TLS	2016	1050
GNSS	2017	800
GNSS	2018	810

Najvýznamnejšie sa na ochrane výmoľa podieľa vegetácia, preto ako vhodný ochranný prvok by bolo vhodné navrhnuť biokoridor, ako súčasť návrhu MÚSES.

Sekundárnym výsledkom popri meraniach bolo zhodnotenie použiteľnosti jednotlivých technológií pre tento typ úloh. Z hľadiska získania veľkého množstva dát v dostatočnej kvalite, za pomerne krátky čas sa pre tento typ územia osvedčilo meranie metódou UAV. Tento typ merania je však výrazne ovplyvnený legislatívou. Meranie s TLS je vhodné na menšie plochy, z dôvodu časovej náročnosti metódy. Najväčšou výhodou GNSS metódy je rýchle zameranie a spracovanie získaných dát.

4.4 Priečne profily výmoľa

Z exportovaných priečných profilov pred vybudovanými drevenými prehrádzkami boli detailnejšie zisťované zmeny tvaru erózneho výmoľa. Hlavnou úlohou prehrádzok je stabilizácia výmoľa v polohe, spomalenie sústredného odtoku a zachytenie transportovaného sedimentu, k čomu do istej miery dochádza a dochádza aj k celkovej stabilizácii permanentného výmoľa. V hornej časti má výmoľ zložitejší tvar, a aj z dôvodu výskytu vegetácie tam nedochádza k výraznejšej zmene hĺbky a jeho tvaru. V ostatných priečných profiloch boli preukázané zmeny v horizontálnom aj vertikálnom smere. Z výstupov možno konštatovať, že zmeny v šírke boli v niektorých miestach až 0,5 m, avšak rozdiely v hĺbke neboli významné (do 0,2 m). K najvýraznejšej zmene došlo z nášho pohľadu

na najnižšie položenú prehrádzku, ktorá sa nachádza na konci výmoľa, kde je evidentné jej zanášanie sedimentami. Popri permanentnom výmoľi sa tvorí efemérny výmoľ, ktorý je zachytený v jednotlivých priečnych profiloch.

4.5 Vznik efemérnych výmoľov

Z detailného monitoringu permanentného výmoľa na obhospodarovanom svahu v Turej lúke možno usúdiť, že napriek vybudovaným opatreniam naďalej podlieha miernemu vplyvu erózie. Naopak vybudované opatrenia nezabránili tvorbe ryhovej resp. výmoľovej erózie v blízkom okolí. V jeho tesnej blízkosti sa nachádza efemérny výmoľ, ktorého rozmery sa blížila k charakteristike permanentných výmoľov na území Slovenska.

Na okolitých svahoch sa taktiež nachádza niekoľko efemérnych výmoľov, ktoré sa objavujú pravidelne po výdatných dažďoch resp. topení snehu. Tieto efemérne výmoľe sú viditeľné na ortofotosnímках a väčšinou sa nachádzajú v miestach bývalých poľných ciest, prípadne na rozhraní bývalých poľí. Tento typ výmoľov predstavuje pre túto oblasť najväčšie riziko, a to predovšetkým v období kedy poľnohospodárske svahy nie sú pokryté vegetáciou. Spomínaný stav povrchu v kombinácii s výdatnými zrážkami alebo topením snehu má za následok transport veľkého množstva pôdneho materiálu, ktorý môže ohrozovať plochy nachádzajúce sa v nižších polohách.

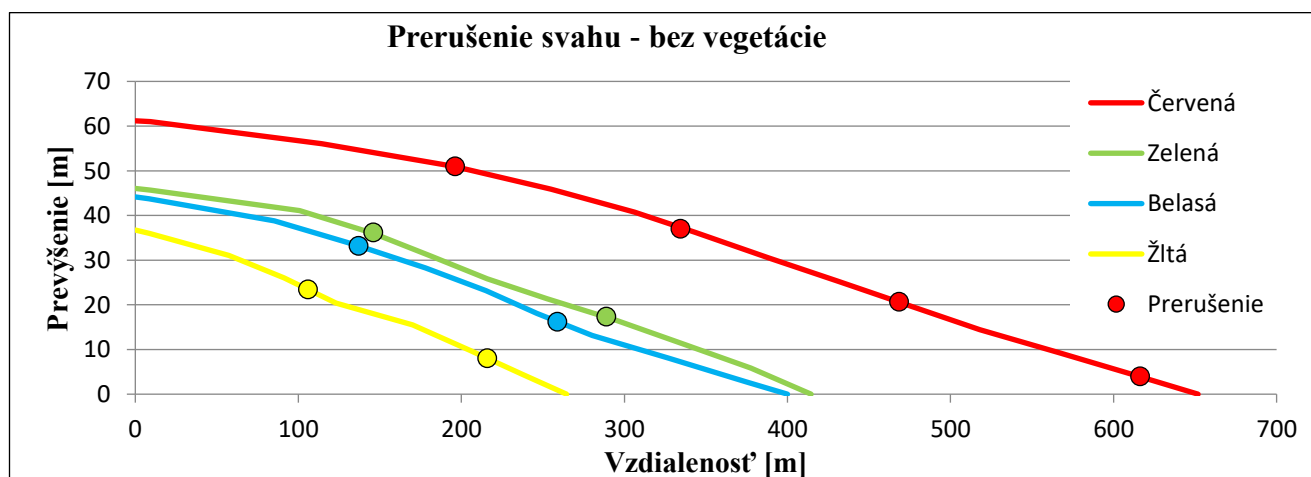
4.6 Určenie parametrov vzniku erózie pre potreby modelovania

Popri geodetických meraniach boli na území vykonané merania zrážkovým simulátorom *Ejkelkamp*. Táto podkapitola bola zameraná predovšetkým na vplyv vegetácie na vznik povrchového odtoku a množstvo transportovaného pôdneho materiálu. Výsledky spracovania meraní potvrdzujú fakt o významnom vplyve vegetácie na vznik a množstvo povrchového odtoku. V prípade pôdy bez vegetácie sa vo všetkých prípadoch tvoril povrchový odtok, naopak pri vegetačnom kryte väčšom ako 70% zadažďovanej plochy bol pozorovaný vznik povrchového odtoku. S narastajúcim objemom povrchového odtoku stúpa aj množstvo resp. hmotnosť transportovaného pôdneho materiálu. Okrem vegetácie má na vznik odtoku vplyv sklon svahu, počiatočná vlhkosť, stav zadažďovaného povrchu (zhutnenie) a poveternostné podmienky. Získané parametre neboli použité v rámci modelovania.

