

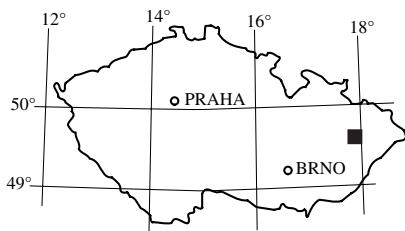
## SVAHOVÉ DEFORMACE NA RADHOŠSKÉM HŘEBENU V MORAVSKOSLEZSKÝCH BESKYDECH, MAPOVÉ LISTY 25-23-09 A 25-23-10 V MĚŘÍTKU 1 : 10 000

**Slope deformations on Radhošť Ridge, Moravskoslezské Beskydy Mts., map sheets 25-23-09 and 25-23-10 at a scale of 1 : 10 000**

JOSEF STEMBERK – Vít JÁNOŠ

*Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8*

(25-23 Rožnov pod Radhoštěm)



**Key words:** *flysche, landslides, deep-seated slope deformations, landslide inventory, monitoring*

**Abstract:** The article deals with landslide field mapping in the area of map sheets 25-23-09 and 25-23-10 during 2002. The area is located in the Outer Western Carpathians flysch zone which is characterised by high susceptibility to deep slope deformation evolution. Engineering-geological maps showing stability conditions and derived predictive landslide susceptibility maps were compiled. In two huge landslide areas the monitoring of recent movement activity was started.

### Úvod

V roce 2002 pokračovaly práce spojené s inventarizací a výzkumem svahových deformací v rámci projektu Ministerstva životního prostředí České republiky „Svahové deformace v ČR“. Cílem výzkumného projektu je zhodnocení vlivu geologické stavby na vznik sesuvných pohybů ve vybraných oblastech ČR.

Terénní práce zaměřené na inventarizaci a průzkum svahových deformací byly provedeny na listech základních topografických map v měřítku 1 : 10 000: 25-23-09 a 25-23-10. Plocha obou listů mapových podkladů pokrývá podstatnou část vrcholové partie Radhoštského hřbetu a masívu Kněhyně.

Výsledky terénního mapování byly zpracovány do podoby účelové inženýrskogeologické mapy stabilitních poměrů. Ta byla podkladem pro zkonztruování mapy náchylnosti území k porušení stability svahů. Při zpracování výsledků se postupovalo podle metodiky vypracované pracovníky oddělení inženýrské geologie ÚSMH AV ČR (RYBÁŘ 2001). V rámci terénních prací byla provedena dokumentace zjištěných svahových deformací a jejich zaměření a zákres do map v měřítku 1 : 10 000. Pro terénní práce bylo využito i leteckých snímků a výsledky dřívějších prací provedených v zájmovém území v souvislosti se svahovými deformacemi (HABRNÁL 1970, KIRCHNER – KREJČÍ 1998,

1999). Dokumentace jednotlivých svahových deformací byla zpracována též do záznamových listů Geofondu ČR. Vybrané svahové deformace byly zpracovány v podrobnějších měřítcích 1 : 2000 a 1 : 5000. Byly přes ně zaměřeny příčné a podélné profily. Ve dvou územích postižených rozsáhlými hlubokými svahovými deformacemi byla instalována terčová měřidla TM71 pro sledování současné aktivity deformací. Dvě měřidla byla umístěna v pseudokrasové jeskyni Cyrilka u Pustevna (STEMBERK 2002), jedno měřidlo do Kněhyňské jeskyně.

### Výsledky výzkumu svahových deformací

Mapované území se nachází v oblasti Moravskoslezských Beskyd, sv. od Rožnova pod Radhoštěm. Má horský reliéf, jehož nejvýraznější část tvoří výrazný hřeben vybíhající k Z podél údolí Rožnovské Bečvy až po sedlo Pindula. Jeho dominanty tvoří vrcholy Radhoště, Tanečnice, Čertova Mlýna a Kněhyně, která je s nadmořskou výškou 1256,8 m zároveň nejvíce položeným bodem hřebene. Nejníže položená místa s nadmořskou výškou cca 600 m lemuje j. okraj mapových listů v prostoru Rožnovské brázdy.

