2002, zejména po období ničivých povodní v srpnu 2002. Sesuvné jevy se objevily zejména v územích pelitických hornin křídového a terciérního stáří. Oproti tomu v regionu krystalinika Českého masivu v jižních a jihozápadních Čechách v horninách odolných k sesouvání se poruchy vyskytly ojediněle, i když zde extrémní dešťové srážky a ničivé povodně v srpnu 2002 dosáhly nejvyšších hodnot.

S cílem posoudit, do jaké míry souvisejí sesuvné kalamity v Českém masivu s ničivými povodněmi, je na dolní ose obr. 1 znázorněn výskyt velkých letních povodní (plnou čarou) a předjarních povodní (tečkovanou čarou). Většinou nedochází k souběhu sesuvných kalamit a ničivých povodní (RYBÁŘ – NOVOTNÝ 2003); nepřekvapuje to u předjarních povodní, spojených s táním a často s ledovými zácpami. Většina letních povodní vzniká v obdobích kladné srážkové bilance, kdy je horninové prostředí dostatečně zvodněné z předcházejících období, hromadný výskyt sesuvů lze však očekávat jen v regionech s výskytem hornin náchylných na sesouvání.

Literatura

NEMČOK, A. – PAŠEK, J. – RYBÁŘ, J. (1974): Dělení svahových pohybů. – Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. Geol., 11, 77–97, Praha.

NOVOTNÝ, J.(2002): Analýza vlivu vody na stabilitu svahu v jílovitých horninách. – Acta Montana IRSM AS CR, AB, 10 (127), 51–90, Praha.

RYBÁŘ, J. (1999a): Vliv klimatu na vývoj sesuvů a jiných nebezpečných svahových deformací. – Sbor. předn. Geotechnické dny 1999, Inf. centrum ČKAIT, 36–45, Praha.

RYBÁŘ, J. (1999b): Rozbor příčin zvýšeného výskytu svahových deformací v České republice v červenci 1997. – Geotechnika, 2, 7–14, Praha.

RYBÁŘ, J. – NOVOTNÝ, J. (2003): Vliv zvodnění horninového prostředí na vývoj sesuvů a povodní. – Sbor. 31. konf. Zakládání staveb, 209–214, Brno.

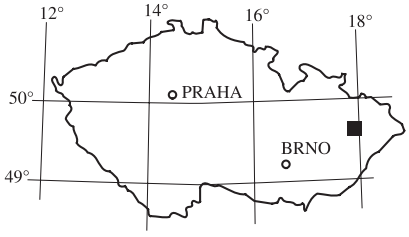
ROZPAD SYNKLINÁLNÍHO HŘBETU ONDŘEJNÍKU V PODBESKYDSKÉ PAHORKATINĚ

Disruption of Ondřejník Hill synclinal chine in Podbeskydy hully country

JAN RYBÁŘ – VÍT JÁNOŠ – JAN KLIMEŠ – TOMÁŠ NÝDL

Ústav struktury a mechaniky hornin Akademie věd České republiky, V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8

(21-21 Nový Jičín, 21-22 Frýdek-Místek)



Key words: landslide inventory, deep seated creep, sliding, flow

Abstract: The study concerns slope development in the geomorphological region of Ondřejník Hill in Podbeskydy hilly country. Engineering-geological maps 1:10 000 of stability conditions and derived prognostic slope movement susceptibility maps were prepared. The most extensive and complex landslide area was found on slopes oriented to the East. There is a characteristic phenomenon of the Ondřejník deformation – disruption of a flat field at the synclinal chine where even a graben-like structure developed.

S finanční podporou podprogramu MŽP ČR ISPROFIN č. 215124-1 Dokumentace a mapování svahových pohybů v ČR se v roce 2006 uskutečnilo inženýrskogeologické mapování masivu Ondřejníku v Podbeskydské pahorkatině v měřítku 1 : 10 000. Pro listy 25-21-20, 25-21-25 a část listu 25-22-16 Základní mapy ČR byly sestaveny účelové inženýrskogeologické mapy stabilitních poměrů a odvozené prognostické mapy náchylnosti území k sesouvání (RYBÁŘ et al. 2006).