4.7 Návrh opatrení pomocou matematického modelovania

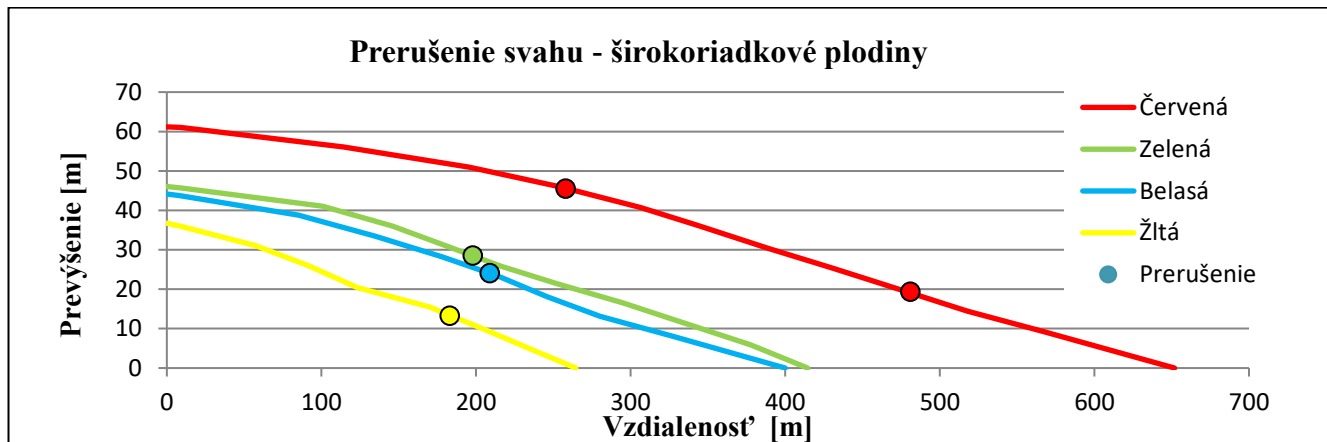
Použitie modelu SMODERP 1D je vhodným nástrojom pri tvorbe protieróznych opatrení na svahu, kde výsledkami modelovania sú celkový objem povrchového odtoku a miesta prerušenia svahu, v ktorých dochádza k tvorbe ryhovej erózie, Obr. 4.7 a 4.8.

V rámci tejto práce boli vykonané modelovania pre povrch bez vegetácie, pre širokoriadkové plodiny a pre úzkoriadkové plodiny. Odtokové cesty boli zvolené na základe pozorovaní v teréne. Najväčší počet prerušení svahu (kritická dĺžka svahu - L) bolo zaznamenaných pri povrchu bez vegetácie (4 prerušenia pre červenú odtokovú líniu).



Obr. 4.4 Prerušenie svahu pre územie bez vegetácie

V prípade širokoriadkových plodín boli prerušenia 2 a pri úzkoriadkových plodinách nie je potrebné prerušenie svahu.



Obr. 4.5 Prerušenie svahu pri pestovaní širokoriadkových plodín

Zo získaných výsledkov je zjavné, že pestovanie úzkoriadkových plodín je vhodný spôsob protieróznej ochrany, ktorý by mohol byť pre agronómov finančne zaujímavý. V tomto prípade si je však nutné uvedomiť, že pestované plodiny sa nachádzajú na území len v určitom období roka. Preto je nevyhnutné počas obdobia bez vegetačného krytu zabezpečiť ochranu pôdy napr. mulčovaním, čo sa týka aj širokoriadkových plodín. Spolu s výberom vhodnej plodiny je dôležitý spôsob orby a siatia. Rovnako nebezpečným je obdobie zimných mesiacov, kedy je pôda bez vegetácie, resp. iného typu ochrany náchylná na vznik povrchového odtoku.

Ďalšími možnosťami protieróznej ochrany je vybudovanie prielohov, resp. pásové pestovanie plodín, ktoré spočíva v striedaní pásov plodiny s ochrannými pásmi (počet pásov navrhujeme na základe výsledkov modelovania).

5. Odporúčania pre manažment ochrany poľnohospodárskej pôdy na svahu

Návrh opatrení v prípade výmoľovej erózie musí spĺňať predovšetkým podmienku komplexnosti. Z tohto dôvodu je nevyhnutné poznať analyzované územie ako aj jeho historický vývoj a príčiny vzniku výmoľov. Dôležitou súčasťou je teda mapovanie vzniku výmoľovej siete s jej podrobnou analýzou. V ďalšom kroku sa analýzy týkajú priamo sledovaného výmoľa, s ohľadom na jeho vznik vývoj na historických mapových podkladoch.

Na základe dosiahnutých výsledkov jednotlivými metódami zberu priestorových dát, ako aj rôznymi postupmi merania sme sa pokúsili vytvoriť manuál pre meranie resp. monitoring výmoľovej erózie. Manuál je sformulovaný v Tab. 5. a obsahuje nasledovné postupy prác.

Popri experimentálnom výskumu zohráva významnú úlohu tiež rekognoskácia terénu jeho spoznanie a odolávanie nepriaznivým vplyvom, ktoré bolo zaznamenané pri extrémnych udalostiach (intenzívne zrážky, topenie snehu). Samotný výskum spočíva v zistení historického pôvodu výmoľa, teda podmienok za akých a kedy vznikol. V ďalšom kroku je potrebné zmapovať morfológický charakter rozvodnice, určenie pedologických vlastností určenie základných parametrov výmoľa a jeho typ. Podľa veľkosti meranej plochy a potreby využitia získaných dát je nevyhnutný správny výber meracej techniky a metódy zberu priestorových dát na získanie cieľových dát o objekte, svahu. V prípade ak je cieľom práce navrhnuť opatrenia je nevyhnutné opakovanie meraní v rôznych ročných obdobiach a v ideálnom prípade vytvoriť i niekoľko ročnú databázu údajov. Na podklade získaných údajov je možné definovať najvážnejšie problémy, ktoré sa v oblasti vyskytujú a pomocou modelovacích nástrojov vytvoriť najefektívnejšie opatrenia, pričom je dôležité riešiť problematiku komplexne. To znamená nezameriť sa len na vyriešenie dôsledkov, ale predovšetkým odstrániť resp. znížiť príčiny tvorby ryhovej erózie. Ak sa na území už nachádzajú vybudované opatrenia je potrebné sa zamerať na ich efektívnosť a opodstatnenie ich vybudovanie. V prípade neúčinnosti navrhnuť doplnenie opatrení resp. ponúknuť úplne nový návrh protieróznych opatrení. Vo všetkých prípadoch treba brať do úvahy faktor poľnohospodárskej výroby, teda nájsť nejaký konsenzus, čo by bolo pre poľnohospodárov prijateľné, preto sú nevyhnutné stretnutia s vlastníckymi záujmovými pozemkoch na svahoch.

