

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav

**APLIKÁCIE GIS PRI MODELOVANÍ VODNEJ ERÓZIE A
TRANSPORTU SEDIMENTOV V KRAJINE**

**APPLICATION OF GIS BY MODELLING OF WATER EROSION
AND SEDIMENT TRANSPORT IN THE LANDSCAPE**

FÓRUM MLADÝCH GEOINFORMATIKOV 2009

Ing. Elena Kondrlová
Školiteľ: doc. Ing. Anna Stred'anská, PhD.



Úvod do problematiky

- Vodná erózia je najrozšírenejším degradačným procesom pôdy na Slovensku
- Spôsobuje škody nielen „in situ“ (poľnohospodárska pôda), ale ovplyvňuje aj iné odvetvia hospodárstva, najmä vodné hospodárstvo a z tohto dôvodu hovoríme o integrovanej ochrane pôdy a vody (Antal, 2005)
- Modelovanie v prostredí GIS predstavuje v súčasnosti rýchlo sa rozvíjajúci inžiniersky nástroj, ktorý nachádza použitie v rôznych sférach ľudskej činnosti (pozemkové úpravy, priestorové plánovanie...)



Cieľ

➤ Poukázať na možnosti využitia GIS pri určení intenzity eróznosedimentačných procesov v povodí Širočina. Čiastkové ciele zahŕňajú:

- určenie intenzity straty pôdy spôsobenej vodnou eróziou,

➤ 1. univerzálna rovnica straty pôdy – USLE (Wischmeier, Smith, 1978)

- stanovenie množstva sedimentov transportovaných do vodných recipientov,

➤ 2. pomer odnosu splavenín – SDR (Williams, 1977)

- určenie množstva sedimentov zachytených malými vodnými nádržami v povodí,

➤ 3. záchytný účinok nádrží – A (Brune, 1953)

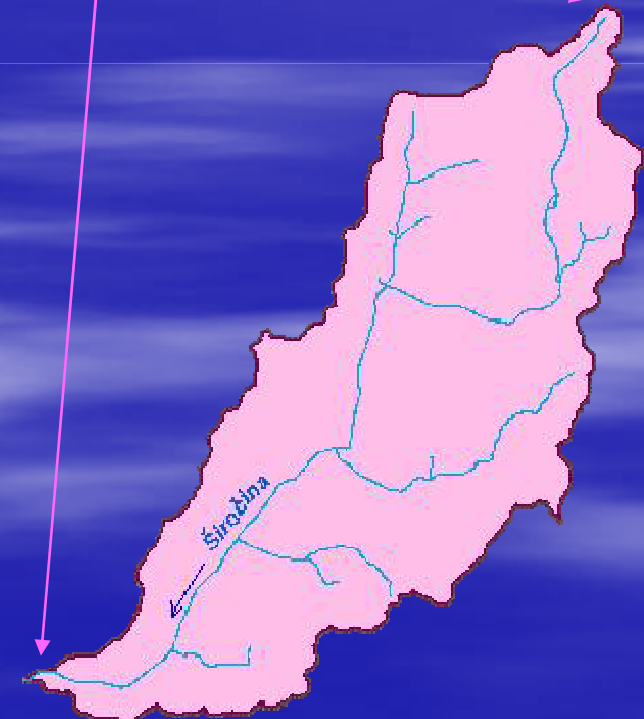
- zistenie výsledného množstva splavenín transportovaných vodným tokom Širočina do rieky Žitavy



Záujmové územie

- Povodie Širočina (rozloha 106 km²)
- Priemerná ročná teplota $t_{\text{priem}} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Priemerný ročný úhrn zrážok $h_{\text{priem}} = 590 \text{ mm}$
- Tvorba vstupných rastrov: ArcView 3.2

