Bohyně na Děčínsku – nejrozsáhlejší sesuvné území v České republice

Bohyně in Děčín district – the largest landslide area in the Czech Republic

Oldřich Krejčí [1] – Vladimíra Krejčí [1] – Petr Kycl [2] – Martin Paleček [1] – Jan Rybář [3]

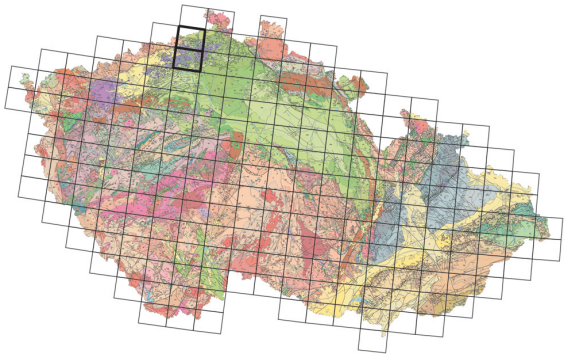
[1] Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno; oldrich.krejci@geology.cz
[2] Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1
[3] Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v. v. i., V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8

Please cite this article as: Krejčí, O. – Krejčí, V. – Kycl, P. – Paleček, M. – Rybář, J. (2017): Bohyně in Děčín district – the largest landslide area in the Czech Republic, 50, 227–234. (in Czech)

Key words: *České středohoří Highlands, deep-seated landslides, LiDAR interpretation, DMR analysis, geological mapping, landslide evaluation*

Summary: Bohyně, a countryside affected by several landslides is located about 5 km southwest of the Děčín city. The "Bohyně" name was historically used for the entire group of landslides. The aim of the project was remapping of the whole locality and link together up to now isolated landslides in a single complex of landslides. The relief rises from the Labe River in the East (150 m a.s.l.) to over 520 m a.s.l. in the West. The studied area is part of the České středohoří Highlands, and is typical with special characteristics such as steep slopes, geological setting including fractured volcanic and soft sedimentary rocks and deeply incised valley of the Labe River. These are essential features contributing to the particularly high intensity and wide-spread occurrence of the slope deformation phenomena.

Upper Cretaceous sediments in this area were deposited mostly almost horizontally in a shallow synclinal basin and reach thickness of up to 400 m. The surface morphology results from Tertiary and Quaternary denudation and accumulation. The current relief consists of structural plains, river terraces, and deep canyon-like valleys, e.g. that of the Labe River. Saxonian tectonic movements segmented the originally uniform basin to a series of plates uplifted to different elevations and forming a highly dissected landscape. Basin is marked by scattered clean-cut monadnocks, mostly formed as denudation fillings of volcanic chimneys and various types of dykes. Slope deformations known in the study area are mainly typical landslides, earth or debris flows and vast, complex slope deformations up to many hundreds of meters in length.



(02-23 Děčín, 02-41 Ústí nad Labem)

As concerns the landslide activity, we differentiate currently moving active landslides, and inactive landslides, which have not moved within the last 12 month. Inactive landslides are further subdivided in two groups. Calmed landslides are inactive landslides which are no longer affected by its original causes and relict landslides are inactive landslides developed under climatic or geomorphological conditions considerably different from those of present day.

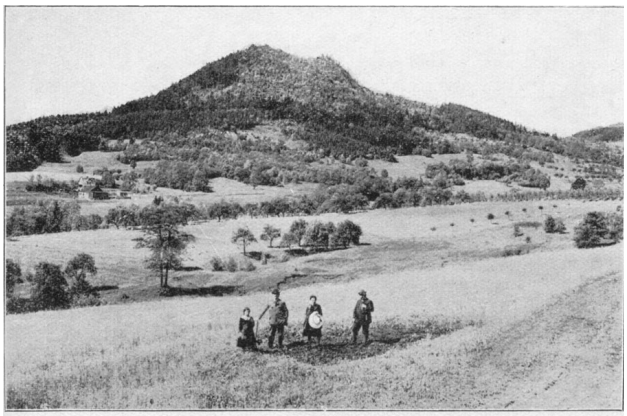
To recognize the landslide structures, we used geomorphological mapping and LiDAR-based digital elevation model (DMR 5G, Czech Office for Surveying, Mapping and Cadastre) interpretation. The deep-seated landslides can be observed in the LiDAR data as characteristic geomorphologic features. We focused on establishing dimensions, mechanics and possible future development of several different typical slope failures.

Based on the input data quasihomogeneous zones were delineated and the susceptibility of landslide hazard was evaluated. District area maps in a scale of 1:10 000 provide information on hazard areas of possible occurrence of landslide phenomena. The maps display, presently quiescent slope deformations in black and presently active in red colour.

With its total 12 456 km^2 this locality is the largest landslide area in the Czech Republic which forms a unique organic complex. Along with the results of our new research, the whole area will be registered in a geodatabase of the Register of Ground Instabilities. This Register has been since long ago (founded in 1962) one of the cornerstones of factual databases in geology. Information about slope instabilities is available online on the Internet portal: geology.cz/map_applications/ground_instabilities.

