

## **Příspěvek k poznání recentních geomorfologických procesů v okolí Prášílského jezera**

### **Contribution to the research of the recent geomorphological processes in the surrounding of the Prášílské Lake**

**Pavel Mentlík**

*Katedra geografie FPE Západočeské univerzity v Plzni,  
Velešlavínova 42, CZ-32600 Plzeň, Česká republika  
pment@kge.zcu.cz*

#### **Abstract**

The presented contribution deals with the recent geomorphological processes and the geomorphological forms which are connected with their activity. The area of interest is situated in the surroundings of Prášílské Lake and the Stará Jímka area. The recent geomorphological forms were detected by detailed geomorphological mapping. The fluvial erosion was investigated as the most intensive process in the area of interest. Forms like erosion furrows, gullies and alluvial fans are connected with these processes. Then gravity forms like the debris avalanche, the rock falls and the toppling were investigated. The suffosion forms occur in the area, too. Their occurrence is connected with unconsolidated glacial sediments. Finally, cryogenic processes including snowslips are discussed.

*Key words:* geomorphology, geomorphological processes, glacial forms, fluvial forms, cryogenic forms, Prášílské Lake

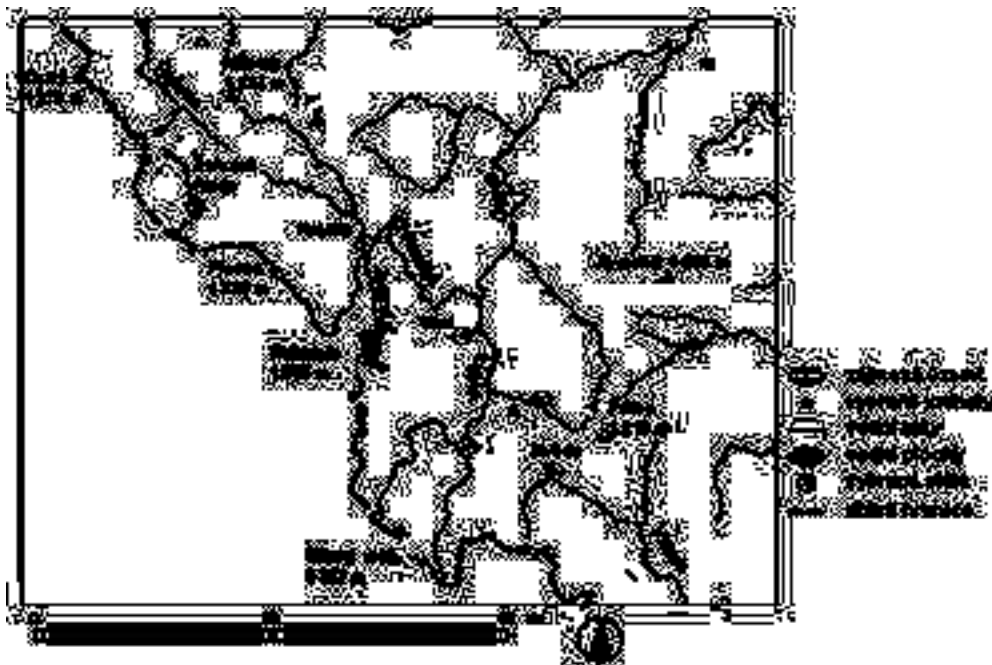
#### **Úvod**

Recentní geomorfologické pochody mají značný význam pro lidskou společnost. Svou činností přímo přetvářejí georeliéf, a to často zásadním způsobem. V případě, že dojde k extrémnímu projevu přírodního jevu, který ohrožuje obyvatelstvo, nemovitosti či majetek lidí, jsou tyto procesy označovány jako přírodní hazardy (McGUIRE et al. 2002).

Ve zkoumaném území sice k bezprostřednímu ohrožení lidí nebo jejich majetků nedochází, ale z hlediska výzkumů recentních geomorfologických procesů jsou zvláště zajímavé oblasti s velkým relativním výškovým rozdílem a geologicky poměrně „mladým“ georeliéfem. Je to proto, že velký rozdíl maximální a minimální nadmořské výšky předurčuje značnou dynamiku geomorfologických procesů a u georeliéfu, který vznikl v geologicky nepříliš vzdálené době, můžeme předpokládat přítomnost mladých a tedy nekonsolidovaných sedimentů.

Obě tyto charakteristiky můžeme najít u strmého svahu s převládající východní orientací, který se nachází nad Prášílským jezerem a nad Starou jímkou nedaleko obce Prášíly na Šumavě (Obr. 1).

Značnými rozdíly relativních nadmořských výšek (330 m výškového rozdílu na 1800 m délky) a přemodelováním celé oblasti glaciálními procesy v posledním glaciálu splňuje zájmové území výše uvedené podmínky.



**Obr. 1.** Poloha zájmového území.  
**Fig. 1.** Location of the area of interest.

Výzkum recentních geomorfologických procesů přináší nové poznatky o charakteru zájmového území, a to v geomorfologicky poměrně málo prozkoumaném území jako je Šumava.

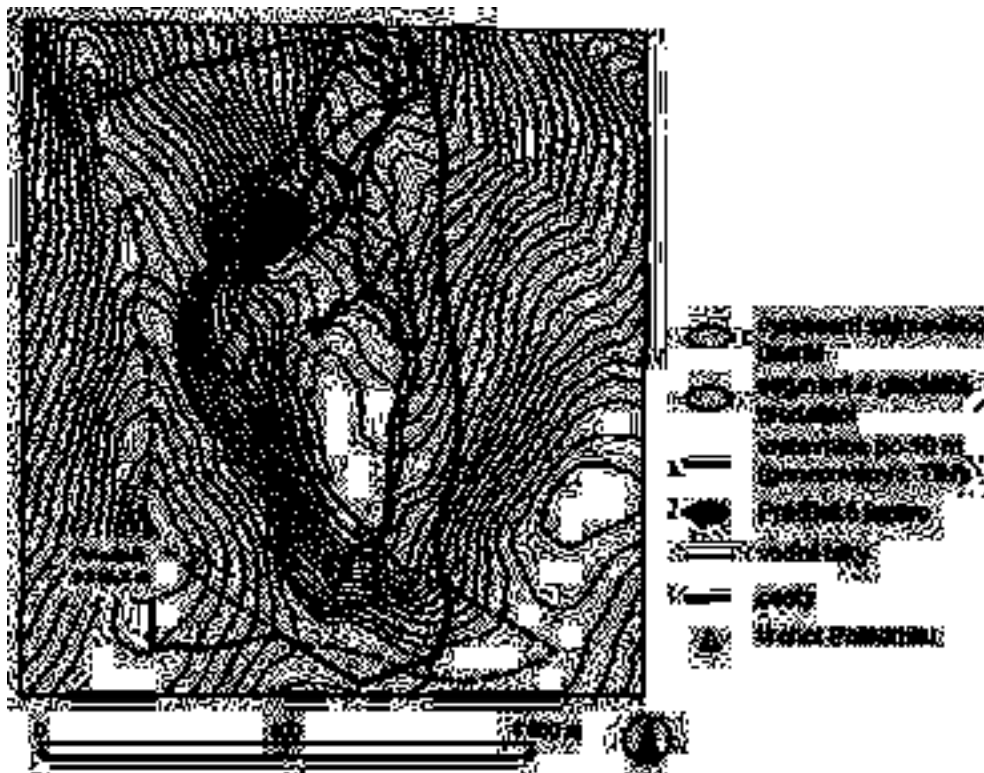
### **VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ**

V povodí Jezerního potoka, kde se nachází Prášilské jezero i Stará jímka, byly zjištěny tři hlavní typy georeliéfu – „široké údolí s plochým dnem“, „údolí tvaru V“ a „údolí tvaru širokého U“. Mezi těmito hlavními typy georeliéfu se nachází dvě přechodné zóny (MENTLIK 2002).

V typu georeliéfu „údolí tvaru širokého U“ byl vymezen segment georeliéfu se zjištěnými tvary glaciální modelace (Obr. 2), poměrně výrazně se odlišující od okolního georeliéfu svým středohorským charakterem a relikty glaciální činnosti (Mentlík 2002).

Hranice zájmového území je v horní části omezena geografickou rozvodnicí a ve spodní části hranicí glaciálního segmentu (Obr. 2), která je vedena po linii rozšíření neuzpevněných sedimentů uložených podél úpatí strmého svahu s převládající východní orientací (MENTLIK 2002). Na jihovýchodě byla hranice území určena údolnicí (resp. nejkratší spojnici mezi pramennou oblastí potoka protékajícího Starou jímku a rozvodnicí) a na severozápadě spojnici mezi pramennou oblastí levostranného bezejmenného přítoku Jezerního potoka a rozvodnicí (Obr. 2). Tento vodní tok má poměrně výrazný suťový pramen v nadmořské výšce 1195 m n. m. a je již součástí typu reliéfu „údolí tvaru V“.

Vymezené zájmové území zahrnuje celý glaciální segment (deficitní i akumulární oblast) i s horní částí svahů, které mají při výzkumu geomorfologických procesů značný význam,



**Obr. 2.** Vymezení zájmového území.  
**Fig. 2.** The area of interest.

zejména pro jejich pozici v rámci kaskádového systému přenosu látek a energie. Je v něm obsažen strmý svah s převážující východní orientací i sedimenty, označované jako glaciální nebo glaciofluviální (MENTLÍK 2002 a 2003), které kopírují úpatí svahu v celé jeho délce.

## **CÍLE PRÁCE A POUŽITÉ METODY VÝZKUMU**

Cílem příspěvku je zhodnotit geomorfologické formy, vznikající v zájmovém území za současných geomorfologických podmínek (recentní geomorfologické formy) – viz dále.

Pro dosažení tohoto hlavního cíle, byly stanoveny tři cíle dílčí:

1. Definovat recentní geomorfologické procesy, které působí v zájmovém území.
2. Určit rozsah podílu recentních geomorfologických procesů na vzhledu dnešního georeliéfu.
3. Vymezit části zájmového území, v kterých je intenzita geomorfologických procesů největší.

Jako základní metoda výzkumu byla zvolena metoda detailního geomorfologického GPS mapování. Metodika vychází z práce DEMKA (1971), některá specifika spojená s použitím GPS jsou popsána v práci VOŽENÍLKA et al. (2001). Praktické užití této metody v zájmovém území je popsáno v práci MENTLÍKA (2002).

Geomorfologické mapování bylo prováděno v měřítku 1: 5000. Mapovány byly jednotlivé elementární formy georeliéfu jak je popisuje MINÁR (1996). Z nich pak byly vybrány ty,

u kterých je předpokládán vznik za působení recentních geomorfologických procesů. Jednotlivé geomorfologické formy jsou tvořeny dvěma nebo více elementárními formami (například erozní zářez má dva svahy s různou orientací). Jsou tedy formami složenými jak je popisuje MINÁR (1996).

