

Modelovanie protierózneho účinku trvalej vegetácie

Juraj Lieskovský
Univerzita Matej Bela v Banskej Bystrici
Fakulta prírodných vied
Katedra krajinnej ekológie
Akademická 13
969 00 Banská Štiavnica
Odbor: environmentálna ekológia
5.ročník
E - mail: juraj.lieskovsky@gmail.com

Abstrakt

Práca sa zaoberá modelovaním protierózneho účinku vegetácie a zasakovacích pásov v modelovom území katastra obce Vráble. Určenie protierózneho účinku je dôležité z hľadiska určenia protieróznej funkcie existujúcich porastov ako aj pri plánovaní umiestnenia nových porastov.

Posudzovanie protierózneho účinku vegetácie sa pozostáva z 3 krokov. Prvým krokom je analýza potreby protieróznej funkcie v krajine. Potrebu protieróznej funkcie vyjadruje mapa reálnej erózie pôdy. Druhým krokom je analýza funkčnej účinnosti vegetácie. Analýza spočíva v porovnaní mapy erózie, ktorá by na území bola bez vegetačného krytu s mapou reálnej erózie. Tretím krokom pri posudzovaní funkčného účinku vegetácie je syntéza mapy funkčnej potreby protieróznej funkcie s mapou funkčnej účinnosti vegetácie.

Pri modelovaní erózie pôdy bola použitá rovnica RUSLE ale postup na modelovanie protierózneho účinku vegetácie možno použiť aj s inými modelmi vodnej erózie (USPED, USLE a pod.)

Úvod

Spriemyselňovaním krajiny v druhej polovici 20. storočia došlo k výraznému zredukovaniu krajinnej zelene. Rozorávali sa medze, likvidovali sa sprievodné porasty, vysušovali sa mokrade. Následkom týchto zásahov sa objavil problém s vodnou eróziou pôdy. Rozoraním medzí a zarovnaním terás sa znížili možnosti vsakovania zrážkovej vody do pôdy. Zvýšil sa povrchový odtok, následkom čoho sa rapídne zvýšil odnos pôdy. Problémom tu nie je len samotný odnos ale aj akumulácia čiastočiek pôdy (zanášanie vodných nádrží a pod.). Vodnou eróziou je ohrozených 55% poľnohospodárskeho pôdneho fondu Slovenskej republiky (Demo et al. 1998).

V súčasnosti je nastáva trend opätovného zazeleňovania krajiny. Svahy je potrebné stabilizovať zasakovacími pásmi, ktoré prevádzajú povrchový odtok na podpovrchový a tým zabráňujú erózii na svahu pod pásom. Pri projektovaní výsadiel krajinnej zelene je potrebné jednotlivé prvky vegetácie umiestniť tak, aby bol ich protierózny účinok čo najväčší. Cieľom predloženej práce je vytvoriť postup na modelovanie protierózneho účinku vegetácie a aplikovať model na modelovom území katastra obce Vráble.

Posudzovanie protierózneho účinku vegetácie sa pozostáva z 3 krokov. Prvým krokom je analýza potreby protieróznej funkcie v krajine. Potrebu protieróznej funkcie vyjadruje mapa reálnej erózie pôdy. Druhým krokom je analýza funkčnej účinnosti trvalej vegetácie. Analýza spočíva v porovnaní mapy erózie, ktorá by na území bola bez vegetačného krytu s mapou reálnej erózie. Tretím krokom pri posudzovaní funkčného účinku vegetácie je syntéza mapy funkčnej potreby protieróznej funkcie s mapou funkčnej účinnosti vegetácie.

Použitú dátové zdroje

- Digitálny model reliéfu (získaný interpoláciou vrstevníc z civilných máp ZM 1: 10 000)
- Mapa druhotnej krajinnej štruktúry (získaná interpretáciou civilných máp 1: 10 000, aktualizovaná terénnym prieskumom)
- Mapa bonitačno-pôdno ekologických jednotiek (BPEJ) – zdroj VÚPOP Bratislava
- Tabuľka R faktorov vo vybraných zrážkomerných staniaciach – zdroj VÚPOP Banská Bystrica
- Tabuľka K faktora pre jednotlivé polygóny BPEJ – zdroj VÚPOP Banská Bystrica
- Tabuľka P faktora pre orbu po vrstevniciach (zdroj Wischmeir, Smith 1978)
- Tabuľka C faktorov pre jednotlivé prvky DKŠ - zdroj Hrnčiarová (2001), Department of agriculture (1998)