Tab. 5.1 Manuál merania, vyhodnotenia a ochrany pred výmoľovou eróziou

Postup merania výmoľovej erózie				
Povodie postihnuté výmoľovou eróziou	áno		nie	
Ohrozenie povodia výmoľovou eróziou (% - ny podiel plochy výmoľou k celkovej ploche)	minimálne do 5%	stredné 5 – 20%	veľké 20 – 40%	extrémne nad 40%
Príčina vzniku (prevažujúci faktor)	antropogénna	Prírodné a klima- tické pomery	kombinácia	
Konkrétny výmoľ				
Prvá zmienka o výmole	druhá polovica 19. storočia - dĺžka z mapy 140m			
Typ výmoľa z časo-priestorového hľadiska	permanentný		efemérny	
Typ výmoľa podľa tvaru	tvar V		tvar U	
Sklon územia - ohrozenie	mierne ohrozenie do 5°	stredné ohrozenie 5° - 10°	veľké ohrozenie Nad 10°	
Pôdne pomery v povodí V – veľké, M mierne	pôdny druh	ohrozenie	pôdny typ	ohrozenie
	HP	M	černozeme	M
	H	V	čiernice	M
	PH	M	fluvizeme	M
	P	M	hnedozeme	V
	IH	M	kambizeme	V
	I	M	luvizeme	V
			organozeme	M
			pararendziny	V
			regozeme	M
			rendziny	V
Využitie územia	Typ využitia orná pôda TTP lesy zastavané plochy		Ohrozenie extrémne minimálne minimálne žiadne	
Metodika merania				
Použitie metódy – podľa veľkosti plochy	Do 1000m ² TLS GNSS		Nad 1000m ² UAV	
Použitie metódy podľa typu úlohy	Pričné profily		Detailné zamera- nie výmoľa	Detailné zameranie vý- moľa a okolia
	GNSS	TLS	TLS UAV	UAV
Existujúce opatrenia vo výmole popis	áno		nie	
	- drevené prehrádzky - stabilizácia zhlavia			
Existujúce opatrenia v okolí výmoľa Popis	áno		nie	
Základné parametre výmoľa (na základe terénnych meraní)	dĺžka (stabilná)		300m	
	šírka		2,20m – 4,80m	
	hlbka		0,20m – 1,10m	
	priemerný sklon		11,7	
	Objem 2014		870m ³	
	Objem 2017		1050m ³	
Návrh opatrení				
Erózia vo výmole kvantifikácia	áno		nie	
	nárast objemu 100 m ³ ročne			
Erózia v okolí výmoľa popis	áno		nie	
	- výmoľová erózia - ryhová erózia - plošná erózia			
Návrh opatrení vo výmole	monitoring existujúcich opatrení vytvorenie biokoridoru			
Návrh opatrení v okolí výmoľa	- Pásové pestovanie plodín - Pestovanie plodín s vysokou protieróznou ochranou + mulčova- nie - Vybudovanie prielohov			

6. Záver

Nebezpečenstvo vodnej erózie ma viaceré formy. Jednou z najmenej preskúmaných je problematika výmoľovej erózie, ktorá najmä v pahorkatinách a vrchovinách Slovenska vytvorila v minulosti rozsiahlu výmoľovú sieť, ktorú tu máme dodnes. Tento typ erózie ma niekoľko fáz, pričom konečným výsledkom jej pôsobenia býva vznik výmoľov. Väčšina týchto výmoľov sa na území nachádza už niekoľko storočí a nazývame ich permanentné resp. historické výmole. Dizertačná práca poukazuje na možné vplyvy vzniku historickej výmoľovej siete v povodí rieky Myjava, pričom bol detailne zmapovaný historický výmoľ na poľnohospodársky obrábanom svahu v katastrálnom území Turá Lúka. Popri historických výmoľoch sú v území pozorované taktiež efemérne výmole, ktoré predstavujú v súčasnosti najväčšie riziko. V tejto práci sú spracované výsledky výskumu výmoľovej erózie na podklade, ktorých boli navrhnuté opatrenia v podobe odporúčaní pre manažment.

V oblasti sa nachádza významná historická sieť výmoľov a erózných rýh, ktorých výskyt a vznik bol zmapovaný na historických a súčasných mapách. Prvým mapovým podkladom, ktorý detailnejšie znázorňuje povodie, je mapa I. vojenského mapovania (2. polovica 18. storočia), ktorej účelom bolo zmapovanie možných ciest pre vedenie vojenských operácií. Z tohto dôvodu nemuseli byť v mape zaznačené všetky erózne výmole, lebo nemuseli byť významné svojou veľkosťou a umiestnením. Identifikovaných bolo v tomto období viac ako 200 permanentných výmoľov, ktorých vznik bol ovplyvnený vplyvom tzv. malej doby ľadovej a kombináciou antropogénneho, topografického a klimatického faktora. Ľudská činnosť ovplyvnila územie najmä z hľadiska zmeny krajiny štruktúry. Počas kopaničiarskej kolonizácie došlo predovšetkým v časti Myjavskej a Chvojnickej pahorkatiny k intenzívnemu odlesňovaniu územia. Práve v týchto častiach povodia rieky Myjava sa vytvorila najhustejšia sieť výmoľov, kde takmer 90% z nich bolo viazaných na ornú pôdu. Na mape III. vojenského mapovania z 2. polovice 19. storočia pozorujeme 50% nárast výmoľov. V tomto prípade sa výrazne prejavil vplyv odlesňovania na vznik permanentných výmoľov. Ďalšou mapou použitou pri analýzach bola TM25 z polovice 20. storočia, kde opäť pozorujeme výrazný prírastok výmoľov, predovšetkým v oblasti Bielych Karpát. Výskyt výmoľov sa z pohľadu využitia územia zmenil a približne tri štvrtiny erózných výmoľov sa nachádza na území, ktoré bolo pokryté vegetáciou (listnaté, zmiešané a ihličnaté lesy, lesokroviny, tráva). Najmladšou použitou mapou bola ZM50 (rok 1999), kde sa nám podarilo identifikovať 475 výmoľov. Vplyv na úbyt看 permanentných výmoľov mala najmä mierka mapy. Na základe vykonaných analýz bola vytvorená mapa ohrozenia výmoľovou eróziou pre každé sledované obdobie, ktorá bola porovnaná s mapou vytvorenou v rámci AKSR. Už v období z konca 18. storočia bolo približne 12% územia ohrozeného výmoľmi. Neskôr najmä vplyvom ľudskej činnosti bol zaznamenaný nárast, pričom vrchol ohrozenia výmoľovou eróziou bol identifikovaný v polovici 20. storočia, kde bolo až 32% povodia rieky Myjava ohrozeného permanentnými výmoľmi. Na mape ZM50 pokrývala výmoľová sieť približne 27% plochy sledovaného povodia. Pri porovnávaní historických máp je treba pripomenúť, že každý z týchto podkladov bol vytvorený pomocou rozdielnych mapovacích techník, v rôznej mierke, kvalite a za odlišným účelom použitia.