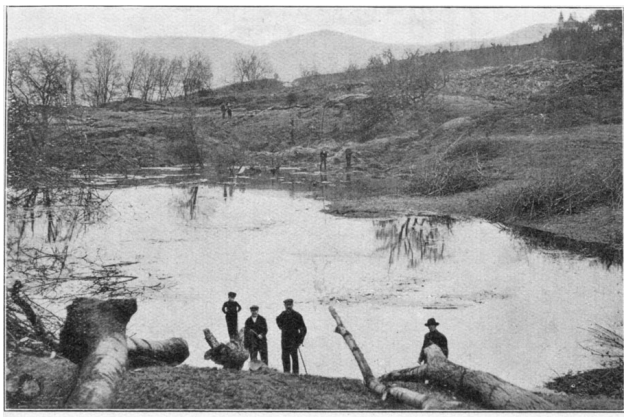
Oblast s výskytem mimořádně rozvinutých svahových deformací v okolí Bohyně na Děčínsku se nachází v geomorfologickém celku České středohoří, v sz. části podcelku Verneřického středohoří a náleží k okrsku Ústeckého středohoří (Demek – Mackovčin, ed. 2006). Jde o plochou hornatinu až členitou vrchovinu. Odlučné hrany sesuvů dosahují téměř k vrcholu elevace Chmelník (508,1 m), který vyčnívá jako výchoz skalního podkladu uvnitř sesuvného území. V okolí prameniště Račího potoka sesuvné území dosahuje nadmořské výšky 520 m. Východní okraje sesuvů

DOI 10.3140/zpravy.geol.2017.38



Rutschgebiet am Hopfenberg (5. April 1914)

Obr. 1. Sesuvná oblast pod vrchem Chmelník (5. duben 1914).
Fig. 1. Landslide area below the Chmelník hill (5 April 1914).



12. April 1914: Teich des Welsbaches

Obr. 2. Hrazené jezero na Chrochvickém potoku (12. duben 1914).
Fig. 2. Landslide-dammed lake on the Chrochvice brook (12 April 1914).

pak dosahují téměř úrovně toku Labe ve 150 m n. m. Sesuvná oblast zasahuje na území města Děčína (k. ú. Chrochvice, Vilsnice, Krásný Studenec) a obce Malšovice (k. ú. Hliněná, Javory, Stará Bohyně, Malšovice a Borek u Děčína). Z historických důvodů ponecháváme název celého sesuvného území Bohyně, protože tak bylo dříve označováno (Rybář 1965). Cílem práce bylo jednotně zmapovat s využitím současných digitálních datových sad Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (dále ČÚZK), jako jsou ZABAGED a polohopis podle dat LiDAR (DMR 5G), skupinu svahových nestabilit v okolí Bohyně a sloučit je do jednoho organického celku. Celé území bylo, bez ohledu na dříve mapované části, nově jednotně zmapováno v měřítku 1 : 10 000 v rámci projektu Technologické agentury ČR TA04030824 v období let 2014– 2016 z důvodu plánovaného připojení města Děčína na dálnici D8.

Geomorfologie a geologická stavba území

Geomorfologie území se – stejně jako na jiných sesuvných lokalitách v této části Českého středohoří – vyznačuje značnou geologicky podmíněnou modelací. Četné místní toky prořezávají snadněji měkčí křídové horniny, kdežto pevné horniny náležející terciéru jsou daleko odolnější k tomuto způsobu porušení. Zahlubování řeky Labe na jedné straně a odolnost terciérních vulkanických hornin na straně druhé způsobily, že v zájmovém území v měkkých horninách se vytvořily strmé svahy, jež jsou dlouhodobě nestabilní. Tyto svahy jsou dále rozčleněny lokální přítomností pevnějších hornin (pískovců), jež tak tvoří četné hřbety v území, jinak tvořeném plastickými jílovci. Základní geologickou charakteristikou dotčeného území je superpozice hornin středohorského neovulkanického komplexu (Chlupáč et al. 2002), spadajícího do regionu podkrušnohorských pánví a přilehlých vulkanických hornatin, na horninách křídových. Pro detailní geologické informace odkazujeme na internetový portál České geologické služby: geology.cz/mapove_aplikace_geologicka_mapa_1:50 000.

V sesuvném území lze identifikovat rozsáhlé bloky sedimentů svrchní křídy postižené geodynamickými pohyby. Jsou to především vápnité jílovce a slínovce s polohami pískovců (březenské souvrství, flyšoidní facie; coniac až santon). Březenské souvrství zde dosahuje velkých mocností (240–420 m) a představuje litologickou jednotku velmi náchylnou k sesouvání. Mocnější a rozsáhlejší sesuvy jsou většinou složené a sestávají z několika na sebe naložených generací sesuvů, místy oddělených hřbety s menším stupněm deformace. Nejrozsáhlejší sesuvy se soustřeďují na sv. až jv. svahy Chmelníku na levém břehu Labe. Vyskytují se i sesuvy blokové, kdy se bloky pevných hornin z okraje středohorského komplexu zabořují do podložních plastických vápnitých jílovců.

