

# Aplikácia GIS pri spracovaní krajinnоекologického plánu mesta Považská Bystrica

*J. Hreško, P. Mederly, F. Petrovič: Processing of the Landscape Ecological Plan of the City of Považská Bystrica Using GIS. Život. Prostr., Vol. 37, No. 1, 45 – 48, 2003.*

GIS application in urban landscape ecological planning is presented on a case study of the city of Považská Bystrica. The core of the research was developing a methodology for landscape-ecological plan that consists of logical sequence of the following procedures: analysis, synthesis, interpretation, evaluation and formulation of proposals. The GIS was mostly used in a part devoted to evaluation of abiotic landscape stability and the resistance to specific processes. Purpose-made models were used and the focus was put to landscape resistance to landslide processes, water erosion and substrate and underground water pollution by rainfall.

V príspevku chceme poukázať na význam a možnosti využitia nástrojov GIS pri spracovaní abiotickej časti krajinnоекologického plánu mesta na príklade sídelného útvaru Považská Bystrica. Vychádzali sme z metodiky krajinnоекologického plánu (KEP), ktorá predstavuje logickú postupnosť krokov od analýz cez syntézy, interpretácie až po hodnotenia a návrhy. V rámci modelového územia sme použili digitalizované podklady v mierke 1 : 10 000, ktoré boli vstupnými údajmi pre ďalšie spracovanie v prostredí ArcView a ArcInfo, resp. ich modulov. Na úrovni analýz boli spracované morfometrické parametre georeliéfu (sklon a orientácia svahov). Interpretáciou leteckých snímok a terénneho výskumu bola spracovaná mapa súčasnej krajinněj štruktúry. Na úrovni syntéz boli vytvorené abiokomplexy a operačné priestorové jednotky v podobe mikropovodií.

Význam GIS vidíme najmä vo fáze hodnotenia územia pri stanovení abiotickej stability krajiny a jej odolnosti voči vybraným procesom na báze účelovo vytvorených modelov. Pozornosť sme venovali najmä hodnoteniu odolnosti krajiny voči zosuvným procesom, procesom vodnej erózie a náchylnosti územia na znečistenie substrátu a podzemných vôd zrážkovou vodou. Významnú súčasť krajinnоекologického plánu miest a obcí predstavujú hodnotenia, ktoré vychádzajú z výsledkov analýz a syntéz. KEP by mal byť vstupným materiálom pre územnoplánováciu dokumentáciu mesta,

najmä ako podklad na zosúladenie rozvojových zámerov s prírodnými podmienkami a predpokladmi.

Skúmaným územím bolo mesto Považská Bystrica, ktoré pozostáva z 12 katastrálnych území s rozlohou 9 052,45 ha. Pri posudzovaní a vyhodnocovaní širších vzťahov sme zohľadňovali aj vymedzené prírodné regióny mimo administratívnych hraníc mesta. Morfometrické vlastnosti georeliéfu boli vyhodnotené pomocou 3D programu ArcView, pričom ako vstup do výpočtov slúžila sieť vrstevníc v základnom intervale 5 m a sieť základných vrcholových a sedlových bodov v území.

V prvej časti dokumentácie boli vymedzené základné priestorové jednotky územia sídelného útvaru (SÚ) Považská Bystrica – prírodné regióny a subregióny. Tieto jednotky sú na účely hodnotenia priestorových vzťahov a procesov v krajine veľké a nehomogénne, preto bolo treba vymedziť menšie priestorové jednotky. Vhodnými jednotkami sú *mikropovodia*, vymedzené na základe reliéfovo-hydrologických vzťahov (charakterizované sú najmä smermi a intenzitou základných reliéfových a hydrologických procesov). Vyčlenené abiokomplexy síce tvoria oveľa podrobnejšiu údajovú bázu na topickej úrovni a ich využitie je mnohoraké, ale neobsahujú informácie potrebné na vyhodnotenie priestorovo nadradených chorických vzťahov a procesov. Morfodynamická interpretácia povodí predstavuje jednu z možných metód hodnotenia územia z hľadiska jeho ohroze-



1. Pestrá krajinná štruktúra v Podmaníne, mestskej časti Považskej Bystrice

nosti reálnymi a potenciálnymi geomorfologickými procesmi, ako je fluvialná erózia, výmoľová erózia, erózia pôdy, povodne a svahové deformácie. Celkovo sme v území vymedzili 5 základných povodí, 23 čiastkových povodí a 134 elementárnych jednotiek – mikropovodí.

