

GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

49

1997

3-4

*Miloš Stankoviansky**

GEOMORFOLOGICKÝ EFEKT EXTRÉMNYCH ZRÁŽOK (Príkladová štúdia)

Miloš Stankoviansky: Geomorphic effect of extreme rainfalls (Case study). Geografický časopis, 49, 1997, 3-4, 4 figs., 34 refs.

The contribution summarizes and generalizes the results of study of geomorphic consequences of surface runoff during particular extreme rainfall events in the Myjava Hills in the years 1993-1996. It precises the terminology of runoff geomorphic processes (i.e. processes triggered by operation of surface runoff in the period of rainfall and snow melt events), typifies these processes acting in the area under study during extreme rainfalls, evaluates their immediate geomorphic effects, while also assesses the influence of land use, crop pattern and topography in the course of these processes.

Key words: runoff geomorphic processes, surface runoff, geomorphic effect, extreme rainfalls, concentrated flow erosion, rill and interrill erosion, gully erosion, ephemeral gullies, sheet wash, muddy floods

ÚVOD

Cieľom príspevku je zhmutie a zovšeobecnenie výsledkov štúdia geomorfologického efektu ronu počas extrémnych zrážok, realizovaného na území Myjavskej pahorkatiny. Príspevok upresňuje terminológiu ronových geomorfologických procesov, prezentuje prehľad doterajších výskumov geomorfologických následkov extrémnych zrážok v študovanom území, ako aj v širších podmienkach Slovenska a Čiech, načrtáva prírodné pomery študovaného územia a hlavné rysy jeho antropogénnej trans-

* Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

formácie a charakterizuje použité metódy. Jadrom práce, odrážajúcim parciálne ciele príspevku, je typológia ronových geomorfologických procesov pôsobiach v študovanom území počas extrémnych zrážok, zhodnotenie ich geomorfologického efektu, evalvácia vplyvu využívania zeme, pestovania plodín a reliéfu na priebeh týchto procesov (príspevok nehodnotí vplyv pôdných vlastností na chod ronových geomorfologických procesov; v tejto súvislosti odkazujeme na prácu Solína a Lehotského 1996). V záverečnej časti príspevku sú načrtnuté zovšeobecnené výsledky výskumu v podobe zákonitostí pôsobenia ronových geomorfologických procesov vyvolaných extrémnymi zrážkami a ich geomorfologického efektu.

Práca nadväzuje na riešenie trilaterálneho Izraelsko - slovensko - českého projektu "Odozva fluvialných systémov na veľkoplošné zmeny využívania zeme", koordinovaného Prof. Asherom P. Schickom z Hebrejskej univerzity v Jeruzaleme, plánovaného na roky 1993-1997. Slovenská časť riešiteľského kolektívu tohto medzinárodného projektu študuje jednotlivé ciele projektu na príklade povodia Jablonky, zasahujúceho z väčšej časti do Myjavskej pahorkatiny.

TERMINOLÓGIA

Geomorfologické procesy, ktorých činiteľom je povrchový ron, reprezentovaný po svahu stekajúcou vodou, či už dažďovou alebo z roztopeného snehu, nazývame "ronové geomorfologické procesy" (cf. Stankoviansky 1997b), alebo "ronové eróžno-akumulačné procesy" (cf. Stankoviansky 1995). Upravili sme tak termín "zrážkové eróžno-akumulačné procesy (*pluvial erosion-accumulation processes*)", uvedený v práci Lehotský, Stankoviansky (1992), nakoľko adjektívum "zrážkový" či jeho umelý anglický ekvivalent "pluvial" nevystihuje presne geomorfologického činiteľa procesov. Mimochodom, adjektívum "ronový" použil prvýkrát v spojení "ronová erózia" Zachar (1970; p. 23). Zavedenie termínu ronové geomorfologické procesy pre procesy iniciované povrchovým ronom dažďovej či roztopovej vody vyplynulo z potreby upresnenia klasifikácie exogénnych geomorfologických procesov podľa činiteľa (cf. Stankoviansky 1984), najmä v rámci skupiny vodou indukovaných procesov. Eróznou zložku ronových geomorfologických procesov členíme na plošnú a lineárnu. Termín "erózia pôdy", často používaný na označenie celého súboru vyššie uvedených procesov spojených s činnosťou povrchového ronu považujeme za negeomorfologický, nakoľko objektom štúdia geomorfológie nie je pôda, ale reliéf a procesy ktoré ho modelujú, a navyše, erózný proces neodstraňuje iba pôdu ale i jej podložie a tiež obsahovo nevyčerpajúci, pretože nepostihuje celý komplex eróžno-akumulačných procesov.

Pod termínom "extrémne zrážky" rozumieme v zmysle Starkela (1996) buď lokálne, krátkotrvajúce lejaky, kontinuálne zrážky (prebiehajúce v rozpätí niekoľkých dní), alebo daždivé obdobia. Predstavený príspevok predstavuje zhrnutie a zovšeobecnenie štúdia geomorfologických efektov početných meteorologických udalostí s extrémnymi zrážkami, pričom išlo takmer výlučne o lejaky, výnimočne o kontinuálne zrážky.

DOTERAJŠÍ STAV VÝSKUMU GEOMORFOLOGICKÝCH NÁSLEDKOV EXTRÉMNYCH ZRÁŽOK NA SLOVENSKU A V ČECHÁCH

Doterajšie výsledky štúdia geomorfologických následkov extrémnych zrážok na Slovensku sú pomerne skromné. Staršie práce sa obmedzujú na charakterizovanie poškodenia pôdy eróziou počas konkrétnych "prietrží mračen" či "katastrofických lejakov". Najviac príkladov odnosu pôdy pri lejakoch je uvedených v práci Zachara (1970), pričom najväčšia pozornosť je venovaná následkom lejaku zo dňa 23. mája 1958 na území obcí Lučatín a Hiadeľ (pp. 273-281). Midriak (1965) opisuje následky lejaku zo dňa 14. apríla 1964 na území obce Kendice pri Prešove.

V poslednom období boli prezentované čiastkové výsledky štúdia geomorfologických následkov extrémnych zrážok a topenia snehu, dosiahnuté v rámci vyššie uvedených výskumov v oblasti Myjavskej pahorkatiny v prácach Stankovianskeho (1995, 1996a, 1997b). Na rozdiel od aktuálnych extrémnych zrážok sa potenciálnym efektom simulovaných zrážkových udalostí v tomto území zaoberajú Hofierka a Šúri (1996a,b). Uvedení autori na príklade malého úvalinového bazénu (1,69 km²) pri obci Kostolné uskutočnili modelovanie priestorovej a časovej diferenciácie vodnej erózie pôdy s využitím modelu ERDEP a údajov o využití krajiny získaných z leteckých snímok. Dynamiku zmien počas modelovej zrážkovej udalosti ovplyvňovanú najmä reliéfom a využitím krajiny analyzovali na príklade dvoch kontrastných časových horizontov (r. 1955 a 1990).

Zameraniu nášho príspevku z prác publikovaných v Českej republike majú najbližšie práce Demeka a Seichterovej (1962) a Hrádka (1989). Prvá z nich si všíma geomorfologický efekt lejakov na poľnohospodárskej pôde, ktoré sa v máji 1960 a 1961 vyskytli na severnej Morave, druhá hodnotí odozvu extrémnych zrážok v máji a júni 1987 na okolí Bystřice nad Pernštejnem.

CHARAKTERISTIKA ŠTUDOVANÉHO ÚZEMIA

Myjavská pahorkatina predstavuje nízke medzihorie medzi Bielymi a Malými Karpátmi, s najvyšším bodom 580 m, najnižším 209 m.

Na geologickej stavbe Myjavskej pahorkatiny sa podieľa päť geologicko-štruktúrnych jednotiek. Sú to: 1) bielokarpatská jednotka magurského paleogénu, 2) bradlové pásmo, 3) klapská jednotka, 4) senónske a paleogénne komplexy, 5) neogénne komplexy (Salaj et al. 1987; p. 45). Prevažná časť hornín uvedených jednotiek vykazuje strednú až nízku odolnosť, čo sa odrazilo vo vytvorení regolitu značnej mocnosti. Tento fakt je ešte umocnený prítomnosťou sprašových hĺn. Uvedené skutočnosti dovoľujú vyvodiť záver, že z hľadiska geologických pomerov Myjavská pahorkatina vykazuje značnú náchylnosť na rozvoj ronových geomorfologických procesov.