Geomorfologický okrsek Ondřejník leží ve v. části Štramberské vrchoviny. Je charakterizován jako členitá vrchovina, která je erozí oddělenou troskou godulského souvrství slezského příkrovu. Vznikla inverzí reliéfu a má podobu synklinálního hřbetu, tvořeného v morfologicky výrazné horní části převážně pískovci středních godulských vrstev.

Nejvyšším místem mapovaného území je vrch Skalka (964,2 m n. m.) na j. okraji hřbetu. Od vrchu Skalka probíhá hřbetnice ve směru k SSV na vrch Stanovec (898,6) a dále k S na kótu 900,1. Hlavní linie hřbetu pokračuje ve směru k SSV na vrch Ondřejník (889,6). Dále k SV se nadmořská výška hřbetnice snižuje až ke kótě 627,5. U kóty 900,1 odbočuje od hlavní linie dílčí hřbet k SZ k vrchu Suché úbočí (863,9). Vrcholová partie masivu je plochá, a tak někteří autoři ji považují za mladotřetihorní zarovnaný povrch. Plošina podél hřbetnice je místy téměř vodorovná (při uvažování sklonu území od 0° do 5°) v šířce od 50 do 200 m. K okraji plochého území přiléhají strmé svahy, s průměrným sklonem kolem 25°. Směrem k patě svahů sklonitost pozvolna klesá a zpravidla nepřekračuje 5°.

Úpatí svahů je zejména na z. a j. straně lemováno pásmem elevací, které lze považovat za kuesty. Hřbet je při úpatí erodován četnými vodními toky. Nejdále zasáhla zpětná eroze řeky Ondřejnice, která pramení na s. svazích vrchu Skalka.

Táhlý hřeben mezi Skalkou a Ondřejníkem je nápadnou krajinnou dominantou. Masiv je výrazně oddělen především na j. a v. straně sníženinou Frenštátské brázdy od hornatiny Moravskoslezských Beskyd. Nejnižší místo mapo-

vaného území leží v úrovni cca 344 m n. m. v údolí řeky Ostravice, což představuje výškový rozdíl kolem 550 m vůči vrchu Ondřejník.

Geologické poměry

Masiv Ondřejníku včetně hřebenových partií je postižen rozsáhlými, často hluboce založenými gravitačními deformacemi. Staré i současné svahové pohyby směřují od hřbetnice do všech světových stran. Jejich rozsah vystihuje přehledná mapa na obr. 1. Charakter porušení je ovlivněn strukturními a litologickými poměry. Základní rysy vystihuje schematický geologický řez 1-1´ (obr. 2) vedený ve směru Z-V napříč hřebenovou partií asi 500 m s. od vrchu Stanovec.

Údaje o geologické stavbě hodnoceného území byly převzaty především z Přehledné geologické mapy Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny v měřítku 1 : 100 000. Na obr. 1. jsou také zaznamenány v terénu námi dokumentované údaje o směru a sklonu vrstev, ale i údaje převzaté z Geologické mapy ČSR v měřítku 1 : 50 000. Tyto údaje potvrzují, že masiv Ondřejníku má charakter brachysynklinály. Vrstvy jsou na všech stranách synklinální hory ukloněny do svahu se sklonem od 15 do 25° (výjimečně až 35°).

Nejvyšší část území je tvořena hrubě rytmickým terigenním flyšem středního oddílu godulských vrstev, se silně lavicovitými glaukonitickými hrubě až středně zrnitými pískovci.

Polohy glaukonitických pískovců byly v minulosti těženy v řadě kamenolomů v okolí kaple Solarka j. a jv. od vrchu Ondřejník. V podloží souvrství středních godulských vrstev vystupují pestré godulské vrstvy červených a rudohnědých nevápnitých jílovců, místy s drobně rytmickými flyšovými sekvencemi. Pískovce středních godulských vrstev představují nejpevnější článek horninového prostředí, s vysokou propustností a odolností vůči zvětrávání. Oproti tomu pestré vrstvy godulské jsou zjevně nejslabším článkem horninového prostředí masivu Ondřejníku. Mají sníženou pevnost, nižší propustnost a menší odolnost vůči zvětrávání. V podloží středních godulských vrstev může docházet k plastickému vytlačování pestrých vrstev směrem ze svahu, což nepříznivě ovlivňuje stabilitu okolních svahů. V pískovcích v nadloží jílovců dochází k rozvolňování, přičemž se otevírají k vrstevnatosti kolmé systémy puklin.

