

HODNOTENIE HROZBY ERÓZIE PÔDY K Ú. PRŠA APLIKÁCIU GIS

Adriana ZLACKÁ¹

Abstract: *The aim of the contribution is to establish the spatial information concerning potential soil water and wind erosion hazard using geographical information system (GIS). Spatial distribution of the areas with potential for erosion and deposition was modelled by the use of empirical-statistical models. We focus on the analysis and interpretation of the intensity of potential erosion processes in relation to the natural conditions and land use. The study area (350 ha) is located in the southern part of Slovakia.*
Key words: *natural hazards, potential soil erosion, GIS, natural landscape, land use*

Úvod

Urýchlená vodná a veterná erózia predstavuje najmä v dlhodobom poľnohospodársky využívaní krajiny prírodnú hrozbu, ktorá v závislosti od prírodnej a súčasnej štruktúry krajiny, môže mať výrazný negatívny vplyv na záujmy ľudskej spoločnosti a môže spôsobovať výrazné obmedzenia budúcich ľudských aktivít. Hodnotiť hrozbu (v angl. hazard) akéhokoľvek prírodného procesu znamená v zmysle práce Minár, Tremboš (1994) hodnotiť výsledky pôsobenia tohto iniciálneho procesu, jeho fyzikálne prejavy, z hľadiska záujmov človeka či plánovaných činností. V prípade erózneho odnosu je to možné vyjadriť množstvom odnesenej pôdy z určitej plochy za isté obdobie, resp. kartograficky vyjadriť areály, ktoré sú najviac ohrozené eróznym odnosom (prekročený limit v odnose pôdy), s limitným odnosom pôdy, s odnosom pôdy bez limitu a areály akumulácie materiálu. V našom prípade prekročený prípustný limit v odnose pôdy bol hodnotený s ohľadom na poľnohospodárske využívanie krajiny.

Príspevok predstavuje jeden z možných efektívnych prístupov k získaniu priestorovej informácie o veľkosti hrozby potenciálnej urýchlenej vodnej a veternej erózie pôdy s využitím geografických informačných systémov (GIS). Pri hodnotení hrozby urýchlenej vodnej erózie bol použitý známy empiricko-štatistický model USLE, ktorý bol pôvodne vyvinutý pre odhad erózneho odnosu pre lokálne podmienky v poľnohospodársky využívaní krajiny. Prostredie GIS umožňuje výrazné zefektívnenie a priestorové spresnenie výpočtov a priestorovej distribúcie jednotlivých parametrov modelu, ako aj celkovej intenzity erózneho odnosu. Avšak mechanická aplikácia USLE modelu do prostredia GIS, vzhľadom na jeho podstatu, neprináša dostatočné výsledky. Pre konkrétne územie je vždy potrebné samostatne expertne posúdiť a vyriešiť problém reálnej dĺžky svahov (napr. veľkosť vplyvu jednotlivých bariér na zmenu intenzity povrchového odtoku) a zároveň je nevyhnutné vylúčiť plochy, na ktorých prevláda akumulácia materiálu, s ktorou model nepočíta.

Výsledky hodnotenia hrozby potenciálnej erózie pôdy prezentované v príspevku boli spracované ako parciálne podkladové informácie pre projekt pozemkových úprav a miestneho územného systému ekologickej stability katastrálneho územia Prša.

Mgr. Adriana Zlacká, Katedra geografie a regionálneho rozvoja, Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove, Ul. 17. novembra 1, 081 16 Prešov, e-mail: azlacka@unipo.sk

CHARAKTERISTIKA MODELOVÉHO ÚZEMIA

Modelové územie má rozlohu 350 ha. Jeho hranica je vymedzená hranicou katastrálneho územia Prša, ktoré administratívne patrí do Banskobystrického kraja a okresu Lučenec. Z hľadiska regionálneho geomorfologického členenia Slovenska patrí územie do Juhoslovenskej kotliny (podcelok Lučenská kotlina a časť Novohradské terasy) (Mazúr, Lukniš, 1980). Georeliéf má charakter roviny, v južnej polovici s rovným a v severnej polovici mierne zvlneným povrchom, s veľmi malou výškovou členitosťou do 29,5 m. Nadmorská výška georeliéfu dosahuje 177 m n. m., v lokálnej depresii na nive Suche (Z časť územia), až 206,5 m n. m. v SZ časti, na hranici územia (oblasť Líščieho vrchu).

Geologicko-substrátový komplex k. ú. Prša je tvorený výlučne kvartérnymi sedimentami. Vyskytujú sa tu fluválne a eolické, resp. eolicko-deluviálne sedimenty. Plošne prevládajú holocénne fluválne sedimenty hlinito-piesčité a ílovité, ktoré boli naakumulované Suchou a 2 menšími vodnými tokmi. Nad pravobrežnou časťou nivy Suche sa nachádzajú akumulácie mladopleistocénnych fluválnych sedimentov nízkych terás (würm), tvorených piesčitými štrkami a akumulácie piesčitých štrkov spodnej strednej terasy (riss). Na plošinách a miernych svahoch (do 3°) v severnej polovici územia sa vyskytujú akumulácie würmských eolických, resp. eolicko-deluviálnych sedimentov - sprašových hĺn (Vass et al., 1992).

Na holocénnych nivách s fluválnymi nivnými sedimentami sa vyvinuli fluvizeme glejové a fluvizeme modálne karbonátové. Tieto pôdy patria do skupiny pôd iniciálnych s iniciálnym pôdotvorným procesom, okrem nich sa lokálne na svahoch s väčším sklonom (7-12°) nachádzajú regozeme modálne. V južnej časti územia, na nive Suche, sa vyskytujú čiernice glejové, patriace do skupiny pôd molických s procesom intenzívneho hromadenia a premeny organických látok. Na sprašových hlinách a fluválnych terasových sedimentoch sa vyvinuli pôdy patriace do skupiny pôd ilimerických s procesom translokácie a akumulácie koloidných ílovitých častíc a organických látok v podmienkach priesakového, resp. sezónne priesakového typu vodného režimu - hnedozeme pseudoglejové a hnedozeme luvizemné. Na svahoch s výraznejším sklonom sa lokálne vyskytuje erodovaná forma hnedozemí.

Územie sa nachádza v teplej klimatickej oblasti s priemerne 50 a viac letnými dňami v roku (denné maximum teploty vzduchu dosahuje 25 °C a viac) a jeho teplom, suchom okrsku s chladnou zimou (Lapin et al., 2002). Priemerný ročný úhrn zrážok dosahuje 550-600 mm (Faško, Šťastný, 2002) a priemerná ročná teplota vzduchu je 8,5-9 °C (Šťastný et al., 2002). Územie patrí do povodia Ipľa. Najvýraznejším vodným tokom je Suchá a Pršíansky kanál.

Potenciálnu prirodzenú vegetáciu predstavujú v južnej časti územia lužné lesy nížinné (Ulmenion) na nive Suche, od nivy najmä dubovo-hrabové lesy karpatské (Carici pilosae-Carpinenion betuli) a na terasových plošinách v severnej časti územia dubovo-cerové lesy (Quercetum petraeae-cerris s. l.) (Mágy, 1985).

Územie je intenzívne poľnohospodársky využívané, so zameraním na rastlinnú výrobu. Vo využití zeme absolútne dominuje orná pôda. V oblasti intravilánu sa nachádza zástavba rodinných domov spolu so sadiami a záhradami, areál poľnohospodárskeho dvora a v extraviláne medzi Pršíanskym kanálom a Suchou je poľné letisko. Geoekologicky stabilizujúca nelesná stromová a krovinná vegetácia sa v území nachádza veľmi ojedinele, takmer absentuje.

TEORETICKO-METODOLOGICKÉ ASPEKTY

Potenciálna vodná erózia pôdy

Potenciálna vodná erózia pôdy je taká erózia, ku ktorej by v území s určitými stabilnými abiotickými podmienkami došlo za predpokladu, že by tam priebeh erózných procesov neovplyvňovala vegetačná pokrývka a rôzne zásahy človeka (napr. biologicko-technické protierózne opatrenia) (Stehlík, 1970, Midriak, 1983). Vodná erózia pôdy je zrážkovou vodou indukovaný eróznno-akumulačný proces (prívalové zrážky, topiaci sa sneh), ktorého dôsledkom je vytváranie nežiaducich foriem (stružky, ryhy, výmole), stenčovanie pôdneho profilu, strata jemnozeme a živín, zhoršovanie textúry a štruktúry pôdy a vodného režimu, znižovanie úrodnosti, poškodzovanie rastlinného krytu, znečisťovanie vodných tokov, zanášanie vodných nádrží, a pod. (Lehotský, Stankovičský, 1992).