Analýza potreby protieróznej funkcie

Potrebu protieróznej funkcie vyjadruje mapa reálnej eróznej ohrozenosti pôd vodnou eróziou. Pre analýzu eróznej ohrozenosti pôd bola použitá rovnica RUSLE (Moore a Burch, 1986 a,b .cit Mitasova a kol. 1998, Šimonides, I. 2000, Engel, B. 2003 – Obr.1). Ide o modifikovanú rovnicu USLE (Wischmeir, Smith 1978), v ktorej bol faktor dĺžky a sklonu svahu nahradený LSp faktorom, ktorý vychádza z mapy akumulácie povrchového odtoku.

$$Sp = R \cdot K \cdot C \cdot P \cdot LS_p$$

- Sp – priemerná ročná strata pôdy v t.ha⁻¹.rok⁻¹
- R – faktor eróznej účinnosti dažďa v MJ.ha⁻¹.cm.H⁻¹
- K – faktor náchylnosti pôdy na eróziu v t.ha⁻¹.rok⁻¹
- C – faktor ochranného vplyvu vegetácie
- P – faktor vyjadrujúci vplyv protieróznych opatrení
- LS_p – geomorfologický faktor

Pre R faktor sa použila hodnota nameraná v stanici Vráble (zdroj VÚPOP Banská Bystrica).

Mapa K faktora bola získaná z mapy BPEJ (Bonito-pôdno ekologických jednotiek). Podľa tabuľky, ktorú vypracoval VÚPOP Banská Bystrica bola k jednotlivým polygónom BPEJ priradená hodnota K faktora.

Hodnoty C faktora pre jednotlivé prvky druhotnej krajinnej štruktúry boli prebraté z prác Hrnčiarová (2001) a Department of agriculture (1998). Mapa druhotnej krajinnej štruktúry bola vypracovaná analýzou mapy ZM 1: 10 000, aktualizovaná terénnym výskumom.

Ako jediné protierózne opatrenie bolo uvažované orba po vrstevnici, hodnoty P faktora podľa práce (Wischmeir, Smith 1978).

LS_p faktor prostredníctvom špecifickej prispievajúcej plochy vyjadruje vplyv koncentrácie odtoku na zvýšenie erózie. Pre každú bunku je potom možné vypočítať hodnotu LS_p faktora podľa vzťahu (Moore a Burch, 1986 a,b)

$$LS_p = \left(\frac{A \times p}{22,13} \right)^m \cdot \left(\frac{\sin \beta}{0,0896} \right)^n$$

A – mapa akumulácie povrchového odtoku

p – dĺžka hrany gridu

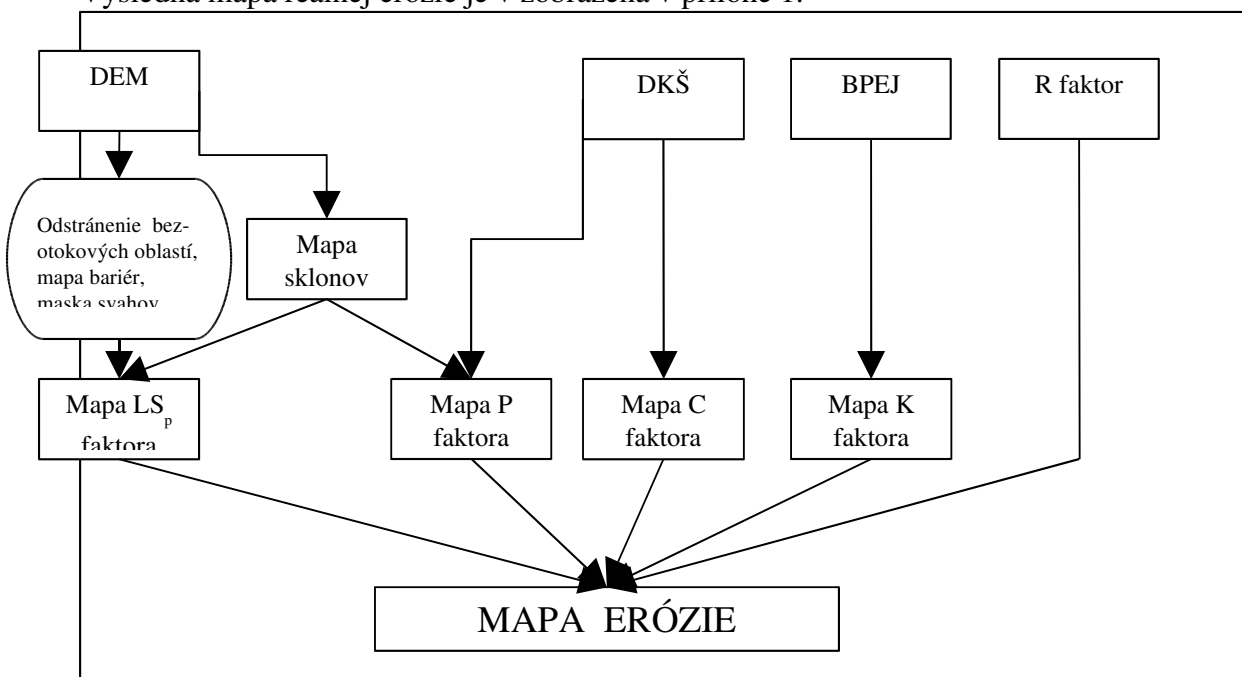
β - sklon svahu v stupňoch

m, n – koeficienty – hodnota závisí od tvaru reliéfu, používa sa m = 0,6 a n = 1,3.