Nelze vyloučit, že vlastnosti jílovců pestrých vrstev jsou ovlivněny vodami obohacenými draselnými ionty z nadložních glaukonitických pískovců. Záruba et al. (1963) na příkladu přehradního místa na řece Morávce upozornili na vliv podzemní vody prosakující glaukonitickými horninami na měknutí a rozbřídání jílovitých hornin v podloží. Vody obohacené draslíkem zhoršují mechanické vlastnosti jílovců. Nelze také přehlédnout možnost, že snížené vlastnosti jílovců pestrých vrstev mohou být podmíněny zastoupením objemově nestálých jílových minerálů.

V podloží pestrých vrstev jsou uloženy výrazně odolnější sedimenty lhoteckého souvrství, které vedle slabě prokřemenělých jílovců zahrnují ve vyšších partiích pískovce s rohovci (Menčík et al. 1983). Na čelech těchto vrstev ukloněných mírně do svahu se vytvářejí kuesty (obr. 2), které se zejména na j. a z. úpatí svahů pod masivem Ondřejníku projevují jako výrazné terénní elevace (obr. 1). V severozápadní části mapovaného území, již v předpolí sesuvných území, je předkvartérní podklad tvořen těšínsko-hradišťským souvrstvím s vyvřelinami těšínitové asociace.