Spolu s extrémnymi zrážkovými udalosťami a činnosťou človeka má na vznik výmoľov vplyv charakter krajiny, ako sú pôdne typy, pôdne druhy, či sklon terénu. Svahovitost' územia je najvýraznejšia v časti Myjavskej pahorkatiny, ktorá bola vo všetkých obdobiach najvýraznejšie postihnutá výmoľovou eróziou. Najviac výmoľov (452) bolo v tejto časti povodia identifikovaných v polovici 20. storočia. Najmenej výmoľov sa podľa predpokladu vyskytuje v časti Borskej nížiny, v súčasnosti 0,07km/km². Najväčšia hustota výmoľov bola zaznamenaná v časti Malých Karpát (0,51km/km²) a Myjavskej pahorkatiny (0,53km/km²). Z identifikácie a následnej analýzy sme dospeli k názoru, že v prípade svahovitých terénov s výskytom stredne ťažkých až ťažkých pôd dochádza k významnej erozívnej činnosti, ktorú ešte podporuje intenzívna poľnohospodárska činnosť, častokrát s použitím nesprávnych agronomických postupov. Najčastejšie ohrozovanými pôdnymi typmi na poľnohospodársky obrábaných svahoch sú najmä kambizeme a hnedozeme, kde bolo vo všetkých obdobiach identifikovaných takmer 70% výmoľov. V menšej miere sa výmole v povodí Myjavy vyskytujú na luvizemiach a rendzinách. Z analýz vykonaných v predkladanej práci je zrejmé, že vznik výmoľov je kombináciou viacerých faktorov. Najviac permanentných výmoľov sa nachádza na svahu s výskytom kambizeme v kombinácii s hlinitou pôdou a na miestach, kde sa nachádzala orná pôda. Tento fakt potvrdzujú aj vytvorené mapy ohrozenia výmoľmi. Získané poznatky boli aplikované aj na celé územie Slovenska kde 25% výmoľov z mapy Bučko, Mazurová 1958 sa v súčasnosti nachádza práve na spomínanej kombinácii. Pri spojení spomínaných faktorov sa na území v 90% prípadoch nachádza permanentný výmoľ. S uvedených výsledkov je zrejmé, že vznik výmoľov je naviazaný na určitý typ pôdy a je výrazne ovplyvnený ľudskou činnosťou, pretože väčšina výmoľov je viazaná na líniové prvky (poľné a lesné cesty, terasy, hranice poľí), príp. na odlesňovanie svahov a ich následné využitie pre poľnohospodárske účely. Avšak už v čase masívneho osídľovania územia sa nachádzalo na území viacero permanentných výmoľov, čo potvrdzuje, že významnú úlohu zohráva pri výmoľovej erózii aj klimatický faktor spolu s charakterom územia.

V ďalšej časti práce bol analyzovaný vybraný výmol', ktorý sa nachádza na poľnohospodársky obrábanom svahu v Turej Lúke v oblasti Myjavskej pahorkatiny. Prvotný výskum bol zameraný na určenie obdobia vzniku výmol'a a na analýzu jeho vývoja v čase. Prvá zmienka o výmole na dostupných mapových podkladoch je na mape III. vojenského mapovania, kedy dosahoval dĺžku 140 m. V ďalšom období dĺžka permanentného výmol'a narastala a v súčasnosti dosahuje výmol' dĺžku približne 300 m (ortofotosnímky). Stredová línia výmol'a menila v čase svoju polohu v rozmedzí od 5 – 20 m a to najmä v strednej a vrchnej časti. Spodná časť výmol'a je stabilná, čo potvrdzuje, že výmol' sa tu nachádza už vyše 100 rokov.

Zmeny vo výmole za posledné obdobie boli monitorované pomocou moderných technológií – letecká fotogrametria, terestrický laserový skener, globálne navigačné satelitné systémy. Počas merania s jednotlivými technológiami bol výskum okrem výsledkov zameraný aj na výhody použitých technológií. Letecká fotogrametria je pre podobný typ úloh najefektívnejšia metóda zberu priestorových dát s dosiahnutím vysokej presnosti. Meranie s TLS je vhodné na veľmi presné merania menších plôch a objektov. Pri meraní s GNSS technológiou sme použili metodiku merania v priečných profiloch, ktorá je najvýhodnejšia pri meraní, kde sa nevyžaduje detailný popis topografie výmol'a. Pomocou týchto technológií boli zmapované zmeny základných parametrov permanentného výmol'a v Turej Lúke. Najväčšiu pozornosť sme venovali zmenám objemu výmol'a, ktorý medziročne narastá o približne 100 m³. K výraznejším zmenám polohy osi dna v monitorovacom období nedošlo.