Jedným zo špecifických rysov geomorfologických pomerov študovaného územia je jeho plošinatosť. Pôvodné rozsiahle plošiny boli rozčlenené lokálnymi tokmi, pričom typická hĺbka zarezania je 40-80 m, iba výnimočne presahuje 100 m. Súčasný reliéf sa takto vyznačuje striedaním nevysokých, širokých, plochých chrbtov s relatívne mocným krytom elúvia a širokých dolín s dobre vyvinutými nivami, či úvalinovitých dolín. Ich prevažne konvex-konkávne svahy sú pokryté mocnými polohami delúvia. Iba úseky niektorých dolín, zarezané do odolnejších komplexov hornín,

vykazujú odlišný charakter. Zužujú sa, majú válovcovitý tvar so strmšími, rektilineárnymi svahmi a oveľa menšou mocnosťou delúvia. Hladko modelovaný pahorkatinný až podvrchovinný reliéf rozčlenených plošín je na niekoľkých miestach, najmä v oblasti bradlového pásma a klapskej jednotky, narušený ostrejšie modelovaným reliéfom štruktúrne podmienených vyvýšení - tvrdošov rôzneho pôvodu, charakteristických strmými svahmi, pokrytými iba tenkou vrstvou pôdy (cf. Stankoviansky 1994a).

Ďalšou špecifickou črtou reliéfu Myjavskej pahorkatiny je výskyt veľkého množstva jednoduchých či zložených úvalín, zahĺbených do svahov, predstavujúcich takto svahové bazény, prakticky beztoké za normálnych podmienok, avšak meniace sa na najdynamickejšie formy reliéfu počas extrémnych zrážok alebo topenia snehu (cf. Hrádek 1989). Hustá sieť týchto úvalinových bazénov, koncentrujúcich povrchový ron počas uvedených udalostí, robí z Myjavskej pahorkatiny geomorfologickú jednotku s veľmi vysokou náchylnosťou na pôsobenie ronových geomorfologických procesov.

Priestorové rozloženie typov pôdy v študovanom území je podmienené najmä chemickým zložením podloží hornín a charakterom reliéfu. V pahorkatinnom stupni prevládajú luvizeme, v podvrchovinnom kambizeme. Na ílovitých polohách regolitu sa vyvinuli pseudogleje. Pre ostrovy karbonátových hornín sú typické rendziny a rezozeme (cf. Tarábek 1985). Uvedené pôdne typy sú prevažne hlinitého, lokálne ílovito-hlinitého charakteru a sú takto veľmi náchylné na rozvoj ronových geomorfologických procesov. Detailne sa náchylnosťou pôdných typov študovaného územia na erózne procesy na základe hodnotenia vybraných pôdných parametrov zaoberá práca Solína a Lehotského (1996).

Z klimatického hľadiska Myjavská pahorkatina patrí k typu teplej predhorskej pahorkatiny s ročným úhrnom zrážok 650-700 mm, s maximom v júli (Tarábek 1985). Z hľadiska tvorby účinného ronu, ktorý má za následok intenzívne ronové geomorfologické procesy, je však oveľa dôležitejším ukazovateľom ako dlhodobé priemery zrážok frekvencia extrémnych zrážok, najmä lokálnych, krátkotrvajúcich lejakov, ktorá bola v študovanom území počas hodnotených rokov značná. Najškodlivejšie účinky týchto udalostí sa vyskytli v jarných mesiacoch, teda v čase, keď polia neboli dostatočne chránené vegetáciou.

Územie Myjavskej pahorkatiny bolo ešte v 13. storočí prakticky zalesnené (Varšík 1972). Pôvodne bolo pokryté predovšetkým dubovými a dubohrabovými lesmi, najvyššie partie bučinami (Krippel 1985). Rozsiahle odlesňovanie, transformácia lesnatej krajiny na poľnohospodársku v období jednotlivých kolonizačných etáp, najmä kopaničiarskej kolonizácie (cf. Stankoviansky 1994a) a predovšetkým zásadné, veľkoplošné zmeny využívania zeme počas kolektívizácie poľnohospodárstva (cf. Stankoviansky 1997a,b) mali za následok zmenu potenciálnej náchylnosti vyššie uvedených krajinných prvkov i krajiny ako celku k rozvoju ronových geomorfologických procesov na reálne ohrozenie týmito procesmi.

METODIKA VÝSKUMU

Na pochopenie zákonitostí priestorovej distribúcie a priebehu súčasných ronových geomorfologických procesov vyvolaných extrémnymi zrážkami vo vzťahu k využitiu zeme, typu kultivácie ale aj k reliéfu sa uskutočňovalo detailné mapovanie

geomorfologických následkov konkrétnych dažďových udalostí (obr. 1). Mapovanie bolo realizované v mierke 1:10 000, pričom na jednotlivých poliach (prevažne družstevných lánach) postihnutých oblastí bola popri prejavoch procesov dokumentovaná i štruktúra plodín v čase udalosti. Dokumentácia sa uskutočňovala v najbližších dňoch po vybraných dažďoch. Zaznamenávali sa plochy postihnuté stružkovou eróziou, orientácia stružiek a priebeh vymytých pruhov ornice v miestach pôsobenia koncentrovaného ronu. Terénny výskum sa vykonával v rokoch 1993-1996 v mesiacoch máj, jún, resp. júl, a to v tých častiach študovaného územia, ktoré boli práve postihnuté študovanými udalosťami. Najvhodnejšie podmienky na výskum nastali v máji a júni 1993, kedy došlo k čiastočnému prekrytu území postihnutých tromi po sebe nasledujúcimi extrémnymi zrážkami.

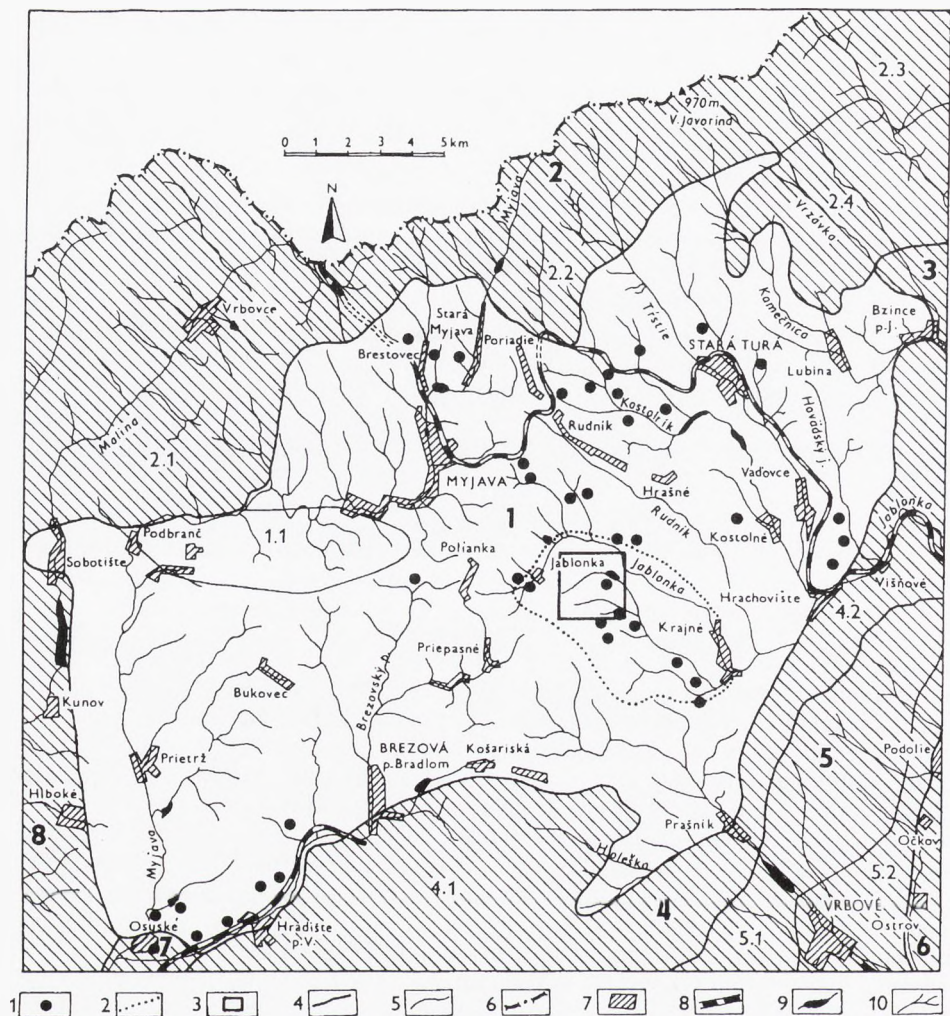
Maximálna hodnota zrážok počas jednej búrkovej udalosti bola nameraná dňa 4. júna 1993 (52 mm) na meteorologickej stanici Stará Myjava. Dokumentácia následkov niektorých udalostí nás oprávňuje predpokladať i vyššie hodnoty zrážok, ktoré však nemuseli byť zaznamenané v dôsledku často pomerne malého plošného zásahu udalostí a riedkej siete zrážkomerných staníc v študovanom území (Stankoviansky 1997b).