Celé území je velmi řídce trvale osídleno. Rekreační zástavba se nachází v sedle na Pustevnách, jednotlivé horské boudy jsou potom nepravidelně rozmištěny v zájmovém území, zejména na j. svazích hřebenu. Sedlem Pustevny zároveň prochází státní silnice spojující Prostřední Bečvu s Frenštátem pod Radhoštěm. Celé území je převážně zalesněné a spadá pod ochranu přírody v rámci CHKO Moravskoslezské Beskydy. Řada lokalit je zde vyhlášena státními přírodními rezervacemi.

Geologicky spadá zájmové území do pásmu vnějšekarpatského flyše. Hlavní Radhoštský hřeben tvoří flyšové horniny godulského souvrství (MENČÍK et al. 1983). Jsou to zejména lavicovité vrstvy morfologicky velmi odolných glaukonitických pískovců, oddělené relativně tenkými vrstvami jílovců. Souvrství je generelně ukloněno j. až JV směrem pod úhly v rozmezí 10–30°. Lokálně je sklon vrstev i vyšší.

V morfologii zájmového území se výrazně uplatňují zlomové systémy se směry zejména S-J až SSV-JJZ, V-Z a SV-JZ.

Významnými fenomény ovlivňujícími prostorové rozšíření zjištěných rozsáhlých a hlubokých svahových deformací jsou úklon flyšového souvrství a jeho tektonické porušení. Generelní úklon flyšových sedimentů k J až JV vedl k tomu, že deformovány jsou převážně j. svahy hřebenu. V severních svazích hřebenu se vyskytují lokálně relativně

rozsáhlé blokové deformace v bočních svazích rozsoch, které vybíhají z hlavního hřebenu k S. I u nich je jasná podmíněnost tektonickým porušením svahů. Přes jednu dokumentovanou deformaci prochází silnice z Pustevny do Frenštátu pod Radhoštěm, přes jinou deformaci sedačková lanovka z Trojanovic na Pustevny.

Bloky rigidních pískovců, případně slepenců, s vložkami jílovčic jsou posouvány podél predisponovaných ploch a zón, zpravidla vázaných na vrstevní plochy nebo tektonické poruchy. Reliéf postižených svahů je nepravidelně stupňovitý, s místy až zaklesnutými plošinami a strmými úseky, jež tvoří povrch jednotlivých rotovaných nebo posunutých bloků. V odlučných oblastech deformací jsou projevy porušení většinou výraznější, ve spodních částech jsou již zastřeny erozně-denudačními procesy, které probíhají rychleji než hlubinné gravitační posuny. Půdorysný tvar a celkový charakter odlučných oblastí a některých bočních omezení většiny z těchto rozsáhlých deformací naznačují jejich spojitost s morfologicky sledovatelnými zlomovými systémy. Hlavní odlučné stěny jsou zpravidla vyvinuty podél výrazných puklinových systémů vyskytujících se v daném místě. Tento jev je patrný např. u svahových deformací na z. svazích hřebenu směřujícího na J od vrcholu Čertův mlýn. Velmi často se v odlučných oblastech vyskytují systémy puklinových jeskyní, které dosahují relativně velké hloubky, např. v Kněhyňské jeskyni byla zjištěna hloubka až 72,5 m.