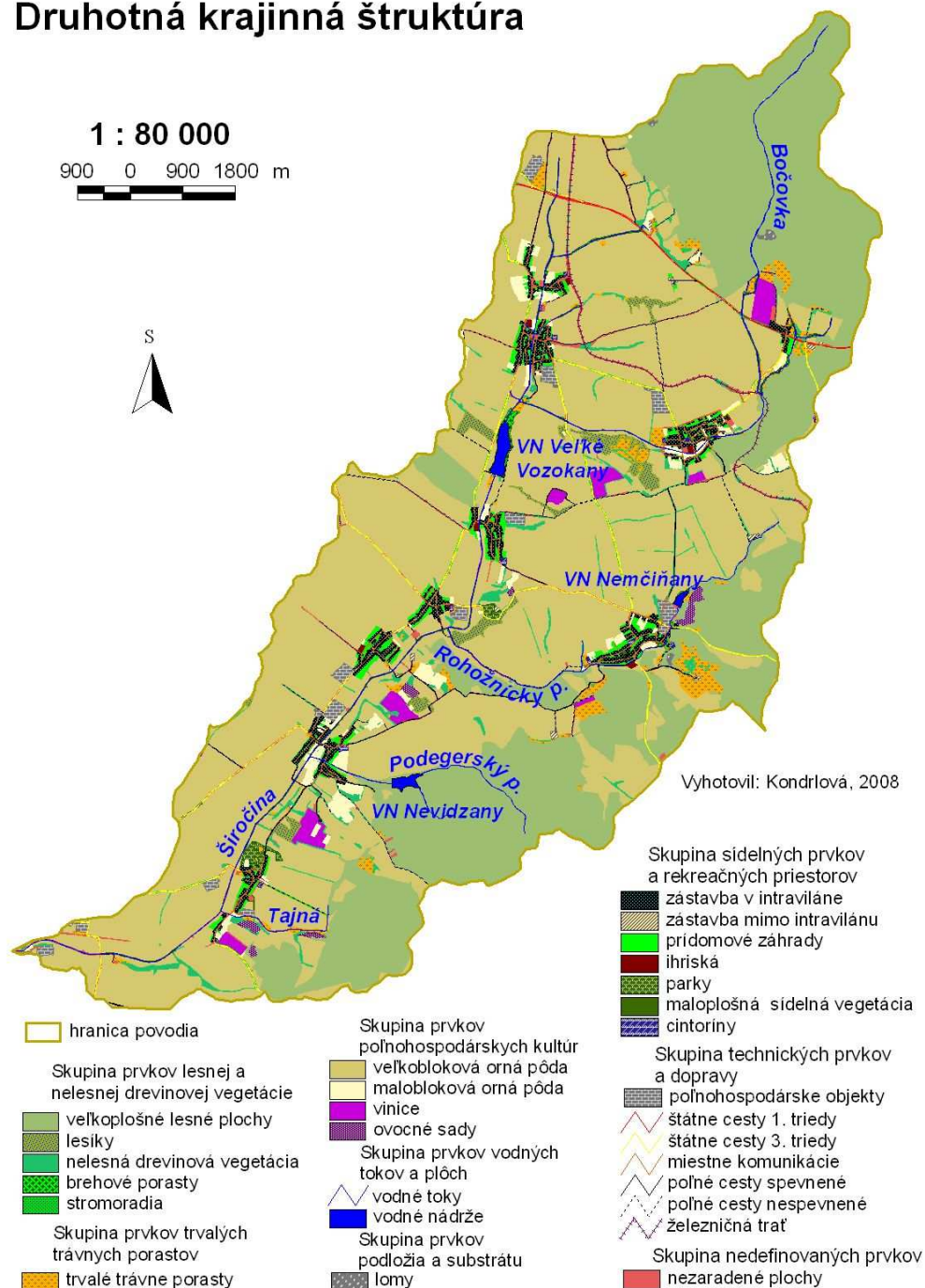
ArcGIS 9.2



Využitie krajiny

- orná pôda – 6153 ha (58 %)
- vinice – 107 ha (1%)
- sady – 30 ha (0,3 %)
- TTP – 192 ha (2 %)
- les – 3235,2 ha (30,5 %)
- zástavba – 551 ha (5,2 %)

Druhotná krajinná štruktúra



Univerzálna rovnica straty pôdy - USLE

-priemerná dlhodobá ročná strata pôdy z územia

$$S_p = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (\text{t.ha}^{-1}.\text{r}^{-1})$$

S_p – priemerná dlhodobá strata pôdy ($\text{t.ha}^{-1}.\text{r}^{-1}$)

R – faktor eróznej účinnosti dažďa ($\text{MJ.ha}^{-1}.\text{r}^{-1}$)

K – faktor erodovateľnosti pôdy (t.MJ^{-1})