Výsledky geomorfologického GPS mapování byly zpracovávány v programu ArcGIS 8.3 s rozšířeními 3D Analyst, Spatial Analyst a Geostatistical Analyst.

## **STRUČNÝ POPIS VÝVOJE GEORELIÉFU V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ A DEFINICE ZÁKLADNÍCH POJMŮ**

Jako recentní geomorfologické procesy jsou chápány procesy, modelující georeliéf v geomorfologických podmínkách současné klimatomorfofenetické zóny ve smyslu BŮDELA in SELBY (1985). Jedná se o procesy působící v současné mírné humidní klimatomorfofenetické oblasti. Podle DEMKA (1987) je současné rozložení klimatomorfofenetických zón zhruba shodné s dnešním v posledních 6500 let. Toto časové vymezení však nemá žádné opodstatnění pokud se blíže zabýváme vývojem klimatu v holocénu.

Na území dnešních Čech a Moravy od preborálu a boreálu (10300–8400 BP) teplota postupně stoupala a klima se zvlhčovalo. Nejvyšší teploty byly v atlantiku a v té době i výrazně stoupla erozní činnost řek (klima o 2–3 °C teplejší a o 60–70 % vlhčí než dnes) (CZUDEK 1997). V subboreálu (5000–2800 BP) pak docházelo k postupnému ochlazení a ubývání srážek. Z hlediska průběhu intenzity geomorfologických procesů je významná i stabilizace výškových stupňů v horských oblastech (CZUDEK 1997).

Subatlantik (2800 BP dodnes) přinesl zpočátku určité ochlazení (o 1–2 °C). V posledním tisíciletí (pravděpodobně však i dříve) se v českých zemích střídají chladnější, teplejší, vlhčí a sušší období, což je považováno za odraz přirozené variability klimatického systému (CZUDEK 1997). Příkladem mohou být výkyvy klimatu v období 1550–1850 AD (tzv. malá doba ledová). V této době došlo k mnoha katastrofickým povodním na řadě evropských řek (CZUDEK 1997). Je tedy zřejmé, že geomorfologické podmínky v takové podobě jak je známe dnes působí u nás asi od začátku subatlantiku. Jejich intenzita je ale závislá na klimatu. V rámci jeho přirozených oscilací může docházet k extrémním klimatickým událostem s adekvátní odezvou v geomorfosystémech.

Georeliéf zájmového území je polygenetický. Je pravděpodobné, že období jeho hlavní modelace skončilo na konci pleistocénu. Nástup holocénu (10300 BP) byl provázen zánikem permafrostu a periglaciálního prostředí. Celkově byly oslabeny svahové, fluvialní i eolické procesy (CZUDEK 1997).

Jedinými informacemi o konkrétní době deglaciaci šumavských karů, které jsou podložené interdisciplinárním výzkumem a absolutním datováním, jsou výsledky prací z oblasti Malého Javorového jezera (RAAB & VÖLKEKEL 2003). Podle všeho, byl kar Malého Javorového jezera bez zalednění již před mladším Dryasem.

Pozdní glaciál (13 000–10 300 BP) byl obdobím, kdy docházelo k celkovému, poměrně rychlému oteplení za relativně krátký úsek 3000 let. Toto období mělo dvě interstadiální období (bölling a alleröd) a dvě chladná období – starší (méně chladný) a mladší (chladnější) Dryas (průměrná roční teplota byla v nižších polohách okolo –3 °C) (CZUDEK 1997). Z výzkumů provedených v oblasti Malého Javorového jezera (RAAB & VÖLKEKEL 2003) vyplývá, že tento poslední chladný výkyv již nezpůsobil vznik ledovce, a to v území, které má v porovnání s ostatními glaciálně ovlivněnými lokalitami na Šumavě asi nejvhodnější podmínky pro vznik ledovců – vazba na Velký Javor (1450 m n.m.) i poměrně rozsáhlé hřbetové plošiny mezi Malým a Velkým Javorem. Na Prášílsku tedy byla deglaciaci ukončena buď ve stejné době nebo spíše o něco dříve.

Hlavní geomorfologické formy v zájmovém území představují dvě amfiteatrální sníženiny glaciálního původu, které mají charakter karů. Představují tzv. deficitní segment, z kterého byl v kryomérách pleistocénu materiál vyklízen – především glaciální činností. K jeho akumulaci docházelo podél úpatí strmého svahu s převládající východní orientací (akumulační segment) (MENTLIK 2003). Geomorfologický vývoj těchto forem probíhal v jiných klimatomorfogenetických podmínkách (pravděpodobně würm), než jaké převládají v současnosti a dnes lze těžko předpokládat jejich obnovení. Proto jsou tyto geomorfologické formy dále označovány jako fosilní geomorfologické formy.

Můžeme říci, že recentní geomorfologické procesy mají menší intenzitu než glaciální, kryogenní a nivační procesy, působící v pleistocénu (resp. v jeho chladných obdobích). Tvary které vytváří, jsou celkově menší a poměrně dobře odlišitelné od skalního podloží (v rámci deficitního segmentu) nebo výrazně prořezávají nejspolehlivě sedimenty v segmentu akumulačním. Nelze však zatím uspokojivě určit rychlost akumulace, vyplňující sníženiny zejména v oblasti Staré jímky (akumulační segment). Celkově tyto formy vznikly činností současných geomorfologických procesů a jsou tedy označovány jako geomorfologické formy recentní.

V zájmovém území byly zjištěny dva typy recentních forem:

1) Geomorfologická forma je v současné době prokazatelně přetvářena geomorfologickým procesem, jehož projevy je možné alespoň v některých jejích částech nalézt. Jedná se o „aktivní“ formu ( $F_{(a)}$ ). Je možné psát:

$$F_{(a)} = F \in P_{(a)} \quad (1)$$

Kde  $F$  představuje geomorfologickou formu a  $P_{(a)}$  aktivní geomorfologický proces.

2) V případě, že geomorfologická forma není přetvářena geomorfologickým procesem. Jedná se o „pasivní“ formu ( $F_{(p)}$ ):

$$F_{(p)} = F \notin P_{(a)} \quad (2)$$

## STAV VÝZKUMU – RECENTNÍ GEOMORFOLOGICKÉ POCHODY NA ŠUMAVĚ

Podle ŠEBESTY (1997) se v současném georeliéfu Šumavy výrazně projevuje zpětná a hloubková eroze vodních toků, která probíhá od pliocénu po celý kvartér. Eroze hlavních šumavských vodních toků atakuje polohy paleoreliéfu, který je na Šumavě zachován ve třech hlavních úrovních. Nejmarkantnější je eroze na Otavě a jejích přítocích Vydře a Křemelné, kde řeky vytváří výrazně zahlubená údolí. V georeliéfu se projevují i další mezofomy georeliéfu, vznikající v pleistocénu a částečně v holocénu jako jsou: kamenná moře a uložení různých typů deluviálních sedimentů, tory přemodelované mrazovým zvětráváním, polygenetické nivy v širokých říčních údolích, morény, kary atd. (ŠEBESTA 1997).

Celkově recentním geomorfologickým procesům v oblasti Šumavy nebyla v minulosti věnována příliš velká pozornost. Autoři se spíše zabývali fosilními formami georeliéfu – glaciálními nebo kryogenními.

V práci (LOSENICKÁ et al. 1999) jsou zmiňovány akumulační tvary vznikající fluviaální činností, a to aluviaální plošiny a výplavové kužele. Tyto formy jsou popisovány na údolním dně řeky Losenice tam, kde převládá sedimentační činnost nad erozí.

Výplavové kužele jsou v povodí Losenice poměrně časté, zvláště podél Losenice, Zlatého a Pěňivého potoka. Jejich zvýšený výskyt byl zaznamenán v místech ústí krátkých konsekventních přítoků s poměrně značnou erozí, které vytváří výrazné uložení deltovitého tvaru. Celkově bylo v povodí Losenice zjištěno 17 výplavových kuželů (LOSENICKÁ et al. 1999).

V práci MAŠKA & VOTÝPKY (1999), zabývající se geomorfologickým vývojem nižších partií povodí Vydry, jsou popisovány erozní rýhy a strže s příčným profilem tvaru V, které jsou výsledkem holocenní fluviaální erozní činnosti. Erozní rýhy odvodňují svahové úpady rozšířené v pramenných oblastech. Úpadům věnuje pozornost i HARTVICH (2003) a uvádí, že jsou

v terénu (sv. svah Prenetu) poměrně rovnoměrně rozložené. Pramenné mísy (resp. úpady) popisuje i MENTLIK (2001) v oblasti povodí Ostrého potoka v Královském hvozdu. Jako horní hranice výskytu pramenných mís je zde uváděna nadmořská výška 950 m. Tento údaj se však zřejmě vztahuje pouze ke konkrétnímu povodí. Úpady také popisuje z granitové oblasti Plechého VOTÝPKA (1979). Rozlišuje dva typy úpadů: údolní sběrné mísy (větších rozměrů – průměr až 200 m a hloubka do 25 m) a svahové sběrné mísy (průměr do 110 m a hloubka maximálně 12 m).

Pouze omezený výskyt akumulčních forem georeliéfu byl zjištěn ve spodní části povodí Vydry (MAŠEK & VOTÝPKA 1999). Aluviální plošina byla zjištěna u soutoku Vydry a Hrádeckého potoka. Výplavové kužely byly rovněž zaznamenány, a to v případě malých přítoků řeky Vydry tam, kde se údolí rozšiřuje. Jejich projev na georeliéfu však není příliš výrazný (MAŠEK & VOTÝPKA 1999).

Jako nejvýznamnějšího geomorfologického činitele v oblasti Šumavy (resp. Pošumaví – SV svah Prenetu) v současnosti označuje HARTVICH (2003) fluviální erozi. Na sv. svahu Prenetu a sz. svahu Plošiny bylo zaznamenáno několik strží nevelkých rozměrů (50–300 m délka a 0,5–3 m hloubka). Nalezené strže nezasahovaly až ke skalnímu podloží, ale byly vyvinuty pouze v deluviu. Dalším zjištěným recentním geomorfologickým tvarem byly erozní zářezy drobných vodních toků, nacházející se na S a SV svahu Velkého Prenetu. Tyto erozní zářezy se zařezávají do vlastních naplavenin, svahovin a ve strmějších částech i do skalního podloží. Jako nejzřetelnější je uváděno zaříznutí Jelenky (hloubka 10–13 m a šířka 50 m) (HARTVICH 2003).