Pri hodnotení potenciálnej vodnej erózie bol použitý model predikcie erózneho odnosu USLE (Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier, Smith, 1978), ktorý je vyjadrený, tzv. univerzálnou rovnicou:

$$W = R.K.L.S.C.P,$$

kde W – odnos pôdy v $[t.ha^{-1}.rok^{-1}]$,

R – faktor erózneho účinku prívalového dažďa v $[MJ.ha^{-1}.cm.h^{-1}]$,

K – faktor náchylnosti pôdy na eróziu,

LS – topografický faktor - faktor dĺžky a sklonu svahu,

C – faktor ochranného vplyvu pokrývnosti pôdy vegetáciou

P – faktor protieróznych opatrení.

Vzhľadom k tomu, že bola hodnotená potenciálna vodná erózia, odvodené boli hodnoty parametrov R , K , L , S . Potenciálny erózný odnos bol vypočítaný len pre areály využívané ako orná pôda (približne 86 % katastrálneho územia). Všetky digitálne údaje boli polohovo zjednotené v súradnicovom systéme S-JTSK. Vstupné údaje boli z rôznych zdrojov a údajových formátov. Zjednotené boli v rastrovom údajovom formáte s rozlíšením bunky rastra 10 m.

 R – faktor erózneho účinku prívalového dažďa

Pri zrážkovou vodou indukovaných erózných procesoch vystupuje v úlohe erózneho činiteľa najmä dážď, ktorý pôsobí na predmet erózie – pôdu. Spomedzi viacerých charakteristík zrážok je vo vzťahu k erózii najvýznamnejšou vlastnosťou **intenzita dažďa**, pretože umožňuje vyjadriť **kinetickú energiu dažďa**, od ktorej závisí schopnosť dažďových kvapiek rozrušovať pôdne agregáty a uvoľňovať pôdne častice (plošný odtok iba v malej miere uvoľňuje častice). Okrem toho dažďové kvapky prispievajú k erózii aj nepriamo, prostredníctvom znižovania vsakovacej schopnosti pôdy, pretože uvoľnené častice sa ukladajú na povrchu pôdy a upchávajú póry, pričom pôsobením ďalších kvapiek sa zhutnia a vytvoria kôru. Transport uvoľnených častíc spôsobuje energia otekajúcej vody. Povrchový odtok je rozdielom medzi intenzitou dažďa a infiltráciou, preto v prípade homogénnych pôdných vlastností, intenzita dažďa odráža potenciál povrchového odtoku (Fulajtár, Janský, 2001). Účinok intenzity kritickej zrážky je determinovaný najmä priepustnosťou pôdy a účinkom výdatnosti zrážky jej mechanickým zložením. O priebehu odnosu pôdy na začiatku zrážky rozhoduje okamžitý stav pôdy (Zachar, 1970).

Eróziu spôsobujú takmer výlučne dažde s vysokou intenzitou, tzv. **prívalové dažde** (lejaky, prívalové lejaky, prietrže mračien), naopak dažde s nízkou kinetickou energiou (s nízkou intenzitou a prevažne malými kvapkami) nespôsobujú eróziu (Fulajtár, Janský, 2001). Krátkodobé dažde s veľkou intenzitou sú oveľa škodlivejšie ako dlhotrvajúce menej výdatné dažde (Malíšek, 1990). Avšak celá prívalová zrážka sa nepodieľa na eróznom procese, ale len jej určitá časť, tzv. **efektívna zrážka**, ktorá spôsobuje povrchový odtok a tým vytvára podmienky vzniku a priebehu erózneho odnosu (Alena, 1986). Hraničná intenzita prívalových dažďov sa u autorov líši. Wischmeier, Smith (1978) za prívalové dažde pokladajú tie, ktorých výdaň je vyššia ako 12,5 mm, sú od predchádzajúcich dažďov oddelené 6 a viac hodinovou prestávkou a ich maximálna intenzita prekračuje 24 mm/hod.; v RUSLE manuáli (Renard et al., 1993) sa za erózne dažde pokladajú tie, ktorých úhrn presahuje 12,7 mm, sú od ďalších dažďov oddelené 6 hodinovou prestávkou a ich najvyššia 15 minútová intenzita presahuje 24,13 mm/hod.; Toman (1985), Hrnčiarová (2001) vyhodnocujú dažde s úhrnom nad 10 mm a s maximálnou intenzitou nad 20 mm/hod., ktoré sú navzájom oddelené 6 hodinovou prestávkou, pretože už aj tieto vyvolávajú stratu pôdy; iné príklady uvádzajú Fulajtár a Janský (2001).

Prívalové dažde sa v našich klimatických podmienkach vyskytujú len počas vegetačného obdobia (apríl až október) (Alena, 1986). Vo všeobecnosti erózna účinnosť dažďa stúpa s narastajúcou kontinentalitou (Fulajtár, Janský, 2001). Slovensko sa nachádza na rozhraní vnútrozemského kontinentálneho a prímorského podnebia vo variabilných orografických podmienkach, preto je riešenie otázky prívalových dažďov zložitá (Malíšek, 1990).

V modeli USLE (RUSLE a pod.) je vplyv dažďa vyjadrený ako faktor erózneho účinku prívalového dažďa – faktor R (index erodibility dažďa – EI index). Podľa Wischmeiera a Smitha (1978) vyjadruje tento faktor súčin celkovej kinetickej energie dažďa E a jeho maximálnej 30-minútovej intenzity $I_{\max 30}$:

$$R = \sum_{j=1}^n E \cdot I_{\max 30} \quad (\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{hod}^{-1}; \text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{cm} \cdot \text{hod}^{-1})$$

Výpočet faktora R je časovo náročný, pretože vstupné informácie je potrebné získať vyhodnotením ombrografických záznamov aspoň za 50-ročné pozorovacie obdobie. Pričom intenzita dažďa sa počas prívalovej zrážky mení. Ombrografické krivky sa preto rozdeľujú na úseky s približne rovnakou intenzitou, pričom sa pre každý úsek samostatne vypočíta energia. Teda je potrebné vyhodnotiť každú prívalovú zrážku a následne efektívnu zrážku. Pri aplikácii zameraných štúdiách, ktoré sú zväčša časovo a finančne obmedzené, je možné využiť približné hodnoty, ktoré pre územie Slovenska navrhol Alena (1986) prezentované mapou izolínií v mierke 1:1 500 000 (hodnoty faktora R dosahujú 26-34) alebo výpočty Malíška (1991) pre konkrétnych 86 staníc za obdobie 15-64 rokov (hodnoty faktora R dosahujú 5,46-37,87).

K – faktor náchylnosti pôdy na eróziu

Odolnosť pôdy voči eróznemu odnosu závisí od mnohých jej vlastností. Náchylnosť pôdy na eróziu vplyvom dopadajúcich dažďových kvapiek a povrchového odtoku vyjadruje jej syntetická vlastnosť tzv. **erodovateľnosť**, resp. **erodibilita**. Priebeh vsaku zrážkovej vody, ako aj vznik a priebeh povrchového odtoku, závisí od určitých vlastností pôdy (Hrn-

čiarová, 2001). Pri kvapkovej erózii sa uplatňujú najmä vlastnosti, ktoré ovplyvňujú vzájomnú súdržnosť pôdných častíc a pri celkovej zrážkovou vodou indukovanej erózii priamo pôsobia vlastnosti podporujúce súdržnosť pôdných častíc a nepriamo vlastnosti ovplyvňujúce infiltračnú schopnosť pôdy. Čím je väčšia súdržnosť pôdných častíc, tým viac energie treba na ich uvoľnenie a čím je väčšia infiltračná schopnosť pôdy, tým menší je odtok a jeho vymieľacia a transportačná schopnosť. Kyprením pôdy sa priepustnosť zvyšuje, čím sa znižuje erózný odnos. (Fulajtár, Janský, 2001)

Erodovateľnosť pôd je determinovaná najmä obsahom fyzikálneho ílu (frakcie menšie ako 0,001 mm) a prachových častíc (frakcie 0,01-0,05 mm). So stúpajúcim podielom prachových častíc a klesajúcim podielom fyzikálneho ílu a ílovej frakcie sa zvyšuje náchylnosť pôdy na eróziu (Karniš, Kopka, 1977). Platí to pre ľahké, stredne ťažké aj ťažké pôdy, mení sa len vzájomný podiel zrnitostných frakcií (Hrnčiarová, 2001). Zrornosť pôdy je vo všeobecnosti pokladaná za základnú vlastnosť pôdy vo vzťahu k eróznemu odnosu, pretože determinuje štruktúru, pórovitosť, a tým aj infiltračnú schopnosť pôdy. Najľahšie podliehajú erózii prachové častice, menej pieskové (majú väčšiu hmotnosť, preto odtoková voda musí dosiahnuť väčšiu unášaciu silu – čím je piesok hrubší, tým je odolnejší) a najodolnejšie sú ílovité častice (sú navzájom pútané kohéznymi silami) (Fulajtár, Janský, 2001).