VÝSLEDKY

Typológia ronových geomorfologických procesov pôsobiacich v študovanom území počas extrémnych zrážok a ich geomorfologický efekt

Ronové geomorfologické (erózo-akumulačné) procesy reprezentujú najdôležitejšiu skupinu exogénnych geomorfologických procesov podieľajúcich sa na súčasnej modelácii reliéfu Myjavskej pahorkatiny. V zmysle Zacharovho (1970, pp. 41, 51) členenia erózie pôdy ich rozdeľujeme na plošné a lineárne. Plošné ronové procesy môžu postihovať prakticky všetky aktívne polia situované na sklonitých partiách reliéfu, viažu sa teda na pravidelne kultivované svahy. Na poliach rozprestierajúcich sa na plochých častiach reliéfu, akými sú napr. nivy alebo zvyšky plošín zarovnaných povrchov, pôsobí iba erózia dažďových kvapiek (*splash erosion*) (cf. Stankoviansky 1988). Eróziu zložku plošných ronových procesov, t.j. plošnú eróziu (*areal erosion*) chápeme v zmysle Zachara (1970, pp. 41, 273) ako spoločné pôsobenie plošného splachu (*sheet wash*) a kombinovanej stružkovo-medzistružkovej erózie (*rill-interrill erosion*), nakoľko táto v konečnom dôsledku vykazuje tiež plošný charakter. Uvedený autor síce ešte nepoužíva termín medzistružková erózia uvádzaný napríklad v prácach Thornesa (1980), Auzet et al. (1990) a i., avšak z kontextu je zrejmé, že pôsobenie tohto čiastkového erózneho procesu v teréne identifikoval (cf. Zachar 1970, p. 273).

Plošná erózia pri intenzívnych zrážkach začína zvyčajne eróziou dažďových kvapiek, pokračuje plošným splachom, v smere sklonu prechádzajúcim do kombinovanej stružkovo-medzistružkovej erózie. Plošná erózia sa môže vyskytovať na všetkých úsekoch svahov nerozčlenených lineárnymi spádnicovými depresiami. Výsledkom plošného splachu je prakticky nepozorovateľné znižovanie povrchu, výsledkom stružkovej erózie je vytvorenie stružiek, ktorých priebeh, hustota, tvar a veľkosť závisia od viacerých činiteľov a podmienok. Výsledkom medzistružkovej erózie je znižovanie povrchu medzi stružkami. Výsledným efektom plošnej erózie ako celku v kombinácii s obrábaním polí, zahladzujúcim zakaždým ich povrch rozrytý stružkami, je znižovanie povrchu svahov. O tejto skutočnosti najlepšie svedčia ronovými pro-



Obr. 1. Situačný náčrt lokalít študovaných z hľadiska geomorfologických efektov konkrétnych udalostí extrémnych zrážok a topenia snehu.

1 - lokality štúdia geomorfologických efektov extrémnych zrážok, 2 - hranica územia štúdia geomorfologických účinkov topenia snehu, 3 - vybraná časť tohto územia (mapa stružkovej erózie na tomto výreze publikovaná in Stankoviansky 1995), 4 - hranice geomorfologických celkov, 5 - hranice geomorfologických podcelkov, 6 - hranica SR a ČR, 7 - sídla, 8 - železnice, 9 - vodné nádrže, 10 - toky.

Geomorfologické jednotky : 1 - Myjavská pahorkatina, 1.1 - Brančské bradlá, 2 - Biele Karpaty, 2.1 - Žalostinská vrchovina, 2.2 - Javorinská hornatina, 2.3 - Beštiny, 2.4 - Bošacké bradlá, 3 - Považské podolie, 4 - Malé Karpaty, 4.1 - Brezovské Karpaty, 4.2 - Čachtické Karpaty, 5 - Trnavská pahorkatina, 5.1 - Podmalokarpatská pahorkatina, 5.2 - Trnavská tabuľa, 6 - Dolnozávska niva, 7 - Borská nížina, 8 - Chvojnická pahorkatina.

cesmi vytvorené svahové spádnicové depresie, situované na družstevných lánoch v miestach hraníc pôvodných spádnicových polí, či úvratí v prípade vrstevnicových polí, ako aj úseky svahov s úplne zmytým regolitom.

Lineárne ronové procesy sa viažu predovšetkým na dná horných úsekov úvalín a iných v svahoch (v smere spádnice) vhlbených lineárnych foriem reliéfu rôznej genézy. Sú iniciované pôsobením časovo limitovaných tokov vzniknutých zvyčajne počas extrémnych dažďov koncentráciou plošného (včítane stružkového) ronu. Koncentrovaný tok môžu podmieniť i spádnicovo či šikmo po svahu orientované poľné cesty, rozhrania medzi poľami, rôzne kultivačné ryhy, brázdy po kolesách poľnohospodárskych strojov a rôznych vozidiel a iné umelé lineárne krajinné prvky. Erózna zložka lineárnych ronových procesov, t.j. lineárna erózia sa prejavuje odnosom časti až celej kultivačnej vrstvy a vytvorením tak plytkej depresie pretiahnutej v smere pôsobenia dočasného toku. Takéto erózne formy nazývajú Foster a Lane (1983), Thorne a Zevenbergen (1990) a ďalší "efemérne výmole (*ephemeral gullies*)". V rámci štúdia prejavov ronových geomorfologických procesov na území Myjavskej pahorkatiny po extrémnych dažďoch bola zistená značná frekvencia takýchto "výmolov". Ich šírka v plytkých svahových depresiách dosahovala až do 5-6 metrov (napr. pri Osuskom počas búrky z dňa 15. mája 1993) a až 10-12 m v dnách dolín (napr. v bočnej doline ústiacej sprava do doliny Brezovského potoka poniže PSB Brezová pod Bradlom dňa 6. júla 1995), hĺbka sa pohybovala od niekoľko cm po ca 25 cm v prípade odnesenia celej ornice. Hĺbka efemérnych výmolov je limitovaná prítomnosťou spevneného podorničia, ktorá často pôsobí ako neerodovateľná poloha, zabráňujúca ďalšiemu zahĺbeniu (cf. Poesen 1989). V podorničí vplyvom časovo limitovaného toku nezriedka vznikajú formy podobné krúňavým hŕncom (Stankoviánsky 1996a). Oveľa zriedkavejšie ako široké a plytké efemérne výmole, ktoré sú podľa Poesena výsledkom práve extrémnych a krátkotrvajúcich zrážok (personálna komunikácia), sa vyskytuje ďalší typ efemérnych výmolov, pri ktorých je dno zahĺbené už v spevnenej podorničnej polohe. Počas päťročného výskumného obdobia sme v študovanom území zaznamenali výskyt iba dvoch takýchto výmolov, ktoré však nepresahovali hĺbku 50 cm. Podľa M. Dršku, bývalého predsedu JRD Kostolné, za desaťročia od kolektívizácie výmole v katastri tejto obce dosahovali hĺbku maximálne do 1 m. Najlepšie podmienky pre vznik efemérnych výmolov sa vyskytujú v prípade, keď úvalinový bazén či systém lineárnych svahových spádnicových depresií je súčasťou jedného veľkého družstevného lánu, teda keď dno i svahy týchto vhlbených foriem reliéfu sú rovnako kultivované. Tento typ ronnej erózie, pre Myjavskú pahorkatinu zvlášť charakteristický, sa v krajinách západnej Európy a USA nazýva *concentrated flow erosion* (cf. napr. Spomer a Hjelmfelt 1986, Auzet et al. 1990), *thalweg erosion* (cf. napr. De Ploey 1989) alebo *ephemeral gully erosion* (cf. napr. Thorne a Zevenbergen 1990). Zachar (1970, p. 44) používa pre tento jav termín "vrstevná erózia". Tento proces považujeme za subtyp výmolovej erózie.