Pre identifikáciu zmeny hĺbky erózneho výmol'a sa vychádzalo z pozdĺžneho sklonu dna, kde boli určené úseky s prejavom zanášania a prehĺbenia dna. Z exportovaných priečných profilov pred vybudovanými drevenými prehrádzkami boli detailnejšie zisťované zmeny tvaru erózneho výmol'a. Hlavnou úlohou prehrádzok je stabilizácia výmol'a v polohe, spomalenie sústredeného odtoku a zachytenie transportovaného sedimentu, k čomu do istej miery dochádza. Avšak najväčší vplyv na spomínané okolnosti má vegetácia. V hornej časti má výmol' zložitejší tvar, a aj z dôvodu výskytu vegetácie tam nedochádza k výraznejšej zmene hĺbky a jeho tvaru. V ostatných priečných profiloch boli preukázané zmeny v horizontálnom aj vertikálnom smere. Z výstupov možno konštatovať, že zmeny v šírke boli v niektorých miestach až 0,5 m, avšak rozdiely v hĺbke neboli významné (do 0,2 m). K najvýraznejšej zmene došlo z nášho pohľadu na najnižšie položenú prehrádzku, ktorá sa nachádza na konci výmol'a, kde je evidentné jej zanášanie sedimentami. V tesnej blízkosti výmol'a sa počas monitorovacieho obdobia vytvoril efemérny výmol' (v roku 2016), ktorý vykazuje známky permanentného výmol'a.

Po pri historických výmol'och sa na území nachádzajú a každoročne vznikajú efemérne výmole. Práve tento typ výmol'ov predstavuje v súčasnosti najväčšie riziko z hľadiska vzniku povodní a ohrozenia poľnohospodárskej pôdy. V tejto práci bolo na základe analýzy voľne dostupných ortofotosnímkov v čase dokázané, že tento typ výmol'ov vzniká vo veľkej miere v miestach bývalých poľných ciest, hraníc pozemkov či terás. Vznik týchto výmol'ov má za následok predovšetkým kolektivizácia poľnohospodárstva. V tomto období bolo odstránených množstvo terás a medzí, ktoré spomaľovali odtok z povodia. Na záujmovom svahu v lokalite Turá Lúka bolo počas monitorovacieho obdobia spozorovaných niekoľko efemérnych výmol'ov, ktoré boli každoročne odstraňované. Sledované výmole sa po topení snehu, resp. intenzívnych zrážkach vytvárajú na rovnakých miestach. Väčšina z týchto výmol'ov je priamo napojená na permanentný výmol' - Turá Lúka. Najväčší z týchto výmol'ov sa nachádza v tesnej blízkosti sledovaného permanentného výmol'a a jeho odstránenie už nie je vykonávané, pričom jeho rozmery sa približujú k definícii permanentného výmol'a.

Vplyv povrchového odtoku na vznik výmol'ov a transport pôdných častíc sme sledovali pomocou malého zrážkového simulátora firmy *Ejkelkamp*. Merania prebiehali v rôznych ročných obdobiach v období 2016 - 2019. V tomto období bolo vykonaných 91 simulácií v okolí permanentného výmol'. Z výsledkov meraní je zrejmé, že práve vplyv vegetácie na obrábanom svahu má výrazný podiel na tvorbe povrchového odtoku resp. ochrane pôdy. V prípade povrchu bez vegetácie bol vo všetkých simuláciách zaznamenaný odtok a transport sedimentov. Naopak pri viac ako 70% pokryve vegetáciou sa odtok netvoril. S narastajúcim objemom povrchového odtoku narastá aj hmotnosť transportovaných sedimentov. V rámci meraní zrážkovým simulátorom je nevyhnutný ďalší monitoring a potvrdenie získaných výsledkov. Presnosť a výsledok merania je ovplyvnená viacerými faktormi. Najviac na meranie vplývajú počiatková vlhkosť pôdy, sklon svahu, poveternostné podmienky zhutnenie pôdy a subjektívny pohľad merača pri výbere plochy.

Napriek vybudovaným opatreniam a hlavne vplyvom vegetácie je výmol' relatívne stabilizovaný, pôsobí na svahu ryhová erózia. Pri riešení problému sledovaného permanentného výmol'a absentuje komplexné riešenie problematiky s prihliadnutím aj na okolité svahy. Dôležitou súčasťou sú organizačné opatrenia vo forme spôsobu obrábania, siatia, mulčovania, siatia do strniska, výberu vhodnej plodiny, pásového pestovania plodín, či vybudovanie prielohov, ktoré by znížili riziko tvorby sústredeného odtoku a vzniku ryhovej a výmol'ovej erózie. Tento fakt sme potvrdili použitím simulačného modelu povrchového odtoku a erózných procesov *SMODERP 1D*. Na podklade výsledkov modelovania sme navrhli možnosti protieróznej ochrany v podobe pásového pestovania

plodín, vybudovania prielohov a pestovania vhodných plodín s vysokou protieróznou ochranou. Všetky spôsoby sú závislé od správneho obhospodarovania konkrétnym vlastníkom pozemku. V prípade pásového pestovania plodín je zabezpečená najvyššia ochrana pozemku, avšak dochádza k záberu pôdy navrhovanými ochrannými pásmi. Návrh vybudovania prielohov je pre praktické účely poľnohospodárov zaujímavejší. Prielohy sú navrhnuté v kritických miestach svahu, pričom nezamedzujú plne tvorbe povrchového odtoku. Najjednoduchším spôsobom ochrany je však pestovanie úzkoriadkových plodín, ktoré majú vysoký protierózny charakter a nevyžaduje sa prerušenie svahu iným opatrením. V tomto prípade treba brať do úvahy fakt, že daný charakter nadobúda plodina až v neskoršej fáze rastu, preto je nevyhnutné vysádzať tento typ plodín do strniska.

V ďalšej časti práce bol vytvorený manuál, ktorý popisuje výskum výmoľ'a od historických máp až po návrh opatrení. V rámci tejto kapitoly je popísaná vhodnosť použitia jednotlivých metód z hľadiska časovej náročnosti na meranie a spracovanie nameraných údajov. Na podklade získaných výsledkov je pre meranie výmoľ'ovej erózie v takomto rozsahu najvhodnejšie použitie UAV systémov. Základom celej filozofie protieróznej ochrany na výmoľ'om ohrozenom svahu je komplexnosť navrhnutých opatrení pre celé územie. Z hľadiska účinnosti možno považovať navrhnuté opatrenia v podobe drevených prehrádzok v permanentnom výmoľ'e za nepostačujúce. Ochrana okolitých svahov je rovnako dôležitá a je prepojená na dodržovanie správnych poľnohospodárskych postupov.