V rovnici USLE je závislosť medzi pôdnym substrátom a eróznym odnosom vyjadrená pomocou **faktora náchylnosti pôdy na eróziu**. Je definovaný ako strata pôdy z 1 ha v tonách, na jednotku dažďového faktora R, zo štandardného pozemku – nakypreného úhora so sklonom 9 % a dĺžkou svahu 22,13 m (Wischmeier, Smith, 1978). Faktory R a K sú pre výpočet straty pôdy fundamentálne parametre, pretože vyjadrujú vzťah dažďa - erózneho činiteľa a pôdy - predmetu na, ktorý erózný činiteľ pôsobí (Fulajtár, 2001). **Faktor K** charakterizuje vplyv **zrnosti, štruktúry a obsahu organickej hmoty (humusu) ornice a vsakovacej schopnosti** (priepustnosti, permeability) celého pôdneho profilu. Jeho hodnota však závisí predovšetkým od textúry pôdy (Alena, 1986). Odvodenie faktora K z nomogramu (Wischmeier et al., 1971, resp. Alena, 1986) je v našich podmienkach kvôli chýbajúcim kvantitatívnym informáciám o priepustnosti a obsahu humusu v orníčnej vrstve dosť problematické. Štruktúra a priepustnosť sú zároveň veľmi časovo a priestorovo premenlivé. Preto pri vyjadrení faktora náchylnosti pôdy na eróziu je možné vychádzať z interpretácie faktora K na základe zrnosti pôdy, pričom je možné využiť hodnoty faktora K odvodené pre územie Slovenska v práci Šúri et al. (2002). Informácie o zrnosti pôdy boli pre skúmané územie získané z digitálnej databázy bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek vo vektorovom údajovom formáte, ktorá bola vytvorená na Výskumnom ústave pôdnej úrodnosti a ochrany pôdy.

V atribútovej tabuľke digitálnej vrstvy zrnosti pôdy vo vektorovom údajovom formáte bol vytvorený stĺpec s hodnotou faktora K a následne bola vrstva prekonvertovaná do rastrového údajového formátu. Tieto operácie boli realizované v prostredí GIS ArcView a Spatial Analyst.

LS – topografický faktor

Faktor LS - topografický faktor predstavuje bezrozmerné číslo vyjadrujúce vplyv **sklonu a dĺžky svahu**. Sklon reliéfu má priamy vplyv na eróznou-akumulačné procesy. S narastaním sklonu sa zväčšuje rýchlosť a transportná energia hmoty (vody) pohybujúcej sa po svahu. Vplyv sklonu svahu Wischmeier, Smith, (1978) vyjadrili ako faktor sklonu svahu – faktor S a zadefinovali ho ako pomer straty pôdy z plochy s určitým sklonom ku strate pôdy z plochy so štandardným sklonom 9 % a je možné ho vypočítať podľa vzťahu:

$$S = (0,43 + 0,30 \beta + 0,043 \beta^2) / 6,613$$

kde β – uhol sklonu svahu (°)

Vplyv dĺžky svahu Wischmeier, Smith, (1978) vyjadrili ako faktor dĺžky svahu – faktor L a interpretovali ho ako pomer straty pôdy z plochy určitej dĺžky ku strate pôdy z plochy so štandardnou dĺžkou 22,13 m (72,6 stôp):

$$L = (\lambda / 22,13)^m$$

kde λ – dĺžka svahu (m), m – empirický exponent závislý od sklonu svahu (pre sklon $< 0,57^\circ$ $m = 0,2$; $0,57 - 1,72^\circ$ $m = 0,3$; $1,72 - 2,86^\circ$ $m = 0,4$; $2,86^\circ < m = 0,5$)

Interpretácia dĺžky svahu voči množstvu odnesenej hmoty nie je jednoduchá, pretože rôzny priebeh spádnic vytvára rôzne predpoklady pre integráciu a dezintegráciu odtoku po svahu (Hrnčiarová, 2001). Na nehomogénnych svahoch (diferencované abiotické, biotické podmienky, využitie krajiny) je potrebné dĺžku svahu modifikovať. Správne interpretovaná dĺžka svahu by mala zahŕňať dĺžku spádovej krivky od rozvodnice, poloprirodzených alebo antropogénnych línií (plôch) po bod alebo čiaru integrácie odtoku (Miklós et al., 1990). Keďže model USLE nepočíta s akumuláciou materiálu po svahu je potrebné prehodnotiť vypočítané hodnoty v areáloch, kde popri eróznom odnose dochádza aj k akumulácii materiálu, respektíve vopred z výpočtu vylúčiť areály vyznačujúce sa prevládajúcou akumuláciou materiálu (napr. úpätia svahov).

Bázou pre odvodenie morfometrických charakteristík reliéfu skúmaného územia a topografického faktora bol **lokálny digitálny model reliéfu** (DMR), vytvorený v prostredí programu GRASS GIS 5.3 v mozaikovom (rastrovom) údajovom formáte s priestorovým rozlíšením bunky (pixla) rastra 10 metrov. Vstupnými údajmi pre jeho tvorbu bola množina 35 689 bodov s priradenými hodnotami súradníc x, y, z, ktoré boli získané redukciami z fotogrametrickej a geodetickej zameraných či spracovaných 719 553 bodov po 0,5 m nadmorskej výšky. Prípravná fáza tvorby DMR (export vrstevníc z vektorového formátu do špecifického bodového vektorového formátu „site“ pre GRASS GIS) bola realizovaná v prostredí programu ArcView GIS 3.2a. Pri tvorbe DMR skúmaného územia bola použitá interpolačná metóda regularizovaný splajn s tenziou, kontrolovaný parametrami tenzie a zhladzovania s možnosťou priameho výpočtu morfometrických ukazovateľov reliéfu (Mitášová, Mitáš (1993), Mitášová, Hofierka (1993)). Z vypočítaného DMR boli v GRASS GIS 5.3 pomocou funkcie *s.surf.rst* v rastrovom údajovom formáte odvodené aj obrazy hodnôt sklonu reliéfu, orientácie voči svetovým stranám, normálovej a horizontálnej krivosti reliéfu. Dĺžka spádových kriviek (dĺžka svahu) bola vypočítaná pomocou funkcie *r.flow* v smere *upslope* z obrazov nadmorských výšok, orientácie reliéfu voči svetovým stranám a vrstvy *bariery* (linie a plochy, ktoré vplývajú na zmenu intenzity povrchového toku). Faktor L, faktor S a výsledný LS faktor bol vypočítaný pomocou rastrového mapového kalkulatéra *r.mapcalc*.

Výpočet konečnej hodnoty potenciálnej vodnej erózie pôdy bol realizovaný v programe ArcView GIS 3.2a a jeho nadstavbovom module Spatial Analyst, kde pomocou nástrojov mapovej algebry boli vynásobené jednotlivé parciálne faktory v rastrových údajových

formátoch. Výsledná hodnota bola roztriedená do piatich tried podľa intenzity erózneho odnosu v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ na základe podľa Zachara (1970) a Janečka et al. (1992) (pozri obr. 3).

Hodnotenie hrozby veternej erózie

Erodovateľnosť pôdy vetrom je priamo závislá od rýchlosti vetra a nepriamo závislá od štruktúry a vlhkosti pôdy (Pasák, 1970). Z morfografických podmienok sa najvýraznejšie uplatňuje expozícia reliéfu voči prevládajúcim smerom vetra, pričom ak sú náveterné svahy extrémne exponované aj proti priamemu slnečnému žiareniu, teda s oslnenými expozíciami, ich deštrukcia je ešte intenzívnejšia (Midriak, 1983). V poľnohospodársky využívaných rovinatých územiach v rámci Slovenska veterná erózia odnosom povrchových jemných častíc pôdy dlhodobo znižuje kvalitu (úrodnosť) pôdy, čo výrazne zvyšuje náklady poľnohospodárskej výroby. Brzdíaci účinok na silu vetra majú rozličné bariéry, najmä vyvýšené formy reliéfu a nelesná stromová vegetácia. Čím vyššie sú vyvýšeniny, tým nerovnomernejšie je rozdelený tlak vetra na ploche. Okrem toho na drsnej ploche (napr. oráčina) vietor napadá len vrcholce vyvýšení, odkiaľ odnáša pôdu do ich závetria, kde je chránená pred ďalším odvívaním. Deflácia v hornej časti náveterných svahov sa zvyšuje s ich sklonom (Zachar, 1970).