Efemérne výmole bývajú zvyčajne zahladené pri najbližšom obrábaní pôdy, avšak pri nasledujúcej eróznej udalosti opäť vznikajú na tých istých miestach (cf. Poesen 1989). Výsledkom opakovaného erózneho pôsobenia koncentrovaného toku je takto prehlbovanie horných úsekov dien úvalín či iných, do svahov v smere sklonu vhlbených lineárnych foriem reliéfu.

Koncentrovaný tok môže dosiahnuť také rozmery, že prerastie v nižších polohách do bahnitých povodní (cf. Auzet et al. 1992) s veľmi rýchlym priebehom, nazývaných bleskové povodne (*flash floods*) (cf. napr. Papy, Douyer 1991). Takéto povodne

sa vyskytli napríklad počas lejakov v dňoch 6. mája 1993 v Brestovci a Starej Myjave a 15. mája 1993 medzi Osuským, Prietržou a Hradištom pod Vrátnom. Na podobné udalosti v období pred riešením projektu nás upozornili záznamy v lokálnych kronikách a personálne komunikácie s miestnymi občanmi. Medzi bleskové bahnité povodne s najhoršími následkami patrili tie, ktoré postihli väčšie sídla v študovanom území, napr. Starú Turú v dňoch 6. júna 1981 a 24. mája 1986 a Kostolné 7. a 13. júna 1992. Udalosti tohto typu predstavujú najväčšie geomorfologické riziko pre miestne obyvateľstvo.

Akumulačná zložka ronových geomorfologických procesov má za následok sedimentáciu prenášaného materiálu. Deje sa to buď v podobe ukladania pruhov kolúvií na pätách svahov, vystielania dnen úvalín, dnen zárezov v úvalinovitých dolinách či dnen stabilizovaných výmoľov a vytvárania koluviálnych kuželov v ústiach lineárnych foriem reliéfu. Sedimentácií materiálu popri kvalitatívnych topografických zmenách (pokles sklonu) napomáhajú i kvalitatívne zmeny využívania zeme (prechod z poľa s plodinou s malým protieróznym efektom na pole s plodinou s väčším efektom, prechod z poľa do lesa, na lúku či do sadu) alebo umelé terénne bariéry.

Výsledným efektom opakovanej akumulácie je zvyšovanie terénu v miestach jej pôsobenia. Maximálne zvýšenie povrchu v postkolektivizačnom období vykazuje dno válovcovitého zárezu v dne úvalinovitej doliny pri kopanici Luskovica v katastri obce Krajné, kde od roku 1961 došlo k uloženiu ca 1 m materiálu, zmytého za posledných 35 rokov zo záveru doliny, využívaného ako jeden veľký družstevný lán (cf. Stankoviansky 1996a, 1997b). Podobnú mocnosť sme zistili na päte pravého svahu doliny Rybnického potoka v katastri obce Bzince pod Javorinou (cf. Stankoviansky 1994b).

Vplyv využívania zeme a pestovania plodín na priebeh ronových geomorfologických procesov vyvolaných extrémnymi zrážkami

Mozaika využívania zeme predstavuje rozhodujúcu podmienku priestorovej diferenciácie pôsobenia ronových geomorfologických procesov. Je zrejmé, že v lese, ale aj na lúke či v intraviláne je pôsobenie plošných ronových procesov prakticky zanedbateľné. Vyskytujú sa tam zvyčajne iba líniové procesy, viažuce sa najmä na sieť nespevnených ciest. Signifikantné pôsobenie plošných ronových procesov je späté takmer výlučne s výskytom aktívnych polí. Bolo by však veľmi zjednodušené konštatovať, že v mieste, kde je situované sklonené kultivované pole, sa pravidelne vyskytujú plošné ronové procesy. Do hry vstupuje totiž ďalšia významná podmienka, a to druh plodiny pestovanej na tom ktorom poli, resp. priestorové usporiadanie polí s odlišnými plodinami. Určitú úlohu zohrávajú tiež tvar, veľkosť a orientácia polí ako i smer a typ ich obrábania, tieto podmienky však už len modifikujú, usmerňujú, zosilňujú či zoslabujú priebeh procesov, no nemajú vplyv na základnú otázku, či sa procesy pri extrémnych zrážkach na konkrétnom poli vyskytujú alebo nie.

Je známe, že plodiny možno rozdeliť do rôznych kategórií z hľadiska stupňa ich ochrannej funkcie voči pôsobeniu ronových geomorfologických procesov. Z plodín pravidelne pestovaných na území Myjavskej pahorkatiny najväčší protierózný efekt vykazujú tráva, ďatelina siata, lucerna, ale i zapojené obilniny. Naopak, najnižším protieróznym efektom sa vyznačujú kukurica a zemiaky, ku ktorým sa za určitých okolností pridávajú repka olejka a krmná repa. Keďže kukurica spomedzi plodín s najnižším protieróznym efektom tu zvyčajne zaberá najväčšie plochy, podstatná časť

dokumentovaných plôch s najväčším postihom ronovými procesmi sa viaže na kukuřičné polia.

Vplyv plodín je odlišný na svahoch na jednej strane a v úvalinách či úvalinovitých dolinách na strane druhej. V oboch prípadoch zase závisí od toho, či ide o monokultúru vysiatu či vysadenú po celej ploche danej formy reliéfu alebo v smere sklonu dochádza k zmene plodín. Ak ide o monokultúru so slabým protieróznym efektom, či už na svahu alebo v úvaline (doline), priebeh procesov je ovplyvňovaný iba topografickými parametrami; o takýchto prípadoch budeme preto hovoriť na inom mieste príspevku.

Pri striedaní plodín v smere sklonu na svahu môžu nastať štyri prípady:

1. v hornej časti svahu je plodina s minimálnym protieróznym efektom, v dolnej plodina s vysokým efektom;
2. v hornej časti je plodina s vysokým protieróznym efektom, v dolnej plodina s minimálnym efektom;
3. na oboch úsekoch svahov sú plodiny s minimálnym protieróznym efektom;
4. na oboch úsekoch svahov sú plodiny s vysokým protieróznym efektom.

Jednoznačne najrozšírenejším variantom na území Myjavskej pahorkatiny je prvý. Druhý a tretí sa vyskytujú zriedkavo, štvrtý sme vôbec nezistili. Pochopiteľne, uvedené prípady sa vzťahujú iba na družstevné polia; v prípade malých súkromných polí orientovaných po vrstevnici sa na jednotlivých svahoch vyskytuje ďaleko viac ako dve nad sebou usporiadané polia.