7. Prínos dizertačnej práce

Prínos dizertačnej práce možno považovať v zmapovaní siete permanentných výmoľ'ov v povodí rieky Myjava, s ohľadom na určenie obdobia a príčiny ich vzniku. Detailný výskum konkrétného permanentného výmoľ'a s vybudovanými opatreniami, ukázal chýbajúcu ochranu celej sledovanej plochy, čo malo za následok vznik efemérnych výmoľ'ov. Prínosom práce je taktiež spracovanie odporúčaných postupov pri výskume permanentného výmoľ'a, na základe ktorých môžu postupovať ďalší riešitelia zaoberajúci sa analýzou výmoľ'ov. Výsledky práce by bolo vhodné porovnať s výskumom v inej výmoľ'mi postihnutej oblasti Slovenska, a tak získané závery práce potvrdiť.

8. Summary

The aim of the dissertation thesis was the research of gully erosion processes on agriculturally cultivated slopes and the design of soil erosion protection measures in the Myjava River Basin.

The methodology describes the analysis of available historical maps, used to determine the amount and reasons of the formation of gullies in individual periods. In the next part of the work describes collection of spatial data using modern technologies, the use of precipitation simulator and the possibility of modeling soil erosion.

The results confirm the fact of the intensive effect of concentrated runoff in the river catchment since the second half of the 18th century and human influence (land use changes) on the formation of erosion gullies. The results of measurements over 4 years show, that permanent gully is still endangered by the effects of water erosion. In the part of the modeling results, recommendations for the management of agricultural land protection on the slope are proposed.

The basis of the philosophy of this work in the design of erosion protection on agricultural land is the complexity of the proposed measures (surrounding slopes).

9. Zoznam použitej literatúry

ANTAL, J. - ŠPÁNIK, F.: Hydrológia poľnohospodárskej krajiny. 1. vyd. Nitra: SPU, 2014, ISBN 978-80-552-1257-9, 377 s.

BORK, H. R.: Bodenerosion und Umwelt - Verlauf, Ursachen und Folgen der mittelalterlichen und neuzeitlichen Bodenerosion. Landschaftsgenese und Landschaftsökologie, 1988, vol. 13., Braunschweig: Selbstverlag Abteilung für physische Geographie und Landschaftsökologie und für physische Geographie und Hydrologie der technischen Universität Braunschweig.

DÖHLER, S. – DAMM, B. – TERHORST, B. –THIEL, C. – FRECHEN, M.: Late Pleistocene and Holocene landscape formation in a gully catchment area in Northern Hesse, Germany. *Quaternary International*, 2015, Volume 365, 42 – 59 s.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY: Green Infrastructure and Flood Management Promoting cost-efficient flood risk reduction via green infrastructure solutions. 2017, ISBN 978-92-9213-894-3, doi:10.2800/324289, 155 s.

FULAJTÁR, E. - JANSKÝ, L.: Vodná erózia pôdy a protierózna ochrana. 1.vyd., Bratislava: Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 2001, ISBN 80-85361-85-X, 310 s.

HOLKO, L.: Voda v krajine a povodne. *Urbanita – časopis o urbanizme a územnom plánovaní*, ročník 22, Vydalo URBION – inštitút urbanizmu a územného plánovania, 2010, Bratislava, ISSN 0139-5912, 20 – 24s.

IONITA, I. – FULLEN, M. A. – ZGLOBICKI, W. – POESEN, J.: Gully erosion as a natural and human-induced hazard. *Natural Hazards*, 2015, 79, 1-5 s.

JANEČEK, M.: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha: ISV nakladatelství, 2002, ISBN 80-85866-85-8, 201s.

JANEČEK, M.: Základy erodologie. Praha, Česká zemědělská univerzita, 2008, ISBN 978-80-213-1842-7, 172 s.

KASPRZAK, K.: Infiltrace a povrchový odtok na holé půdě při dešti s konstantní intenzitou. *Vodohospodářský časopis*, 1989, 37, č.2, 137 - 153 s.

KAVKA, P.: Posúdenie návrhu zatravnenej údolnice pomocou SMODERP s podporou GIS. In. *Juniorstav*, 2011a, Brno Vysoké učení technické, ISBN 978-80-214-4232-0, 7 s.

KAVKA, P.: Kalibrace a validace modelu SMODERP, Dizertačná práca, 2011b, České vysoké učení technické, Fakulta stavební, 127 s.

KERTÉSZ, Á.: Environmental conditions of gully erosion in Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin*, 2009, Vol. 58, 2, 79 – 89 s.

KINNEL, P. I. A.: Raindrop impact induced erosion processes and prediction. *Hydrological processes*, 2005, 19, 2815 – 2844 s.

MARARAKANYE, N. - SUMNER, P. D.: Gully erosion: A comparison of contributing factors in two catchments in South Africa. *Geomorphology*, 2017, 288, 99 – 110 s.

OLLOBAREN, P. – CAPRA, A. – GELSOMINO, A. – LA SPADA, C.: Effects of ephemeral gully erosion on soil degradation in a cultivated area in Sicily (Italy). *Catena*, 2016, Volume 145, 334 – 345 s.

PAPČO, P.: Výmoľová erózia v čase – mapové podklady verzus korelátne sedimenty (príkladová štúdia). *Geografický časopis*, 2011, 63, 3, 287 - 298 s.

POESEN, J. - NACHTERGAELE, J. - VERSTRAETEN, G. - VALENTIN, C.: Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Catena*, 2003, 50 (2-4), 91 - 133 s.

STANKOVIANSKY, M.: Historický vývoj výmoľovej siete v podmienkach Slovenska. Tretie pôdoznalecké dni: Zborník referátov z vedeckej konferencie pôdoznalcov SR, 2004, Mojmirovce pri Nitre, 279-286 s.

STAŇKOVÁ, H. - ČERNOTA, P.: A principle of forming and developing geodetic bases in the Czech Republic. *Geodezija i kartografija*, 2010, 36 (3), 103 – 112 s.

Internetové odkazy

- [1] Prezentácia erózia pôdy, dostupné na internete dňa 30.9. 2016 na : https://www.thueringen.de/imperia/md/content/tlug/abt1/v_referate/01_bodenerosion_101027.pdf.
- [2] https://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/better_options.htm

10. Prehľad publikačnej činnosti

ADE Vedecké práce v ostatných zahraničných časopisoch

NOSKO, Radovan - MALIARIKOVÁ, Marcela - HLAŤOVÁ, Kamila. Vplyv zmien využitia územia na ekologickú stabilitu krajiny v povodí rieky Myjava. In *Czech Journal of Civil Engineering [elektronický zdroj]*. Vol. 3, iss. 2 (2017), online, s. 136-142. ISSN 2336-7148.