Pre odhad veľkosti hrozby veternej erózie bol použitý model Minár, Tremboš (1994):

$$E = (T + R + S + O + B) \cdot P \cdot V \cdot U,$$

kde E – relatívna hodnota hrozby urýchlenej veternej erózie

T – faktor polohy (vrcholová, chrbtová, svahová, dnová)

R – faktor relatívnej výšky a hĺbky

S – faktor sklonu, ktorý sa určuje pre svahové a chrbtové polohy

O – faktor orientácie georeliéfu voči prevládajúcim eróznym vetrom, ktorý je zároveň viazaný na faktor polohy T (pričná, náveterná, pozdĺžna, záveterná, šikmá)

B – faktor bariérneho efektu prekážok (za bariérou, pred bariérou)

P – faktor erodovateľnosti pôdy, odvodený interpretáciou zrnitosti pôdy

V – faktor nadmernej vlhkosti interpretovaný podľa stupňa hrozby zamokrenia Z

U – faktor využitia zeme (orná pôda, ostatné)

Pred vlastným výpočtom potenciálnej hrozby veternej erózie pôdy je potrebné samostatne vypočítať stupeň hrozby zamokrenia, z ktorého sa potom interpretuje faktor nadmernej vlhkosti. Pre výpočet stupňa hrozby zamokrenia bol použitý vzťah Minár, Tremboš (1994), kde sa jednotlivým parametrom priradujú príslušné balové hodnoty:

$$Z = (A + B + C + D) \cdot E,$$

kde Z – intenzita hrozby zamokrenia

A – forma georeliéfu (nivy a holocénne kužele s umelo zahĺbeným vodným tokom a plošiny do 1° a svahy do 5° , dná a aktívne kužele úvalín, bezodtokové depresie na nivách s umelo zahĺbeným vodným tokom a mimo nív, nivy a náplavové kužele, bezodtokové depresie na nivách, iné formy)

- B – poloha (predpolia bariér pre prirodzený povrchový pohyb vody po svahu, iné polohy)
- C – dodatočný príjem povrchovej vody (malý až žiadny, stredný, veľký)
- D – infiltračná schopnosť pôdy (malá - ťažké pôdy, stredná - stredne ťažké pôdy, veľká - ľahké pôdy)
- E – melioračné opatrenia – odvodňovanie (chýbajúce, málo účinné, účinné)

VÝSLEDKY

Pri hodnotení hrozby potenciálnej urýchlenej vodnej a veternej erózie boli vypočítané výsledky erózneho odnosu porovnávané s prírodnými podmienkami územia, ktoré sme kartograficky vyjadrili prostredníctvom typov prírodnej krajiny (geoekologická, prirodzená, pôvodná, primárna štruktúra krajiny) (obr. 1), a tiež so súčasnou štruktúrou krajiny (antropogénna, človekom pozmenená, sekundárna štruktúra krajiny) (obr. 2).

Typy prírodnej krajiny

1. Roviny teplej klimatickej oblasti a teplého, suchého klimatického okrsku s chladnou zimou

1.1 Fluviaľná rovina s pórovými až kapilárno-pórovými podzemnými vodami

1.1.1 Široká niva tvorená holocénnymi fluviaľnými hlinito-piesčitými a ílovitými sedimentami s vysokým zvodnením podzemnými vodami s fluvizemami glejovými, fluvizemami modálnymi karbonátovými a čiernicami glejovými a s lužným lesom nížinným.

1.2 Fluviaľno-eolicko-proluviálna mierne zvlnená rovina s kapilárno-pórovými až kapilárnymi podzemnými vodami

1.2.1 Úzke nivy tvorené holocénnymi hlinito-ílovitými sedimentami s vysokým zvodnením podzemnými vodami s fluvizemami glejovými a lužným lesom nížinným.

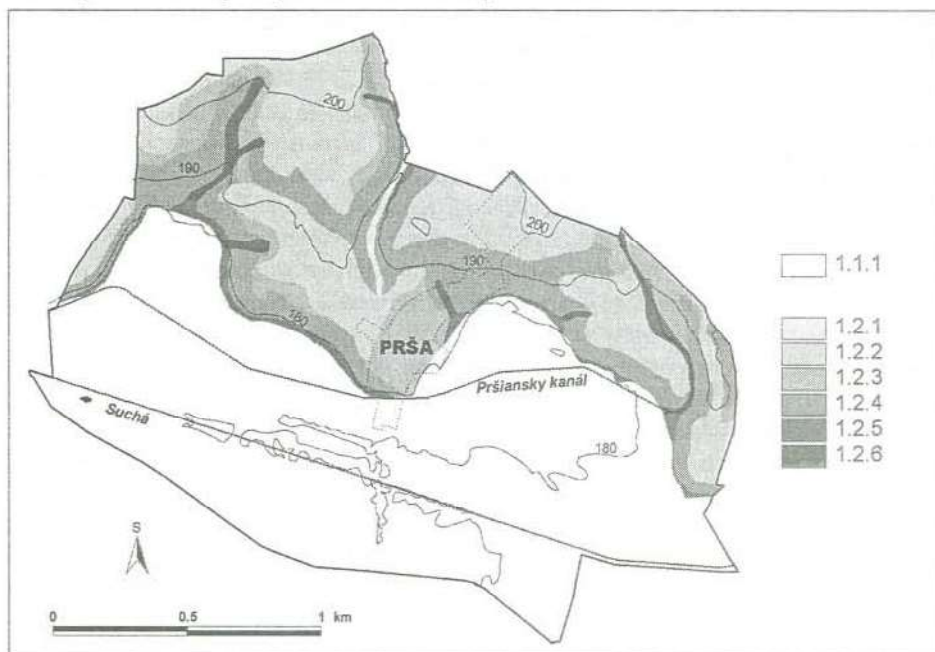
1.2.2 Ploché zvyšky terás so sklonom do 1° tvorené fluviaľnými piesčitými štrkami s pokrovmi sprašových hĺn s malým zvodnením podzemnými vodami, na ktorých sa vyvinuli hnedozeme pseudoglejové a hnedozeme luvizemné s prímiesou skeletu a s dubovo-hrabovými lesmi karpatskými a dubovo-cerovými lesmi.

1.2.3 Mierne svahy terás so sklonom do 3° tvorené fluviaľnými piesčitými štrkami s pokrovmi sprašových hĺn s malým zvodnením podzemnými vodami, na ktorých sa vyvinuli hnedozeme pseudoglejové a hnedozeme luvizemné s prímiesou skeletu a s dubovo-hrabovými lesmi karpatskými a dubovo-cerovými lesmi.

1.2.4 Svahy terás a eróžno-denudačné svahy so sklonom 3-7°, lokálne 7-12° s fluviaľnými würmskými a risskými piesčitými štrkami s pokrovmi sprašových hĺn s malým zvodnením podzemnými vodami s hnedozemami pseudoglejovými a hnedozemami luvizemnými, v miestach s výraznejším eróznym odnosom prevláda erodovaná forma hnedozemí a lokálne regozeme modálne a s dubovo-hrabovými lesmi karpatskými a dubovo-cerovými lesmi.

1.2.5 Mierne svahy so sklonom do 3° s proluviálnymi a koluviálnymi hlinito-piesčitými a štrkovitými sedimentami so stredným zvodnením podzemných vôd s hnedozemami pseudoglejovými a luvizemnými často s prímiesou skeletu a s dubovo-hrabovými lesmi karpatskými a dubovo-cerovými lesmi.

1.2.6 Úvaliny a úvalinové doliny (dnová časť) so sklonom 1-3° so stredným zvodnením, pleistocénnymi sprašovými a polygenetickými hlinami, na ktorých sa vyvinuli hnedozeme pseudoglejové a hnedozeme luvizemné často s prímiesou skeletu a s dubovo-hrabovými lesmi karpatskými a dubovo-cerovými lesmi.



Obr. 1. Typy prírodnej krajiny k. ú. Prša
Fig. 1. Natural landscape types.

Súčasná krajinná štruktúra

Skúmané územie predstavuje rurálny typ krajiny s intenzívnou poľnohospodárskou rastlinnou výrobou. Súčasná krajinná štruktúra je veľmi monotónna. Dominuje v nej orná pôda 85,5 % (301 ha), pričom prevláda veľkobloková orná pôda, ktorá z celého územia zaberá 72,4 % (255 ha). Voči eróznym procesom výrazne stabilizujúce trvalé trávne a bylinné porasty sa vyskytujú v troch veľmi malých areáloch a zaberajú len 0,2 % (0,65 ha). Nelesná stromová a krovinná vegetácia v území takmer absentuje, vyskytujú sa tu tri lokality s bodovým výskytom ojedinelých kríkov a popri komunikáciách a vodných tokoch sa ojedinele vyskytuje nesúvislá líniová stromová vegetácia. Technické diela a sídla zaberajú 10,7 % (37,8 ha).

Priestorové rozloženie prvkov súčasnej krajinej štruktúry prezentuje obr. 2.