Většinu povrchu území svahových nestabilit tvoří hlinitopísčité a hlinitokamenité kvartérní sedimenty s většími bloky křídových hornin. Východní část sesuvného území překrývají nánosy spraší a sprašových hlín, které se v procesu gravitačních pohybů mísí se svahovými sedimenty. Při nízkých sklonech svahů jsou povrchové projevy sesouvání těmito pokryvy téměř setřeny (oblast Malšovic). Lze předpokládat, že původním spouštěcím mechanismem pro vznik tak rozsáhlých sesuvů byla eroze Labe v nárazových březích ohybu řeky. V dnešní době patu sesuvu lemují pokryvy písčitoštěrkových sedimentů nejnižšího terasového stupně svrchního pleistocénu a proluviální sedimenty výplavových kuželů holocénu.

Uvnitř sesuvného území se vyskytuje několik osamocených výchozů skalního podkladu. Jsou to především výlevné horniny ve vrcholové plošině Chmelníku a na jeho jižních svazích. Hornina nebyla doposud přesně určena a jde o olivinický nefelinit pravděpodobně neogenního stáří, pevné tufy, tufitické jílovitoprachovité až písčité sedimenty a subvulkanické brekcie v nepravidelných mocnostech. Kombinovaná inženýrskogeologická a geologická mapa širšího území je součástí zprávy Šebesty et al. (2000).

Metodika studia svahových nestabilit

Historická data z období německého osídlení

První písemné zmínky o sesuvech z vrchu Chmelníku (dříve Chmelná hora) směrem do Krásného Studence se datují do roku 1736 (Špůrek 1967). Další pohyby byly dokumentovány v roce 1823 a 1850 (Špůrek 1967) a pak především 30. března 1914, kdy pokračovaly až do 25. dubna (Národní politika 1914/16.4.–25.4./103–112, obr. 1–4). Tehdy bylo zničeno téměř 24 ha lesa, luk, pastvin a polí. Okraj sesuvu zasáhl až obec Krásný Studenec, kde bylo porušeno trhlinami několik stavení včetně kostela. Trhliny byly evidovány na domech č. 128, 70 a 75, největší – až 4 cm – ale přímo na kostele. Sesuv dokonce na potoce Welz (dnes Chrochvickém) vytvořil hrazené jezero (obr. 2).

Především Národní politika v roce 1914 každodenně informovala o neštěstí u Krásného Studence. Dále citované zprávy z Národní politiky jen dokazují ohromný rozsah sesuvné tragédie v okolí vrchu Chmelník.

16. dubna 1914: Sesouvání půdy nabylo takového rozsahu, že již dnes je zničeno asi 70 000 m^2 polí luk a lesů. K naléhání starosty v Chrochvicích povolalo hejtmanství vojsko z Terezína a Litoměřic, aby odvedlo vodu tří pramenů, které se nově objevily. Přesto však objevily se v domech pana Kretschmera a Zenkera takové trhliny, že byty musily býti vyprázdněny. Také okolní silnice místy se propadly a pro dopravu musily býti uzavřeny. Někde vypadá to jako po zemětřesení. Země vykazuje velké trhliny, stromy jsou vyvráceny a některé prohlubně zatopeny. Naproti tomu jeden rybník zmizel úplně s povrchu.

17. dubna 1914: Včera přijelo na ohrožená místa opět oddělení zákopníků, aby provedlo práce odvodňovací. Spousty sesuté země pohybují se po svahu směrem k Chrochvicům. Místy zasypán byl také potok, takže se utvořil velký rybník, v něm vody stále přibývá. Vojáci snaží se, aby vodu odvedli.

25. dubna 1914: Sesouvání půdy na vrchu Chmelném nedaleko Podmokel stále trvá. Koryto Velského potoka (potok Welz) je spoustou země zasypáno. Silnice mezi Schonbornem a Chrochvicemi bude za pomoci státní subvence znovu zřízena.

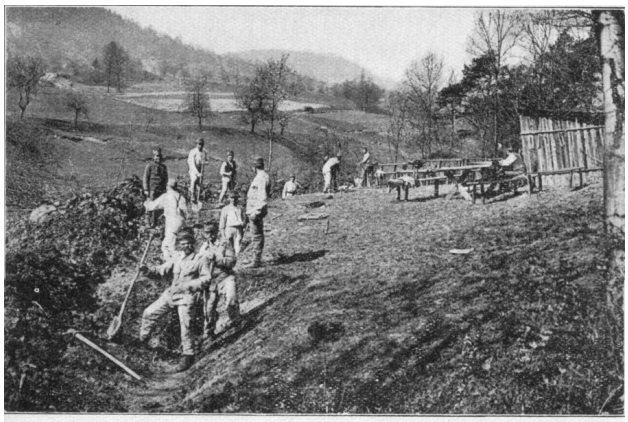
Hynie v roce 1928 popisuje: „Na potoce Welz ohromný sesuv na levém břehu pod Krásným Studencem, porušující v délce asi 400 m koryto potoka, jest takového rozsahu a v tak pokročilém stadiu, že na jeho úplné sanování nelze pomýšleti“.

První zmínky o sesouvání (pošinutí) přímo v Bohyni v roce 1770 lze nalézt ve zprávě Zahálky (1890). Další sesuvy v Javorech a Bohyni byly zaznamenány v roce 1817. Národní politika v roce 1900 (číslo 62) informuje o značných škodách statkářů v obci Bohyni, kde bylo několik domů následkem posouvání ve vážném ohrožení.