Svahové deformace dosahují rozměrů v řádu stovek metrů až kilometrů, např. porušení hlavního hřebene sledovatelné mezi sochou Radegasta a Radhoštěm má délku cca 1000 m a na šířku 900 m. Odlučná oblast se nachází v nadmořské výšce 1100 m, spodní partií sestupuje deformace do výšky 780 m n.m. Tato svahová deformace je evidentně vázána na zlomové poruchy kose sekající hlavní hřeben ve směru Z-V. Zlomové plochy jsou sledovatelné podél v. omezení deformace v podobě partií svahu sklánějících se pod úhlem 45–50°. Ve svém průběhu dále do svahové deformace potom oddělují jednotlivé rozsáhlé stupně, které přitom mají délku až stovky metrů a šířku desítky metrů. Na zlomové poruchy jsou vázány i jeskynní systémy popsané WAGNEREM et al. (1990). Svahová deformace zasahuje až za hřebeni hlavního hřebene a způsobuje vznik charakteristického zdvojeného hřebenu. Z hlediska diskuse o mře uplatnění tektoniky na vznik této deformace je zajímavé, že porušení svahu vzniklo nad místem, kde z hlavního hřebene vybíhá v kolmém směru boční hřbet, který jako by podpíral j. svah Radhošťského hřbetu. Další rozsáhlá svahová porucha v území mapy 25-23-09 byla dokumentována v sedle Pustevny (STEMBERK 2002). Zabírá plochu o rozloze cca 1000 m na délku a 1200 m na šířku. Odlučná oblast se nachází ve výšce 1040 m n. m. Z morfologicky nezcela zřetelného omezení v horní části svahu přechází ve spodní části svahu do morfologicky velmi zřetelného sesuvu, který je zřejmě recentně aktivován erozí potoka tekoucího při úpatí ve výšce cca 725–740 m n. m. V místě, kde deformace zasahuje do silnice stoupající na Pustevny, lze pozorovat zřetelné snížení vozovky. V horní části svahu se těsně pod hřebenem nachází jeskynní systém Cyrilka, který se vyvinul podél tektonické poruchy

směru SSV-JJZ protínající hlavní hřeben a procházející sedlem Pustevny. V jeskyni byly instalovány dva dilatometrické terčové přístroje TM71. Dílčí výsledky měření pohybů v jeskyni a představy o vzniku a vývoji svahové deformace na Pustevnách byly prezentovány v průběhu terénní exkurze uspořádané při příležitosti 1. evropské konference o sesuvech, která se uskutečnila v červnu 2002 v Praze (viz STEMBERK in RYBÁŘ et al. 2002).

Většinu z registrovaných deformací lze považovat za uklidněné a jejich oživení v současných geologicko-klimatických podmírkách za pravděpodobné pouze při extrémních událostech (extrémní srážky, účinek zemětřesení). Významným impulsem k jejich reaktivaci by však mohl být nevhodný antropogenní zásah, za který je možno považovat například poddolování. Vyskytuje se zde ovšem i deformace, o jejichž recentní aktivitě nelze pochybovat. Zhodnocení současné aktivity rozsáhlých svahových deformací a analýza vlivů na možné pohyby je předmětem pokračujícího výzkumu na pracovišti inženýrské geologie ÚSMH AV ČR. Některé údaje z oboru speleologie naznačují, že deformace jsou recentně aktivní a jejich pohyby mohou dosahovat zřejmě i významných hodnot. Jako příklad lze uvést dnes udávanou hloubku Kněhyňské jeskyně o hodnotě 57,5 m (WAGNER et al. 1990). PAVLICA (1984) však uvádí, že v 60. letech bylo dosaženo hloubky 72,5 m. Tento velký rozdíl pravděpodobně nebyl způsoben chybou měření, vypovídá spíše o významných recentních pohybech v hlubších částech sesuvu (KIRCHNER – KREJCÍ 1998, 1999). V roce 2002 byl proto do Kněhyňské jeskyně, která je doposud nejhlubší známou jeskyní v Moravskoslezských Beskydech, instalován dilatometr TM71. Kněhyňská jeskyně se vytvořila ve v. části rozsáhlé blokové deformace o délce 890 m, šířce 800 m a převýšení 430 m. Jižní svah vrcholu Kněhyň je touto deformací postižen od nadmořské výšky přibližně 1165 m, kde je vyvinuta až 10 m vysoká odlučná stěna, která ve své z. části protíná zpevněnou lesní cestu, jež je v tomto místě recentními pohyby poškozena. Pod odlučnou stěnou je terén typicky nepravidelně stupňovitý, je zde patrná řada rotovaných bloků. Nejvýrazněji se sesuv projevuje ve své v. části ve výšce kolem 1040 m n. m., kde se nachází vstup do zmíněného jeskynního systému. Níže po svahu dochází k rozšíření sesuvného území směrem na V. Ve spodní, jz. části území se sklonem až 32° je svah porušen staršími pohyby až do údolí Kněhyňky. Dochází zde k aktivním plouživým pohybům až rícením pokryvných sutí, které se oddělují na čelech jednotlivých bloků. Za zmínku stojí silný pramen ve výšce 915 m n. m. v blízkosti v. bočního omezení deformace. Rozsáhlá deformace postihující z. svah hřbetu směřujícího na J od vrcholu Čertův Mlýn podává další svědectví o existenci současných aktivních pohybů jednotlivých bloků. Za jednoznačné důkazy můžeme považovat opilý les, množství balvanovitých úlomků a jejich prostorové uspořádání a celkovou morfologii výrazně nepravidelně stupňovitého terénu s velkým množstvím záklesů až strmých protisvahů o výšce až 5 m. Tako výrazné projevy je možno zaznamenat pouze v blízkosti tektonicky podmíněné odlučné stěny, níže po svahu se již současná aktivita vizuálně neprojevuje.