Prvý variant sa prejavuje tým, že v hornom úseku prebieha aktívna erózia od plošného splachu cez stružkovú eróziu po eróziu koncentrovaného toku (modifikovaná podľa typu plodiny a obrábania polí), v dolnom úseku je priebeh procesov značne zoslabený; erózne formy zvyčajne končia na kontakte polí a značná až prevažná časť materiálu sa ukladá v mieste kontaktu, resp. pod ním. Najčastejšie sa v študovanom území vyskytuje kombinácia kukurice na vyššie situovanom poli s trávou, resp. obilím na poli situovanom nižšie. Výnimočne sme zaznamenali kukuricu v hornej a zmesku ovsu a lucerny v dolnej časti svahu, resp. zemiaky na vyššom a viku siatu na nižšom poli. Najzaujímavejšiu situáciu sme zaznamenali po ležaku zo dňa 4. júna 1993 pri Osuskom, kde v hornej časti svahu boli vedľa seba polia s kŕmnou repou, kukuricou a zemiakmi, v dolnej časti jarný jačmeň. Materiál zmyvaný zo všetkých troch vyššie situovaných polí sa uložil zväčša v pruhu poniže kontaktu s jačmeňom.

Ešte významnejšie zoslabenie pôsobenia ronových geomorfologických procesov, než na styku polí s plodinami s diametrálne odlišným protieróznym efektom, sa vyskytuje na kontakte polí s lesom, lúkou či intravilánom. Pruh lesov alebo lúk považujú Boardman et al. (1990) za najlepšie pôsobiaciu tlmovú zónu (*buffer zone*), podstatne obmedzujúcu pohyb prenášaného erodovaného materiálu zo svahu do lokálneho toku. V študovanom území sa najčastejšie vyskytuje kombinácia kukurice v hornej a lúky v dolnej časti svahu.

Druhý z uvedených variantov striedania plodín v smere sklonu, ktorý sa vyskytuje oveľa zriedkavejšie, bol v hodnotenom období zastúpený kombináciou vyššie situovaného poľa s trávou a nižšie situovaného s kukuricou. Výsledným efektom bola skutočnosť, že stružky sa objavili až na kontakte polí.

Tretí, rovnako zriedkavý variant, bol reprezentovaný oboma možnosťami strieda-

nia kukurice a zemiakov. V oboch prípadoch dochádzalo k ronovým procesom po celom svahu, predsa však k intenzívnejším v dolnom úseku, čo však už súvisí viac s topografickým parametrom dĺžky svahu.

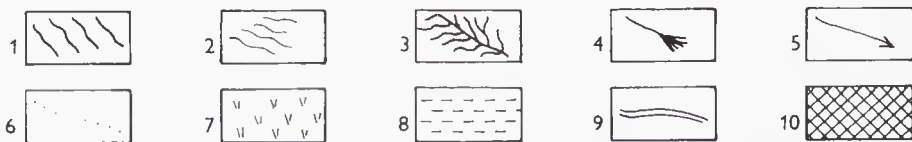
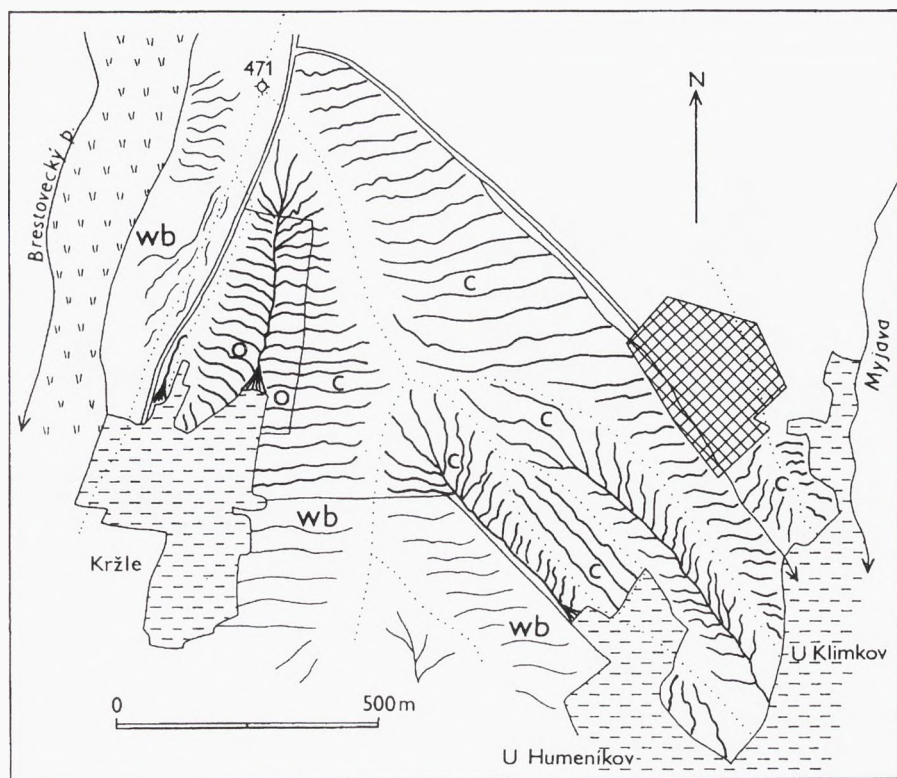
V svahových častiach úvalín či úvalinovitých dolín sa striedanie plôch s rôznym využívaním či striedanie polí s rôznymi plodinami prejavuje podobne ako na ostatných svahoch. Odlišná situácia nastáva v dnách týchto depresných foriem reliéfu, kde sa účinok meniacej sa textúry plodín a často i využívania zeme (kombinácia polí a lesa, polí a lúky) znižuje vplyvom topograficky podmieneného zosilňovania úlohy lineárne pôsobiaceho geomorfologického činiteľa - koncentrovaného toku. Z uvedeného dôvodu budeme o tomto fenoméne hovoriť na inom mieste príspevku.

Priestorové zmeny vo využívaní zeme a pestovaní plodín sa uskutočňujú v čase. Využívanie zeme vykazuje pritom dlhodobejšie rytmy. Súčasná štruktúra využívania zeme v študovanom území je výsledkom dlhodobého vývoja od založenia prvých obcí v 1. polovici 14. storočia (cf. Varsík 1972) po súčasnosť, pričom najvýznamnejšie zmeny nastali následkom kopaničiarskej kolonizácie od 2. polovice 16. storočia po počiatok 19. storočia a kolektívizácie poľnohospodárstva v rokoch 1949-1975 (cf. Stankoviansky 1996b, 1997a). Oveľa krátkodobejšie rytmy má pestovanie plodín. Jednotlivé parcely sú v priebehu rokov využívané odlišným spôsobom, čo súvisí s osevnými postupmi. Navyše zmeny v poľnohospodárskej činnosti nenastávajú iba v jednotlivých rokoch ale i v priebehu toho-ktorého roka, a to pri jednotlivých operáciách obrábania pôdy (oranie, bránenie, valcovanie, siatie a i.). Z hľadiska rozsahu pôsobenia ronových geomorfologických procesov je dôležitá najmä meniaci sa pokrytý pôdy plodinami. Najvýhodnejšia situácia nastáva vo vrchole vegetačného obdobia, kedy je pôda voči erózii najlepšie chránená, naopak, najnevýhodnejšie je obdobie medzi prípravou pôdy na siatie a dostatočným zapojením vegetácie.

Najlepšie podmienky pre štúdium vplyvu časového faktora na zmenu priestorového rozloženia a priebehu ronových procesov prostredníctvom zvyšovania pokryvnosti pôdy plodinami v čase, nastali na jar 1993, kedy severnú a juhozápadnú časť Myjavskej pahorkatiny v priebehu 30 dní postihli tri konsekutívne, priestorovo sa čiastočne prekrývajúce lokálne, krátkotrvajúce lejaky (Stankoviansky 1996a). Lejak dňa 6. mája postihol územie medzi Brestovcom a Starou Turou, ďalší dňa 15. mája územie medzi Osuským, Prietržou a Brezovou pod Bradlom. Posledný lejak dňa 4. júna postihol obe už skôr atakované územia. V súvislosti so skutočnosťou, že májové lejaky sa vyskytli nedlho po siatí, plošné i lineárne ronové geomorfologické procesy poškodili polia s jarnými plodinami, najmä okopaniny, obilniny a krmoviny. Júnový lejak už postihol menšie plochy v súvislosti s rastom a teda i lepším zapojením jarných obilnín. Intenzívna erózia sa koncentrovala predovšetkým na polia s kukuricou a zemiakmi ako i na vymyté pásy (t.j. efemérne výmole) v jarných obilninách, vytvorené počas predchádzajúcich udalostí. Ukážky dokumentácie následkov uvedených lejakov sú prezentované na obr. 2,3,4,5.