Každé mikropovodie sme potom charakterizovali nasledujúcimi údajmi:

- veľkosť povodia (ha),
- priemerná nadmorská výška (m),
- výškový gradient – rozdiel najvyššej a najnižšej nadmorskej výšky (m),
- priemerný uhol sklonu (stupne),
- priemerná dĺžka svahu po spádnicí (m),
- polohová charakteristika (P – počiatková poloha, T – tranzitná poloha, K – koncová poloha),
- priepustnosť substrátu (stupeň transmisivity),
- odolnosť pôdy voči mechanickému poškodeniu (faktor eróznej náchylnosti pôdy),
- ochranný účinok vegetácie (faktor ochranného účinku podľa prevládajúcej jednotky súčasnej krajinnej štruktúry).

Uvedená databáza vlastností mikropovodí bola základom výpočtu interpretovaných charakteristík abiotických procesov v krajine, ktoré vstupujú do hodnotenia celkovej odolnosti krajiny.

Pod *abiotickou stabilitou krajiny* chápeme schopnosť prírodného krajinného systému (s dôrazom na abiotické prvky krajiny) vnútornými mechanizmami vyrovnávať vonkajšie pôsobenie prírodných a antropogénne podmienených procesov na krajinu a jej zložky tak, aby podstatné vlastnosti systému ostali zachované.

V rámci KEP sa hodnotia nasledujúce aspekty abiotickej stability:

- odolnosť krajiny voči zosuvným procesom,
- odolnosť krajiny voči procesom vodnej erózie,
- odolnosť krajiny voči znečisteniu substrátu a podzemných vôd,
- abiotická stabilita krajiny (celková odolnosť, resp. štruktúrna stabilita).

• Pri hodnotení *odolnosti krajiny voči zosuvom* v prípade územia mesta Považská Bystrica sme vychádzali z atribútov vybraných zložiek krajiny hodnotených pre vyčlenené mikropovodia. Z vlastností horninového prostredia sme použili *index transmisivity hornín*, ktorý je stanovený v hydrogeologických mapách (Kullman, 1988). Predpokladáme, že lepšia priepustnosť horninového prostredia je faktorom znižujúcim riziko vzniku zosuvov. Z georeliéfu sme ako relevantné faktory vybrali *priemerný sklon svahov* a *priemernú dĺžku svahov*, resp. *faktor sklonu* a *faktor dĺžky svahu*. Hodnoty týchto faktorov



2. Masív Manínov dotvára krajinný obraz Považskej Bystrice

sme určili podľa Wischmeiera a Smitha (1978). Vyššia sklonitosť a väčšia dĺžka svahu sú faktory zvyšujúce riziko vzniku zosuvov.

Zjednodušený model pre výpočet hodnotenia odolnosti mikropovodí voči zosuvom:

$$Z_s = T/S \cdot L,$$

kde  $Z_s$  = index potenciálnej náchylnosti povodí na zosúvanie,

$T$  = index transmisivity hornín,

$S$  = faktor sklonu reliéfu,

$L$  = faktor dĺžky svahu.

Na základe porovnania vypočítaných hodnôt s reálne sa vyskytujúcimi zosuvnými lokalitami a územiami potenciálne náchylnými na zosúvanie sme potom v posudzovanom území vymedzili 4 kategórie (stupne) odolnosti mikropovodí voči zosuvným procesom:

- vysoká odolnosť ( $Z_s$  = viac ako 1,00) – 7 mikropovodí (18,4 % územia),
- stredná odolnosť ( $Z_s$  = 0,6 – 1,00) – 11 mikropovodí (9,1 % územia),
- nízka odolnosť ( $Z_s$  = 0,30 – 0,59) – 40 mikropovodí (24,0 % územia),
- veľmi nízka odolnosť ( $Z_s$  = 0,0 – 0,29) – 75 mikropovodí (48,5 % územia).

Územie SÚ Považská Bystrica je vzhľadom na zložité geologické podmienky málo odolné voči zosuvným pro-

cesom, čo potvrdzuje aj pomerne značný výskyt zosuvných lokalít a území náchylných na zosúvanie.