Mapu akumulácie povrchového odtoku bola získaná analýzou DMR. Pred samotnou analýzou bol DMR upravený tak aby bol pre hydrologické analýzy vhodný. Prvým krokom bolo odstránenie bezotokových oblastí príkazom fill sinks. Druhým krokom bolo vytvorenie masky svahov. Keďže erózia je svahový proces boli z DMR vyrezané územia, kde sa predpokladá že prevláda akumulácia nad eróziou (miesta kde sa spomaľuje povrchový odtok). Tretím krokom bolo vytvorenie mapy bariér povrchového odtoku. Za bariéry boli uvažované zberné jarky, toky, násypy a zasakovacie pásy. Bariéram bola priradená hodnota “NoData“, okoliu hodnota 1. Mapa bariér sa vynásobila s DMR čím vznikol hydrologicky korektný DMR vhodný pre ďalšie analýzy.

Na vytvorenie mapy akumulácie povrchového odtoku sa najlepšie osvedčil MD algoritmus (Lieskovský, 2005). Tento algoritmus rozdelí množstvo odtečenej vody v závislosti od rozdielu nadm. výšok medzi jednotlivé susediace pixle. Mapa akumulácie povrchového odtoku je plynulá, nevznikajú kľukaté dráhy povrchového odtoku. Podporujú ho modul r.flowmd pre GRASS a Hydro tools 1.1 pre ArcView. Nevýhodou pri analýze LSp faktora z mapy akumulácie povrchového odtoku je vzniknutá odchýlka maximálnej hodnoty LSp faktora. Odchýlka vzniká pretože sa v údoliach akumuluje všetok povrchový odtok. Tým vzniká minimálne množstvo pixlov s extrémne vysokou hodnotou LSp faktora. Odchýlku možno odstrániť reklasifikáciou extrémne vysokých hodnôt na hodnotu, ktorá ešte je reálne dosiahnuteľná.

Výsledná mapa reálnej erózie je v zobrazená v prílohe 1.



Obr.č.1.Schematické znázornenie modelovania vodnej erózie modelom RUSLE

Analýza funkčnej účinnosti trvalej vegetácie

Pri zostavovaní rovnice na analýzu funkčnej účinnosti sa vychádzalo z poznatku, že trvalá zeleň znižuje vodnú eróziu priamo na pôde kde sa nachádza (účinnosť C faktora) ale aj nepriamo tým že brzdí povrchový odtok a tým znižuje vodnú eróziu aj na pôde mimo vlastného výskytu (účinnosť zasakovacích pásov). Účinnosť trvalej zelene možno teda vyrátať iba ak sa vytvorí model erózie, ktorá by na území bola, keby neexistovali žiadne iné protierózne opatrenia okrem trvalej zelene a dá sa do pomeru s potenciálnou eróziou. Ak chceme protieróznou účinnosť trvalej zelene vyjadriť v percentách musíme tento pomer odčítať od čísla 1 a vynásobiť 100. Mapa protieróznej účinnosti trvalej vegetácie s 3D výrezmi je zobrazená v prílohe 2.

$$UCINNOST_{tz} = \left[1 - \frac{EROZIA_{tz}}{EROZIA_{pot}} \right] \times 100$$

- *UCINNOST_{tz} – Mapa protieróznej účinnosti trvalej zelene*
- *EROZIA_{tz} - Mapa potenciálnej erózie pri existencii trvalej zelene. Znázorňuje vodnú eróziu pôdy, ktorá by na území bola keby okrem trvalej zelene neexistovali žiadne protierózne opatrenia. To znamená že do rovnice RUSLE pri tvorbe tejto mapy sa neuvažovala protierózna účinnosť poľnohospodárskych plodín a orby po vrstevnici*
- *EROZIA_{pot} - Mapa potenciálnej erózie. Vyjadruje eróziu, ktorá by na území bola keby neexistoval vegetačný kryt, ani protierózne opatrenia. Do rovnice RUSLE sa neuvažoval C faktor a P faktor. Pri vytváraní mapy bariér povrchového odtoku sa neuvažovali zasakovacie pásy.*