Vplyv reliéfu na priebeh ronových geomorfologických procesov vyvolaných extrémnymi zrážkami

V súvislosti so skutočnosťou, že ronové geomorfologické procesy pôsobia prakticky iba na aktívnych sklonitých poliach, vplyv reliéfu na ich priebeh sa obmedzuje na poľnohospodársky využívané plochy na svahoch, ale najmä v depresných formách reliéfu, akými sú úvaliny či úvalinovité doliny.



Obr. 2. Príklad dokumentácie stružkovej erózie a erózie koncentrovaného toku vyvolanej extrémnymi zrážkami (lejak zo 6. mája 1993, lokalita Kržle medzi obcami Brestovec a Stará Myjava).

1 - výrazné stružky, 2 - menej výrazné stružky, 3 - efemérne výmole, 4 - koluviálne kuželíky, 5 - potoky, 6 - rozvodnice, 7 - lúky, 8 - kopanice, 9 - cesty, 10 - Poľnohospodárske družstvo Stará Myjava, wb - ozimný jačmeň, o - ovos, c - kukurica.

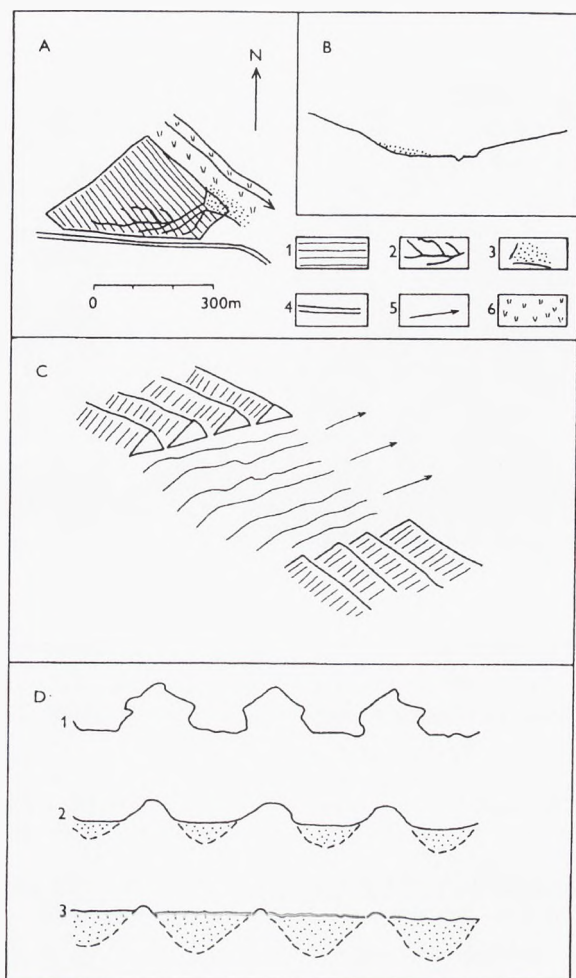
Na priamych svahoch bez vplyvu diferencovaného pestovania plodín, teda pokrytých monokultúrou, najmä v prípade jej malého protierózneho efektu, je veľmi dôležitou podmienkou pôsobenia ronových procesov súbor topografických parametrov, a to dĺžka a sklon svahu a mikrorelieף. V takýchto prípadoch sa na svahu spravidla vyskytujú všetky alebo takmer všetky subtypy ronových geomorfologických procesov (napr. na kukuričnom poli medzi kopanicami U Stanov a U Drobných v katastri obce Krajné sme dňa 16. júna 1995 pozorovali stopy predchádzajúceho lejaku v



Obr. 3. Efemérny výmole vytvorený eróziou koncentrovaného toku počas lejaku dňa 6. mája 1993 a modifikovaný počas ďalšieho lejaku dňa 4. júna 1993 pri kopanici Kržle.

podobe prejavov plošného splachu, stružkovej i medzistružkovej erózie, ako aj erózie koncentrovaného toku).

Vo vhlbených formách reliéfu, akými sú úvaliny či úvalinovitú doliny, sa vplyv reliéfu prejavuje oveľa výraznejšie. Súvisí to s koncentráciou povrchového ronu na dne danej formy reliéfu, ktorá má za následok kumulovaný efekt geomorfologického pôsobenia. V dnách záverov úvalinových či dolinových bazénov, resp. v dnách svahových spádnícových depresii, využívaných monokultúrami s nízkym protieróznym efektom vznikajú takto efemérne výmole. Materiál nesený v dne záverov dolín či úvalín je čiastočne akumulovaný na kontakte s iným spôsobom využívanou plochou, napr. lesom, lúkou, intravilánom. Oveľa častejším javom sú však úvaliny, a najmä doliny s heterogénnym využívaním, kde jedna časť bazénu, zvyčajne rozvodná, je využívaná poľnohospodársky a druhá, zvyčajne dnová, je pokrytá vegetáciou, od lúk cez krovinu až po les. Častým javom na dne takýchto zarastených dien je hlboký, stabilizovaný výmole. V takýchto prípadoch je skoncentrovaná ronová voda, obohatená o materiál zmytý z polí z rozvodných a svahových partií bazénu, prenášaná sieťou bočných výmoľov, poľných ciest a rôznych ďalších líniových prvkov do hlavného výmoľa alebo aspoň zárezu na dne doliny, ktorým je prenášaná do hlavnej doliny, kde nesený materiál čiastočne akumuluje a čiastočne je odnášaný lokálnym stálym tokom. Výmole na dne bočnej doliny či úvaliny pôsobi zvyčajne iba ako koryto pre dočasný tok, v ktorom nedochádza ani k výraznej erózii, ani k akumulácii. Podobné prípady nastávajú takmer pravidelne počas tzv. bleskových povodní. Uvedieme niekoľko prípadov. Počas dvoch lejakov 15. mája a 4. júna 1993 v Hradišti pod Vrátnom bahnitá voda z kukuričných polí v závere bočnej doliny prebehla cez zarastený výmole v jej zalesnenom dne do doliny Brezovského potoka a uložila niekoľko 10 cm mocnú vrstvu materiálu na časti miestneho futbalového ihriska. Tie isté udalosti spôsobili zanesenie cesty i železnice pri osade Rásnik medzi Hradištom pod Vrátnom



Obr. 4. Príklad dokumentácie stružkovej erózie a erózie koncentrovaného toku vyvolanej extrémnymi zrážkami (lejak zo 6. mája 1993, lokalita U Otiepkov pri Poriadí).

A - situačný náčrt postihnutej lokality: 1 - zemiakové pole s naznačeným smerom kultivácie, 2 - stružky a efemérne výmole, 3 - koluviálny kuželík, 4 - cesta, 5 - potok, 6 - lúka. B - priečný profil dolinou s naznačeným koluviálnym kuželíkom. C - príklad pôsobenia erózie koncentrovaného toku. D - príklady deštrukcie hrobľovo-brázdovej konfigurácie ako následok stružkovej erózie podmienenej smerom kultivácie: 1 - erózia, 2-3 - akumulácia.

a Osuským, pričom materiál bol vynesný koncentrovaným tokom z úvaliny celoplošne pokrytej kukuričnou monokultúrou. Lejak 4. júna 1993 spôsobil skoncentrovanie dočastého toku na dne úvalinovitej doliny pretínajúcej areál Poľnohospodárskeho družstva Stará Myjava. Sila toku, umocnená vytvorením dočasného jazierka na prekážke tvorenej betónovou ohradou, mala za následok vyvrátenie jednej z betónových platní ohrady.



Obř. 5. Zemiakové pole deřtruované ronovými geomorfologickými procesmi počas lejaku dňa 6. mája 1993 pri kopanici U Otiepkov.