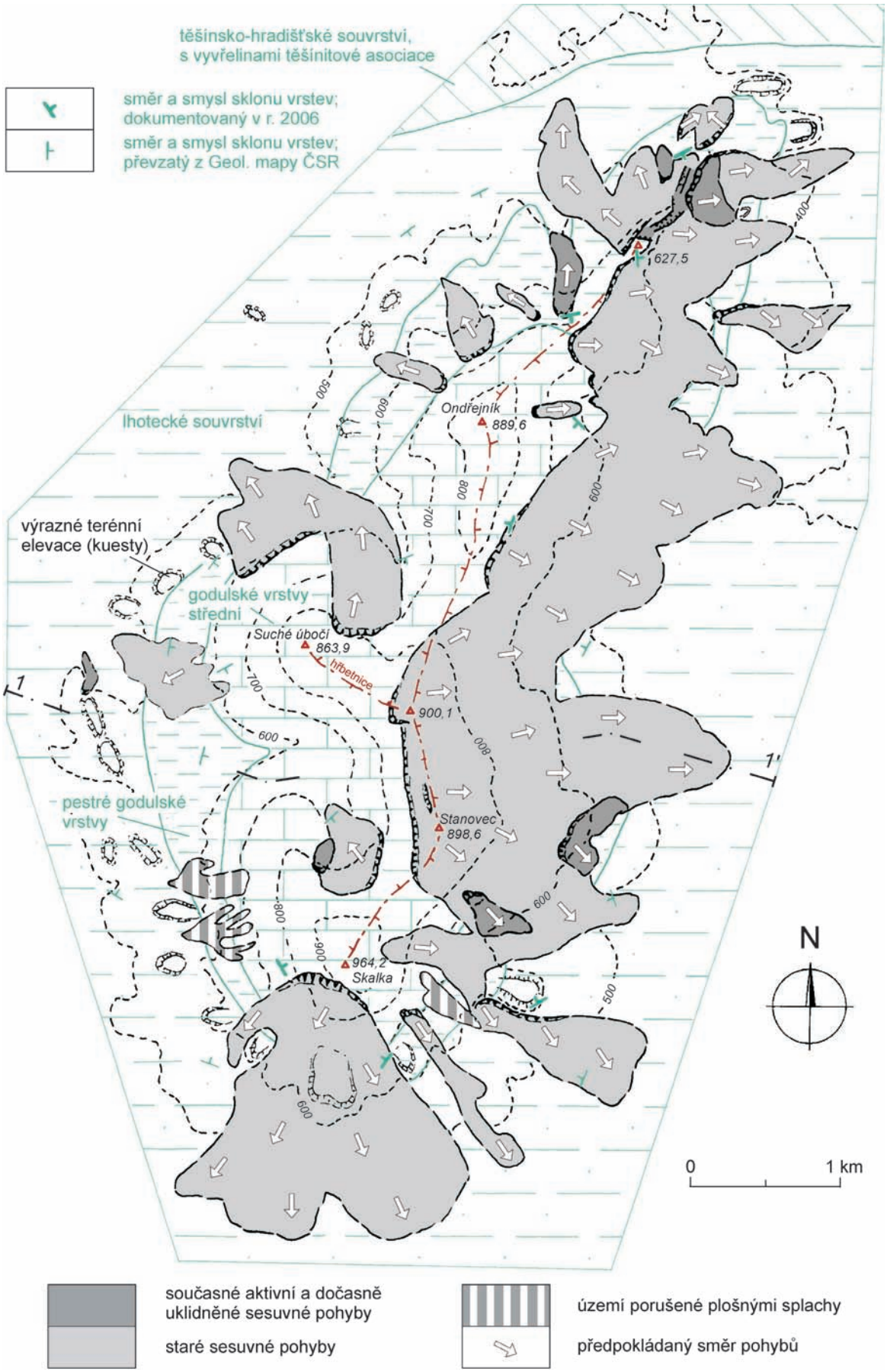
Charakter porušení svahů

Z obrázku 1 je patrné, že značná část území brachysynklinály Skalky a Ondřejníku je porušena svahovými deformacemi. Zejména svahy orientované k J, V i S mají ráz rozsáhlých sesuvných území s hluboce založenými gravitačními deformacemi.

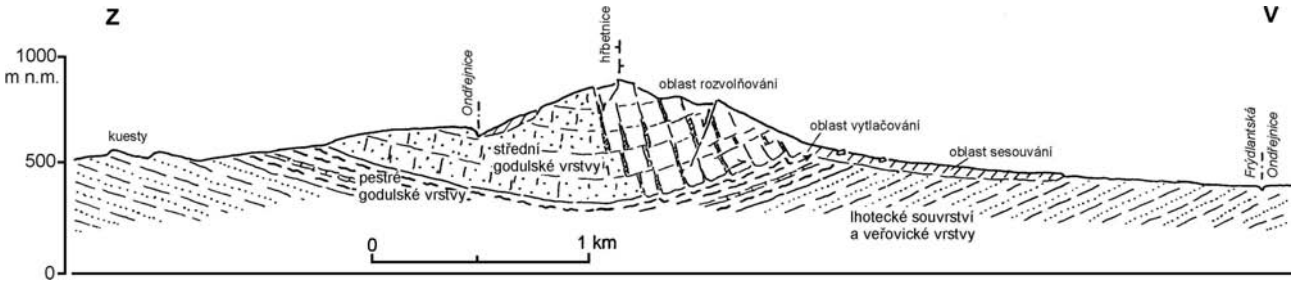
Nejrozsáhlejší souvislé území porušené svahovými pohyby postihuje svahy orientované k V. Půdorysný tvar této narušené oblasti je velmi nepravidelný. Největší rozsah porušení je překvapivě vázán na území tvořené středními godulskými vrstvami, tj. horninami, které v masivu Ondřejníku patří mezi nejpevnější a nejvíce odolné vůči zvětrávání. Pro narušení svahů tvořených převážně lavicovitými pískovci je však rozhodující výskyt slaběji zpevněných jílovců pestrých vrstev v podloží, které se zjevně vytlačují ze svahu a umožňují rozvolňování hornin v nadloží. V dolní části svahů se uplatňují poměrně mělké sesuvné pohyby v pokryvných útvarech. Jejich akumulace mají v půdorysu podobu laloků, které zasahují daleko do předpolí strmějších svahů. Povrch akumulací bývá v nezalesněných partiích silně přemodelován antropogenní stavební a zemědělskou činností.