Syntéza mapy potreby protieróznej funkcie a mapy funkčnej účinnosti trvalej vegetácie

Na mape je znázornené o koľko $\text{ton}^{-1}\text{ha}^{-1}\text{rok}^{-1}$ znižujú jednotlivé formácie trvalej zelene vodnú eróziu pôdy. Pri zostavovaní rovnice na výpočet protierózneho účinku trvalej zelene sa vychádzalo z poznatku, že na zníženie potenciálnej erózie sa podieľajú 3 faktory: trvalá zeleň, poľnohospodárske plodiny a protierózne opatrenia. Miera akou sa trvalá zeleň podieľa na celkovom znižovaní erózie sa vyráta tak, že sa dá do pomeru ku súčtu parciálnej účinnosti všetkých faktorov, ktoré sa na znižovaní erózie podieľajú. Hodnota o koľko $\text{ton}^{-1}\text{ha}^{-1}\text{rok}^{-1}$ tieto faktory znižujú eróziu sa vyráta rozdielom erózie potenciálnej a erózie reálnej. Vynásobením rozdielu potenciálnej a reálnej erózie s podielom funkčnej účinnosti trvalej zelene ku sume funkčných účinností faktorov sa vyráta funkčný účinok trvalej zelene (príloha 3).

$$UCINOK_{tz} = \frac{UCINNOST_{tz}}{UCINNOST_{tz} + UCINNOST_{pp} + UCINNOST_{po}} \times (EROZIA_{pot} - EROZIA_{real})$$

- *UCINOK_{tz}* – Mapa protierózneho účinku trvalej zelene
- *UCINNOST_{tz}* – Mapa protierózneho účinku trvalej zelene
- *UCINNOST_{pp}* – Mapa protierózneho účinku poľnohospodárskych plodín. Bola získaná z mapy C faktora, tým že C faktor trvalej zelene bol reklasifikovaný na hodnotu 1. Mapu protierózneho účinku poľnohospodárskych plodín v % som získal výpočtom:
 - $UCINNOST_{pp} = (1 - \text{mapa C faktora poľnohospodárskych plodín}) \times 100$
- *UCINNOST_{po}* – Mapa účinnosti protierózných opatrení. Mapa bola získaná z mapy P faktora výpočtom
 - $UCINNOST_{po} = (1 - \text{mapa P faktora}) \times 100$
- *EROZIA_{pot}* - Mapa potenciálnej erózie
- *EROZIA_{real}* - Mapa reálnej erózie
-

Záver

Cieľom práce bolo zostavenie postupu na analýzu protierózneho účinku trvalej vegetácie. Postup bol odskúšaný na území katastra obce Vráble. Modelovanie protierózneho účinku trvalej vegetácie vychádza z analýz a syntéz jednotlivých faktorov ovplyvňujúcich eróziu pôdy. Pre modelovanie erózneho ohrozenia pôd bol použitý model RUSLE, postup možno použiť aj s inými modelmi erózie. Presnosť určenia protierózneho účinku trvalej vegetácie závisí od použitého modelu erózie pôdy.

Výstupom modelu je mapa protierózneho účinku trvalej zelene. Účinok zelene sa najviac prejavuje na svahoch, ktoré sú potenciálne najviac ohrozené eróziou. Najväčší účinok majú zasakovacie pásy, ktoré brzdia povrchový odtok a preto sa ich pôsobenie prejavuje aj na pôdach pod pásmi v smere povrchového odtoku. Ich účinok je tým väčší čím sú pásy situované pod menším uhlom vzhľadom na vrstevnice. Porasty, ktoré nebrzdia povrchový odtok sú účinné len na pôdach na ktorých sa nachádzajú.

Literatúra

Demo, M., Bielek, P., Džatko, M., 1998: Usporiadanie a využívanie pôdy v poľnohospodárskej krajine, Nitra: SPU, Bratislava VÚPOP, 1. vydanie, 1998, 302 s.

Department of agriculture, 1998: Landuse map of Langkawi Island.

Engel, B., 2003: Estimating Soil Erosion Using RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) Using ArcView, Purdue University

Hrnčiarová, T., 2001: Ekologická optimalizácia poľnohospodárskej krajiny (modelové územie Dolná Malanta), VEDA, Bratislava, 134s.

Jambor, P., Ilavská, B., 1998: Metodika protierózneho obrábania pôdy, MP SR – VÚPÚ Bratislava, 70 s.

Lieskovský, J., 2005: Metódy na výpočet LS faktora pri modelovaní vodnej erózie pôdy, Fórum mladých geoinformatikov, Zvolen

Lieskovský, J., 2006: Krajinná – ekologické hodnotenie nelesnej drevinovej vegetácie katastra obce Vráble, diplomová práca, UMB Banská Bystrica, 84 s.