L – faktor dĺžky svahu

S – faktor sklonu svahu

C – faktor ochranného vplyvu vegetačného krytu

P – faktor účinnosti protieróznych opatrení

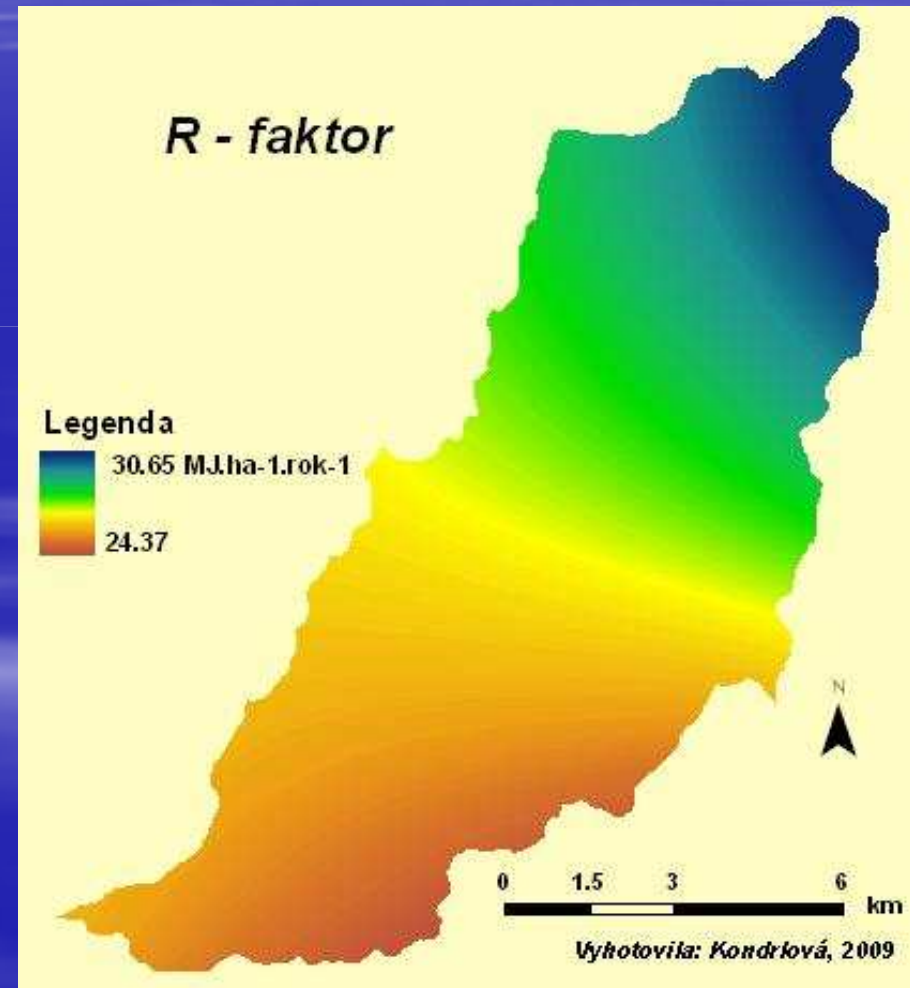


Faktor eróznej účinnosti dažďa (R)

Hodnoty R - faktora vybraných staníc

| Stanice | R-faktor (MJ.ha ⁻¹ .rok ⁻¹) |
|--------------|---|
| Malé Bielice | 14,92 |
| Nitra | 24,62 |
| Nová Baňa | 37,87 |
| Nový Tekov | 22,27 |
| Piešťany | 15,40 |
| Vráble | 25,71 |

$$R_{\text{priem}} = 26,96 \text{ MJ.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$$



Faktor erodovateľnosti pôdy (K)

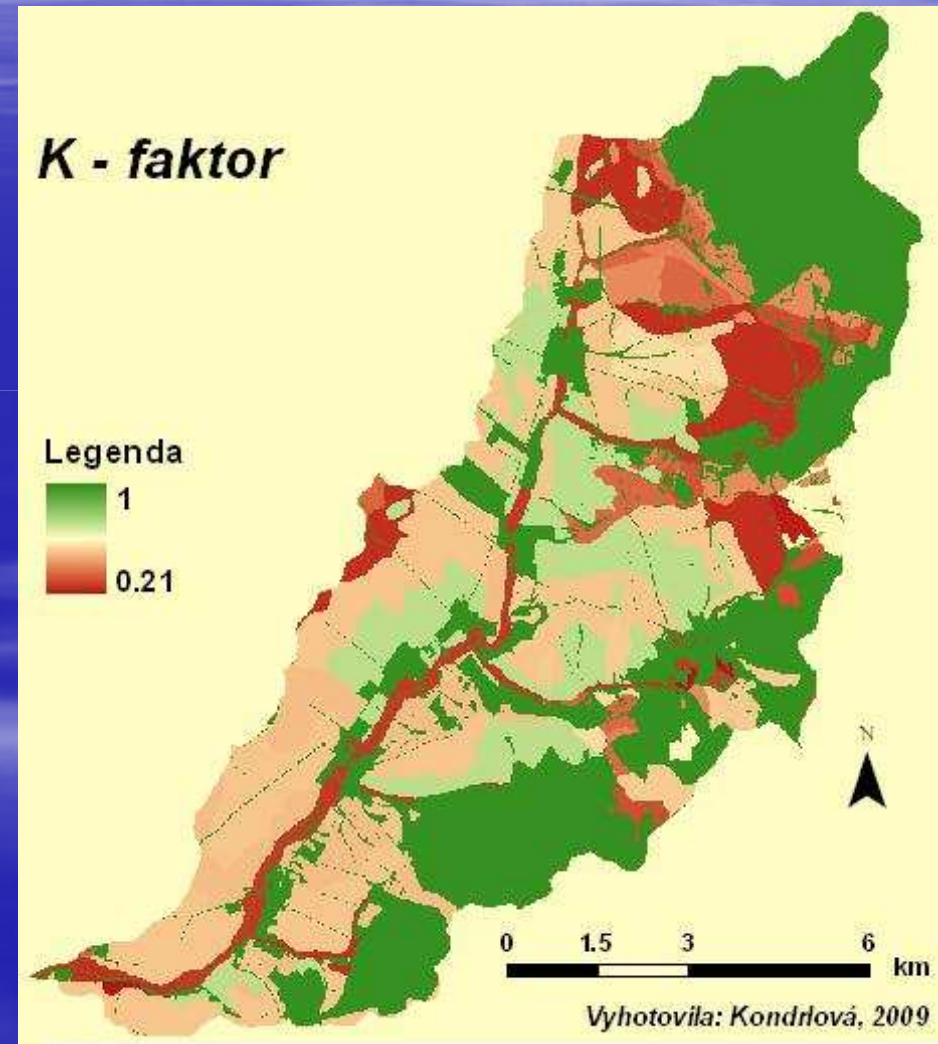
- BPEJ (© VÚPOP, 2008)
- Ilavská, Jambor, Lazúr, 2005