Popri usmerňovaní pôsobenia plošných i lineárnych ronových geomorfologických procesov prirodzenými (topografickými) prvkami dôležitú úlohu hrajú i umelé terénne prvky, ktorými sú rôzne bariéry či už vypuklého alebo vhlbeného charakteru. Výraznými vypuklými bariérami v študovanom území sú najmä železničné a cestné násypy. Možno sem zaradiť i všetky typy budov a ohrady. Do tejto skupiny patria i zvyšky pôvodne hustej siete poľnohospodárskych terás. Hlavnými predstaviteľmi vhlbených bariér sú do rôzneho stupňa vymyté nespevnené cesty, priekopy pri spevnených cestách, protierózne priekopy, mlynské náhony a rôzne kultivačné ryhy na poliach orientovaných po vrstevnici. Bariéry je možné rozdeliť na stále, pôsobiace pri každej udalosti a občasné, pôsobiace iba pri udalostiach menšej až strednej veľkosti.

ZÁVER

Na základe realizovaných výskumov priestorového rozloženia a priebehu ronových geomorfologických procesov vyvolaných extrémnymi zrážkami vo vzťahu k využitiu zeme, pestovaniu plodín ako aj k reliéfu možno konštatovať nasledovné závery:

- študované územie je v čase takýchto zrážok pravidelne významne postihované ronovými procesmi v súvislosti s jeho plošne veľmi rozsiahlym poľnohospodárskym využívaním;
- súčasné ronové geomorfologické procesy sú tu zastúpené tak plošnými procesmi (plošný splach, stružková a medzistružková erózia), ako aj lineárnymi (erózia koncentrovaného toku);
- najfrekvencovanejšie erózne prejavy uvedených procesov sú stružky a efemérne výmole;

- ronové geomorfologické procesy vykazujú časovú a priestorovú variabilitu založenú na selektívnosti ich pôsobenia vo vzťahu k využívaniu zeme a pestovanie plodín (vyskytujú sa takmer výlučne na aktívnych poliach);

- najškodlivejšie meteorologické udalosti predstavujú extrémne jarné zrážky - lejaky;

- najnebezpečnejším parciálnym eróznym javom je erózia koncentrovaného toku, prerastajúca v nižších úsekoch do bahnitých bleskových povodní (maximálna mocnosť bahna akumulovaného počas jednej udalosti dosiahla ca pol metra);

- najpostihnutejšie formy reliéfu predstavujú beztoké bazény úvalín a úvalinovitých dolín, kde sa popri bežných procesoch plošnej erózie vyskytuje i erózia koncentrovaného toku, pričom topograficky zosilnený efekt ronových procesov môže byť ešte umocnený pestovaním nevhodných plodín;

- rozhodujúcu úlohu v bilancii ronových geomorfologických procesov v štvorročnom hodnotenom období hrali procesy vyvolané extrémnymi zrážkami, ktoré vykazujú značne väčší geomorfologický efekt než procesy iniciované topením snehu (tento záver je v súlade s viac rokov trvajúcimi výskumami Froehlich (1975) v Poľských Karpatoch);

- prevažná časť materiálu zmytého z priamych svahov procesmi plošnej erózie ostáva podobne ako v prípade topenia snehu (cf. Stankoviansky 1995) akumulovaná na pätách svahov, v dnách úvalín, úvalinovitých dolín a na okrajoch nív. Materiál uvoľnený a prenášaný koncentrovaným tokom po dnách vhlbených lineárnych foriem reliéfu je v týchto dnách čiastočne sedimentovaný, zvyčajne však iba v prípade terénnej bariéry; prevažujúca časť materiálu je sčasti odnášaná do miestnych tokov v hlavných dolinách, sčasti sa ukladá v podobe rôznych koluviálnych telies v dnách dolín týchto tokov vyššieho rádu.

Uvedené závery možno vzťahovať i na ďalšie oblasti Slovenska s podobnými prírodnými pomermi a využívaním zeme.

Acknowledgement

This research was supported both under Grant No. HRN-5544-G-00-2060-00, Program in Science and Technology Cooperation, Office of the Science Advisor, U.S. Agency for International Development and Grant No. 1059, Scientific Grant Agency of the Ministry of Education and the Slovak Academy of Sciences (VEGA).

LITERATÚRA

- AUZET, A.V., BOIFFIN, J., PAPY, F., MAUCORPS, J., OUVRY, J. F. (1990). An approach to the assessment of erosion forms and erosion risk on agricultural land in the Northern Paris Basin, France. In Boardman, J., Foster, I.D.L., Dearing, J.A., eds. *Soil erosion on agricultural land*. Chichester (Wiley), pp. 383-400.
- AUZET, A.V., GUERRINI, M. C., MUXART, T. (1992). L'agriculture et l'érosion des sols: importance en France de l'érosion liée aux pratiques agricoles. *Économie rurale*, 208-209, 105-109.
- BOARDMAN, J., DEARING, J.A., FOSTER, I.D.L. (1990). Soil erosion studies: some assessment. In Boardman, J., Foster, I.D.L., Dearing, J.A., eds. *Soil erosion on agricultural land*. Chichester (Wiley), pp. 659-672.

- DEMEK, J., SEICHTEROVÁ, H. (1962). Eroze půdy a vývoj svahů v současných podmínkách ve střední části ČSSR. *Sborník Československé společnosti zeměpisné*, 67, 25-38.
- DE PLOEY, J. (1989). Erosional systems and perspectives for erosion control in European loess areas. *Soil technology series*, 1, 93-102.
- FOSTER, G.R., LANE, L.J. (1983). Erosion by concentrated flow in farm fields. In Ruh-Ming Li, Lagasse, P.F., eds. *Proceedings of the D.B. Simons symposium on erosion and sedimentation*. Fort Collins (Colorado State University), pp. 9.65-9.82.
- FROELICH, W. (1975). Dynamika transportu fluvialnego Kamienicy Nawojowskiej. *Prace Geograficzne*, 114. Wrocław (PWN).
- HOFIERKA, J., ŠŮRI, M. (1996a). Soil water erosion modelling using GIS and aerial photographs. In Rumor, M., McMillan, R., Ottens, H.F.L., eds. *Geographical information from research to application through cooperation. Second joint European conference and exhibition on geographical information, Barcelona, Spain, 1996*. Amsterdam (IOS Press), pp. 376-381.
- HOFIERKA, J., ŠŮRI, M. (1996b). Modelling spatial and temporal changes of soil water erosion. *Geografický časopis*, 48, 255-269.
- HRÁDEK, M. (1989). The dangerous role of dells in agricultural landscapes of south Moravia (Czechoslovakia). *Supplementi di geografia fisica e dinamica Quaternaria*, II, 51-62.
- KRIPPEL, E. (1985). Rastlinstvo. In Dugáček, M., Gálik, J., eds. *Myjava*. Bratislava (Obzor), pp. 25-27.
- LEHOTSKÝ, M., STANKOVIANSKY, M. (1992). Detekcia priebehu zrážkových erózo-akumulačných procesov na základe stanovenia obsahu izotopu Cs 137 v pôde. *Geografický časopis*, 44, 273-287.
- MIDRIAK, R. (1965). Poškodenie pôdy eróziou pri prietři mračien v oblasti Kendíc pri Prešove. *Polnohospodárstvo*, 11, 696-707.
- PAPY, F., DOUYER, C. (1991). Influence des états de surface du territoire agricole sur le déclenchement des inondations catastrophiques. Systèmes agraires et développement. *Agronomie*, 11, 201-215.
- POESEN, J.W.A. (1989). Conditions for gully formation in the Belgian loam belt and some ways to controll them. *Soil technology series*, 1, 39-52.
- SALAJ, J. et al. (1987). Vysvetlivky ku geologickej mape Myjavskej pahorkatiny, Brezovských a Čachtických Karpát 1:50 000. Bratislava (GÚDS).
- SOLÍN, L., LEHOTSKÝ, M. (1996). Susceptibility of the Jablonka Catchment to soil erosion. *Geografický časopis*, 48, 153-170.
- SPOMER, R.G., HJELMFELT, A.T. (1986). Concentrated flow erosion on conventional and conservation tilled watershed. *Transactions of the American society of agricultural engineers*, 29, 124-127.
- STANKOVIANSKY, M. (1984). Smery výskumu súčasných exogénnych reliéfovorných procesov na Slovensku a pokus o ich klasifikáciu. *Geografický časopis*, 35, 419-424.
- STANKOVIANSKY, M. (1988). Exogénne reliéfovorné procesy modelového územia Bzince pod Javorinou (Biele Karpaty). *Sborník Československé geografické společnosti*, 93, 9-19.
- STANKOVIANSKY, M. (1994a). Reliéf Myjavskej pahorkatiny a vývoj jeho modelácie v holocéne. *Geographia Slovaca*, 7, 155-162.
- STANKOVIANSKY, M. (1994b). Hodnotenie reliéfu povodia Vrzávky so zvláštnym zreteľom na jeho súčasnú modeláciu. *Geografický časopis*, 46, 267-287.