Výrazným geologickým činitelem v zájmové oblasti je vodní eroze, k níž změnou spádové křivky vodních toků přispěly i rozsáhlé blokové deformace. Severní svahy, díky uložení vrstev velmi příkré, zpravidla nejsou porušeny hlubokými deformacemi, často však na nich dochází k povrchovému ploužením pokryvných materiálů. Rovněž zářezy lesních cest zde bývají porušeny mělkými zátrhy.

Autoři vyjadřují svůj dík projektu COST 625 „3-D monitoring of active tectonic structures“ za spolufinancování prací spojených s výzkumem hlubokých porušení svahů v Moravskoslezských Beskydech.

## Literatura

- HABRNÁL, L. (1971): Způsoby porušení svahů a příčiny deformace v oblasti Kněhyně v Moravsko-slezských Beskydech. – Diplomová práce. Přírodověd. fak. Univ. Karl. v Praze, 60 s., 12 příl. Praha.
- KIRCHNER, K. – KREJCÍ, O. (1998): Inventarizace geomorfologických prvků národní přírodní rezervace Kněhyně – Čertův Mlýn jako podklad

- pro charakteristiku abiotického prostředí geobiocenů. – MS Úst. geoniky Akad. věd Čes. republ., 12 s. Brno.
- KIRCHNER, K. – KREJCÍ, O. (1999): Inventarizace geomorfologických prvků v hranicích předběžně vymezeného nadregionálního biocentra Kněhyně – Čertův Mlýn jako podklad pro charakteristiku abiotického prostředí geobiocenů. MS Úst. geoniky Akad. věd Čes. republ., 14 s. Brno.
- MENČÍK, E. et al. (1983): Geologie Moravskoslezských Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny. – Ústř. úst. geol., 304 s. Praha.
- PAVLICA, J. (1984): Pseudokrasová puklinová jeskyně na Kněhyně. – Naši Přír., 1984, 2, 8–11.
- RYBÁŘ, J. (2001): Hodnocení náhylnosti území k sesouvání ve vybraných částech okresu Vsetín. – Zpr. Geol. Výzk. v Roce 2000, 134–136.
- RYBÁŘ, J. – HOLZER, R. – KOPECKÝ, M. (2002): 1st European Conference on Landslides – Post Conference Field Trip: East of the Czech Republic and Slovakia. – 69 s., Úst. struktury a mechaniky hornin Akad. věd Čes. republ. Praha.
- STEMBERK, J. (2002): Slope and tectonic movements trial in Moravskoslezské Beskydy Mts. In: 1<sup>st</sup> European Conference on Landslides – Post Conference Field Trip Guide (Rybář, J. – Holzer, R. – Kopecký, M. eds.), 24–27. Úst. struktury a mechaniky hornin Akad. věd Čes. republ. Praha.
- WAGNER, J. et al. (1990): Jeskyně v Moravskoslezských Beskydech a jejich okolí. – Knih. Čes. speleol. Společ., 17, 131 s. Praha.