Potenciálna hrozba vodnej erózie pôdy

Erózný účinok prívalového dažďa dosahuje v území hodnotu 31 (Alena, 1991), čo v rámci Slovenska predstavuje vysokú erozivitu. Náchylnosť pôdy na eróziu vplyvom dopadajúcich dažďových kvapiek a povrchového odtoku vyjadruje jej syntetická vlastnosť tzv. erodovateľnosť, resp. erodibilita. Pôdy skúmaného územia sa vyznačujú vysokou náchyl-

nosťou na zrážkovou vodou indukovaný erózný odnos. 18,5 % územia pokrývajú pôdy s veľmi vysokou erodovateľnosťou, ide o ľahšie stredne ťažké pôdy piesočnatohlinité, na 58,7 % sa nachádzajú vysoko erodovateľné stredne ťažké hlinité pôdy a len 8,8 % pokrývajú ťažké ílovitohlinité pôdy s nízkou erodovateľnosťou. Keďže na intenzitu povrchového odtoku, a tak i na eróznno-akumulačné procesy zásadne vplýva sklon georeliéfu, je uvedená vysoká erodovateľnosť pôd skúmaného územia znížená práve charakterom georeliéfu. Maximálny sklon svahu dosahuje hodnotu $11,62^\circ$. 78,1% územia tvoria plochy so sklonom georeliéfu do 1° , na ktorých nedochádza k zrážkovou vodou indukovanému eróznemu odnosu a 13,5% tvoria svahy so sklonom $1-3^\circ$. Z hľadiska potenciálnej hrozby vodnej erózie pôdy je potrebné sústrediť pozornosť na svahy terás, ktoré dosahujú sklon $3-7^\circ$ (plošne zaberajú 7,6% územia) a lokálne až $7-12^\circ$ (plošný rozsah v území 0,8 %). Z hľadiska charakteru georeliéfu je potrebné upozorniť, že priaznivé sklonitostné podmienky sú narušené vplyvom a spolupôsobením ďalšieho morfometrického parametra, ktorým je dĺžka svahu (pozri tab. 1). Maximálna neprerušená dĺžka svahu dosahuje až 1106 m. Na erózne procesy výrazne vplývajú svahy s dĺžkou 500 m a viac, ktoré plošne zaberajú 18,6 % skúmaného územia. Ich vplyv je o to nebezpečnejší, že ide zväčša o svahy so sklonom väčším ako 5° . Skúmané územie je špecifické tým, že v areáloch využívaných ako veľkobilková orná pôda, sa vyskytujú homogénne pôdne podmienky, ktoré sa vyznačujú vysokou erodibilitou, a na svahoch sa nenachádzajú žiadne prirodzené, poloprirodzené či antropogénne bariéry, ktoré by modifikovali, resp. prerušovali povrchový odtok. V SZ časti od obce Prša, síce cez takéto areály prechádza poľná cesta s nespevneným povrchom, ale je tak nevýraznou antropogénnou bariérou, že nezohráva významnú úlohu pri zmene povrchového odtoku. Úvalina, ktorá sa v tejto lokalite nachádza, nemá výrazné morfometrické parametre, avšak už jej konkáv-konkávny tvar spôsobuje, že sa v nej koncentruje povrchový tok, čo sa prejavuje existenciou aktívneho výmoľa na jej dne. Tieto prejavy lineárnej erózie doposiaľ neboli stabilizované vhodnou krajinou pokrývkou. U ďalších menších konkáv-konkávnych foriem je možné pozorovať takmer celoročné zamokrenie ich dna.

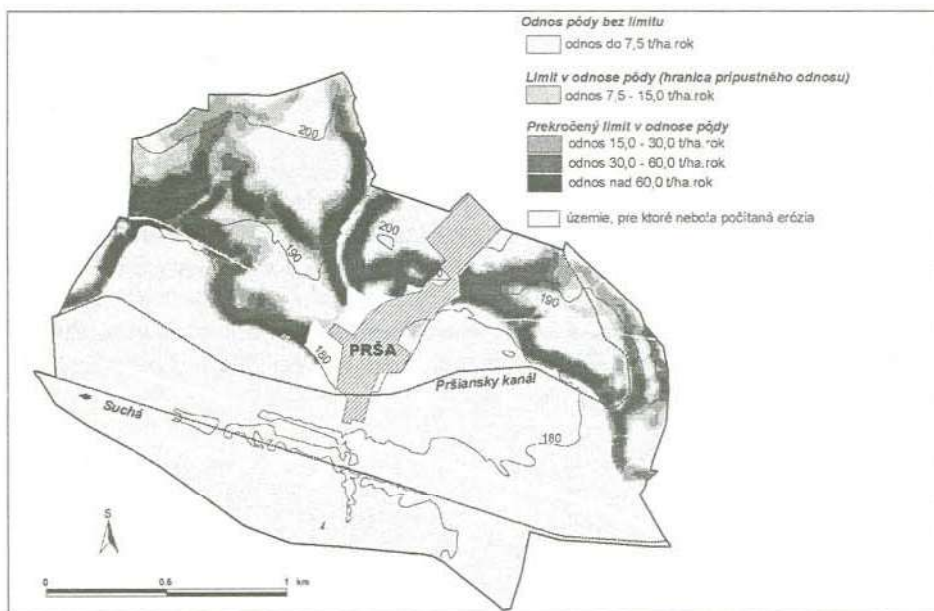
Tabuľka 1. Plošný rozsah jednotlivých kategórií neprerušenej dĺžky svahu v skúmanom území
Table 1. Slope-length.

Dĺžka svahu	0-100 m	101-200 m	201-300 m	301-400 m	401-500 m	501-1000 m	1000-1500 m
Plošný rozsah	44,5%	14,9%	10,0%	6,7%	5,3%	16,2%	2,4%

Najvýznamnejším ukazovateľom erózie pôdy je intenzita odnosu, teda veľkosť straty pôdy. V našich podmienkach sa hodnoty prípustnej straty pôdy, s ohľadom na jej úrodnosť a poľnohospodárske využívanie, rôznia a to najmä v závislosti od hĺbky pôdy. Pre hlboké pôdy (nad 60 cm), ktoré sa vyskytujú v skúmanom území, sa za prípustnú stratu pokladá $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (Janeček et al., 1992). Vypočítaný potenciálny erózný odnos bol na základe straty pôdy, rozdelený do intervalov, pričom ako hraničný interval bol stanovený odnos $7,5-15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Je to interval, v ktorom sa odnos pohybuje v limitných medziach prípustnosti pre abiotické podmienky skúmaného územia. Erózia s vyššou intenzitou sa pokladá za neprípustnú, teda škodlivú eróziu. Pri vyšších hodnotách je nevyhnutné navrhnuť protierózne opatrenia, ktoré znížia erózný odnos. Do kategórie odnos pôdy bez limitu, patria areály so žiadnou alebo len slabou potenciálnou vodnou eróziou s odnosom

0-7,5 t.ha⁻¹.rok⁻¹. Takýto erózný odnos bol vypočítaný pre 81,1 % územia. Prípustný erózný odnos 7,5-15 t.ha⁻¹.rok⁻¹ sa potenciálne vyskytuje na 3,6 % územia. 15,3% územia pripadá na kritickú kategóriu erózneho odnosu nad 15 t.ha⁻¹.rok⁻¹, kde je výrazne prekročený limit v odnose pôdy. Viazže sa na abiotické podmienky prírodného typu krajiny 1.2.4 - svahy terás a eróžno-denudačné svahy so sklonom 3-7°, lokálne 7-12°. Intenzívne poľnohospodárske využívanie týchto areálov sa už v súčasnosti prejavuje degradáciou hneďzemí, vyskytujú sa tu už ich erodované formy a lokálne regozeme modálne.

Vypočítané hodnoty potenciálneho erózneho odnosu, teda odnosu z pôdy nepokrytej vegetáciou, je možné výrazne znížiť vhodnou priestorovou štruktúrou vegetačnej pokrývky. Na miestach, kde je pôda potenciálne ohrozená vodnou eróziou, je možné pristúpiť k vegetačným opatreniam, ktoré by modifikovali nepriaznivý vplyv nepretržitej dĺžky svahu a sklon svahu. Účinným protieróznym opatrením je ochranný trávny pás, pričom minimálna šírka takýchto vsakovacích pásov je 10 m. Tieto pásy majú najlepšiu funkciu v miestach zmeny sklonu svahu a v údolniciach, kde sa koncentruje povrchový odtok. Aj oševný postup musí plniť protieróznú funkciu, preto je potrebné z neho vylúčiť tie plodiny, ktoré majú slabý protierózný účinok, resp. ich nahradiť plodinami s väčším protieróznym účinkom. Širokoriadkové plodiny s nedostatočnou pokrývnosťou v čase výskytu príválových dažďov nechránia pôdu. Je to predovšetkým kukurica siata, cukrová repa, krmná repa, zemiaky, ale aj zelenina a pod. Ich nízky protierózný účinok sa výrazne zvýši napr. výševom do strniska alebo priamo do trávneho porastu. Ďalším vhodným protieróznym opatrením je pestovať krmoviny v osevom postupe dva roky po sebe. Erózný účinok povrchového odtoku znižujú aj striedajúce sa pásy plodín s malým protieróznym účinkom s pásmi plodín s vysokým protieróznym účinkom, ktoré sú vytvárané pozdĺž vrstevníc, resp. v maximálnom odklone 30° od nich. (Hrnčiarová, 2001)



Obr. 3. Potenciálna vodná erózia pôdy k. ú. Prša.