• Pri hodnotení *odolnosti územia voči procesom vodnej erózie* sme vychádzali z princípov univerzálnej rovnice eróznej straty pôdy podľa metodiky Wischmeiera a Smitha (1978), modifikovanej na podmienky ČSFR (napr. Pasák, 1984; Janeček a kol., 1992). Univerzálna rovnica výpočtu straty pôdy vodnou eróziou má tvar:

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P,$$

$G$  = celková teoretická strata pôdy v  $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ,

$R$  = faktor erózneho účinku dažďa,  
 $K$  = faktor náchylnosti pôdy na eróziu,

$L$  = faktor dĺžky svahu,

$S$  = faktor sklonu svahu,

$C$  = faktor ochranného vplyvu vegetácie,

$P$  = faktor účinnosti protieróznych opatrení.

Hodnoty jednotlivých faktorov sme vyjadrili podľa Miklósa a kol. (1990), výsledné hodnoty sme upra-

vili do päťstupňovej škály:

- veľmi vysoká odolnosť (potenciálny odnos 0 – 1  $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ) – 7 mikropovodí (18,4 % plochy územia),
- relatívne vysoká odolnosť (potenciálny odnos 30 – 120  $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ) – 13 mikropovodí (8,2 % územia),
- stredná odolnosť (potenciálny odnos 120 – 250  $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ) – 42 mikropovodí (26,5 % územia),
- nízka odolnosť (potenciálny odnos 250 – 500  $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ) – 36 mikropovodí (24,4 % územia),
- veľmi nízka odolnosť (potenciálny odnos viac ako 500  $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ) – 37 mikropovodí (22,5 % územia).

• *Ohrozenie vrchnej časti litosféry cudzorodými látkami*, ktoré prenikajú do pôdy a potom *do substrátu* prevažne zrážkovou a snehovou vodou, predstavuje významný ukazovateľ kvality životného prostredia. Pri stanovení stupňa odolnosti krajiny a jej mikropovodí voči uvedenému druhu ohrozenia sme vychádzali z fyzikálno-chemických vlastností hornín, ktoré boli interpretované v podobe *transmisivity hornín*, ako ju uvádza Kullman (1988) na základných hydrogeologických mapách ČSSR. Ďalšou relevantnou veličinou v algoritme stanovenia odolnosti voči znečisteniu je *sklon reliéfu* – s rastúcim sklonom svahov sa zvyšuje rýchlosť povrchového odtoku, znižuje sa priesak, a tým aj ohrozenosť možným znečistením. Na základe týchto dvoch faktorov

sme vytvorili zjednodušenú rovnicu pre výpočet stupňa odolnosti mikropovodí voči znečisteniu:

$Z_c = T \cdot 1/S$ , t. j.  $Z_c = T/S$ , kde

$Z_c$  = index potenciálnej náchylnosti mikropovodí na znečistenie,

$T$  = index transmisivity hornín,

$S$  = faktor sklonu reliéfu.

Výpočet sme uskutočnili pre každé mikropovodie, pričom sme vychádzali z vážených priemerov hodnôt faktorov pre jednotlivé priestorové jednotky. Výsledkom sú štyri kategórie odolnosti substrátu voči znečisteniu:

- vysoká odolnosť ( $Z_c = 1,80 - 6,04$ ) – 19 mikropovodí (8,5 % územia),
- stredná odolnosť ( $Z_c = 1,00 - 1,80$ ) – 35 mikropovodí (24,9 % územia),
- nízka odolnosť ( $Z_c = 0,50 - 1,00$ ) – 54 mikropovodí (31,9 % územia),
- veľmi nízka odolnosť ( $Z_c = 0,02 - 0,50$ ) – 26 mikropovodí (34,7 % územia).

Najvyššia miera rizika znečistenia podzemných vôd a substrátu v regióne Považská Bystrica je v oblastiach nív, terás a náplavových kužeľov vodných tokov a v menej členitých oblastiach kotlinovej pahorkatiny, ktoré sú práve najintenzívnejšie využívané. Potvrďuje to aj aktuálne znečistenie podzemných vôd a substrátu.