U výše uvedených prací se vyskytuje jistá nejednotnost mezi pojmy erozní rýha a erozní zářez. V práci MAŠKA & VOTÝPKY (1999) a HARTVICH (2003) jsou oba pojmy používány zřejmě pro jeden tvar. Tato terminologická nejasnost se vyskytuje i v dalších pramenech. RUBÍN et al. (1986) užívají termín erozní rýha pro označení tvaru, který vzniká výmolvou činností stékající srážkové vody různých rozměrů (velká erozní rýha představuje říční údolí). Dále v textu se však oba termíny (erozní rýha i zářez) užívají zároveň – jako synonyma (RUBÍN et al. 1986: 296), a to bez bližšího vysvětlení.

V tomto článku je používán termín erozní rýha pro fluviální destrukční tvar, který se vyskytuje na svazích (většinou se sklonem přes 20°), má příčný profil tvaru V a hloubku alespoň 0,75 m a je alespoň částečně vyvinut ve zpevněném podkladu.

Označení strž je užíváno pro erozní rýhu vzniklou v nezpevněných sedimentech (RUBÍN et al. 1986).

Znaky recentních svahových pochodů z oblasti Šumavy jsou uváděny pouze HARTVICHEM (2003), a to z extrémně strmého svahu (57°) se sv. orientací nad řekou Jelenkou. Ze svahových pohybů se zde nápadně projevuje zejména svahové ploužení a soliflukce (její projevy nejsou specifikovány). Nalezen byl i pozůstatek malého proudového sesuvu (HARTVICH 2003).

Jediné publikované závěry geomorfologických výzkumů, které zmiňují recentní geomorfologické pochody v oblasti fosilní glaciální modelace přináší práce VOTÝPKY (1979) z okolí Plešného jezera.

Z recentních geomorfologických forem jsou zde popisovány dvě suché erozní rýhy. Jednu vytvořil potok vytékající z jezera, když postupně vyplavoval jemný materiál a transportoval jej pod spodními bloky, kde ho níže ve svahu ukládal. Vzniklá (dnes suchá) rýha je dlouhá 850 m, široká 15–70 m a její hloubka se pohybuje mezi 4–11 m. Druhá erozní rýha vznikla na balvanové akumulaci, rozšířeně pravděpodobně v embryonálním, vodou přemodelovaném karu. Potok zde pronikl pod balvanovou akumulaci a na povrchu zanechal suchou erozní rýhu (VOTÝPKA 1979).

VOTÝPKA (1979) z granitové oblasti Plechého popisuje i další fluviální tvary, které jsou pravděpodobně recentní (ač to autor vysloveně neuvádí). Jedná se především o balky (široké

strže s plochým dnem), které se zde vyskytují v určitých částech údolí. Nejdelší je popisována z dolního toku Hučiny (délka 1500 m a šířka 130 m) (VOTÝPKA 1979).

Z granitového masívu Plechého jsou popsány i akumulární formy – konkrétně výplavové kužele, vznikající při ústí erozních tvarů do aluvia. V oblasti je jich popsáno osm a nejsou podle VOTÝPKY (1979) morfologicky příliš výrazné.

## ROZBOR DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ

### Tvary vzniklé fluviaální činností

Fluviaální tvary jsou popisovány odděleně – nejprve formy erozní a pak akumulární. Z erozních tvarů, byly v zájmovém území zjištěny dvě fluviaální (erozní) formy georeliéfu, a to erozní rýhy a strže (Tab. 1).

Erozní rýhy

**Tabulka 1.** Zjištěné recentní geomorfologické procesy a formy spojené s jejich působením v zájmovém území (v tabulce jsou uvedeny pouze prokazatelně zjištěné geomorfologické procesy a formy).

**Table 1.** The investigated recent geomorphological processes and the geomorphological forms associated with their action (only the geomorphological processes and geomorphological forms which were detected in the area of interest are presented).

procesy		forma	
		destrukční	akumulační
fluviaální eroze a akumulace		erozní rýhy	výplavové kužele
		strže	nebyly zjištěny
sufoze		sníženiny oválných a protáhlých tvarů	nevytváří (v zájmovém území)
gravitační procesy	půdní creep	nevytváří (v zájmovém území)	nevytváří (v zájmovém území)
	soligenní eroze a následná akumulace	odlučná oblast mury	akumulační oblast mury
		koryto mury	
	skalní říčení	skalní police, výklenky nebo části skalních stěn	volně uložené bloky, osypy, suťová pole
odsedání skalních bloků	skalní věž	volně uložené bloky, osypy, suťová pole	
kryogenní procesy	kryogenní zvětrávání *)	mrazovým zvětráváním jsou částečně přemodelované všechny skalní stěny v zájmovém území	hranáče, suťová pole, osypy
	posuny něhových hmot **)	–	–
	jehlovitý led	rozrušení nepokrytého nepevněného pokryvu	přemístěné drobné úlomky

\*) Podle prací URBÁNKA (1974) není kryogenní zvětrávání chápáno jako geomorfologický proces – více viz text.

\*\*) V souladu s chápáním geomorfologického procesu podle URBÁNKA (1974) není samotný pohyb sněhu bez obsahu horninové hmoty geomorfologickým procesem. Zde je mu však věnována pozornost, i když se jedná o poměrně krátké pohyby sněhu – nedosahují ani kritéria lavin jak je chápe KRIZ (1995). Význam lavin (resp. pohybu sněhových hmot) je v zájmovém území značný, pokud předpokládáme, že působily v kryomérách pleistocénu jako transportér sněhu z deflačních do akumulárních oblastí a přímo se tak podílely na vzniku ledovce (MENTLIK 2003).

V zájmovém území nacházíme erozní rýhy dvou typů – protékané  $F_{(a)}$  a neprotékané  $F_{(p)}$  (Tab. 2). Jako protékané jsou označeny takové rýhy, v kterých najdeme stálý vodní tok po většinu roku. Neprotékané zářezy jsou po celý rok vyschlé, i když se v nich místy mohou nacházet náznaky vodního koryta či sedimentů.

V zájmovém území jsou erozní rýhy vázány na poměrně strmé části svahu. Jejich zvýšený výskyt byl zjištěn v prostoru nad Starou jímkou (Obr. 3). Vyskytují se nejčastěji na svazích se sklonem 20–25°, ale můžeme je najít i na svazích s mírnějším sklonem (v závěru Staré jímkou), i se sklonem o něco větším (erozní rýha nad Prášilským jezerem a horní partie nejdelší erozní rýhy nad Starou jímkou – Obr. 3). Průměrné morfometrické charakteristiky erozních rýh jsou uvedeny v Tab. 2. Erozní rýhy se místy zařezávají až na skalní podloží, které vystupuje na mnoha místech na jejich okrajích v podobě skalních výchozů.

Průměrné morfometrické charakteristiky (Tab. 2) výrazně přesahuje erozní rýha, která se nachází v závěru Staré jímkou (hloubka 7–9 m, šířka až 81 m a délka 301 m). Tato erozní rýha je celoročně protékaná, i když odtokové poměry komplikuje cesta, která ji asi v 1/3 protíná a částečně odvádí vodu. Na některých místech se popisovaná erozní rýha zařezává do skalního podloží (skalní výchozy v její spodní části).

Rýha spojuje výraznou plošinu, která se nachází bezprostředně nad závěrem Staré jímkou v oblasti Předělu (dále k severovýchodu pokračující Jezerním hřbetem) v 1235 m n. m. Zde je rýha ukončena nálevkovitým tvarem, který zasahuje do hřbetové plošiny s nepřilíhající výrazným sklonem (2–6°). Vznik rýhy je zřejmě podmíněn litologicky. Projevuje se zde popsána hranice hornin (PELC & ŠEBESTA 1994). Větší množství vyvěrající vody je pravděpodobně spojeno s výskytem zlomu – západní větev prášilského zlomu (zlom zakrytý) (PELC & ŠEBESTA 1994).

Ve spodní části rýhy se nachází výrazný výplavový kužel, který je ukládán na plochý povrch Staré jímkou. Je tvořen písčítým a šterkovým materiálem (délka až 130 m a šířka 95 m). Vodní tok tento výplavový kužel sám prořezává. U ostatních erozních rýh výraznější výplavové kužely zjištěny nebyly.

Pro úplnost je třeba uvést, že erozní rýha byla v povodí Jezerního potoka zjištěna ještě na strmém svahu s východní orientací v typu geroreliéfu „údolí tvaru V“. U této erozní rýhy

**Tabulka 2.** Průměrné morfometrické charakteristiky erozních rýh v zájmovém území.

**Table 2.** The average values of the morphometric characteristics of the erosion furrows in the area of interest.

Geomorfologické formy (průměrné hodnoty)	Hloubka (m) (maximální hodnota)	Šířka (m) (maximální hodnota)	Délka (m)
Rýhy protékané $F_{(a)}$	4,5	26,5	150,0
Rýhy neprotékané $F_{(p)}$	3,7	12,3	102,3
Protékané i neprotékané	4,1	19,4	126,2

**Tabulka 3.** Průměrné morfometrické charakteristiky strží v zájmovém území.

**Table 3.** The average values of the morphometric characteristics of the gullies in the area of interest.

Morfometrická charakteristika	Hloubka (m) (maximální hodnota)	Šířka (m) (maximální hodnota)	Délka (m)
Protékaná strž $F_{(a)}$	12	55	272
Neprotékané strže $F_{(p)}$ (průměrná hodnota)	6	40	62