-Poľnohospodárska pôda:

$$K_{\min} = 0,21 \text{ t.MJ}^{-1}$$

$$K_{\max} = 0,72$$

$$K_{\text{priem}} = 0,5$$

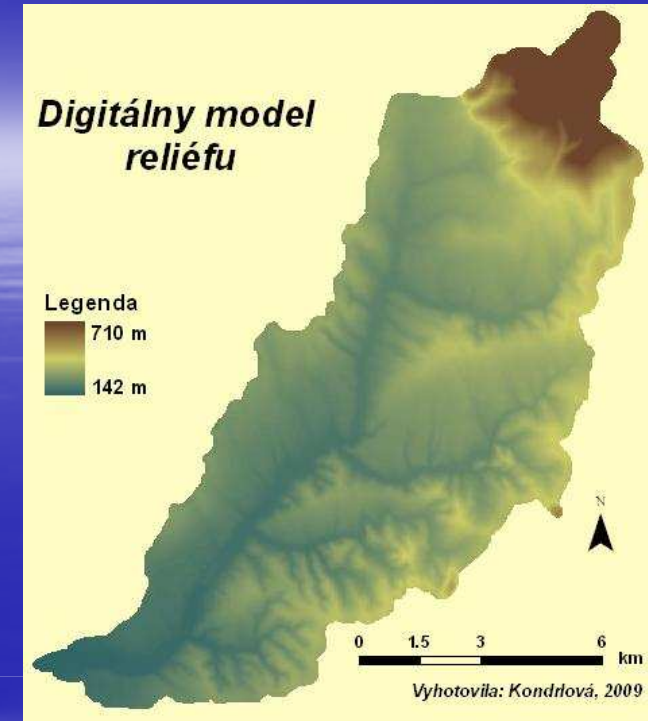
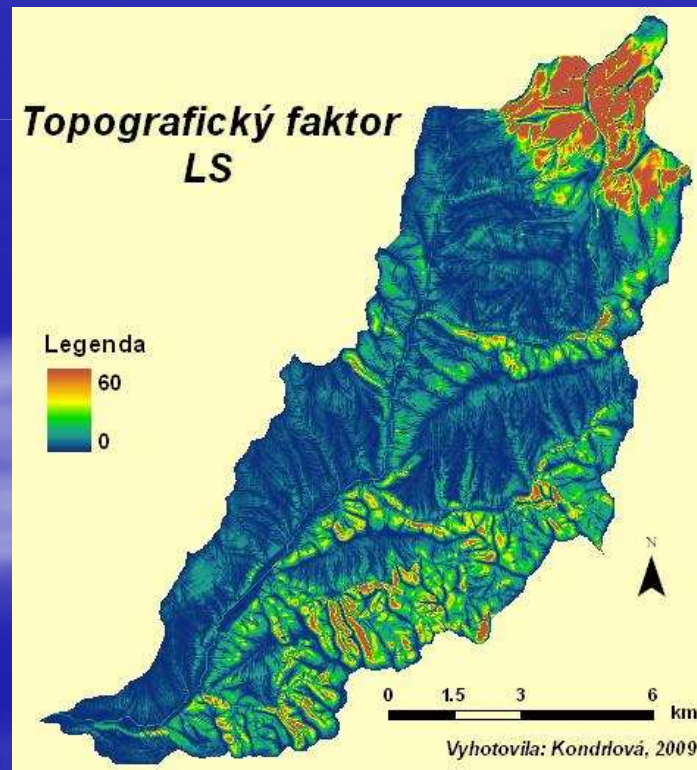


Topografický LS-faktor

$$LS = I_d^{0.5} \cdot (0,0138 + 0,0097 \cdot s + 0,00138 \cdot s^2)$$

kde:

I_d – délka svahu (m)
 s – sklon svahu (%)



Sklon svahu (%)

Spatial Analyst

Smer odtoku

Hydrotools

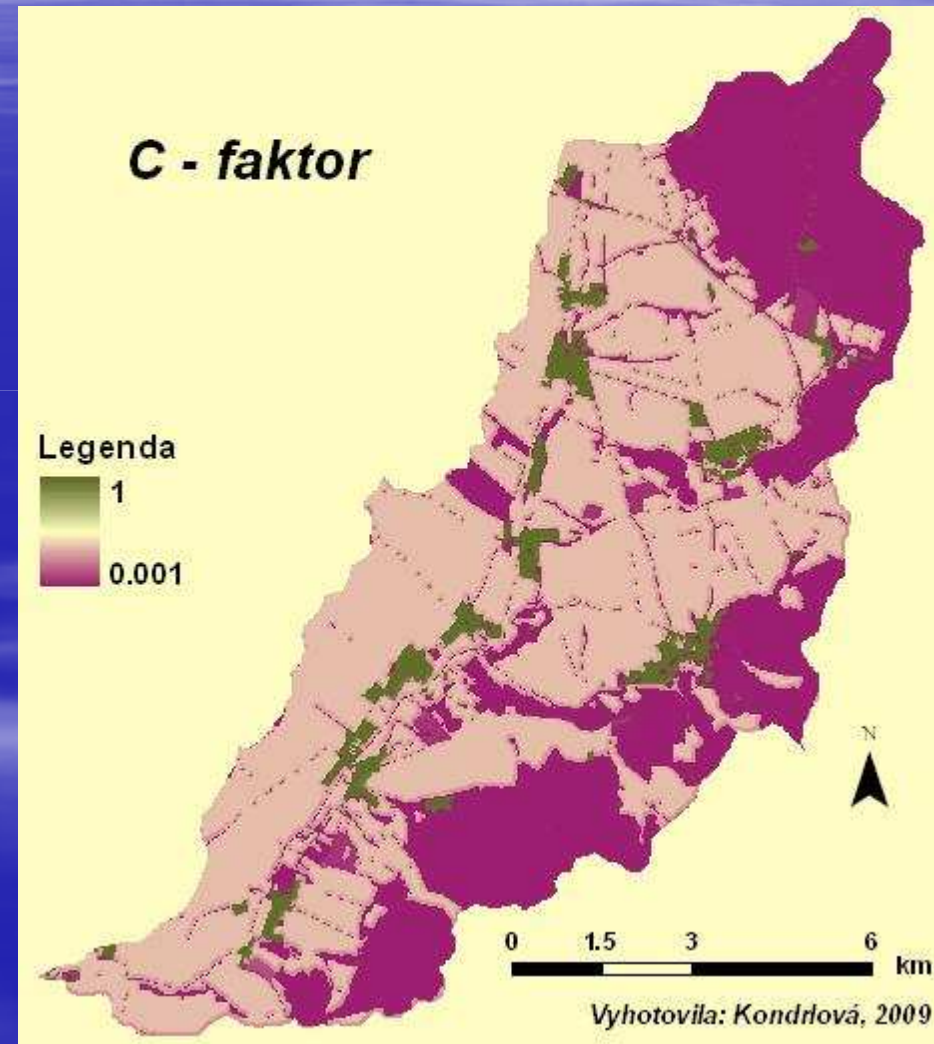
Svahová délka (m)