RONČÁK, Peter - MALIARIKOVÁ, Marcela - **NOSKO, Radovan**. Zmeny využitia územia a ich vplyv na zložky hydrologickej bilancie povodia Bolnisietskali v Gruzínsku. In *Czech Journal of Civil Engineering [elektronický zdroj]*. Vol. 4, iss. 2 (2018), online, s. 114-120. ISSN 2336-7148.

ADF Vedecké práce v ostatných domácich časopisoch

DANÁČOVÁ, Michaela - **NOSKO, Radovan** - VÝLETA, Roman - RANDUSOVÁ, Beata [Karabová, Beata] - SZOLGAY, Ján. Možnosti posúdenia zmien výmolevej erózie na povodí Myjavy. In *Acta hydrologica Slovaca*. Roč. 16, tematické číslo 1 (2015), s. 167-175. ISSN 1335-6291.

DANÁČOVÁ, Michaela - **NOSKO, Radovan** - MALIARIKOVÁ, Marcela - KANDERA, Miroslav - VÝLETA, Roman. Porovnanie nasýtenej hydraulické vodivosti stanovené laboratórnou a empirickou metódou podľa Špačka. In *Acta hydrologica Slovaca [elektronický zdroj]*. Roč. 20, č. 1 (2019), online, s. 80-88. ISSN 2644-4690. V databáze: DOI: 10.31577/ahs-2019-0020.01.0009.

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.

NOSKO, Radovan - VÝLETA, Roman - MALIARIKOVÁ, Marcela - DANÁČOVÁ, Michaela. Monitorovanie účinnosti technických opatrení v eróznom výmole modernými technológiami. In *Acta hydrologica Slovaca*. Roč. 19, č. 1 (2018), s. 84-92. ISSN 1335-6291.

NOSKO, Radovan - MALIARIKOVÁ, Marcela - FENCÍK, Róbert - SZOLGAY, Ján. Porovnanie metód zberu priestorových dát pre účely zamerania výmole v lokalite Turá Lúka. In *Kartografické listy*. Roč. 26, č. 2 (2018), s. 63-75. ISSN 1336-5274.

ADM Vedecké práce v zahraničných časopisoch registrovaných v databázach WOS alebo SCOPUS

RONČÁK, Peter - MALIARIKOVÁ, Marcela - **NOSKO, Radovan** - KORDZAKHIA, George - KORDZAKHIA, Marina. Utilization of a Rainfall-Runoff Hydrological Model in Studies on the Impact of Land Use Changes: Case Study from Georgia. In *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*. Vol. 12, no. 2 (2018), online, s. 63-69. ISSN 0132-1447 (2018: 0.189 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85054470972.

ADN Vedecké práce v domácich časopisoch registrovaných v databázach WOS alebo SCOPUS

NOSKO, Radovan - MALIARIKOVÁ, Marcela - BRZIAK, Adam - KUBÁŇ, Martin. Formation of gully erosion in the Myjava region. In *Slovak Journal of Civil Engineering*. Vol. 27, no. 3 (2019), s. 63-2. ISSN 1210-3896. V databáze: WOS: 000489334200008 ; DOI: 10.2478/sjce-2019-0023.

AFC Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách v databázach WOS alebo SCOPUS

DANÁČOVÁ, Michaela - FENCÍK, Róbert - **NOSKO, Radovan**. Historical development of the permanent gully erosion - case study Tura Luka. In *SGEM 2016. 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Book 3. Water Resources. Forest, Marine and Ocean Ecosystems : conference proceedings. Albena, Bulgaria, 30 June - 6 July 2016*. 1. vyd. Sofia : STEF 92 Technology, 2016, S. 391-398. ISSN 1314-2704. ISBN 978-619-7105-61-2. V databáze: WOS: 000391653400051.

NOSKO, Radovan - VÝLETA, Roman - FRAŠTIA, Marek - ŠKRINÁR, Andrej - DANÁČOVÁ, Michaela. Estimation of changes in erosion gully on a hillslope. In *SGEM 2016. 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Book 3. Water Resources. Forest, Marine and Ocean Ecosystems : conference proceedings. Extended scientific sessions*. Vienna, Austria, 2 - 5 November 2016. 1. vyd. Sofia : STEF 92 Technology, 2016, S. 95-102. ISSN 1314-2704. ISBN 978-619-7105-81-0. V databáze: WOS: 000391653600013.

AFC 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, s. 133-142. ISBN 978-80-01-06048-3.

NOSKO, Radovan - MALIARIKOVÁ, Marcela. Využitie historických máp pri hodnotení zmeny využitia krajiny a vzniku erózných výmoľov a ich vývoj v čase. In *Juniorstav 2017 [elektronický zdroj] : 19. odborná konference doktorského studia. Brno, ČR, 26. 1. 2017 = Juniorstav 2017, 19th International Conference of PhD Students*. 1. vyd. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2017, USB kľúč, [8] s. ISBN 978-80-214-5473-6.

NOSKO, Radovan - MALIARIKOVÁ, Marcela. Vplyv vegetácie na povrchový odtok. In *Juniorstav 2019 [elektronický zdroj] : sborník příspěvků. 21. odborná konference doktorského studia s mezinárodní účastí. Brno, ČR, 31. 1. 2019 = Juniorstav 2019, proceedings of the 21st International Conference of doctoral Students*. 1. vyd. Brno : ECON publishing, 2019, USB kľúč, s. 360-366. ISBN 978-80-86433-71-4.

AFD Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách

NOSKO, Radovan. Sledovanie zmien erózneho výmoľu v lokalite Turá Lúka. In *27. konferencia mladých hydroológov, 14. konferencia mladých vodohospodárov, 16. konferencia mladých meteorológov a klimatológov [elektronický zdroj] : zborník príspevkov. Bratislava, SR, 5. 11. 2015*. 1. vyd. Bratislava : Slovenský hydrometeorologický ústav, 2015, CD-ROM, [8] s. ISBN 978-80-88907-89-3.

NOSKO, Radovan. Monitorovanie výmoľovej erózie. 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. 234-240. ISBN 978-80-227-4645-8.