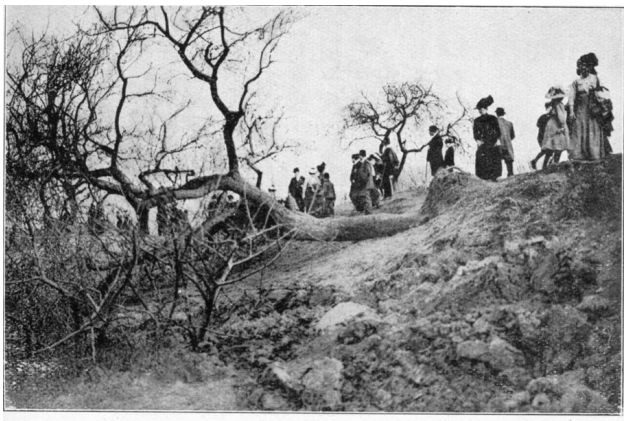
Geologická prozkoumanost území

Sesuvné území, které pracovně nazýváme oblast Bohyně, bylo dosud zkoumáno inženýrskogeologickými průzkumnými pracemi velmi okrajově, i když v tisku je zmiňováno často. Důležité informace o geologické stavbě území byly získány z jádrových vrtů realizovaných v 60. letech v k. ú. Javory (obec Malšovice). Báze křídových sedimentů byla zastižena v různých vrtech s rozdílem až 150 m. To svědčí buď o tektonickém porušení oblasti, či o značné hloubkové erozi v období křída/terciér. Rybář (1965) popisuje v jádrech vrtů četné prohnětené jílovité a prachovité horniny, prostoupené soustavami smykových ploch. Tyto horniny považuje za fosilní sesuté hmoty. V období zvýšené tektonické činnosti na bázi vulkanické formace je možné počítat se značnou aktivitou svahových pohybů v křídových i v nově uložených terciérních horninách. Časovou souvislost s vulkanismem však nelze doložit, podle našeho názoru k největšímu rozvoji sesuvů docházelo během výzdvihu oblasti koncem třetihor a v pleistocénu. Geologický řez sesuvem přes uvedené vrty je součástí práce Rybáře et al. 2000.

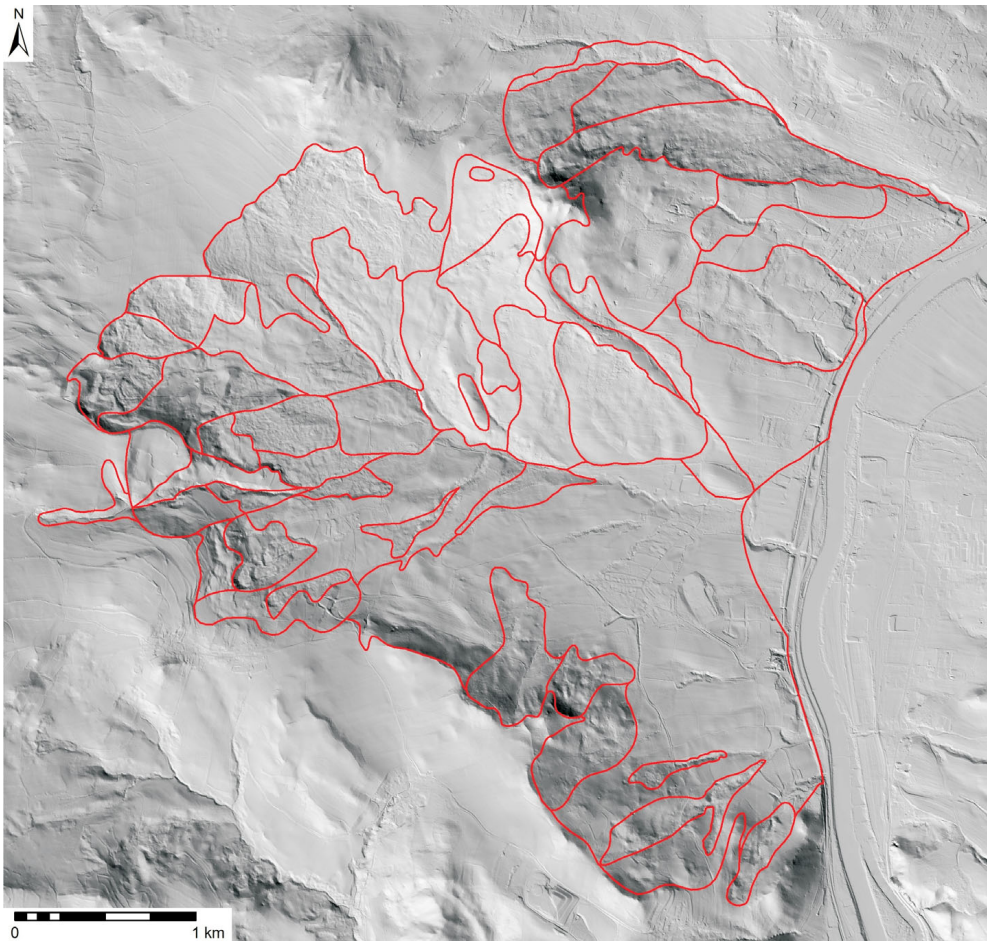
Sesuvné území nebylo nikdy systematicky inženýrskogeologicky zkoumáno, v současné době jsou průzkumné



Obr. 3. Ženisté (zákopníci) kopou odvodňovací žlaby (12. duben 1914).
Fig. 3. Sappers (pioneers) digging drainage channels (12 April 1914).