- STANKOVIANSKY, M. (1995). Hodnotenie stružkovej erózie vyvolanej roztopovými vodami /na príklade vybranej časti Myjavskej pahorkatiny/. In Trizna, M., ed. *Vybrané problémy súčasnej geografie a príbuzných disciplín*. Bratislava (Prírodovedecká fakulta UK), pp. 81-88.
- STANKOVIANSKY, M. (1996a). Evolution of geomorphic processes in the Myjava Hillyland as response to land use changes, *Revista Geografica*, 2-3, 12-17.
- STANKOVIANSKY, M. (1996b). Natural conditions of the Jablonka Catchment and its anthropic transformation. *Geografický časopis*, 48, 139-152.
- STANKOVIANSKY, M. (1997a). Antropogénne zmeny krajiny Myjavskej kopaničiarskej oblasti. *Životné prostredie*, 31, 84-89.
- STANKOVIANSKY, M. (1997b). Geomorphic effect of surface runoff in the Myjava Hills, Slovakia. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Supplementband 110, 207-217.
- STARKEL, L. (1996). Geomorphic role of extreme eainfalls in the Polish Carpathians. *Studia geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 30, 21-38.
- TARÁBEK, K. (1985). Podnebie. Pôdy. In Dugáček, M., Gálik, J., eds. *Myjava*. Bratislava (Obzor), pp. 22-25.
- THORNE, C.R., ZEVENBERGEN, L.W. (1990). Prediction of ephemeral gully crosion on cropland in the south-eastern United States. In Boardman, J., Foster, I.D.L., Dearing, J.A., eds. *Soil erosion on agricultural land*. Chichester (Wiley), pp. 447-460.
- THORNES, J. (1980). Erosional processes of running water and their spatial and temporal controls: a theoretical viewpoint. In Kirkby, M.J., Morgan, R.P.C., eds. *Soil erosion*. Chichester (Wiley), pp. 129-182.
- VARSÍK, B. (1972). Osídlenie Myjavy a Myjavskej pahorkatiny do začiatku 17. storočia. *Zborník FFUK, Historica*, 23, 91-163.
- ZACHAR, D. (1970). *Erózia pôdy*. Bratislava (SAV).

Miloš Stankoviánsky

GEOMORPHIC EFFECT OF EXTREME RAINFALLS (CASE STUDY)

The contribution summarizes and generalizes the results of study of geomorphic consequences of surface runoff during particular extreme rainfall events in the Myjava Hills in the years 1993-1996. It precises the terminology of runoff geomorphic processes (i.e. processes triggered by operation of surface runoff in the period of rainfall and snow melt events), typifies these processes acting in the area under study during extreme rainfalls, evaluates their immediate geomorphic effects, while also assesses the influence of land use, crop pattern and topography on the course of these processes.

On the basis of 4-year lasting field investigation of geomorphic consequences of extreme rainfalls, it is possible to state the following general statements:

- the area under study is significantly affected by runoff geomorphic processes during extreme rainfalls in connection with its arealy very extensive agricultural utilization,
- the present-day runoff geomorphic processes are represented here both by areal processes /sheet wash, rill and interrill erosion/ and linear ones (concentrated flow erosion),
- the most frequent erosional manifestations of the mentioned processes are rills and ephemeral gullies,
- the present-day runoff geomorphic processes show temporal and spatial variability based on selectiveness of their acting in relation to the land use and type of cultivation (they occur almost exclusively upon active fields),

- the most harmful meteorological events are represented by heavy spring rainfalls,
- the most damaging partial erosional phenomenon is represented by the concentrated flow erosion overgrowing downwards to the muddy floods (the maximum thickness of mud accumulated during one event reached ca half meter),
- the most affected localities are represented by the flowless basins of dells or dell-like valleys, where beside common phenomena of areal runoff erosion also concentrated flow erosion occurs, while topographically raised effect of runoff geomorphic processes can be still elevated in case of the introduction of unsuitable crop,
- the decisive role in the balance of runoff geomorphic processes within the period of the last four years was played by processes triggered by extreme rainfalls, which showed considerably higher geomorphic effect than melt water processes,
- predominant part of material washed down the smooth, straight slopes by surface runoff during heavy rainfalls was accumulated on footslopes, dell bottoms or flood plain margins. The material loosened and transported by concentrated flow along bottoms of linear land forms deepened in slopes, such as slope gradient depressions and dells, as well as of dell-like valleys, is partially accumulated in these bottoms but usually only in case of terrain obstacles (barriers), where the flow slows down; the predominant part of sediment is partially carried away to local streams in main valleys and partially accumulated in form of different colluvial bodies on the floors of mentioned valleys of higher order.

Fig. 1. Situation sketch of localities studied from the viewpoint of geomorphic effects of particular extreme rainfall and snow melt events.

Legend: 1 - sites of study of extreme rainfall effects, 2 - boundary of area under study of snow melt effects, 3 - selected part of this area (a map of rill erosion in this area published in Stankovianky 1995), 4 - boundaries of geomorphic units, 5 - boundaries of geomorphic subunits, 6 - state boundary with Czech Republic, 7 - settlements, 8 - railway roads, 9 - water reservoirs, 10 - streams.

Geomorphic units: 1 - Myjava Hills, 1.1 - Branč Klippes, 2 - White Carpathians, 2.1 - Žalostiná Upland, 2.2 - Javorina Highland, 2.3 - Beštiny, 2.4 - Bošáca Klippes, 3 - Považie Basin, 4 - Little Carpathians, 4.1 - Brezová Carpathians, 4.2 - Čachtice Carpathians, 5 - Trnava Hills, 5.1 - Sublittletcarpathian Hills, 5.2 - Trnava Loessy Plain, 6 - Lower Váh Flood Plain, 7 - Bor Lowland, 8 - Chvojnicia Hills.

Fig. 2. Example of documentation of rill and concentrated flow erosion triggered by extreme rainfalls /the downpour on May 6, 1993, the locality Kržle between the villages Brestovec and Stará Myjava/.

Legend: 1 - marked rills, 2 - less expressive rills, 3 - ephemeral gullies, 4 - colluvial fans, 5 - streams, 6 - watersheds, 7 - meadows, 8 - hamlets, 9 - roads, 10 - collective farm Stará Myjava. wb - winter barley, o - oats, c - corn.

Fig. 3. Ephemeral gully created by concentrated flow erosion during the downpour on May 6, 1993 and modified during the further downpour on June 4, 1993 at the hamlet Kržle.

Fig. 4. Example of documentation of rill and concentrated flow erosion triggered by extreme rainfalls /the downpour on May 6, 1993, the locality U Otiepkov at Poriadie/.

Legend: A - situation sketch of affected locality: 1 - potato field with indicated direction of cultivation, 2 - rills and ephemeral gullies, 3 - colluvial fan, 4 - road, 5 - stream, 6 - meadow. B - cross-section of the valley with indicated colluvial fan. C - example of acting concentrated flow erosion. D - examples of destruction of ridge-furrow configuration as a consequence of rill erosion controlled by direction of cultivation: 1 - erosion, 2-3 - accumulation.

Fig. 5. Potato field destroyed by runoff geomorphic processes during the downpour on May 6, 1993 at the hamlet U Otiepkov.