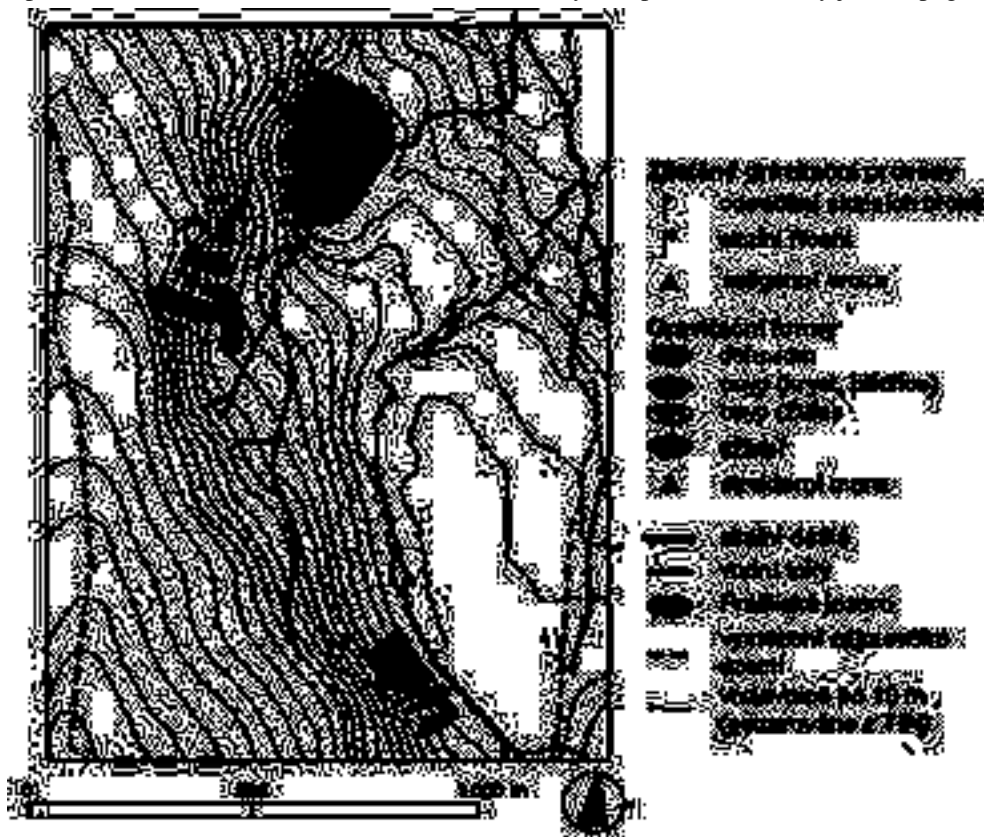
Pokud vývoj strží byl způsoben změnou průtoku, pak můžeme v holocénu předpokládat tři fáze vývoje říční sítě. V období, které bylo bohatší na srážky, vznikla strž položená nejseverněji. Její vznik byl zřejmě spojen s výraznějšími průtoky a tedy vychýlením proudnice vodního toku k severu. Nejjižněji položená strž pak mohla vzniknout za celkově menších průtoků než máme dnes.

Strže ale mohly vznikat činností vody přicházející z jiných zdrojů než dnes. V obdobích kdy tály nahromaděné masy ledu, mohla nejseverněji položená strž vzniknout působením tavné vody, stékající z výše položené amfiteatrální sníženiny (MENTLIK 2003), resp. z masy ledu (sněhu), která přesahovala přes její okraj a nebyla odváděna do jezerní pánve. Jižněji položená strž pak mohla být spojena s nejprve zmenšeným průtokem, omezeným zadržením vody v nahromaděném ledu (sněhu) v oblasti Staré jímky a jeho postupným odtáváním.

#### Akumulační fluviální tvary

Z fluviálních akumuláčních tvarů je nejvýznamnější formou výplavový kužel popsany v souvislosti s erozním zářezem v závěru Staré jímky (viz výše).

Další výrazným tvarem je akumulace deltového charakteru, vznikající při ústí vodního toku do Prášílského jezera (Obr. 3). Její vývoj byl výrazně urychlen po povodňových událostech v srpnu 2002, kdy zde byla naplavena štěrková akumulace, místy ukládaná na rašelinný podklad. Je třeba zdůraznit, že velká část toku, který sem přináší sedimenty je antropogenně



Obr. 4. Gravitační formy a procesy v zájmovém území.

Fig. 4. The gravitation forms and the recent geomorphological processes in the area of interest.

prodloužena (odvodnění cesty protínající svah nad Starou jímkou) a je tak urychleno zanášení jezerní pánve (MENTLIK 2002).

### Sufózní tvary

Sufózní procesy jsou spojené s vyluhováním a vyplavováním horninových částic vodou prosakující z povrchu v propustných horninách. Sufózní jevy jsou spojovány především s nezpevněnými horninami (spraše). U nás jsou poměrně hojně popisovány z České křídové tabule, terciérních vulkanitů v Manětínské kotlině a paleogenních pískovců v okolí řeky Ohře na Sokolovsku (KRÁL 1975).

Z balvanových a morénových akumulací jsou sufózní jevy (někdy označované jako pseudozávrty) popisovány z Vysokých a Západních Tater (RUBÍN et al. 1986).

V zájmovém území v oblasti rozšíření nezpevněných glaciálních sedimentů byly zjištěny pravidelně omezené sníženiny, které mají částečně oválný tvar. Celkově jsou však protaženy v jednom směru a tak morfologicky napodobují vyschlou erozní rýhu (Obr. 3), ovšem bez fluviálních sedimentů a místy přerušovanou nepokleslým georeliéfem. Popsané sníženiny se vyskytují v prodloužení výrazné erozní rýhy v závěru Staré jímký. Můžeme předpokládat, že část vody vytékající z výrazné erozní rýhy do Staré jímký, pokračuje v přímém směru po původním dně údolí resp. prosakuje nezpevněnými sedimenty a odnáší z nich jemnější frakci. Její úbytek pak způsobuje poklesy reliéfu. Tyto a podobné tvary jsou typické pro nezpevněné glaciální uloženiny, často však způsobené odtátím mrtvého ledu (SELBY 1985 nebo MARTINI et al. 2001). Tento původ však můžeme v tomto případě vyloučit právě pro zjištěný protažený tvar popisované formy.

### Gravitační formy

#### Ploužení půd

Projevy pomalého ploužení půd (půdní creep) lze v zájmovém území zjistit v mnohých částech svahů s různým sklonem a orientací. Jedná se zejména o zdeformované spodní části kmenů stromů. Nelze však doložit jejich souvislý výskyt a vymezit tak nějakou oblast s výraznějším svahovým pohybem tohoto typu.

#### Mury

Ve svahu nad Prášílským jezerem se nachází dvě poměrně výrazná úžlabí (Obr. 4). Jsou lemována skalními výchozy, částečně zarostlými (*Sorbus aucuparia* a *Picea abies*), které mají charakter skalních pilířů. Po extrémních srážkách v srpnu 2002 byla v severněji položeném úžlabí zjištěna strukturní mura. K jejímu vzniku došlo pravděpodobně v září 2002. Její vývoj byl dále sledován v zimě 2002–2003 a v létě 2003, kdy začala pomalu zarůstat. Přesto se dále vyvíjí, a to zejména činností vodního toku, vzniknuvšího v její spodní části.

Mury jsou typické rychlým pohybem vodou prosyceného materiálu s vysokým podílem hrubších klastů. Rozeznáváme dva typy mur. Mury turbulentní – typické pro vysoké hory

**Tabulka 4.** Zařazení jednotlivých částí mury nad Prášílským jezerem podle morfologického členění uživa-  
ného PILOUSEM (1977) v Krkonoších.

**Table. 4.** The classification of the particular parts of the debris flow above Prášílské Lake (after PLOUS 1977).

Část mury	Typ	Velikost – plocha (m <sup>2</sup> )
Odlučná plocha	Amfiteátrovitý, rýhovitý typ	97,7
Tranzitní zóna	Žlabový, rýhový typ	37,2
Akumulační oblast	Svahový kužel	347,1

a mury strukturní, vyvíjející se i v nižších nadmořských výškách (i pod horní hranicí lesa) (PILOUS 1977).

Na rozdíl od turbulentních mur, mají mury strukturní jasně vymezenou odlučnou oblast, koryto – vznikající pohybem silně provlhlčené zeminy (tzv. soligenní eroze) a akumulární oblast různého charakteru. S turbulentními murami mají společný rychlý pohyb hmoty. Naopak členěním murové dráhy na jednotlivé části se podobají proudovým sesuvům. Od sesuvů se mury liší i výskytem na strmých svazích (často nad 30°) (PILOUS 1977).

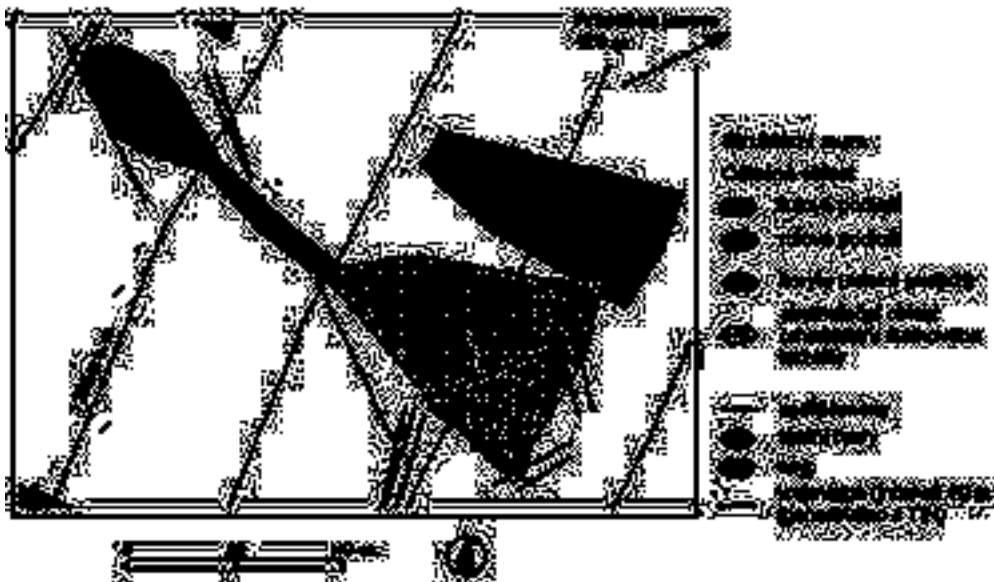
Zjištěná strukturní mura se skládala ze tří hlavních částí – odlučné oblasti, skalního koryta a akumulární oblasti charakteru svahového akumulárního kužele (Obr. 5).

Celková délka mury byla 60 m. Odlučná oblast se nacházela ve výšce 1205 m n. m (Obr. 5). Sklon svahu zde dosahuje asi 39° a orientace svahu přechází z východní na jihovýchodní. Jihovýchodní orientace se výrazně projevuje v zimních měsících rychlým odtáním sněhu z horní části odlučné plochy a výše položeného skalního útvaru. Na nechráněné zemině pak při poklesech pod 0 °C vzniká jehlovitý led. Velikost jednotlivých jehel běžně přesahovala 0,05 m (zima 2002–2003).

Tvar odlučné oblasti popisované strukturní mury byl přibližně oválný s rozměry 17 m (v delší ose) a 8 m v kratší ose. Její hloubka byla v nejhlubším místě 1,6 m. Strukturní mura vznikla na hranici hornin rula (jižní část) a žula (severní část) (Obr. 5). V obou částech došlo k obnažení na skalní podlaží. Na rulách se jednalo o skalní plotny se sklonem asi 50° a v části žulové o silně zvětralou horninu. Na povrchu dna odlučné oblasti byly pozorovány rýhy vzniklé pohybem horninového materiálu.