Obr. 4. Dílčí čelo sesuvu s vyvráceným stromem (13. 4. 1914).
Fig. 4. Partial front of the landslide with an uprooted tree (13 April 1914).



Obr. 5. Zjednodušený zákres celého sesuvného území Bohyně v digitálním modelu reliéfu České republiky 5. generace (nasvícení od 360°, DMR 5G).
Fig. 5. A simplified drawing of the whole Bohyně landslide area in digital terrain model of the Czech Republic of the 5th generation (light from 360°; DMR 5G).

vrtné práce známy pouze z více osídlené východní části sesuvného území, přilehlé k železniční trati. Jsou to průzkumné práce pro průmyslové, zemědělské, dopravní a jiné infrastrukturní stavby. Neřeší se v nich regionální problematika sesouvání, ale základové poměry v místě staveb. Dále se na sesuvném území nacházejí dva vrty sledující hladiny podzemních vod pro projekt „Monitorování a hodnocení hydrosféry v ČR“ (Český hydrometeorologický ústav). Jsou to vrty u koupaliště v Malšovicích 2H-185 (hloubka 204 m) a 2H-295 (hloubka 467 m). Všechny zmíněné průzkumné práce jsou na internetovém portálu www.geology.cz/mapove_aplikace/vrtna_prozkoumanost, včetně profilů vrtů a citací závěrečných zpráv. Primární podklady či vzorky z uvedených průzkumných prací jsme neměli k dispozici, práce vzhledem k sesuvnému území mají pouze informativní význam, především o litologii a mocnosti křídových sedimentů.

V rámci přípravy mapovacích prací na lokalitě Bohyně byly studovány následující archivní podklady, ze kterých byly sestaveny Registrační záznamy dřívější organizace ČGS – Geofond a které jsou i nadále zobrazovány v rámci Registru svahových nestabilit v mapové aplikaci ČGS (svahové_nestability):

1. Soupisové listy sesuvných jevů a zákresy na listu mapy M-33-41-C-d v měřítku 1 : 25 000.
2. Záznamové listy z dřívějšího Registru sesuvů ČGS – Geofondu pro mapový list 02-23-33, které byly přemístěny do pobočky ČGS v Brně.

Základní údaje dále pocházejí z katalogu sesuvných jevů publikovaného Špůrkem (1972), který zhodnotil použitelné údaje o výskytu svahových pohybů charakteru sesouvání, stékání a řícení s uzávěrkou v roce 1970 a excerpoval publikované i archivní rukopisné údaje včetně zpráv získaných z novinové výstřižkové služby. Dále byl k dispozici soupis sesuvných jevů pro období 1970–1987 (Špůrek 1989), archivní zprávy Zmítka (1967) a Špůrka (1967). Do roku 2011 (zrušení organizační složky státu ČGS – Geofond) zde byly zavedeny registrační záznamy sesuvů 16, 17, 29–35, 38, 39, 82, 96–100, 103, 105, 107, 108, 112, 119–124, 383, 980 a 7041, celkem 31 objektů svahových nestabilit. Zákres sesuvného území Bohyně jako celku nebyl dosud sestaven a v Registru svahových nestabilit ČGS byly dosud zobrazovány jenom dílčí, vzájemně oddělené sesuvy. Pouze v geologických mapách měřítka 1 : 50 000 (Shrbený et al. 1990 a Valečka et al. 1992) je celé území zakresleno jako rozsáhlý sesuv v přibližně námi revidovaných hranicích.

Z geologických mapovacích prací jsme použili mapové výstupy a textové vysvětlivky k mapám Valečky (1970 a 1984), Valečky et al. (1984) a Šebesty et al. (2000). Dále se mapovacími a inženýrskogeologickými pracemi, především v okolí Staré Bohyně, zabývali Rybář a Suchý (2000) a Suchý (2001).

Použité geografické podklady a jejich zpracování

Pro detailní vymezení dílčích sesuvných okrsků byla využita datová sada ZABAGED (ZM 10, polohopis a 3D vrstevnice) a digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G), který představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskrétních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X, Y, H, kde H reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) se střední chybou výšky 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu. Model vznikl z dat pořízených metodou leteckého laserového skenování reliéfu území České republiky v letech 2009–2013. DMR 5G je základní zdrojovou databází pro tvorbu vrstevnic určených pro mapy velkých měřítek a počítačové vizualizace výškopisu v územně orientovaných informačních systémech vysoké úrovně podrobnosti. Použitá data byla poskytnuta v rámci nevýhradní licenční smlouvy mezi Zeměměřickým úřadem a Ministerstvem životního prostředí z roku 2015.

Výsledný DMR byl v ČGS vytvořen v několika krocích v SW ArcGIS 10.21 společnosti ESRI a volně dostupné extenze LASTools společnosti Rapidlasso. Nejprve nástrojem TXT to LAS byla vytvořena vrstva zobrazující mračna bodů, ze které byl vyexportován fyzický dataset. Nová vrstva sloužila jako vstup pro nástroj LAS dataset to DEM, který vytvořil výsledný DMR. Nástrojem Hillshade z extenze Spatial Analyst byly vytvořeny jednotlivé prezentace stínovaného reliéfu ve standardních směrech osvitu. Sklony svahů byly odečteny ze sklonitostního modelu s odlišným barevným krokem 5°.