Moore, I. and G. Burch. 1986a: Physical basis of the length-slope factor in the universal soil loss equation. Soil Science Society of America Journal 50:1294-1298.

Moore, I. and G. Burch. 1986b: Modeling erosion and deposition: topographic effects. TRANS of ASAE 29(6):1624-1630,1640.

Mitasova, H., Mitas, L., Brown, W. M., Johnston, D., 1998, Multidimensional Soil Erosion/deposition Modeling and visualization using GIS. Final report for USA CERL. University of Illinois, Urbana-Champaign, IL.

Schäuble, H. 2003: Hydrotools 1.1 for ArcView 3.x - user guide, Institute of Applied Geosciences, Technical University of Darmstadt, 12 pp.

Šimonides, I., 2000: Intenzita vodnej erózie pôdy a metódy jej stanovenia (Habilitačná práca), Nitra, SPÚ

Wischmeier, W. H., Smith, D. D., 1978: Predicting Rainfall Erosion Losses - a Guide to Conservation Planning. U. S. Department of Agriculture, Agr. Handbk., 537, Hyatsville, 58 pp.

Adresa autora:

Mgr. Juraj Lieskovský

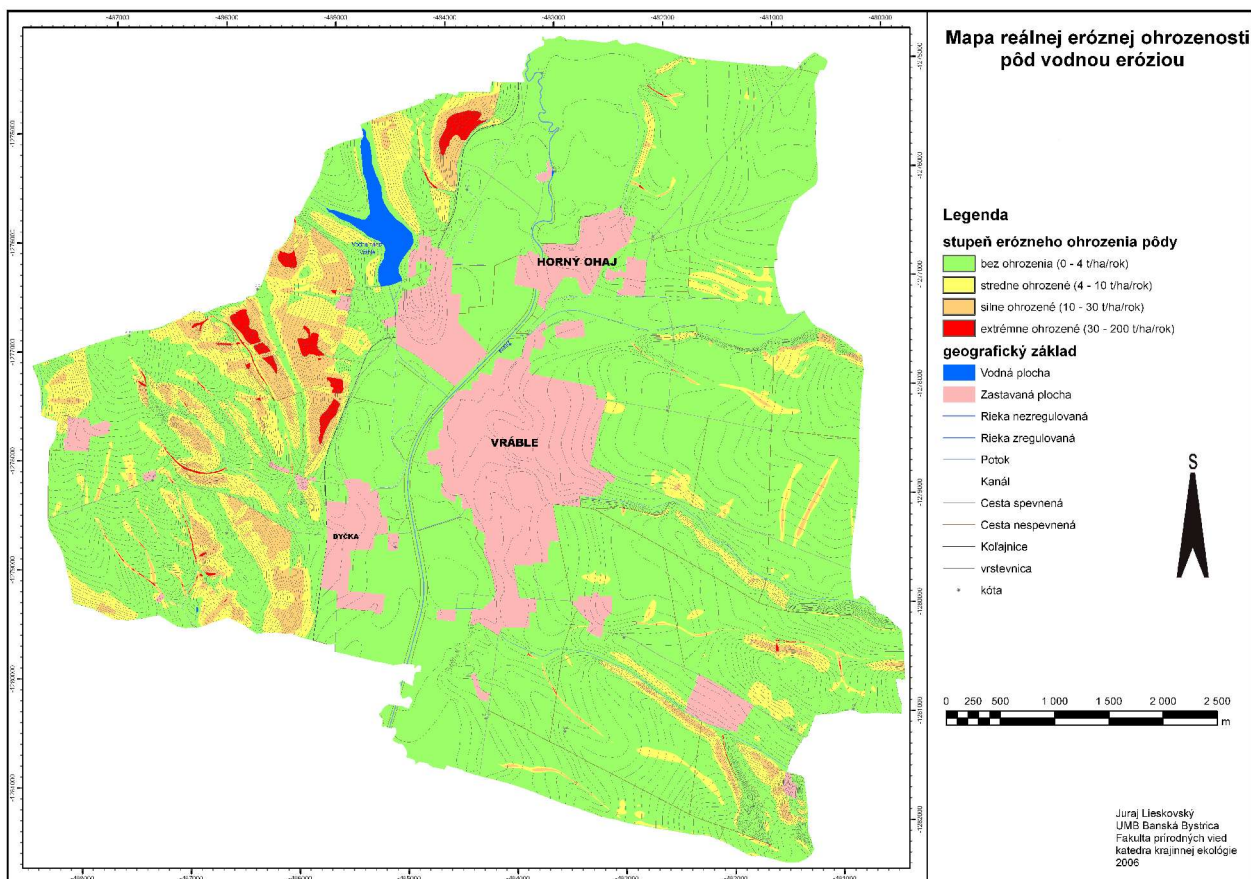
Lúky 1135/66

952 01 Vráble

Juraj.lieskovsky@gmail.com

0907/528 612

Príloha 1. Mapa reálnej erózie

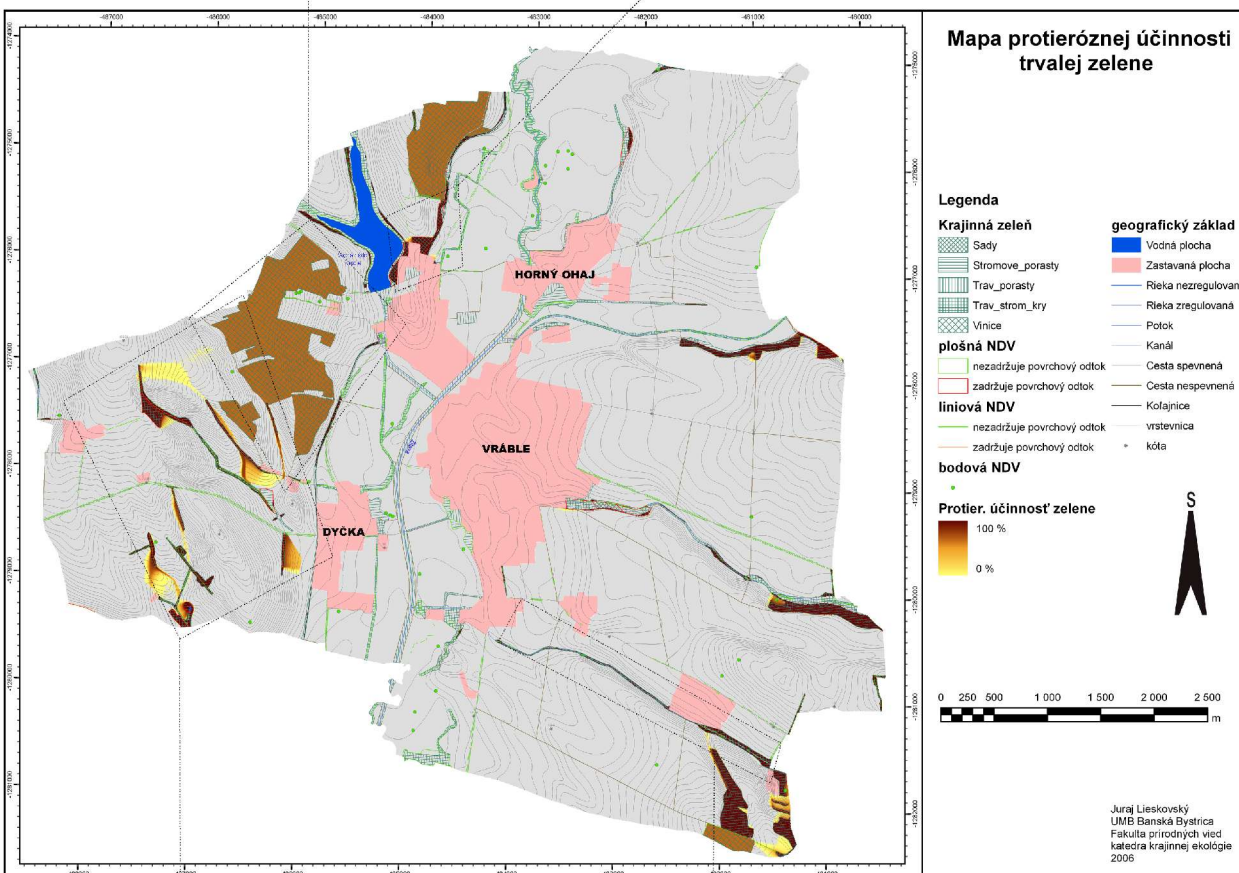
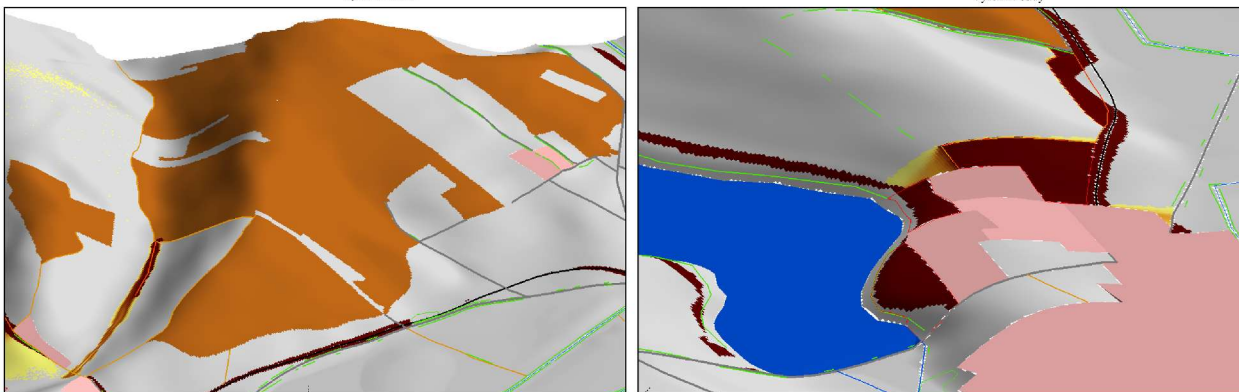