## VZNIK HOLOCENNÍCH SUŤOVÝCH BREKCIÍ VE STŘEDOČESKÉ OBLASTI A JEJICH EROZNÍ POSTIŽENÍ

### Formation of Holocene scree breccias in Central Bohemia and their destruction by erosion

KAREL ŽÁK<sup>1</sup> – LUCIE MIKŠÍKOVÁ<sup>2</sup> – HELENA HERCMAN<sup>3</sup> – JAROSLAVA MELKOVÁ<sup>2</sup> – JAROSLAV KADLEC<sup>4</sup>

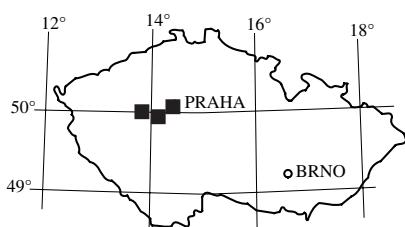
<sup>1</sup> Český geologický ústav, Klárov 3, 118 21 Praha 1

<sup>2</sup> Přírodovědecká fakulta UK, Albertov 6, 128 43 Praha 2

<sup>3</sup> Institute of Geology, Polish Academy of Sciences, Warszawa

<sup>4</sup> Geologický ústav AV ČR, Rozvojová 135, 165 00 Praha 6

(12-14 Rakovník, 12-24 Praha, 12-32 Zdice, 12-41 Beroun, 12-42 Zbraslav)



**Key words:** scree breccias, scree cementation, dating, erosion, Holocene

**Abstract:** Scree slope accumulations are locally cemented into resistant scree breccia in the Central Bohemia. The cementation occurred mostly at sites of groundwater discharge. Based on U-series data on carbonate cement, the scree breccias were formed between 12.9 and 7.9 ka BP in the area where Neoproterozoic silicate rocks outcrop. In a karst area formed by Devonian limestones the oldest scree cement was dated at 9.5 ka BP. An intensive destruction of scree breccias by erosion occurred between 1.9 and 0.3 ka BP.

## Úvod

Ve středních Čechách lze na řadě lokalit nalézt svahové suťové akumulace (droliny, osypy, suťové kužely apod.) stmelené chemogenním tmelem různého minerálního složení do pevných brekcií. Nejčastěji se suťové brekcie (tmelené sutě) vyskytují v oblastech tvorených sedimentárními a vulkanickými horninami barrandienského neoproterozoika, další lokality jsou známy v krasovém prostředí, tedy v oblasti tvorené paleozoickými vápenci Pražské pánve. Tmel sutí je nejčastěji karbonátový (kalcit nebo aragonit), poměrně hojně jsou však i lokality s tmelem tvoreným sekundárními minerály železa (Žák et al. 2001). K cementaci sutí došlo nejčastěji v souvislosti s vývěry podzemních vod, a to i na místech, kde dnes žádné podzemní vody nevyvěrají. Tmel je obvykle dotykový a v brekci zůstávají volné dutiny. Kromě těchto pevných suťových brekcií se v krasovém prostředí vyskytují často ještě svahové sedimenty částečně zpevněné sekundárním karbonátem, vyšráženým na sklonku boreálu a ve starším atlantiku ze stupňových srážkových vod v souvislosti s půdním vývojem na povrchu (přehledně pro tento typ např. Ložek – Cílek 1995). Tento odlišný genetický typ částečně zpevněných svahových sedimentů nebyl do výzkumu zahrnut.