Inženýrskogeologické rajonování sesuvného území

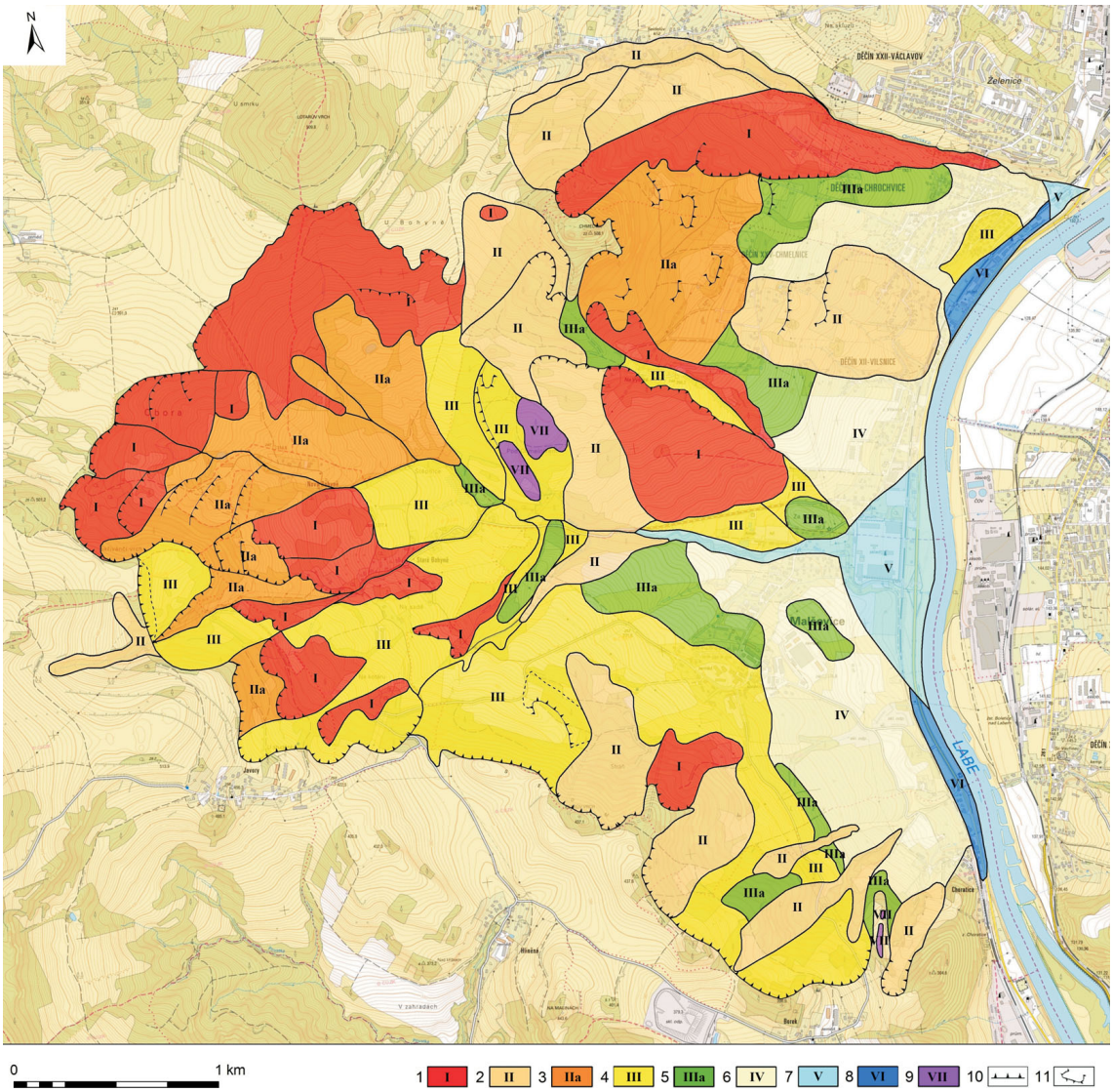
Terminologie klasifikace svahových nestabilit v naší práci vychází z dlouhodobě budované geodatabáze Registru svahových nestabilit, která byla zavedena pro evidenci a prezentaci jednotlivých sesuvů (Špůrek 1976). Současně se připravovala metodika pro detailní inženýrskogeologické mapování svahových nestabilit v měřítku 1 : 10 000 (Rybář 1968, Rybář – Liberský 1993), která do dnešní podoby byla rozvinuta po povodních v roce 1997 (Rybář et al. 1999) a z ní byla postupně vyvinuta tvorba prognostických map náchylnosti k sesouvání (Rybář 2003, Rybář et al. 2011). Sesuvem aktivním nebo kategorií území s aktivními sesuvy podle Rybáře et al. (1999) rozumíme, že sesuv byl v době dokumentace v prokazatelném pohybu a porušení reliéfu či objektů bylo stále živé a čerstvé. Vzhledem k tomu, že na tak rozsáhlém území nebyl prováděn žádný pravidelný monitoring pohybů, formálně předpokládáme, že tato aktivita trvá alespoň jeden rok. V hustě zalesněném terénu byly cennou pomůckou i mapové podklady DMR 5G, jimiž lze spojovat oblasti se stejně intenzivním porušením reliéfu. Zákres celého sesuvného území v DMR 5G je na obr. 5 (nasvícení od 360°). Podle detailního terénního mapování a analýzy digitálního modelu terénu, nasvíceného z různých stran, bylo sesuvné území rozděleno na několik morfologicky a geneticky podobných kategorií území (obr. 6). Pro klasifikaci jednotlivých typů sesuvů byl použit vícejazyčný slovník Krautera et al. (1993).