Príloha 2: Mapa protieróznej účinnosti trvalej vegetácie s 3D výřezmi

Výřez 1. Vinice

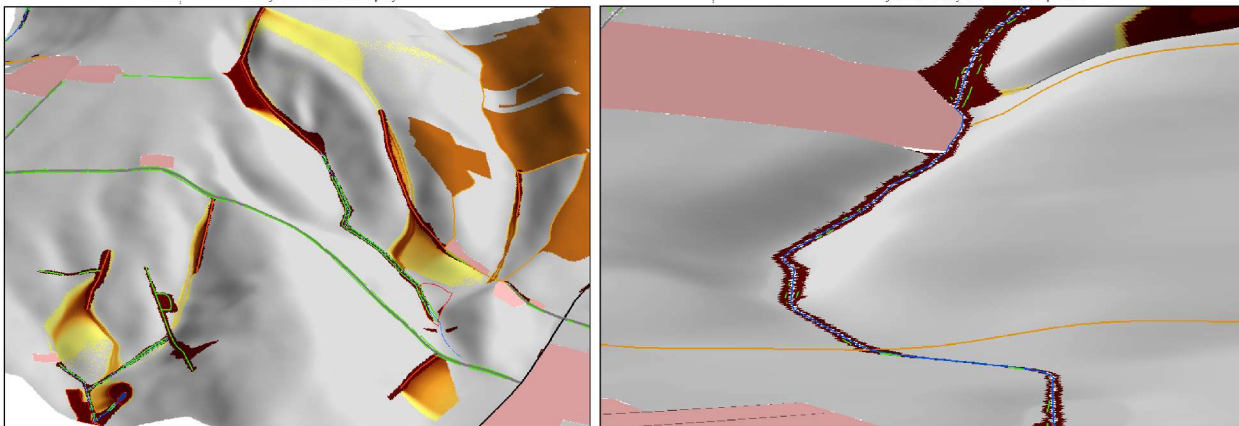
Mozaika 1. Mapa protieróznej účinnosti trvalej zelene a výřezy z mapy