V Krkonoších PILOUS (1977) vyčleňuje tři typy odlučných ploch – plošné, plošně zahloubené a amfiteátrovité (resp. rýhovitě). Ve smyslu tohoto rozdělení náleží strukturní mura nad Prášílským jezerem k poslednímu typu odlučné oblasti (amfiteátrový resp. rýhovitý) (viz Tab. 4).

Následující částí murové dráhy bylo skalní koryto s délkou 17 m (Obr. 5) a převažující



Obr. 5. Strukturní mura nad Prášílským jezerem (podzim 2002).

Fig. 5. The debris avalanche above the Prášílské Lake (autumn 2002).

šířkou 2,3 m. Hloubka koryta se měnila, v nejhlubší části to však bylo 0,7 m. Koryto vzniklo v rulovém podkladu.

Morfologicky se tranzitní zóny mur dělí na plošné, plošně zahloubené a žlabovité resp. rýhovitě (PILOUS 1977). V souladu s tímto členěním náleží popisovaná strukturní mura do poslední kategorie (tranzitní zóna žlabová resp. rýhovitá) (viz Tab. 4).

Pod korytem vznikla akumuláční oblast (Obr. 5), charakteru svahového kužele – členění podle PILOUSE (1977). Ve spodní části akumuláční oblasti došlo k výraznému nahromadění kmenů stromů (Obr. 5). Většinou se jednalo o staré klády (převážně odkorněné), které na svahu byly ponechány po asanaci kůrovcové kalamity. Vyvrácené (s čerstvým kořenovým balem) byly zjištěny dva stromy. Podle charakteru akumulace kmenů je možné usuzovat na značně rychlý průběh svahového procesu.

Strukturní mury nebyly na Šumavě nebo v Bavorském lese v minulosti v literatuře dosud popsány. Z Českého masivu jsou uváděny pouze z Krkonoš (170 strukturních mur) a z Hrubého Jeseníku (86 strukturních mur). Na Prášílku se jedná o ojedinělý recentní výskyt této formy, která byla zjištěna v poměrně výrazném úžlabí. Vzhledem k morfologické a topografické podobnosti úžlabí, které je položeno o něco jižněji (Obr. 4), lze i u něj v minulosti předpokládat výskyt mur. Je pravděpodobné, že murové procesy utvářely v minulosti ve větší míře alespoň některé části svahu nad Prášílským jezerem a Starou jímkou. Tato skutečnost poněkud mění pohled na akumulaci materiálu při úpatí stěny (v minulosti považovanou za glaciální či glaciofluvialní). Je pravděpodobné, že se jedná o polygenetickou akumulaci, alespoň částečně tvořenou deluviálními materiálem.

Pro vznik mur jsou uváděny následující významné faktory: geologické, geomorfologické, klimatické, vegetační a antropogenní (PILOUS 1977).

Z geologických faktorů měla pro vznik strukturní mury nad Prášílským jezerem význam jednak hranice hornin (žula–rula) a dále sklon metamorfní foliace. Ten výrazně ovlivňuje charakter rulových výchozů (ploten) v celém svahu nad jezerem (převažující sklon asi 50°). Lze konstatovat, že mura částečně sjela po plotně, paralelně ukloněné se sklonem svahu. Význam metamorfní foliace pro vznik strukturních mur je uváděn i z Krkonoš (PILOUS 1977), ale není mu přikládán příliš velký význam. Jako důležitá je uváděna i přítomnost slíd v horninách. Podle PILOUSE (1977) slídy umožňují sjetí horniny stejnosměrnou orientací svých šupinek na plochách břidličnatosti. V pararulách tvořících převažující geologický podklad zájmové oblasti jsou slídy významným minerálem (KODYM 1961).

Z geomorfologických poměrů je významný zejména sklon svahů. Podle PILOUSE (1977) je interval s nejčastějším výskytem strukturních mur 27–37°. Popisovaná strukturní mura nad Prášílským jezerem vznikla na svahu se sklonem 39°.

Nadmořská výška je rovněž významným faktorem ovlivňujícím rozšíření mur. V Krkonoších se největší počet odlučných oblastí (25,3 %) nachází v nadmořských výškách 1300–1400 m n. m. Mury se však mohou vyskytovat v různých nadmořských výškách, a to i v poměrně nízko položených územích (v Krkonoších byla zjištěna strukturní mura s odlučnou zónou mezi 600–700 m n.m) (PILOUS 1977).

Odlučná zóna popisované strukturní mury (Obr. 9) na Prášílsku se nacházela v nadmořské výšce 1200 m. Tato hodnota spadá do intervalu 1200–1300 m n.m. V Krkonoších se v tomto intervalu nachází druhý největší podíl zjištěných strukturních mur (24,1 %) (PILOUS 1977).

Značný význam pro vznik mur mají klimatické faktory. Významné jsou zejména krátkodobé velmi intenzivní srážky, protože při obvyklých deštích je srážková voda zvětralínou odváděna do vodotečí. Je pravděpodobné, že pro vznik mur musí srážky přesáhnout hodnotu 20 mm, a to po dobu 1–2 hodin (PILOUS 1977). Pro vývoj popisované mury tedy měly velký význam extrémní srážky v srpnu 2002, kdy došlo k přesycení zvětralínou vodou, ale k jejímu odtrhu došlo zřejmě až později, při některé z intenzivních srážek v průběhu měsíce září.

Pro strukturní mury je typické, že vznikají pod horní hranicí lesa. Pro jejich vznik tedy není limitující lesní porost. Význam má druhové složení porostů, negativně se projevují zejména smrkové monokultury. Naopak výskyt buků a jiných listnáčů stabilizuje svahy proti jejich vzniku (PILOUS 1977).

Vzhledem ke značné odlehlosti a nepřístupnosti zájmového území jsou antropogenní vlivy na vznik mury na Prášílku poměrně omezené. Význam má odlesnění části svahu, které vzniklo v souvislosti s několika větrnými kalamitami a následným rozšířením kůrovce. Napadené stromy byly částečně káceny a odkorňovány, ale klády zůstaly na místě. Právě odlesnění a porušení půdního krytu vývraty, mohlo být jedním z faktorů, které napomohly ke vzniku mury.

Z uvedeného vyplývá, že na Šumavě jsou na některých lokalitách vhodné podmínky pro vznik strukturních mur. Jedná se o oblasti s dostatečně strmými (přes 30°) a dlouhými svahy (v místě vzniku mury byla délka strmého svahu asi 50 m). Takové podmínky jsou na Šumavě zejména v oblastech přemodelovaných pleistocéním zaledněním. Při jejich geomorfologických výzkumech je nutné počítat s působením murových procesů dnes i v minulosti.

### Skalní řízení

Skalní řízení je zařazeno stejně jako mury mezi rychlé svahové procesy (DEMEK 1987). Jsou na ně vázány akumulární formy – suťová pole nebo osypy. Rozsáhlejším skalním řízením menšího rozsahu vznikají volné bloky. V zájmovém území byla zjištěna dvě recentní skalní řízení (Obr. 4).

První skalní řízení bylo zjištěno ve svahu nad Starou jímkou, na skalním výchozu tvořeném pararulou. Nachází se zde poměrně výrazné pukliny (šířka 0,2–0,3 m), vzniklé odsedáním svahů. Samotnou destrukci skalního tvaru zapříčinil vývrat stromu (*Picea abies*). Následovalo řízení 5–6 skalních bloků nepravidelných tvarů (s rozměry v nejdelší ose 0,5–0,7 m).

Druhé skalní řízení v zájmovém území bylo zjištěno na skalním tvaru nad strukturní murou (Obr. 4). Odpadávající úlomky zde jsou podstatně menší než v prvním případě (v delší ose max. 0,3 m). Příčinou jejich opadu je fyzikální zvětrávání.

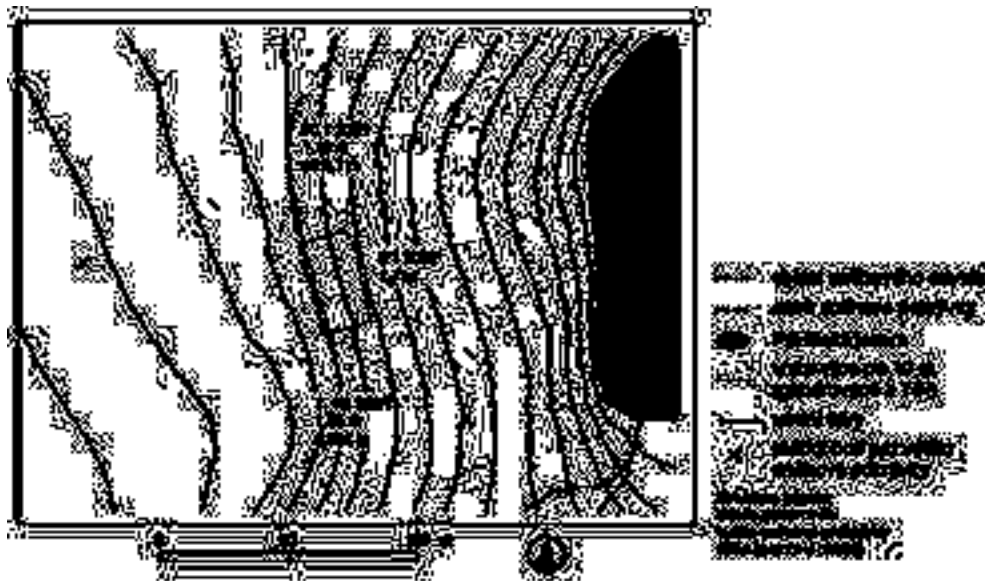
V ostatních částech zájmového území k recentnímu skalnímu řízení nedochází. Osypy, které jsou rozšířeny zejména pod většími skalními útvary (Obr. 4) jsou částečně zarostlé a nikde se nenachází bloky nebo kameny s čerstvými lomovými plochami.

### Odsedání skalních bloků

Odsedání skalních bloků je gravitačním procesem, který můžeme v současné době v zájmovém území pozorovat na třech místech (Obr. 4). Výše byla v souvislosti se skalním řízením uvedena jedna ze dvou lokalit výskytu odsedání skalních bloků na rulovém podkladě (skalní řízení nad Starou jímkou viz výše). Další lokalitou s odsedáním skalních bloků je skalní pilíř v závěru Staré jímký. Zde v nejnižší položené partiích skalního pilíře byla zjištěna puklinová zóna (šířka puklin 0,10–0,15 m), se směrem kolmým na spádnici. Pod tímto a dalšími skalními defilé v závěru Staré jímký se nachází výrazný osyp (tvořený bloky s rozměrem až 2 m v delší ose). Je pravděpodobné, že vznik této akumulace je možné přičíst právě odsedání skalních bloků.