Kategorie území I (červená barva) lemuje odlučné hrany na západě sesuvného území j. od Lotarova vrchu a na sv. svazích Chmelníku. Dále tvoří několik izolovaných výskytů uvnitř ostatních okrsků. Průměrný sklon svahu v této oblasti kolísá od 20° do 40°. Na těchto strmých svazích se vyskytují kvartérní blokovokamenité a hlinitokamenité svahové sedimenty. Jsou to většinou plochy přilehlé k hlavní odlučné hraně sesuvu (koruně sesuvu) a zároveň nejmladší partie sesuvného území; lze je podle Registru svahových nestabilit ČGS klasifikovat jako sesuvy aktivní. V odlučných hranách lze místy pozorovat výchozy skalního podkladu. V zobrazení DMR pod různým úhlem osvitu nelze rozlišit velké detaily. Kategorie území I se člení do řady dílčích sesuvů. Jeho celková plocha činí 2,761 km^2 a představuje 21,23 % plochy celého sesuvného území. Je to většinou oblast pod nejvýše umístěnými odlučnými hranami, s nejvýraznější morfologií reliéfu s četnými, dodnes různě aktivními okrsky. Mocnost sedimentů postižených svahovými pohyby činí několik desítek metrů, v případě ojedinělého vrtu v k. ú. Javory v odlučné části přesahuje zjištěná mocnost 50 m. Některé okrsky mají charakter výrazných proudových sesuvů.

Kategorie území II (béžová barva) se vyskytuje v rámci sesuvného území na svazích se středními sklony a rozpadá se do řady dílčích úseků. Maximální délka sesuvů po svahu je až 1 km na v. svazích Chmelníku, kde tato kategorie území k II tvoří proudový sesuv. Celková plocha 2,491 km^2 představuje 19,2 % celkové plochy sesuvu. Průměrný sklon svahu v této oblasti kolísá od 5° do 20°. Morfologie povrchu je méně členitá a výrazná, mocnost sesunutých svahových sedimentů činí místy několik desítek metrů. Od kategorie území IIa se liší nepřítomností rozsáhlých bloků. Často se sesouvají rozpadlá eluvia původních křídových sedimentů, menší okrsky s aktivním sesouváním (sesuvy s rozměry do 50 m) se mohou vyskytovat. Některé dílčí okrsky této kategorie území mohou mít charakter výrazných proudových sesuvů. Podle Registru svahových nestabilit klasifikujeme tato území jako dočasně uklidněné sesuvy ve smyslu Rybáře et al. 1999.

Kategorie území IIa (oranžová barva) se vyskytuje v rámci sesuvného území na svazích s vyššími sklony a rozpadá se do řady dílčích úseků. Maximální délka po svahu je až 900 m v oblasti Nové Bohyně. Celková plocha činí v součtu 1,678 km^2 a představuje 12,9 % celkové plochy sesuvného území. Průměrný sklon svahu v této oblasti kolísá od 10° do 25°. Morfologie povrchu je méně členitá a výrazná, mocnost sesunutých sedimentů činí místy několik desítek metrů. Často se sesouvají rozpadlá bloková eluvia původních křídových sedimentů (v. svahy Chmelníku). V rámci dílčích okrsků se vyskytují rozsáhlé izolované bloky nebo jsou v pohybu celé skupiny bloků. Podle Registru svahových nestabilit klasifikujeme tato území jako dočasně uklidněné sesuvy.