Výřez 2. Sady



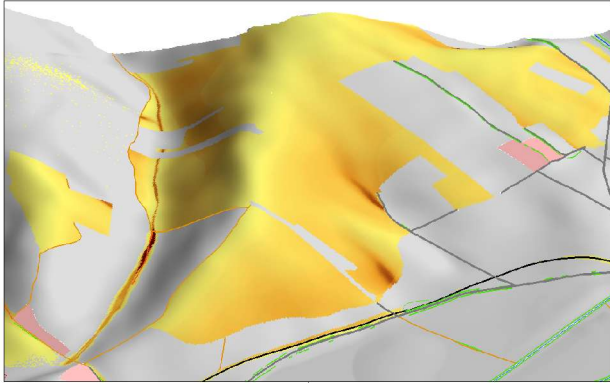
Výřez 3. Zasadovacie pásy

Výřez 4. Porasty stromov a krov pri toku



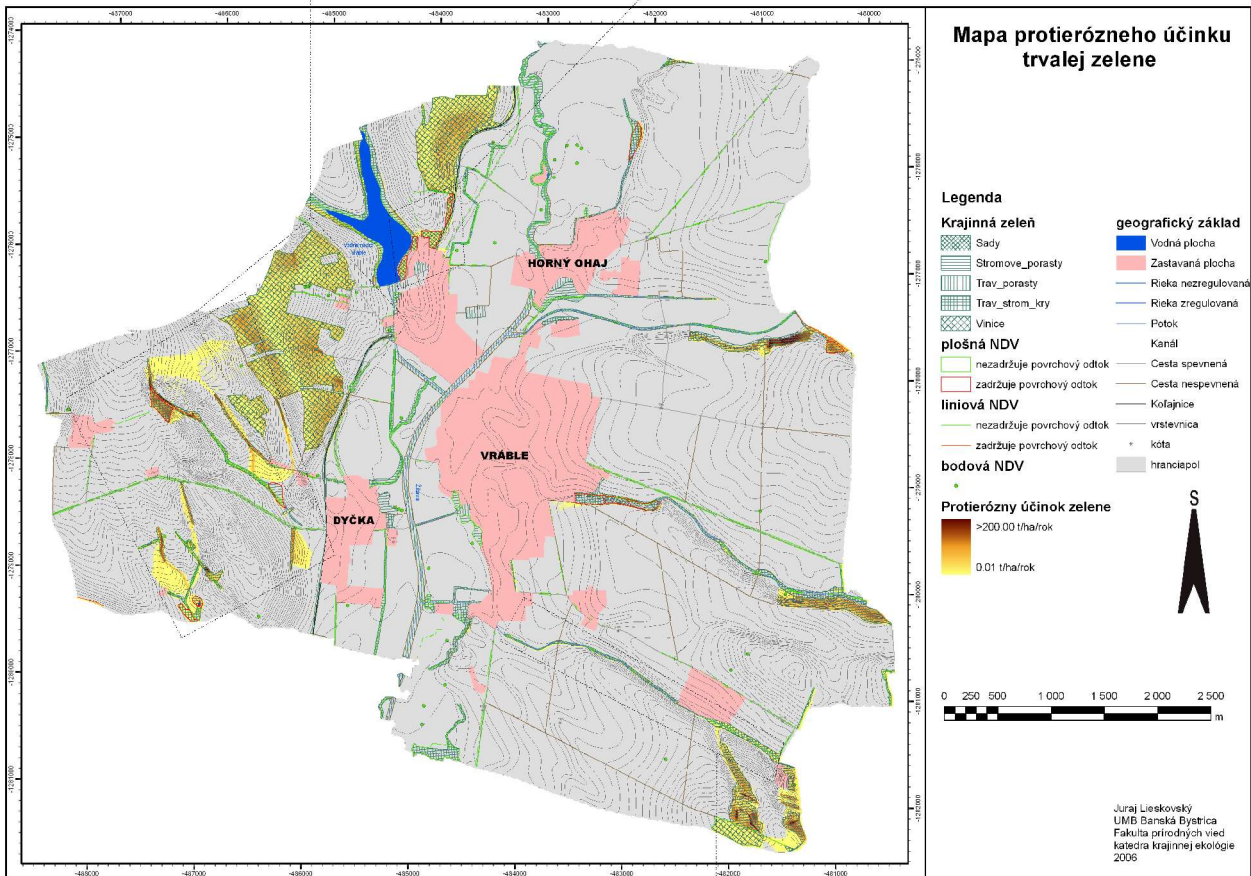
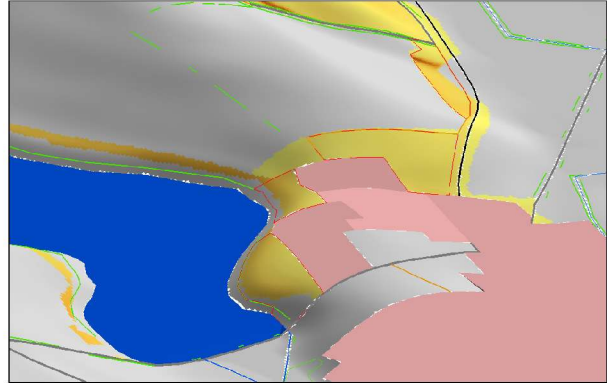
Príloha 2: Mapa protierózneho účinku trvalej vegetácie s 3D výřezmi

Výřez 1. Vínice

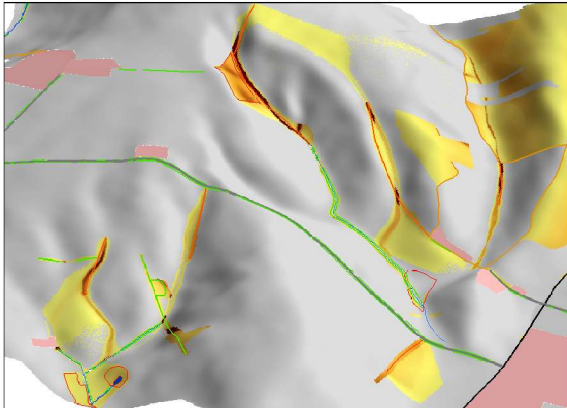


Mozaika 2. Mapa protierózneho účinku trvalej zelene a výřezy z mapy

Výřez 2. Sady



Výřez 3. Zásakovacie pásy



Výřez 4. Porasty stromov a krov pri toku