Fig. 3. Potential soil water erosion.

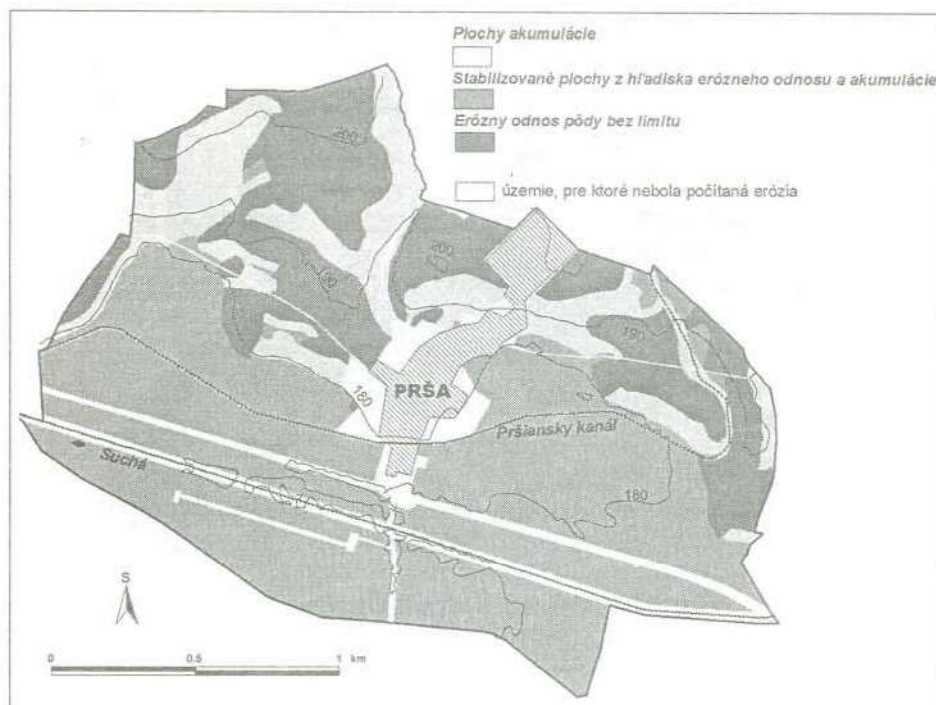
Potenciálna hrozba veternej erózie pôdy

Najintenzívnejšie vetry majú v skúmanom území SZ a Z smer prúdenia, s priemernou ročnou rýchlosťou $3-4 \text{ m.s}^{-1}$ (Lapin, Tekušová, 2002). V exponovaných polohách - náveternej svahovej polohe sa nachádza 5,4 % skúmaného územia (18,9 ha), chrbtovej priečnej polohe 0,8 % (2,8 ha) a vrcholovej pozdĺžnej 18,5 % (64,3 ha). V záveternej svahovej polohe sa nachádza 17,9 % (62,2 ha) a zvyšných 57,4% skúmaného územia sa nachádza v polohách, ktoré nie sú priamo exponované voči najintenzívnejším vetrom.

Potenciálny erózný odnos, ktorý v skúmanom území je v hraniciach neškodného odnosu, sa viaže na lokality vrcholových plošín, chrbtov a svahové náveterné polohy. V rámci bodového hodnotenia balovej škály dosiahol maximálnu hodnotu 6 bodov. V práci Cebecauerová, Cebecauer (1996) je za limitný odnos stanovený interval 21-30 bodov. Takýto neškodný erózný odnos vetrom potenciálne postihuje 27,7 % (85,9 ha). Záporné hodnoty hazardu urýchlenej veternej erózie indikujú areály akumulácie materiálu. V skúmanom území sa tieto vyskytujú na 16,3 % (56,9 ha). Viazu sa na záveterné polohy svahov z typov prírodnej krajiny 1.2.3, 1.2.4 a 1.2.5 a typ prírodnej krajiny 1.2.6 na dnové časti úvalín a úvalinovitej doliny. Nulová hodnota hazardu predstavuje vyrovnaný režim medzi eróznym odnosom a akumuláciou materiálu. Takéto stabilizované plochy sú v skúmanom území najrozšírenejšie, vyskytujú sa na 59,0 % (205,3 ha). Sú charakteristické pre typ prírodnej krajiny 1.1.1 širokú nivu Suchej. Hrozba potenciálnej urýchlenej veternej erózie je v skúmanom území znížená najmä nízkou hodnotou faktora erodovateľnosti pôdy. Prevládajú odnosu vetrom relatívne odolné stredne ťažké pôdy hlinité. Vyššiu erodovateľnosť majú len piesočnatohlinité pôdy, ktoré sa nachádzajú na nive Suchej, ktorá je z hľadiska ostatných hodnotených faktorov málo exponovaná voči prevládajúcim vetrom. Zároveň kritická rýchlosť vetra pre suchu pôdu hlinitú je 22 m.s^{-1} a piesočnatohlinitú $6,4 \text{ m.s}^{-1}$ (Pasák, 1970), čo je výrazne nižšia hodnota ako priemerné mesačné rýchlosti vetra v skúmanom území.

Z hľadiska potenciálnej hrozby urýchlenej veternej erózie teda nie sú potrebné žiadne špeciálne obmedzenia a rozvoj poľnohospodárskej rastlinnej výroby nie je ňou limitovaný.

Vzhľadom na prírodné podmienky skúmaného územia a charakter antropogénnych zásahov do krajiny nepredstavuje potenciálna hrozba zamokrenia, z hľadiska jej priestorového rozsahu, vážny problém. Prevládajúca intenzita potenciálnej hrozby zamokrenia je v kategórii „žiadna hrozba zamokrenia“, ktorá pripadá na 94 % územia. Stredná potenciálna hrozba zamokrenia sa vyskytuje na 7,2 % a vysoká potenciálna hrozba zamokrenia na 13,8 %. Z geokomplexov skúmaného územia sú hrozbou zamokrenia potenciálne najohrozenejšie dná úvalín, dno úvalinovitej doliny, jedna plytká bezodtoková depresia na pravobrežnej nive Suchej a úzka niva SSZ od obce Prša.



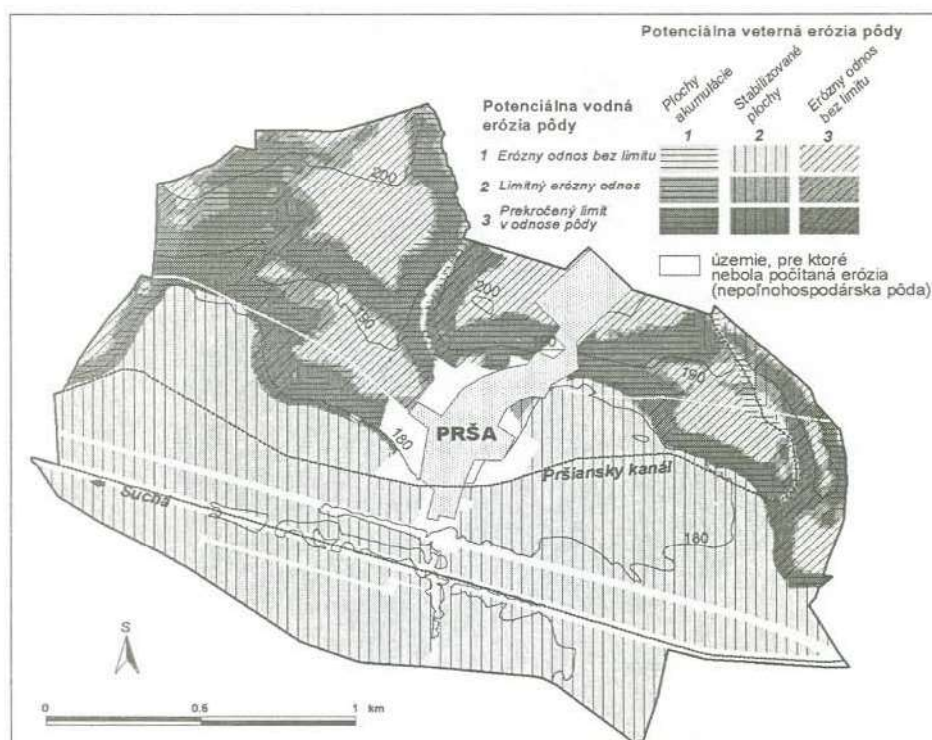
Obr. 4. Potenciálna veterná erózia pôdy k. ú. Prša

Fig. 4. Potential soil wind erosion.

Tabuľka 2. Priestorový rozsah jednotlivých kategórií potenciálnej hrozby erózie pôdy.

Table 2. Potential soil erosion.

%	ha	Veterná erózia pôdy		
		Plochy akumulácie	Stabilizované plochy	Erózný odnos bez limitu
Vodná erózia pôdy	Erózný odnos bez limitu	2,33	56,05	14,21
		7,01	168,72	42,76
	Limitný erózný odnos	1,13	1,04	3,91
		3,40	3,14	11,77
	Prekročený limit v odnose pôdy	12,94	2,00	6,40
		38,94	6,01	19,26



Obr. 5. Potenciálna erózia pôdy k. ú. Prša.