Z hlediska odsedání skalních bloků je v zájmovém území nejvýznamnější lokalita na žulovém podkladě nad Prášílským jezerem (Obr. 4). Nachází se v závěru výrazného žulového skalního defilé, které má směr přibližně V–Z. Odsedáním zde vznikla skalní věž, která je od skalního masívu oddělena spárou, v některých místech širokou až 0,7 m. Pod skalním defilé je poměrně výrazný osyp, tvořený žulovými bloky. Jeho vznik je možné částečně připsat odsedání skalních bloků na výše položeném skalním defilé.

I když je odsedání skalních bloků označeno jako proces recentní, je to pouze proto, že



**Obr. 6.** Kryogenní svahové procesy v zájmovém území.  
**Fig. 6.** The recent cryogenic slope processes in the area of interest.

v georeliéfu můžeme najít formy vzniklé působením tohoto procesu (skalní věž) a puklinové zóny. Může se však jednat i o tvary, které se dnes v podstatě nevyvíjí (s ukončenou genezí v kryoměrech pleistocénu, kdy byly svahové procesy podstatně intenzivnější). Pro osvětlení současných recentních pochodů je nutné na příslušných lokalitách provést dlouhodobější měření a vyhodnotit pohyby skalních bloků jak v průběhu roku, tak za delší časové období.

#### Mrazové zvětrávání

Podle URBÁNKA (1974) není mrazové zvětrávání geomorfologickým procesem v pravém slova smyslu (viz Tab. 1), ale pouze přípravnou fází pro vlastní geomorfologický proces – většinou skalní řícení.

Kryogenní procesy v pravém slova smyslu – tedy takové, které probíhají prostřednictvím změny mezi pevným a kapalným skupenstvím vody resp. působením tlaku, kterým působí led při zmrznutí ve skalních spárách na okolní horninu, je aktivní v omezené míře na všech skalních stěnách v zájmovém území. Jeho působením vznikají ostrohranné úlomky (hranáče). Nejsou však jediným procesem, který utváří skalní tvary. Velký význam má dále působení „kapilární vody uspořádané“, solné zvětrávání atd. Jejich činností mohou rovněž vznikat ostrohranné úlomky dosud většinou připisované zvětrávání kryogennímu (CÍLEK 1998).

#### Pohyby sněhu

Podle URBÁNKA (1974) nejsou pohyby sněhu geomorfologickým procesem v pravém slova smyslu (viz Tab. 1). V této práci byly pohyby sněhových hmot (resp. laviny) mezi kryogenní svahové procesy zařazeny v souladu s členěním DEMKA (1987). Jako laviny označujeme pohyby sněhových hmot, které přesahují 50 m (KŘÍŽ 1995). Takové pochody nejsou v současné době v zájmovém území pozorovány. Byly zde však zjištěny dva procesy, které jsou se vznikem lavin spojovány – sněhové nátrže a sněhové odvaly (pohyby sněhu kratší než 50 m).

Jako sněhové nátrže jsou označovány trhliny ve sněhové pokrývce způsobené pohybem níže po svahu položených sněhových hmot. Byly pozorovány v lednu 2001 – sněhová pokrýv-

ka ve zvoleném měřicím bodu na plošině nad jezerem (Obr. 6) byla mocná 1,1 m. Jednalo se o 0,3–0,7 m širokou trhlinu ve sněhové pokrývce, s délkou 87 m. Nátrž vznikla v horních partiích svahu nad Prášilským jezerem (sklon svahu asi 30°) a byla patrná až do roztátí sněhové pokrývky.

Sněhové odvaly byly pozorovány při vysoké sněhové pokrývce (na měřicím bodu nad jezerem – Obr. 6 byla naměřena mocnost sněhové pokrývky 1,7 m). Činností silných západních větrů docházelo po několik dní (leden 2001) ke tvorbě sněhových převějí, které se uvolňovaly a klouzaly dolů po svahu. Při značné sněhové pokrývce způsobovaly uvolněné sněhové hmoty pohyb okolního sněhu. Masa se zastavovala u prvních stojících stromů níže ve svahu. Vznikla tak oblast s rozměry přibližně 55×30 m ve které byla výrazně akumulovaná a stlačovaná sněhová hmota.

Je zřejmé, že ke vzniku rozsáhlejších pohybů sněhu může v zájmovém území za určitých podmínek docházet. Hlavním faktorem, který tomu v současné době brání, jsou zbytky lesního porostu. V glaciálních pleistocénu, kdy nebyla lesní vegetace v zájmovém území vyvinuta, byly pravděpodobně laviny výrazným transportním činitelem, který přemísťoval sníh z deflační plošiny ve hřbetových partiích do akumuláčních oblastí u úpatí svahu.

### VYMEZENÍ OBLASTÍ ZVÝŠENÉ GEOMORFOLOGICKÉ AKTIVITY V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ

Vymezení oblastí zvýšené aktivity geomorfologických procesů, je dnes zpravidla posuzováno z hlediska pravděpodobnosti výskytu určitého geomorfologického procesu. V poslední době jsou obzvláště časté práce řešící predikci sesuvů (např. VOZENÍLEK 2000).

Jedním z dílčích cílů předloženého příspěvku je vymezit části zájmového území, v kterých je největší intenzita geomorfologických procesů a určit typ převládajícího geomorfologického procesu.

K dosažení cílů byly zvoleny dvě metody:

- Hodnocení hustoty zjištěných geomorfologických procesů ( $P_{(a)}$ ). U některých aktivních forem ( $F_{(a)}$ ) bylo zjištěno více recentních procesů (například u murové dráhy).
- Hodnocení velikosti recentních aktivních geomorfologických forem ( $F_{(a)}$ )

Užití první metody vychází z předpokladu, že v místech kde působí větší množství geomorfologických procesů je georeliéf nestabilní a podléhá intenzivním změnám.

Druhá metoda vychází z předpokladu, že nejintenzivnější proces vytváří největší formy georeliéfu.

V případě prostorové shody obou povrchů lze říci, že v místě největší koncentrace geomorfologických procesů vznikají největší geomorfologické formy a působí zde nejintenzivnější geomorfologické procesy (proces).

K výpočtům bylo využito bodové interpolace metodou *Density*, *Kernel*, která vychází z předpokladu, že vliv sledovaného jevu se vzrůstající vzdáleností klesá. Více např. (FOTHERINGHAM et al. 2002) nebo (JOHNSTON et al. 2001). Výsledný povrch predikuje hodnotu veličiny pro všechny části zájmového území.

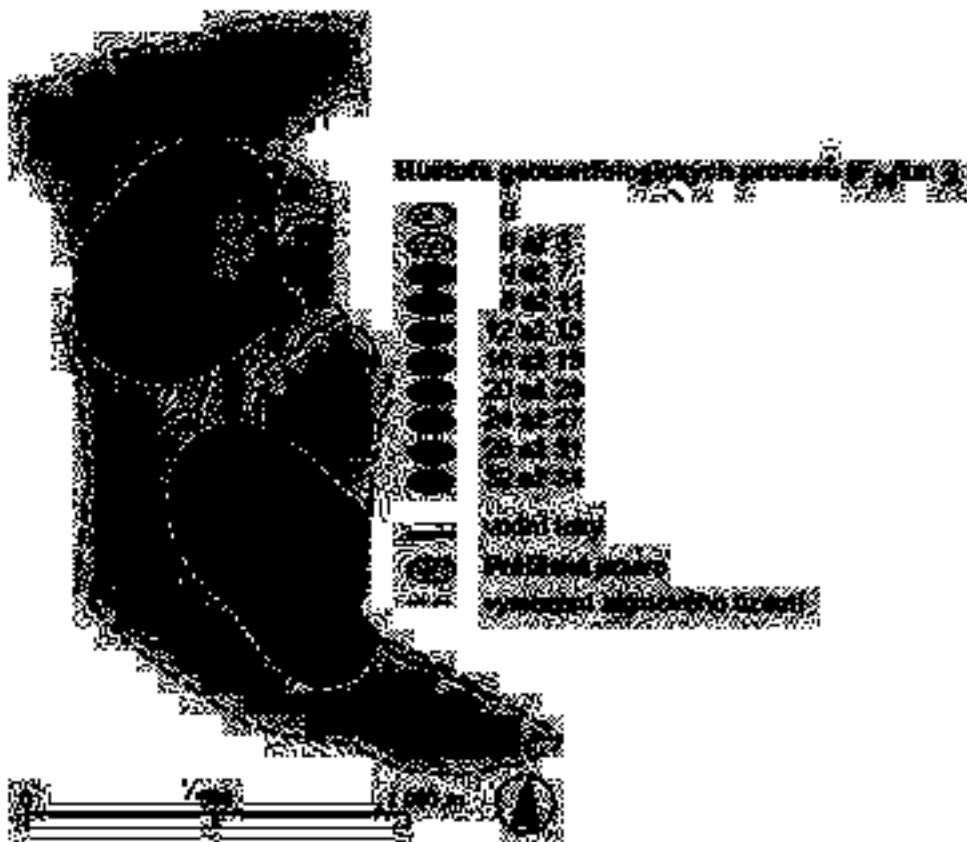
### Hodnocení hustoty zjištěných recentních geomorfologických procesů ( $P_{(a)}$ )

Výsledkem interpolace je povrch vyjadřující hustotu zjištěných geomorfologických procesů (Obr. 7). Do výpočtu byly zahrnuty všechny zjištěné aktivní geomorfologické procesy, které byly ohodnoceny stejnou hodnotou (1).

Z výsledku je zřejmé, že v zájmovém území jsou dvě výrazné oblasti s vyšší hustotou recentních geomorfologických procesů.

Nejvýraznější je oblast západně od Prášilského jezera, kde byla zjištěna strukturální mura. Na murovou dráhu jsou vázány procesy spojené se vznikem mury (soligenní eroze a murová





**Obr. 7.** Hustota recentních geomorfologických procesů v zájmovém území.  
**Fig. 7.** Density of the recent geomorphological processes in the area of interest.

akumulace), jehlovitý led a následná fluviální eroze. Na skalním tvaru bezprostředně nad murosou bylo zjištěno skalní říčení. Dále je zde významné odsedání skalních bloků (přímo nad Prášilským jezerem) a akumulace deltovitého charakteru vznikající při ústí vodního toku do jezera (fluviální akumulární činnost). V zimě zde dochází k pohybům sněhových hmot. Značná část této oblasti má jihovýchodní orientaci, což výrazně urychluje všechny geomorfologické procesy, a to zejména v jarním období.