Vzdálenost mezi j. a s. okrajem nejrozsáhlejšího sesuvného území na svazích masivu Ondřejníku dosahuje téměř 7 km, vzdálenost mezi z. okrajem (nejvyšší odlučné oblasti) a v. okrajem (čela akumulačních oblastí) až 2,2 km.

Charakteristickým rysem tohoto největšího porušeného území je rozpad ploché hřebenové partie výrazně vyvinutý ve dvou úsecích. Především velká část hřebene včetně vrchu Stanovec a kóty 900,1 se zjevně odsouvá k V až SV, přičemž v odlučné oblasti dochází ke stupňovitým poklesům. Porušená oblast má podobu „zdvojeného hřbetu“. Okrajová odlučná trhlina přitom leží až za hřebenem ve vzdálenosti 100 až 200 m z. od linie hřbetnice. Je sledovatelná v celkové délce asi 1,5 km. V terénu se tato trhlina projevuje jako oblast poklesu, ve které došlo ke vzniku několika bezodtokých depresí, z nichž některé jsou trvale zamokřené. Nejvýrazněji je roztrhání hřebenové oblasti vyvinuto jz. od kóty 900,1. Vznikla tam bezodtoká deprese omezená v délce cca 200 m až 4 m vysokou odlučnou stěnou, skloněnou k V a k SV, tj. ve směru předpokládaného gravitačního pohybu. Pokleslé území je omezeno také od SV zřetelným protiklonným terénním stupněm. Ten lze považovat za antitetickou smykovou plochu omezující klínovitě zakleslý blok v tahové oblasti hluboké deformace horského svahu. Oproti nápadným formám porušení vrcholové části jsou deformace v dolní části svahů většinou méně výrazné.



Obr. 1. Přehledná mapa rozšíření svahových deformací v masivu Ondřejníku.



Obr. 2. Schematický geologický řez 1-1' napříč hřebenovou partií Ondřejníku.

Další úsek porušené hřebenové partie leží ssv. od trigonometrického bodu č. 30 (627,5). Rozpad je vyvolán svahovými pohyby směřujícími do tří světových stran. Hřeben je porušen skupinou vzájemně kosých čerstvých tahových trhlin, z nichž největší je široká až 20 m a přístupná do hloubky 4 m. Pohyby v přilehlém sesuvném území ve směru k SV jsou zčásti aktivní.

Velké sesuvné území leží také na svazích j. od vrchu Skalka. Vyskytují se zde rozsáhlé plošiny, elevace, deprese i drobné pseudokrasové jevy. Rozsahem i hloubkou menší sesuvná území se vyskytují na svazích otočených k Z a k SZ. Na svazích pod vrchem Skalka byla zaznamenána také území porušená intenzivním plošným splachem zvětralinového pokryvu.

Na svazích masivu Ondřejníku byl často ve střední a v dolní části zaznamenán výskyt mezisesuvných hřbetů, když akumulační sesuté hmoty obtékají elevace vázané na výskyt odolnějších horninových poloh. Na územích postižených rozvolňováním v pískovcích středních godulských vrstev byl zaznamenán výskyt pseudokrasových rozsedlinových jevů, které lze zpravidla považovat za doklad recentní aktivity pohybů. Mezi největší patří pseudozávrt kruhového půdorysu asi 160 m vsv. od kóty 627,5, hluboký asi 5 m.

Svahy orientované k Z a k SZ jsou porušeny svahovými pohyby ve výrazně menší míře oproti svahům otočeným k V. Většina sesuvných území je zde vázána na pestré vrstvy s převahou jílovců.

Diskuse o současné aktivitě hlubokých svahových pohybů

Svahové pohyby na většině sesuvných území byly při mapování ohodnoceny podle věku jako staré a zasahující do značných hloubek. V řezu 1-1' dosahuje odhadnutá mocnost hmot porušených gravitačním rozvolňováním 400 až 500 m. Vycházíme přitom z předpokladu, že se uplatňuje obdoba mechanizmu mezivrstevního ploužení, který na příkladech z godulských vrstev Moravskoslezských Beskyd popsal Novosad (1975). Dochází k vytlačování do svahu mírně zapadajících plasticky reagujících pestrých godulských vrstev a k rozvolňování nadložních pískovců středních godulských vrstev otevíráním tahových trhlin.