Fig. 5. Potential soil erosion.

ZÁVER

Modelovanie a hodnotenie hrozby potenciálnej urýchlenej vodnej a veternej erózie pôdy vo vzťahu k prírodným podmienkam a súčasnej krajinskej štruktúre v prostredí GIS umožnilo efektívne a polohovo relatívne presne lokalizovať areály potenciálne najviac ohrozené týmito procesmi. Procesom silnej degradácie pôd je ohrozených 17,8 % (53,6 ha) ornej pôdy a 4,2 % (12,6 ha) je na hranici únosnosti degradácie pôd eróznym odnosom. Tento problém sa viaže na lokality s vysokou erodibilitou pôdy, kde dochádza ku kombinácii sklonov svahov nad 5° a dĺžky svahu nad 500 m. V záujme trvalo udržateľného rozvoja poľnohospodárskej krajiny je nevyhnutné rozčleniť a zmeniť monotónnosť veľkých parciel ornej pôdy výsadbou vhodnej vegetačnej pokrývky, čím sa skráti dĺžka svahov. Takýmto spôsobom je potrebné stabilizovať aj aktívny výmolu na dne úvaliny SZ od obce Prša.

Literatúra

- ALENA, F. (1986): *Stanovenie straty pôdy erozívnym splachom pre navrhovanie protierozívnych opatrení*. Metodická pomôcka. Bratislava, SVTS-ŠMS. 68 s.
- FAŠKO, P., ŠTASTNÝ, P. (2002): *Priemerné ročné úhrny zrážok*. 1:2 000 000. In: *Atlas krajiny*. Bratislava, MŽP SR. s. 99.
- FULAJTÁR, JANSKÝ (2001): *Vodná erózia pôdy a protierozná ochrana*. Bratislava, VÚPOP. 310 s.
- HRNČIAROVÁ, T. (2001): *Ekologická optimalizácia poľnohospodárskej krajiny (modelové územie Dolná Malanta)*. Bratislava, Veda SAV. 134 s.

- JANEČEK, M. et al. (1992): *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Metodiky pro zavádění výsledku výzkumu do zemědělské praxe, 5. Praha, ÚVTIZ. 110 s.
- KARNIŠ, J., KOPKA, J. (1977): *Metóda určenia stupňa erodovanosti poľnohospodárskych pôd*. Geografický časopis, 29, 1. s. 32-51.
- LAPIN, M. ET AL. (2002): *Klimatické oblasti*. 1:1 000 000. In: Atlas krajiny. Bratislava, MŽP SR. s. 95.
- LAPIN, M., TEKUŠOVÁ, M. (2002): *Rýchlosť a smer vetra a inverznosť územia*. 1:2 000 000. In: Atlas krajiny. Bratislava, MŽP SR. s. 100.
- LEHOTSKÝ, M., STANKOVIANSKY, M. (1992): *Detekcia zrážkových eróznno-akumulačných procesov na základe stanovenia obsahu izotopu CS-137 v pôdnom profile*. Geografický časopis, 44, 3. s. 273-287.
- MAGIC, D. (1985): *Geobotanická mapa ČSSR 1:200 000*. 2. Slovenská socialistická republika. Filakovo. Bratislava, VEDA SAV.
- MALÍŠEK, A. (1990): *Zhodnotenie faktora erózneho účinnosti prívalovej zrážky*. Geografický časopis, 42, 4. Bratislava, SAV. s. 410-422.
- MALÍŠEK, A. (1992): *Optimálna dĺžka svahu v závislosti od vodnej erózie*. Vedecké práce VÚPÚ, 17. s. 201-220.
- MAZÚR, E., LUKNIŠ, M. (1980): *Geomorfologické jednotky*. In: Atlas SSR. Bratislava, SAV.
- MIDRIAK, R. (1983): *Morfogenéza povrchu vysokých pohorí*. Bratislava, VEDA SAV. 516 s.
- MINÁR, J., TREMBOŠ, P. (1994c): *Prírodné hazardy – hrozby, niektoré postupy ich hodnotenia*. Acta FRNUC, Geographica, Nr. 35. s. 173-194.
- MITÁŠOVÁ, H., HOFIERKA, J. (1993): *Interpolation by Regularized Spline with Tension: II. Application to Terrain Modeling and Surface Geometry Analysis*. Mathematical Geology, 25. s. 657-669.
- MITÁŠOVÁ, H., MITÁŠ, L. (1993): *Interpolation by Regularized Spline with Tension: I. Theory and implementation*. Mathematical Geology, 25. s. 641-655.
- PASÁK, V. (1970): *Wind erosion on soils*. Sci. Monogr. 3. Zbraslav. 186 s.
- STEHLÍK, O. (1970): *Geografická rajonizace půdy v ČSR. Metodika zpracování*. Studia Geographica, 13. Brno. 40 s.
- ŠŤASTNÝ, P. ET AL. (2002): *Priemerná ročná teplota vzduchu*. 1:2 000 000. In: Atlas krajiny. Bratislava, MŽP SR. s. 99.
- ŠÚRI, M., CEBECAUER, T., HOFIERKA, J., FULAJTÁR, E. (2002): *Soil Erosion Assessment of Slovakia at a Regional Scale Using GIS*. Ekológia (Bratislava), 21, 4. s. 404-422.
- VASS, D. ET AL. (1992): *Geologická mapa Lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny*. 1:50 000. Regionálne geologické mapy Slovenska. Bratislava, GÚDŠ.
- ZACHAR, D. (1970): *Erózia pôdy*. Bratislava, VEDA. 528 s.
- WISCHMEIER, W., H., SMITH, D., D. (1978): *Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning*. Technical report, Agriculture Handbook, 537. Washington D.C., US Department of Agriculture. 58 s.

THE SOIL EROSION HAZARD ASSESSMENT BY USE OF GIS (CASE STUDY OF THE CADASTRAL AREA OF PRŠA)

Summary

Accelerated water and wind soil erosion presents a natural hazard that, in dependence on natural and current landscape structure, can have a significant negative influence on the human society interests and it might cause conspicuous limitation in future human activities, especially in long-time exploited agricultural landscape. To evaluate the natural process hazard in the sense of the work by Minár and Tremboš (1994), means to evaluate the consequences of this initial process in

terms of human interests or planned activities. Erosion hazard can be expressed by physical units - by quantity of soil-loss from certain area in a specific time (e.g. tones/ha/year). Possibly we can express it cartographically in order to show areas which are the most threatened by erosion (exceeding limit values of erosion), areas with limit values of erosion, areas without limit values of erosion (acceptable erosion) and areas of deposition. In our case, exceeding limit values of soil erosion were evaluated in relation to agricultural use of landscape.

The contribution presents one of the possible effective accesses to obtain spatial information concerning potential accelerated water and wind soil erosion hazard by use of GIS (combination of GRASS GIS and GIS ArcView software).

The assessment of accelerated water soil erosion hazard was based on the Universal Soil Loss Equation (USLE, Wischmeier and Smith, 1978):

$$W = R.K.L.S.C.P,$$

where W – average annual soil loss (tones/ha/year), R - rainfall runoff erodibility factor [$MJ.ha^{-1}.cm.h^{-1}$], K - soil erodibility factor, L - slope length factor, S - slope steepness factor, C - land cover and management factor, P - erosion control practice factor. In case of potential erosion assessment C and P factor are left out.

Well-known empirical-statistical model USLE was originally developed for the prediction of soil loss caused by erosion in local conditions in agricultural landscape. GIS enables striking progress of efficiency and spatial specification of calculations, spatial distribution of the model parameters as well as of the total intensity of erosion loss. The simple usage of this model within GIS is, however, limited and results are not sufficient, because of the nature and properties of the models as such. Every study area demands an individual expert assessment and solving the problem of actual slope length in heterogeneous conditions (e. g. influence of the barriers on the change of intensity of run-off along the slope) and it is necessary to exclude the deposition areas, because the model predicts only the soil-loos, and not the deposition.

Evaluation of accelerated wind erosion and deposition hazard was based on the model in work by Minár and Tremboš (1994):

$$E = (T + R + S + O + B).P.V.U,$$

where E – relative values of the hazard of accelerated wind erosion, T – factor of position, R – factor of relative elevation, S – factor of inclination of the slopes, O – factor of relief position in relation to prevailing erosion wind, B – factor of the barrier effect of the obstacles oriented upright to the direction of prevailing erosion wind, P - factor of soil erodibility, V – factor of soil moisture, and U – factor land use.