• Na základe výsledkov predchádzajúcich čiastkových hodnotení odolnosti krajiny voči poškodzujúcim procesom sme vypracovali súhrnný *ukazovateľ abiotickej stability (resp. odolnosti)* vyčlenených mikropovodí. Cieľom je zostavenie typizácie mikropovodí podľa kombinácií čiastkových ukazovateľov odolnosti voči hodnoteným ohrozujúcim procesom – zosuvom, erózii a znečisteniu substrátu i podzemných vôd. Vymedzili sme štyri kategórie abiotickej stability územia:

- pomerne veľká abiotická stabilita – 1 683,4 ha (18,6 % územia),
- stredná abiotická stabilita – 2 354,1 ha (26,0 % územia),
- nízka abiotická stabilita 2 502,0 ha (27,6 % územia),
- veľmi nízka abiotická stabilita – 2 513,0 ha (27,8 % územia).

Vymedzenie kategórií abiotickej stability prostredia a náchylnosti na vybrané poškodzujúce procesy má význam predovšetkým z hľadiska stanovenia limitov hospodárskeho využívania jednotlivých mikropovodí – vstupuje teda ako jeden z podkladov do procesu určovania abiotických limitov a regulatívov v návrhovej fáze krajinnoeologického plánu.

Územie sídelného útvaru Považská Bystrica je vzhľadom na pomerne veľkú členitosť reliéfu, pôdne vlastnosti a klimatické podmienky náchylné na vznik a pôsobenie procesov vodnej erózie. Aktívne sa erózia prejavuje na poľnohospodárskej pôde, predovšetkým na pozemkoch

dľhodobu využívaných ako orná pôda. Základnou podmienkou je sklon reliéfu, ktorý by mal byť minimálne 5° a neprerušená dĺžka svahu aspoň 100 m. Plochy postihnuté intenzívnou plošnou vodnou eróziou v posudzovanom území predstavujú 663 ha (7,3 % plochy katastra).

V príspevku sme poukázali na jeden z možných prístupov vytvorenia základných priestorových údajov, ktoré vstupujú do komplexného hodnotenia stability a poškodenia krajiny v rámci spracovania dokumentácie krajinnoeologického plánu mesta s využitím nástrojov GIS. Tieto priestorové informácie predstavujú podklad pre návrhovú časť krajinnoeologického plánu, ktorá vychádza z koncepcie udržateľného rozvoja. Jeho hlavným cieľom je sformulovať zásady, regulatívy a limity ďalšieho využívania územia na základe podrobnej analýzy a hodnotenia stavu krajiny a jej zložiek v posudzovanom území a poskytnúť tak podklad pre ďalšie etapy spracovania územnoplánovacej dokumentácie mesta. Prezentovaný príspevok je súčasťou územnoplánovacej dokumentácie SÚ Považská Bystrica (Kostovský a kol., 2002), ktorého tvorbu financovalo mesto Považská Bystrica.

## Literatúra

- Janeček, M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika ÚVTIZ 5/1992. ÚVTIZ, Praha, 1992, 110 s.
- Kostovský, D. a kol.: Územný plán mesta Považská Bystrica – Prieskumy a rozbor. AUREX Bratislava, 2002.
- Kullman, E.: Základná hydrogeologická mapa ČSSR, mierka 1 : 200 000. List Gottwaldov. GÚDŠ Bratislava, 1988.
- Miklós, L. a kol.: Ekologický generel ozelenenia poľnohospodárskej krajiny SR. I. časť – krajinnoeologické podmienky. Ekologická štúdia. ÚKE SAV Bratislava, 1990.
- Pasák, V.: Ochrana půdy před erozí. SZN Praha, 1984, 160 s.
- Wischmeier, W. H., Smith, D. D.: Predicting Rainfall Erosion Losses – a Guide to Conservation Planning. U. S. Department of Agriculture, Agr. Handbk., 537, Hyatsville, 1978, 58 pp.

Doc. RNDr. Juraj Hreško, PhD., Katedra ekológie a environmentalistiky Fakulty prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra [landscape.eco@post.sk](mailto:landscape.eco@post.sk)

RNDr. Peter Mederly, Regioplán, Mostná 13, 949 01 Nitra, [rplan@flynet.sk](mailto:rplan@flynet.sk)

Mgr. František Petrovič, Ústav krajinnej ekológie SAV Bratislava, Pobočka Nitra, Akademická 2, P. O. Box 23/B, 949 01 Nitra, [Frantisek.Petrovic@savba.sk](mailto:Frantisek.Petrovic@savba.sk)