Faktor ochranného vplyvu vegetačného krytu (C)

- pestované plodiny (Agro NV, a.s.):
- jačmeň siaty (f. j./o.)
- raž siata (f. j./o.)
- pšenica letná (f. o.)
- kukurica siata (s/z)
- repka olejka
- slnečnica ročná
- lucerna siata, trávny

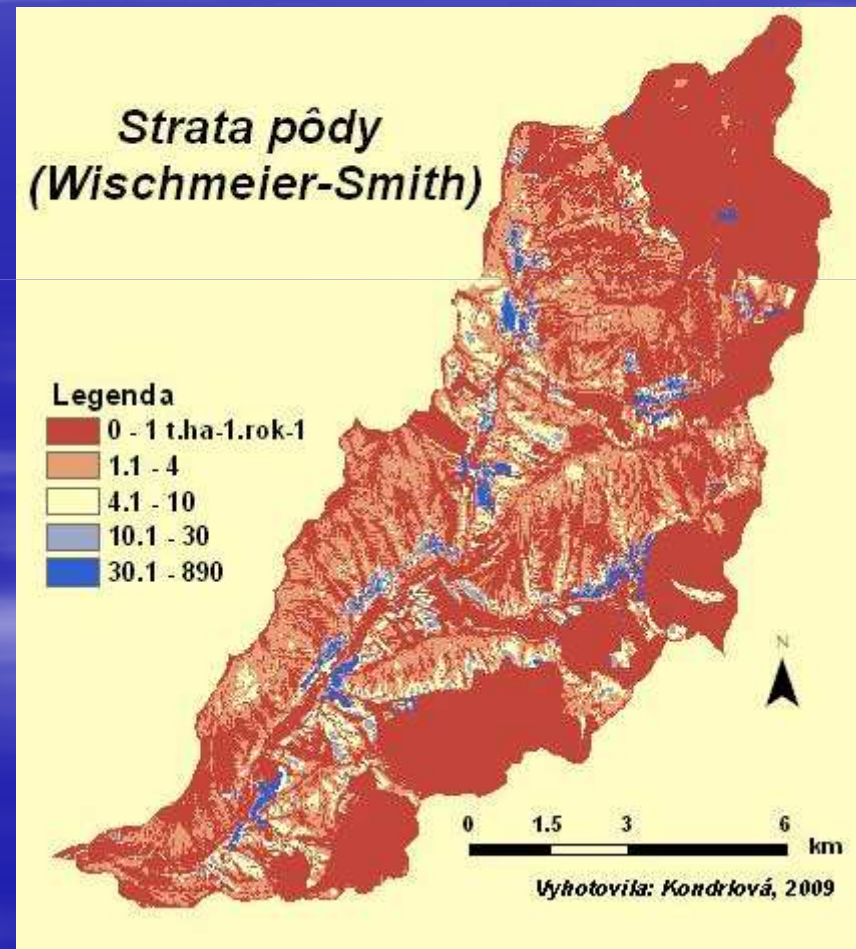
C – faktor:

- orná pôda: $C_{\text{priem}} = 0,14$
- les: $C = 0,001$
- TTP: $C = 0,005$
- NDV: $C = 0,003$



Intenzita straty pôdy

Celkové množstvo erodovaných
pôdnych častíc: 33626 t



Pomer odnosu splavenín – SDR (Williams, 1977)

-pomer medzi celkovou ročnou stratou pôdy a ročným množstvom splavenín

$$\text{SDR} = 1,366 \cdot 10^{-11} \cdot P_p^{-0,0998} \cdot S_r^{0,3629} \cdot \text{CN}^{5,447}$$

kde:

P_p – plocha povodia (km^2)