NOSKO, Radovan - VÝLETA, Roman - MALIARIKOVÁ, Marcela - DANÁČOVÁ, Michaela. Monitorovanie erózneho výmoľu - prípadová štúdia v Turej Lúke. In *Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda-rastlina-atmosféra. 24. Posterový deň s medzinárodnou účasťou a Deň otvorených dverí na ÚH SAV [elektronický zdroj] : zborník recenzovaných príspevkov. Bratislava, SR, 8. november 2017 = Transport of Water, Chemicals and Energy in the Soil-Plant-Atmosphere System. 24th International Poster Day and Institute of Hydrology Open Day, proceedings of peer-reviewed contributions*. 1. vyd. Bratislava : Ústav hydrológie SAV, 2017, CD-ROM, s. 189-200. ISBN 978-80-89139-40-8.

NOSKO, Radovan. Výmoľová erózia v povodí rieky Myjava. In *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering [elektronický zdroj] : 27th Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, Applied Mechanics, Geodesy and Cartography, Landscaping, Building Technology, Theory and Structures of Buildings, Theory and Structures of Civil Engineering Works, Theory and Environmental Technology of Buildings, Water Resources Engineering*. 25. October 2017, Bratislava, Slovakia. 1. vyd. Bratislava : Spektrum STU, 2017, CD-ROM, s. 186-191. ISBN 978-80-227-4751-6.

NOSKO, Radovan - MALIARIKOVÁ, Marcela - JARABICOVÁ, Miroslava - DANÁČOVÁ, Michaela - VÝLETA, Roman. Určovanie nasýtenej hydraulikkej vodivosti v podmienkach Slovenska. In *Vplyv antropogénnej činnosti na vodný režim nížinného územia [elektronický zdroj] : zborník recenzovaných príspevkov z X. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. Zemplínska šírava, SR, 22. - 24. 5. 2018 = Influence of anthropogenic activities on water regime of lowland territory, proceedings of peer-reviewed contributions*. 1. vyd. Bratislava : Ústav hydrológie SAV, 2018, USB kľúč, s. 156-163. ISBN 978-80-89139-41-5.

NOSKO, Radovan. Vplyv vegetácie na povrchový odtok pri meraní so zrážkovým simulátorom Ejkelkamp. In *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering [elektronický zdroj] : 28th Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, Applied Mechanics, Building Technology, Geodesy and Cartography, Landscaping, Theory and Environmental Technology of Buildings, Theory and Structures of Buildings, Theory and Structures of Civil Engineering Works, Water Resources Engineering*. October 24th 2018, Bratislava. 1. vyd. Bratislava : Spektrum STU, 2018, CD-ROM, s. 208-214. ISBN 978-80-227-4864-3.

AFG Abstrakty príspevkov zo zahraničných konferencií

DANÁČOVÁ, Michaela - SZOLGAY, Ján - **NOSKO, Radovan**. Hydrological flow routing for flow conditions before and after the completion of the Gabčíkovo hydropower scheme. In *HydroCarpath 2016. Catchment Processes in Regional Hydrology: From Plot to Regional Scales - Monitoring Catchment Processes and Hydrological Modelling : abstracts of the conference*. Vienna/Bratislava/Sopron, 27. 10. 2016. 1. vyd. Sopron : University of West Hungary Press, 2016, S. 6. ISBN 978-963-334-296-1.

HLAVČOVÁ, Kamila - **NOSKO, Radovan** - MALIARIKOVÁ, Marcela. Formation and development of the gully erosion in the Myjava catchment in Slovakia due to land use changes. In *Geophysical Research Abstracts. Volume 21/2019 [elektronický zdroj] : the open-access abstracts of the EGU General Assemblies*. Göttingen : Copernicus Publications, 2019, online, [1] s. ISSN 1607-7962.

MALIARIKOVÁ, Marcela - **NOSKO, Radovan** - VÝLETA, Roman - DANÁČOVÁ, Michaela - VALENT, Peter. Monitoring of changes in gully erosion in the Myjava catchment from the 18th century to the present. 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.

NOSKO, Radovan - MALIARIKOVÁ, Marcela - VÝLETA, Roman - DANÁČOVÁ, Michaela - HLAČOVÁ, Kamila. Measurement, monitoring and assessment of changes in gully erosion in the Myjava river basin. 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. 32-33. ISBN 978-963-359-092-8.

RANDUSOVÁ, Beata [Karabová, Beata] - KOHNOVÁ, Silvia - STUDVOVÁ, Zuzana - MARKOVÁ, Romana - **NOSKO, Radovan**. Assessment of watershed regionalization for the land use change parameterization. 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.

RONČÁK, Peter - HLAČOVÁ, Kamila - SZOLGAY, Ján - MALIARIKOVÁ, Marcela - **NOSKO, Radovan** - KESZELIOVÁ, Anita. Assessment of changes in forest composition in future decades in Slovakia and their impact on runoff processes. 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.

VALENT, Peter - RONČÁK, Peter - MALIARIKOVÁ, Marcela - **NOSKO, Radovan** - DANÁČOVÁ, Michaela. Impact of Land Use Changes on Long-term and Extreme Runoff Over a Period of Three Centuries: a Case Study from Myjava River Basin, Slovakia. In *Geophysical Research Abstracts. Volume 19/2017 [elektronický zdroj] : the open-access abstracts of the EGU General Assemblies*. Göttingen : Copernicus Publications, 2017, online, [1] s. ISSN 1607-7962.

AFH Abstrakty príspevkov z domácich konferencií

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.

NOSKO, Radovan - MALIARIKOVÁ, Marcela - FENCÍK, Róbert - SZOLGAY, Ján. Využitie metód zberu priestorových dát pre účely zamerania výmoľa v lokalite Turá Lúka. In *GeoKARTO 2018 : zborník abstraktov z medzinárodnej konferencie konanej 6. - 7. septembra 2018 vo Zvolene*. 1. vyd. Bratislava : Kartografická spoločnosť Slovenskej republiky, 2018, S. 22. ISBN 987-80-89060-25-2.

AFK Postery zo zahraničných konferencií

DANÁČOVÁ, Michaela - SZOLGAY, Ján - **NOSKO, Radovan**. Hydrologic flow routing for flow conditions before and after the completion of the Gabčíkovo hydropower scheme. In *HydroCarpath 2016. Catchment Processes in Regional Hydrology: From Plot to Regional Scales - Monitoring Catchment Processes and Hydrological Modelling : posters of the conference*. Vienna/Bratislava/Sopron, 27. 10. 2016. 1. vyd. Sopron : University of West Hungary Press, 2016, S. 10. ISBN 978-963-334-296-1.