Asi do konce prvé poloviny 20. století se předpokládalo, že příznivé podmínky pro hluboce založené svahové deformace panovaly především v podmínkách periglaciálního klimatu v pleistocénu. V posledních desetiletích však byla inženýrskogeologickým systematickým kontrolním sledováním svahů postižených pohyby charakteru hlubinného ploužení prokázána nezanedbatelná aktivita pohybů i v současných klimatických podmínkách holocénu. Zejména byla zaměřena pozornost na sledování pohybů bloků rigidních hornin po plastickém podloží (Pašek a Košťák 1977), ale byla zahájena měření i na hluboce porušených horských svazích Západních Karpat. V letech 1967 až 1971 byly na lokalitě Lukšinec v masivu Lysé hory měřeny v rozsedlinové jeskyni vzájemné posuny dvou sousedních pohybujících se bloků pískovců. Na svahu postiženém vrstevním ploužením byla zjištěna průměrná rychlost pohybu 0, 5 mm/rok (Novosad a Košťák 2002). Nejdéle je sledované deformační chování zdvojeného hřbetu v odlučné oblasti hluboké svahové deformace na lokalitě Stěny v Malé Fatře na Slovensku (Košťák 2006). Prostorové dilatometrické měření v tahové odlučné trhlině na odvrácené straně hřebene bylo zahájeno v roce 1972. Posuny mají kvazikontinuální nezrychlující se průběh, typický pro svahové pohyby skupiny hlubinného ploužení. Za 33 let byla zaznamenána vertikální složka posunu v celkové hodnotě 2,4 mm.

V případě gravitačního rozvolňování synklinálního hřbetu Ondřejníku a rozsáhlého sesouvání na přilehlých svazích lze připustit, že jedním z impulsů k hlubinnému porušení svahů orientovaných k V bylo uvolnění napětí vlivem odlehčení úpatí svahů po ústupu kontinentálního ledovce, který ve středním pleistocénu v období sálského zalednění pravděpodobně zasahoval údolím dnešní řeky Ostravice až k úpatí Beskyd. Přesný rozsah zalednění není prokázán, Macoun et al. (1965) uvádějí hranici maximálního zalednění jižně od soutoku řek Čeladenka a Ostravice. Oproti tomu v příloze k Přehledné geologické mapě Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny v měřítku 1 : 100 000 je zakreslen okraj zalednění asi o 8 km severněji mezi obcemi Baška a Pržno.

Zůstává otázkou, do jaké míry je aktivita procesu rozvolňování podporována současnými tektonickými pohyby. Nasouvání vněkarpatských příkrovů na sedimenty předhlubně nelze považovat za ukončený proces, a proto je možno předpokládat, že gravitační rozpad svahů v Moravskoslezských Beskydech i v Podbeskydské pahorkatině je do značné míry ovlivňován recentní příkrovovou tektonikou. Tektonická abraze miocenních sedimentů pod nasouvajícími se příkrovy umožňuje nahromadění těchto mladších slaběji zpevněných hornin, případně i uhlonos-

ných souvrství svrchního karbonu, do zvětšených nepravých mocností. Dochází tak k vyklenování části horských masivů a na druhé straně ke zvýšenému eroznímu zařezávání vodních toků. Příklad výzdvihu masivu Kněhyně spojený s gravitačním rozpadem přilehlých horských svahů uvádějí KREJČÍ et al. (2004).

Úvahy o recentním průběhu rozpadu horských hřbetů a svahů jsou v souhlasu s poznatky PÁNKA a HRADECKÉHO (2006), kteří s využitím různých metod datování sedimentů docházejí k závěru, že „velké" svahové deformace ve slezské jednotce Západních Beskyd vznikají v průběhu celého holocénu a není nutno považovat je za fosilní.