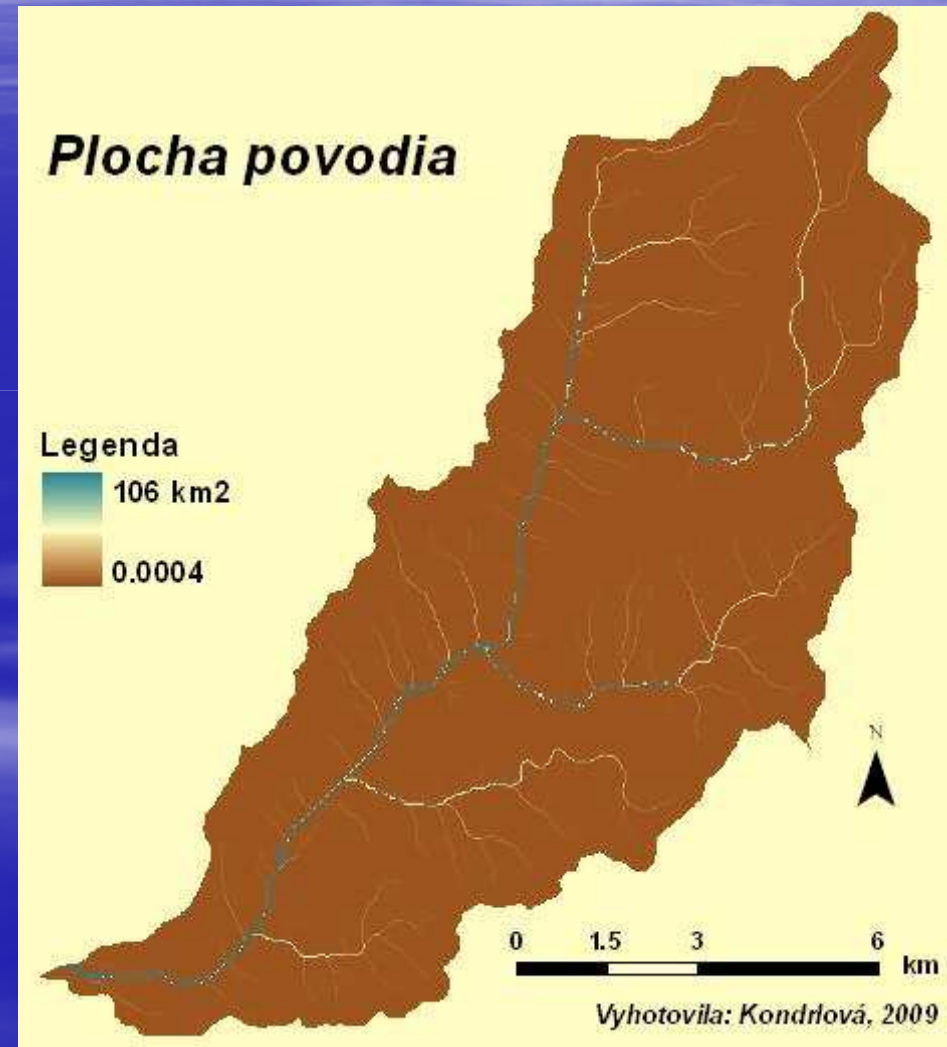
S_r – reliéfový pomer ($\text{m} \cdot \text{km}^{-1}$)

CN- dlhodobé priemerné číslo odtokovej krivky



Plocha povodia (P_p)