Factor of soil moisture (V) was determined from the interpretation of water-logging hazard on the basis of model in the work by Minár and Tremboš (1994), where the competent ball values are attributed to individual parameters:

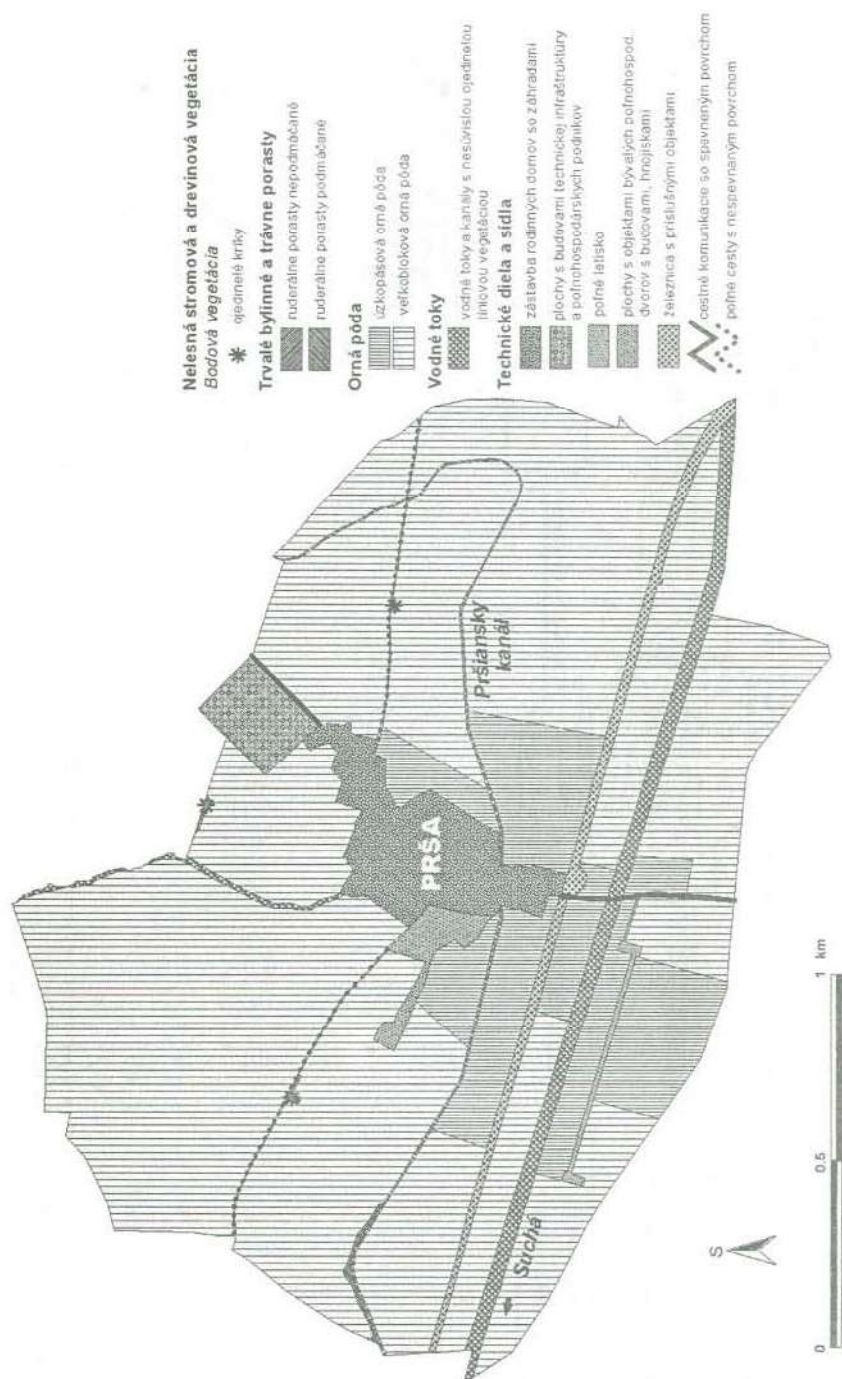
$$Z = (A + B + C + D).E,$$

where Z – relative value of waterlogging hazard, A – morpho-geographic form, B – position, C – additional intake of surface water, D – infiltration ability of the soil, and E – meliorating measures (drainage).

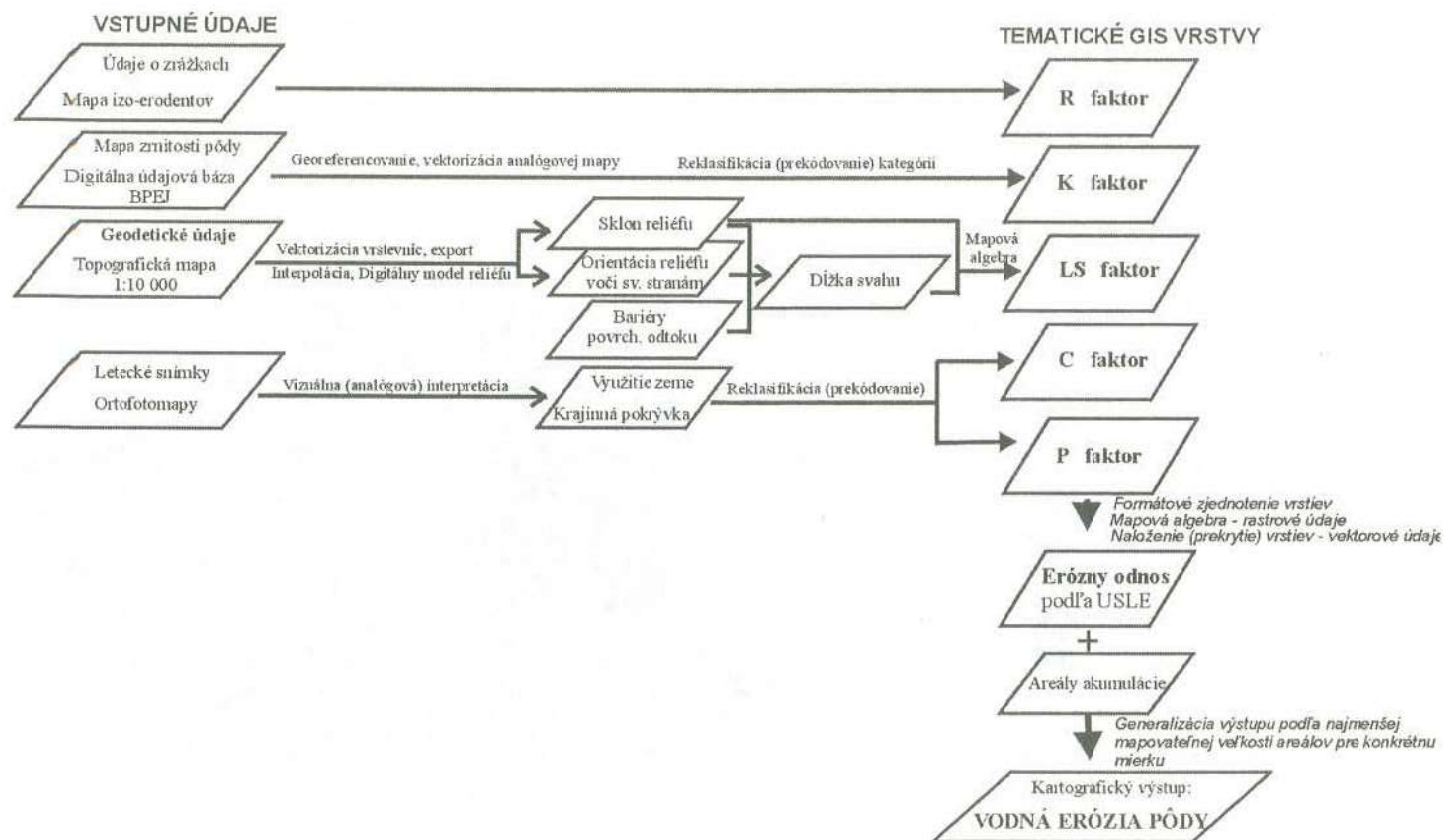
Potentially strongest soil degradation by erosion threatens 17,8 % (53,6 ha) of arable land in the study area and 4,2 % (12,6 ha) is on the boundary level of soil degradation by erosion. This problem concentrates on areas with slopes of more than 5° and slope-length more than 500 m. In the interest of sustainable development of agricultural landscape it is necessary to divide and transform the large monotone plots of arable land by vegetation cover, in order to shorten the slope-length. It is also necessary to stabilize one active gully in the bottom of dell, situated NW from Prša village, by the vegetation cover.

Recenzovali: Prof. RNDr. Ján Harčár, CSc.

Doc. Ing. Jozef Vilček, PhD.



Obr. 2. Súčasná krajinná štruktúra k. ú. Prša.
Fig. 2. Current landscape structure.



Obr. 6. Určenie aktuálnej vodnej erózie pôdy aplikáciou GIS vo veľkej mierke. Pri hodnotení potenciálnej erózie sa vynecháva faktor C, P.

Fig. 6. Actual soil erosion risk assessment by use of GIS at a large scale.