Závěrečné poznámky

Nebývalý rozsah výskytu svahových pohybů a gravitačního rozpadu masivu Ondřejníku a jeho předpolí zhoršuje možnosti bezproblémového využívání území lidskou společností. Nebezpečné recentní dočasně uklidněné a recentní aktivní svahové pohyby se vyskytují oproti starým svahovým pohybům v menší míře, a to až na výjimky vždy v neosídleném nebo v řídce osídleném území. Pozemky zastavěné chatovou a zčásti i bytovou výstavbou jsou postižené starými uklidněnými pohyby na j. a v. úpatí svahů v katastrech obcí Kunčice pod Ondřejníkem, Čeladná, Pstruží, Frýdlant nad Ostravicí a Metylovice. Při mapování nebylo zjištěno žádné bezprostřední poškození objektů zástavby, nelze však vyloučit ohrožení zejména chatové zástavby při extrémních klimatických situacích anebo při neodpovědném zásahu lidské činnosti. Poměrně často jsou poškozeny nebo ohroženy lesnické zpevněné komunikace, a to sesuvy i zemními proudy. Poškozené úseky jsou zpravidla urychleně sanovány.

Charakter a rozsah porušení masivu Ondřejníku je výjimečný, a proto autoři doporučují, aby lokalita byla v nejbližší budoucnosti podrobena detailnímu interdisciplinárnímu studiu včetně analýzy strukturně geologických poměrů, mineralogického složení jílovců, chemismu podzemních vod, podrobné dokumentaci klíčových oblastí roztrhání hřbetu, návrhu i založení systému kontrolního sledování.

Literatura

KOŠŤÁK, B. (2006): Zpráva o kontrole měření na slovenských lokalitách: hodnocení stavu ke konci roku 2006. – MS Úst. strukt. a mech. hornin Akad. věd Čs. republ. Praha.

KREJČÍ, O. – HUBATKA, F. – ŠVANCARA, J. (2004): Gravitational spreading of the elevated mountain ridges in the Moravian-Silesian Beskids. – Acta Geodyn. Geomat., 1, 3 (135), 97–109.

MACOUN, J. – ŠIBRAVA, V. – TYRÁČEK, J. – KNEBLOVÁ-VODIČKOVÁ, V. (1965): Kvartér Ostravska a Moravské brány. – Nakl. Čs. akad. věd, Praha, 420 str.

MENČÍK, E. et al. (1983): Geologie Moravskoslezských Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny. – Ústř. úst. geol. Praha, 307 str.

NEMČOK, A. – PAŠEK, J. – RYBÁŘ, J. (1974): Dělení svahových pohybů. – Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. Geol., 11, 77–80.

NOVOSAD, S. (1975): Svahové deformace v godulských vrstvách Moravskoslezských Beskyd. Kandidát. disert. práce. – MS Geol. úst. Akad. věd Čs. republ. Praha.

NOVOSAD, S. – KOŠŤÁK, B. (2002): Lukšinec Hill. In: RYBÁŘ, J. – HOLZER, R. – KOPECKÝ, M., ed.: Post-Conference Field Trip Guide, 1st ECL, 21–23, Prague and Bratislava.

PÁNEK, T. – HRADECKÝ, J. (2006): Nové informace o stáří svahových deformací ve slezské jednotce Západních Beskyd. In: BAROŇ, I. – KLIMEŠ, J. – KAŠPERÁKOVÁ, D., ed.: Elektr. Sbor. referátů a prezentací z odb. semináře Sesuvy a pseudokras. – Čes. geol. služba a Úst. strukt. a mech. hornin Akad. věd Čes. republ. Praha.

RYBÁŘ, J. – JÁNOŠ, V. – KLIMEŠ, J. – NÝDL, T. (2006): Hodnocení svahových deformací v oblasti Vsetínska: zpráva za rok 2006. – MS Úst. strukt. a mech. hornin Akad. věd Čs. republ. Praha.

ZÁRUBA, Q. – NOVOSAD, S. – TYROLEROVÁ, P. (1963): Deformace godulských pískovců na údolním svahu řeky Morávky v Beskydách. In: ZÁRUBA, Q. – RYBÁŘ, J., ed.: Metodika inženýrsko-geologického výzkumu pevných hornin, 118–128. – Nakl. Čs. akad. věd. Praha.