-určenie výmery prispievajúcej plochy pre každú bunku rastra

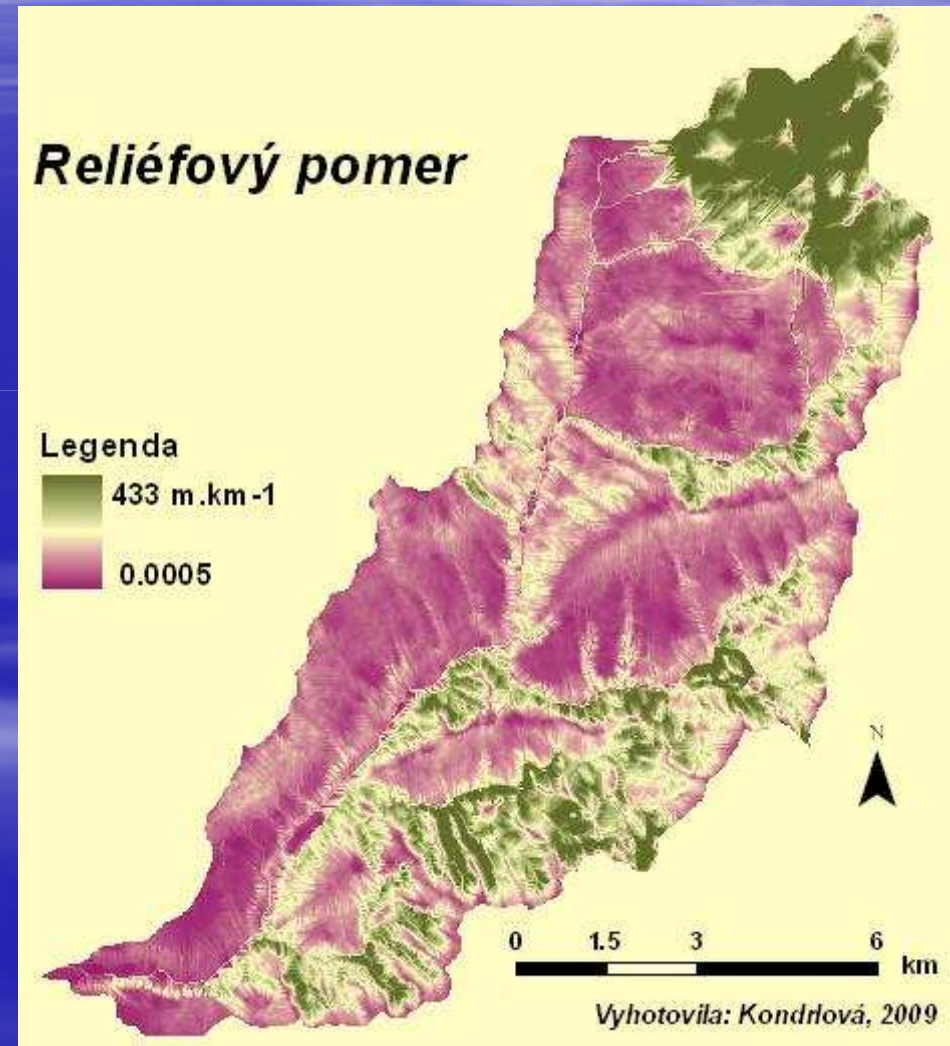


Reliéfový pomer (S_r)

-pomer výškového rozdielu a
dĺžky odtokovej dráhy

-použitá metóda
spriemerovaného sklonu
(Šinka, 2008)

$$\text{Sklon}_{\text{reprez}} = \frac{\text{Akumulácia odtoku, Váha: sklon}}{\text{Akumulácia odtoku, bez váhy}}$$

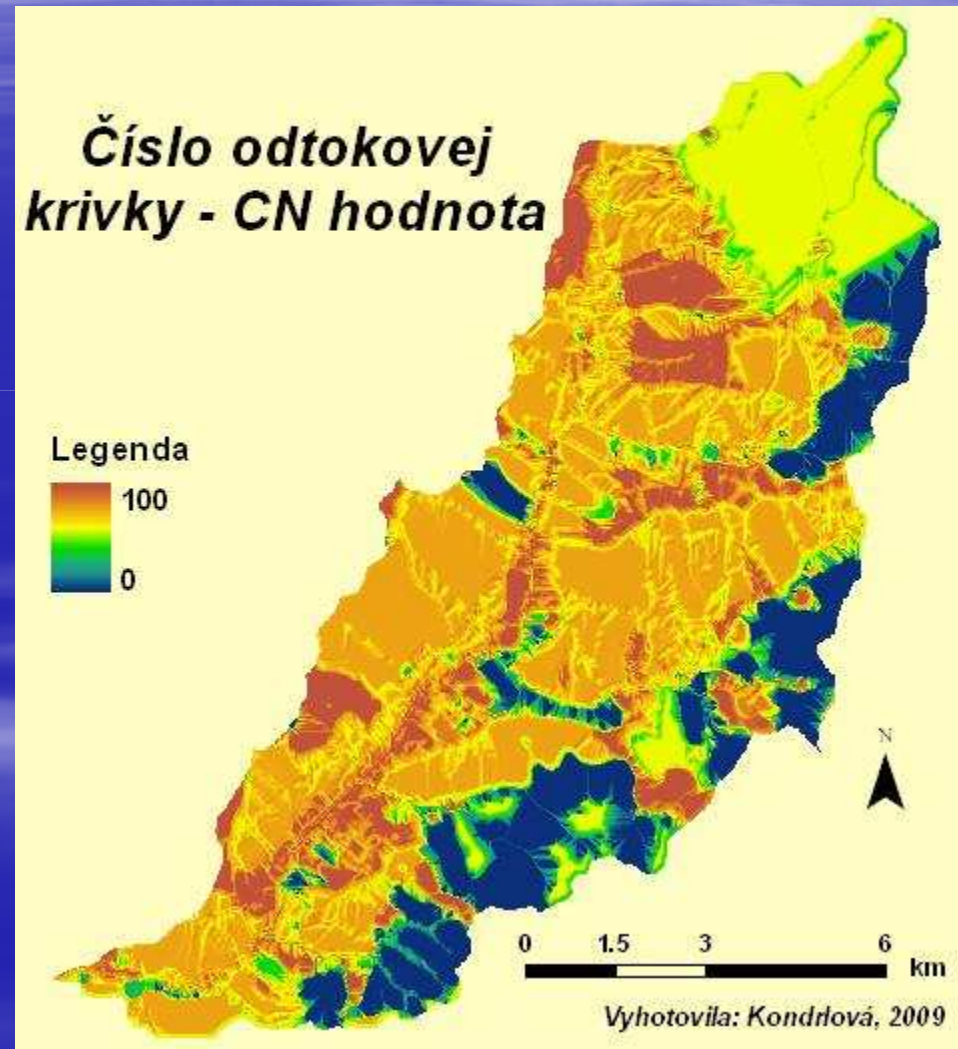


Číslo odtokovej krivky

- hydrologická charakteristika vlastností pôd (kat. A, B, C, D)
- využívanie pôdy
- kvalita pôdneho krytu
- spôsob obrábania pôdy
- Ven Te Chow, 1964 (in Antal, 1997)

- použitá metóda spriemerovanej hodnoty CN (Šinka, 2008)