Zjištěná oblast má oválný tvar, z něhož vychází k jihovýchodu výběžek, který připojuje území s výraznou fluviální (stržovou) erozí na nepevných sedimentech.

Druhá zjištěná oblast má charakter protažené elipsy. Směr její delší osy je shodný s rozšířením svahu nad Starou jímku, v kterém byla zjištěna fluviální eroze (erozní rýhy) a akumulace spolu se skalním říčením. Mírné vychýlení eliptického tvaru oblasti k východu je způsobeno existencí sufózních procesů v nepevných sedimentech.

### **Hodnocení velikosti aktivních recentních geomorfologických forem ( $F_{(a)}$ )**

Základním projevem geomorfologických forem v georeliéfu je jejich velikost – tedy plocha, kterou na zemském povrchu zabírají. V tomto případě vycházíme z předpokladu, že čím výraznější je geomorfologický proces a čím delší dobu působí, tím větší bude jeho projev na georeliéfu. V této fázi výzkumu nebyl brán v úvahu třetí rozměr geomorfologických forem (mocnost akumulací).



**Obr. 8.** Rozloha aktivních geomorfologických forem.  
**Fig. 8.** Extension of the active geomorphological forms in the area of interest.

Do výpočtu byly zahrnuty všechny aktivní geomorfologické formy ( $F_{(a)}$ ). U každé formy byla zadána číselná hodnota vyjadřující plochu jejího projevu na georeliéfu.

Výsledkem je povrch vyjadřující poměr velikosti geomorfologických forem na ploše zájmového území ( $\text{m}^2 \cdot \text{km}^{-2}$ ).

Na výsledném povrchu (Obr. 8) jsou zřetelné dvě oblasti. Větší oblast má půlměsíčitý tvar, v podstatě kopírující svah nad Starou jímkou. Zde se nachází erozní rýhy, které mají v porovnání s ostatními geomorfologickými formami velké rozměry (zejména erozní rýha v závěru Staré jímky). Druhá oblast je patrná v místě protékané strže na východě zájmového území. Méně významné jsou hodnoty nad Prášilským jezerem (v místě největší hustoty recentních geomorfologických procesů).

Z výše uvedených skutečností a rozboru obou vypočtených povrchů (Obr. 7 a 8) je zřejmé, že hustota geomorfologických forem a jejich velikost nejsou prostorově shodné. Největší formy v zájmovém území jsou vázány na fluviální činnost (erozi i akumulaci), jejichž působení není shodné s oblastí největší rozmanitosti geomorfologických procesů. Ta je největší ve svahu nad jezerem v místě výskytu nově vytvořené svahové deformace (strukturní mura).

## SHRNUTÍ A DISKUSE DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ

Fluviální eroze byla v zájmovém území zjištěna jako nejvýraznější geomorfologický proces. Formy, které vytváří jsou výraznější než ostatní tvary, jejichž vznik je podmíněn ostatními procesy. Fluviální činnost jako nejvýraznějšího geomorfologického činitele z oblasti Šumavy uvádí i HARTVICH (2003).

Nejvíce rozšířenými formami jsou erozní rýhy popisované i ze sv. svahu Prenetu (HARTVICH 2003), dolní části povodí Vydry (MAŠEK & VOTÝPKA 1999) a granitové oblasti Plechého (VOTÝPKA 1979). V zájmovém území a celkově v povodí Jezerního potoka se tyto formy váží ponejvíce na svahy se sklonem 20–25°. Můžeme je najít jak v aktivní (protékané), tak pasivní (neprotékané) formě. Velikost erozních rýh je pravděpodobně podmíněna strukturními podmínkami (výrazná erozní rýha v závěru Staré jímky je vázána na hranici hornin).

Výplavové kužele byly popsány z povodí Losenice (LOSENICKÁ et al. 1999), spodní části povodí Vydry (MAŠEK & VOTÝPKA 1999) a granitové oblasti Plechého (VOTÝPKA 1979). V těchto pracích jsou popisované jako poměrně nevýrazné formy. Ani v zájmovém území nejsou ve srovnání s ostatními geomorfologickými tvary příliš výrazné, ale mají značně dynamický vývoj (v případě extrémních dešťů v srpnu 2002 nárůst akumulace deltového typu u Prášilského jezera).

Strže byly v zájmovém území zjištěny v aktivní i pasivní formě. Jejich výskyt je vázán na nezapevněné sedimenty u úpatí strmého svahu s východní orientací (MENTLÍK 2002, 2003). Na Šumavě byly strže popsány VOTÝPKOU (1979) z granitové oblasti Plechého. Zde se však jednalo o strže s plochým dnem (balky). Dále byly popsány z dolní části povodí Vydry (MAŠEK & VOTÝPKA 1999), kde odvodňují pramenné mísy. V této práci není uveden typ nezapevněných sedimentů, v kterých jsou strže vytvořeny a není proto vyloučena terminologická záměna s erozními rýhami.

V zájmovém území byly zjištěny čtyři gravitační procesy. Ze Šumavy byl v literatuře popsán pouze starý proudový sesuv HARTVICHEM (2003). Výskyt strukturní mury v zájmovém území je na Šumavě dosud ojedinělým jevem. Na murovou dráhu se váží další recentní geomorfologické procesy (jehlovitý led, fluviální činnost) a na skalním útvaru nad ní dochází ke skalnímu řízení. Její výskyt je vázán na oblast s největší koncentrací geomorfologických procesů v zájmovém území. Strukturní mura vznikla v jednom z výrazných úžlabí, jejichž vznik je možné připsat pravděpodobně soligenní erozi. V budoucnu je proto při mapování oblastí kde je výskyt strukturních mur pravděpodobný nutné s jejich vlivem na georeliéf počítat. Je třeba zdůraznit význam jihovýchodní orientace svahu, která zde zřejmě zvětšuje četnost recentních geomorfologických procesů, a to zejména na jaře (resp. období tání sněhové pokrývky).

Ostatní procesy (sufoze, pohyby sněhu, odsedání skalních bloků, skalní řízení) nebyly ze Šumavy v geomorfologické literatuře dosud popisovány. Jejich výskyt je zde však s velkou pravděpodobností rozsáhlejší a recentní působení těchto procesů je pravděpodobně ve všech oblastech, které mají podobné morfologické podmínky jako zájmové území (kary a svahy kaňonovitých říčních údolí).

Důkazem o pohybech sněhu v karech na Šumavě jsou pozorování botaniků, kteří uvádějí výskyt lavinovitých forem jedinále rostoucích dřevin (*Salix* sp. div., *Sorbus aucuparia*, *Acer pseudoplatanus*) z karu Černého jezera, jejichž vznik je přičítán plíživým pohybům sněhu (SOFRON & ŠTĚPÁN 1966). Podle KUČERY & PĚŠILOVÉ (1968) je v karu Plešného jezera vyvinuto několik úzkých pruhů bez vegetace, které mají charakter lavinových drah. Výskyt šavlovitých forem *Picea abies* jasně dokládá, že zde dochází k pravidelným plíživým pohybům mas sněhu a nelze vyloučit ani malé sněhové laviny.

## ZÁVĚR

V zájmovém území bylo zjištěno sedm recentních geomorfologických procesů v pravém smyslu slova (viz Tab. 1). Nejvýrazněji se uplatňujícím geomorfologickým procesem je fluvialní eroze. Probíhá zde ve značné intenzitě a vytváří výplavové kužele, strže a erozní rýhy, což jsou největší recentní geomorfologické formy v zájmovém území. Erozní rýhy a výplavové kužele byly zjištěny i v jiných částech Šumavy. V oblasti Šumavy je dosud ojedinělý výskyt strží vázaný na nepevněné sedimenty rozšířené podél úpatí strmého svahu s převažující východní orientací.

Z forem vytvořených svahovými pochody má zvláštní význam strukturní mura, jejíž vznik je spojen s extrémními klimatickými událostmi v roce 2002. Na murovou dráhu jsou vázány i další procesy, jako je skalní říčení (které však nesouvisí s jejím vznikem) a jehlovitý led. Mura vznikla v jednom ze dvou výrazných úžlabí, která se nachází ve svahu nad Prášilským jezerem. Jižněji ležící úžlabí je morfologicky velice podobné, a proto můžeme předpokládat i srovnatelnou genezi. Je tedy možné, že mury již dříve výrazně modelovaly georeliéf v zájmovém území ve větší míře.

Kromě klimatických faktorů měly pro vznik mury velký význam litologické podmínky (rozhraní hornin a sklon foliace) a morfometrické charakteristiky (sklon svahu přes 30° a jihovýchodní – tedy teplejší orientace svahu).

Strukturní mury jsou významným transportním činitelem, který může v případě extrémních srážkových událostí přenášet v lokálním měřítku i více hmoty než fluvialní eroze (PILLOUS 1977) a jejich výzkum je na Šumavě více než žádoucí. Vznik mur může být spojen s přirozenou oscilací klimatického systému, ale může se jednat i o známku posunu povahy geomorfologických procesů, způsobenou globálními změnami klimatu.

Na strmý svah s východní orientací jsou vázány i další gravitační procesy: odsedání skalních bloků a skalní říčení.

V zájmovém území jsou dvě oblasti, které jsou významné z hlediska geomorfologických procesů. Jednak je to svah nad Prášilským jezerem, kde působí velké množství recentních geomorfologických procesů a svah nad Starou jímkou, kde převažuje fluvialní činnost. Pro vznik zvýšené diverzity geomorfologických procesů mají pravděpodobně velký význam litologické podmínky (dvě výrazné vložky žuly a místy výskyt kvarcitu nad Prášilským jezerem), stejně jako pro intenzitu fosilní glaciální činnosti (MENTLIK 2003). V oblasti svahu nad Starou jímkou jsou litologické podmínky, ve srovnání se svahem nad Prášilským jezerem, poměrně homogenní. V jejím závěru se však nachází hranice hornin (pararula–migmatity), která je zvýrazněna výraznou erozní rýhou představující největší recentní formu v zájmovém území.

V oblasti Staré jímký vznikají největší geomorfologické formy v zájmovém území. Jejich vznik je spojen s fluvialní činností. Zvýšená cirkulace vody v litosféře na této lokalitě je zřejmě způsobena přítomností zlomu (západní větve tzv. prášilského zlomu, která tudy probíhá). Jedná se o zlom zakrytý (PELC & ŠEBESTA 1994). Jde o vazbu pasivní morfostruktury a činnosti recentních geomorfologických procesů – cirkulace vody na zlomu podmiňuje zvýšené vyvěráání vody na povrch a tedy nárůst intenzity fluvialní eroze.

Ve svahu nad Prášilským jezerem byly zjištěny krátké říťivé pohyby sněhu a tvorba sněhových nátrží. Podle výsledků botanických výzkumů se jedná zřejmě o proces, který se zejména v oblastech karů na Šumavě vyskytuje poměrně běžně. Ve svahu nad Prášilským jezerem ho výrazně omezuje vzrostlý les.

Výzkum geomorfologických procesů má důležitý význam pro poznání vývoje georeliéfu jak v zájmovém území, tak na celé Šumavě. Je proto žádoucí ve výzkumech pokračovat, a to formou stacionárních měření (instalace dilatometrů) a výzkumem sedimentologickým, který

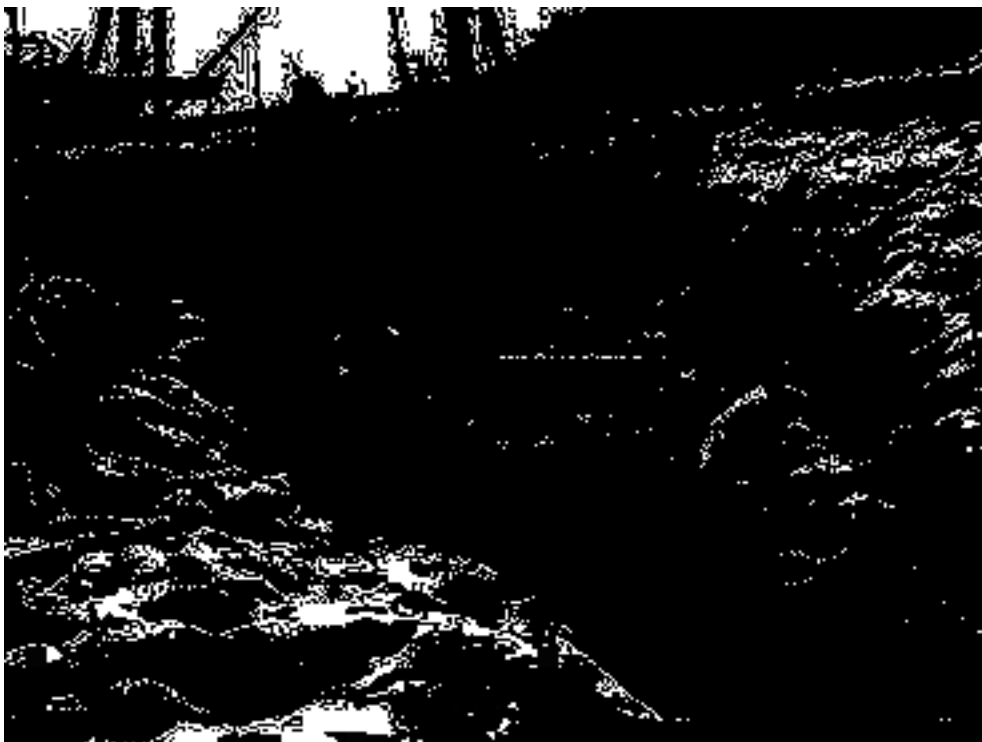
upřesní genezi forem, zejména podíl gravitačních pochodů, mrazové činnosti a fluvialních procesů na jejich vzniku.

**Poděkování.** Autor děkuje oběma recenzentům – J. Šebestovi z České geologické služby v Praze a F. Hartvichovi z Ústavu mechaniky a struktury hornin ČAV v Praze za cenné připomínky k textu.

## LITERATURA

- CÍLEK V., 1998: Fyzikálně–chemické procesy vzniku pískovcového pseudokrasu [The physical and chemical processes of sandstone pseudokarst genesis]. In: *Pískovcový fenomén: klima, život a reliéf*, CÍLEK V. & KOPECKÝ J. (eds) Nakladatelství Zlatý kůň, Praha. *Knihovna České speleologické společnosti*, 32: 129–134.
- CZUDEK T., 1997: *Reliéf Moravy a Slezska v Kvartéru [Relief of Morava and Slezsko in Quaternary]*. Sursum, Tišnov, 213 pp. (in Czech).
- DEMEK J. (ed.), 1971: *Manual of detailed geomorphological mapping*. Academia, Praha, 344 pp.
- DEMEK J., 1987: *Obecná geomorfologie [Fundamentals of geomorphology]*. Academia, Praha, 476 pp.
- FOTHERINGHAM A.S., BRUNSDON C. & CHARLTON M., 2002: *Quantitative Geography Perspective on Spatial Data Analysis*. SAGE Publications Ltd., London, 270 pp.
- HARTVICH F., 2003: Geomorfologické mapování lokality Městiště [Geomorphological mapping of the locality Městiště]. In: *Geomorfologický sborník*, MENTLIK P. (ed.) ZČU v Plzni, 2: 131–139 (in Czech).
- JOHNSTON K., VERHOEF J.M., KRIVORUCHKO K. & LUCAS N., 2001: *Using ArcGIS Geostatistical Analyst*. Red Lands ESRI, 300 pp.
- KODYM O. (ed.), 1961: *Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1: 200 000, M-33-XXVI – Strakonice [Annotation of geological map of Czechoslovakia 1: 200 000 M-33-XXVI – Strakonice]*. Academia, Praha, 149 pp. (in Czech).
- KRÁL V., 1975: Sufoze a její podíl na současných geomorfologických procesech v Čechách [Sufosions and their rate to recent geomorphological processes]. *Acta Universitatis Carolinae, Geographica*, 1975(1–2): 23–30 (in Czech).
- KRÍŽ V., 1995: Laviny Hrubého Jeseníku, Králického Sněžníku a Moravskoslezských Beskyd [Snow avalanches of the Hrubý Jeseník Mts., the Králický Sněžník Mts. and the Moravskoslezské Beskydy Mts.]. *Acta Facultatis Retium Naturalium, Geographia–Geologia* 3, 149: 69–86.
- KUČERA S. & PLAŠILOVÁ J., 1968: Poznámky k vegetaci kulminační části skupiny Plešného [Comments to vegetation of the top part of Plešný]. *Zpravodaj Chráněné krajinné oblasti Šumava*, 7: 34–37 (in Czech).
- LOSENICKÁ B., MUSIOL F. & VOTÝPKA J., 1999: Geomorphological analysis of the Losenice River catchment area. *Acta Universitatis Carolinae, Geographica*, 34(2): 69–100.
- MARTINI I.P., BROOKFIELD M.E. & SADURA S., 2001: *Principles of Glacial Geomorphology and Geology*. Prentice Hall, New Jersey, USA, 381 pp.
- MAŠEK P. & VOTÝPKA J., 1999: Geomorphological development of the lower part of the Vydra river basin. *Acta Universitatis Carolinae, Geographica*, 34(2): 101–132.
- MCGUIRE B., MASON I. & KILBURN C., 2002: *Natural Hazards and Environmental Change*. Arnold, London, 187 pp.
- MENTLIK P., 2000: Příspěvek ke geomorfologii oblasti Velkého Ostrého (1280 m n.m.) na Šumavě [Contribution to geomorphology of the Velký Ostrý (1280 m a.s.l.) area in the Bohemian Forest]. *Silva Gabreta*, 5: 7–26.
- MENTLIK P., 2002: Příspěvek ke geomorfologii okolí Prášílského jezera (povodí Jezerního potoka) [Contribution to geomorphology of the surrounding of the Prášílské Lake (basin of the Jezerní potok stream)]. *Silva Gabreta*, 8: 19–42 (in Czech).
- MENTLIK P., 2003. Mapování glaciálních forem georeliéfu v okolí Prášílského jezera na Šumavě [The geomorphological mapping of the glacial forms in Prášílské Lake area]. In: *Geomorfologický sborník*. MENTLIK P. (ed.) ZČU v Plzni, 2: 155–164 (in Czech).
- MINÁR J., 1996: Niektoré teoreticko-metodologické problémy geomorfológie vo väzbe na tvorbu komplexných geomorfologických máp [Some theoretical and methodological problems of geomorphology associated with the creation of complex geomorphological maps]. *Geographica (Univerzita Komenského Bratislava)*, 36: 7–125 (in Slovak).
- PELC Z. & ŠEBESTA J., 1994: *Geologická mapa ČR [Geological map of the Czech Republic]*. List 22-33 *Kašperské Hory, 1: 50 000*. Český geologický ústav Praha (in Czech).
- PILOUS J., 1977: Strukturální mury v Krkonoších – III. část [Debris flows in the Giant Mountains]. *Opera Corcontica*, 14: 7–94 (in Czech).
- RAAB T. & VÖLKELE J., 2003: Late Pleistocen glaciation of the Kleiner Arbersee area in the Bavarian Forest, south Germany. *Quaternary Science Reviews*, 22: 581–593.

- RUBÍN J., BALATKA B., LOZEK V., MALKOVSKÝ M., PILOUS V. & VÍTEK J., 1986: *Atlas skalních, zemních a půdních tvarů* [Atlas of rock and soil forms]. Academia, Praha, 388 pp. (in Czech).
- SELBY J.M., 1985: *Earth's Changing Surface*. Clarendon Press, Oxford, 607 pp.
- SOFRON J. & ŠTĚPÁN J., 1966: Předběžná zpráva o geobotanickém výzkumu jezerních stěn na Šumavě [Preliminary report on the geobotanic research of the slopes above the lakes in the Šumava Mts.]. *Zpravodaj Chráněné krajinné oblasti Šumava*, 3: 19–21 (in Czech).
- ŠEBESTA J., 1997: Abriss einer exodynamischen Analyse der Zentralteiles des Böhmerwaldes. *Věstník ČGÚ*, 72(3): 281–288.
- URBÁNEK J., 1974: Geomorfologický proces alebo koncepcie pohybu v geomorfológii [Geomorphological process or a concept of movement in geomorphology]. *Geografický časopis (Bratislava)*, 26(2): 205–222 (in Slovak).
- VOTÝPKA J., 1979: Geomorfologie granitové oblasti masívu Plechého [Geomorphology of the Plechý area]. *Acta Universitatis Carolinae., Geographica*, 16(2): 55–83 (in Czech).
- VOZENÍLEK V., 2000: Landslide modelling for natural risk/hazard assessment with GIS. *Acta Universitatis Carolinae, Geographica, Suppl.*, 35: 145–156.
- VOZENÍLEK V., KIRCHNER K., KONEČNÝ M., KUBÍČEK P., LÉTAL A., PETROVÁ A., ROTHOVÁ A. & SEDLÁK P., 2001: *Integrace GPS/GIS v geomorfologickém výzkumu* [Integration of GPS/GIS to geomorphological research]. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 185 pp.



**Obr. 9.** Odlučná oblast strukturní mury nad Prášílským jezerem (podzim 2002).  
**Fig. 9.** The scarp of the debris avalanche above the Prášílské Lake (autumn 2002).