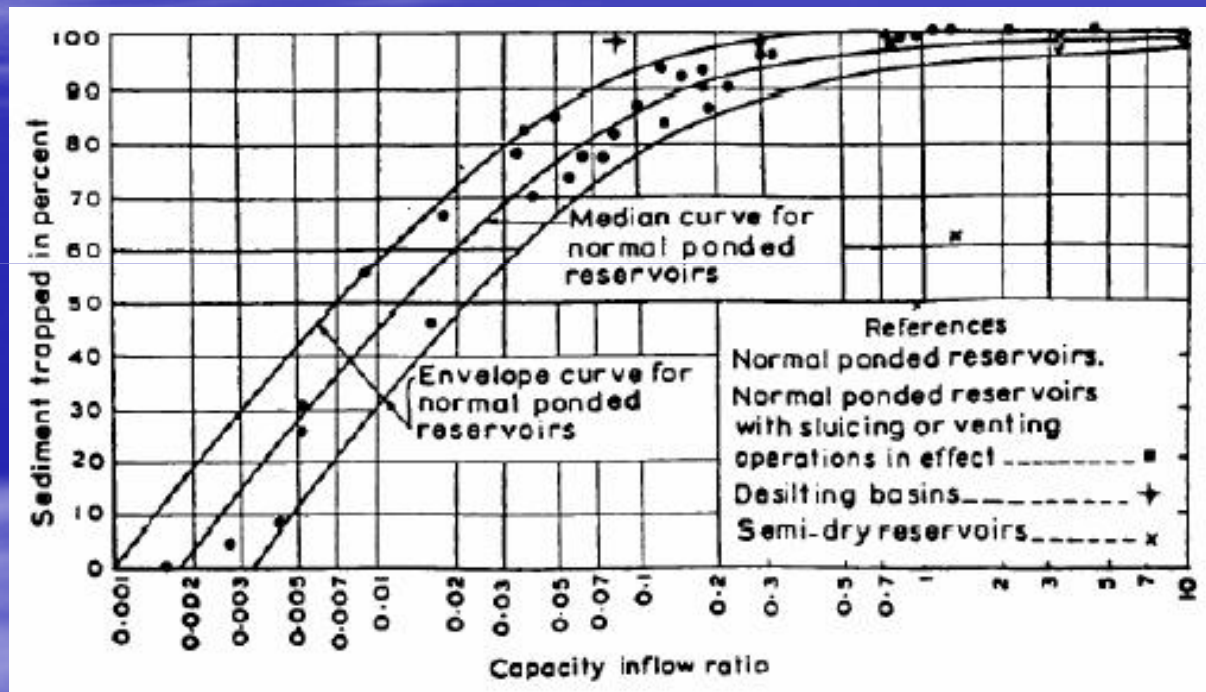
$$CN_{\text{reprez}} = \frac{\text{Akumulácia odtoku, Váha: CN hodnoty}}{\text{Akumulácia odtoku, bez váhy}}$$



Záchytný účinok nádrže (A)

-množstvo sedimentov zachytených v prietočných nádržiach

-Bruneho krivka (Brune, 1953)



- množstvo zachytených sedimentov (%) ako pomer veľkosti zásobného priestoru nádrže - C (capacity) k priemernému ročnému prietoku vody - I (inflow)

Malé vodné nádrže v povodí Širočina

| Nádrž | Zásobný priestor (m ³) | Priemerný ročný prietok (l.s ⁻¹) |
|----------------|------------------------------------|--|
| Veľké Vozokany | 431250 | 220 |
| Nevidzany | 102500 | 50 |
| Nemčiňany | 46500 | 30 |

Zdroj: Slovenský vodohospodársky podnik, 2008



Výsledky modelovania

Zachytené množstvo splavenín v malých vodných nádržiach

| Nádrž | Plocha povodia (ha) | C/I | A (%) | Zachytené sedimenty | |
|----------------|---------------------|-------|-------|---------------------|---------|
| | | | | (m ³) | (t) |
| Veľké Vozokany | 3962,9 | 0,062 | 80,0 | 6671,6 | 9340,2 |
| Nevidzany | 1042,4 | 0,065 | 80,5 | 862,6 | 1207,6 |
| Nemčiňany | 468,1 | 0,049 | 77,0 | 386,1 | 540,5 |
| Spolu | — | — | — | 7920,3 | 11088,4 |

Celkové množstvo:

- erodovaných pôdných častíc z povodia: 33626 t
- nezachytených sedimentov, transportovaných do recipientu: 32486 t
- sedimentov zachytených v nádržiach: 11088 t
- splaveniny transportované tokom Širočina uzáverovým profilom v zaústení do rieky Žitava: 21398 t

Záver

V príspevku sme poukázali na možnosti využitia prostriedkov GIS pri modelovaní erózných a sedimentačných procesov. Presnosť výsledkov uskutočnených analýz priamo závisí od kvality vstupných údajov. Treba podotknúť, že aj pri kvalitných vstupných dátach modelové simulácie poskytujú len všeobecnú predstavu o odozve hospodárenia v povodí na stratu pôdy a množstvo sedimentov. Presnosť výsledkov modelovania by bolo vhodné overiť meraniami v teréne použitím vhodnej metódy výskumu.



Ďakujem za pozornosť

PodĎakovanie:

Príspevok bol vypracovaný v rámci projektov VEGA 1/4404/07 a VEGA 1/4412/07.

Kontakt: Ing. Elena Kondrlová, Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Hospodárska 7, 94976 Nitra, email:elena.kondrlova@gmail.com, elena.kondrlova@uniag.sk