Kategorie území III (žlutá barva) se vyskytuje v rámci

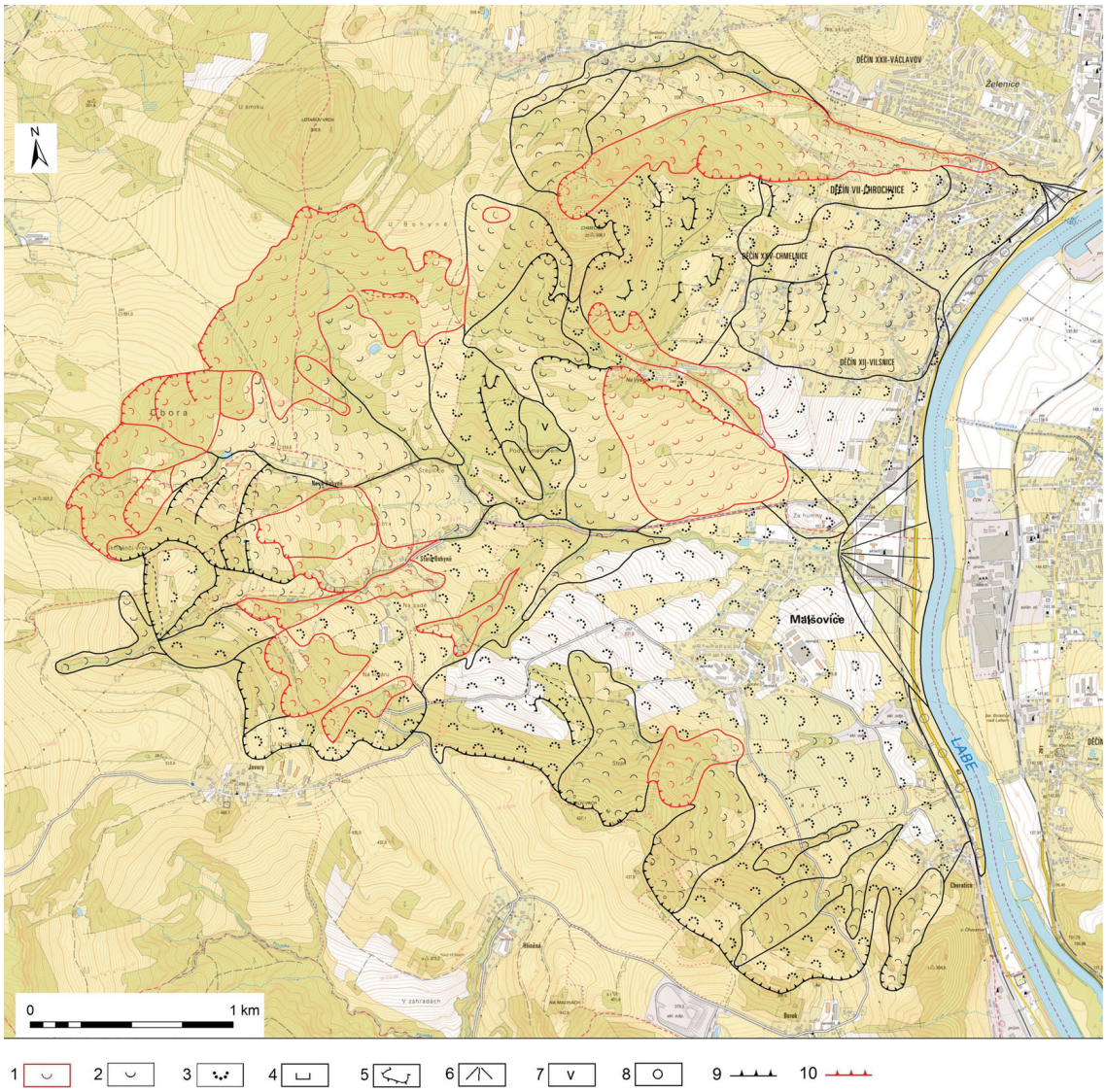


Obr. 6. Vymezení kategorií území v sesuvném území Bohyně. 1–9 – kategorie území: I – sesuvy aktivní, II – sesuvy dočasně uklidněné (potenciální), bez aktivity v posledních dvanácti měsících, IIa – kerné sesuvy dočasně uklidněné (potenciální), bez aktivity v posledních dvanácti měsících, III – kerné a proudové sesuvy uklidněné, IIIa – kerné a proudové sesuvy uklidněné s rozlišitelným podložím křídových sedimentů, IV – sesuvy uklidněné s pokryvem spraší a sprašových hlín, V – sesuvy zakryté sedimenty proluviálních kuželů, VI – sesuvy zakryté sedimenty nejnižší terasy Labe, VII – výchozy skalního podkladu; 10 – odlučná hrana sesuvu; 11 – dílčí sesuvný blok.
Fig. 6. Definition of engineering-geological districts in the landslide area Bohyně. 1–9 – engineering-geological district: I – active landslides, II – inactive landslides (no movement recorded within the last 12 month), IIa – inactive block slide (no movement recorded within last 12 month), III – calmed landslides, IIIa – calmed block and flow landslides with recognizable substratum of Cretaceous sediments, IV – relict landslides covered with loess and secondary loess, V – relict landslides covered with alluvial cones, VI – relict landslides covered with lowermost Labe terrace, VII – natural outcrops; 10 – landslide scarp; 11 – local slide block.

sesuvného území na svazích s nižšími sklony do 15° a zabírá rozsáhlé souvislé části. V odlučné oblasti nad Novou a Starou Bohyní jde o sesunuté kry s celkovým nízkým sklonem svahů. Celková plocha 2,815 km^2 představuje 21,65 % celkové plochy sesuvného území. Morfologie povrchu je méně členitá a výrazná, mocnost sesunutých sedimentů činí místy několik desítek metrů. Často se sesouvají rozpadlá eluvia původních křídových sedimentů. Podle Registru svahových nestabilit klasifikujeme tato území jako uklidněné sesuvy podle Rybáře et al. 1999.

Kategorie území IIIa (zelená barva) se vyskytuje v rámci sesuvného území na svazích s nižšími sklony do 10° a rozpadá se do řady dílčích úseků. Celková plocha činí v součtu 0,891 km^2 a představuje 6,85 % celkové plochy území. Morfologie povrchu je méně členitá a výrazná, mocnost sesunutých sedimentů činí místy několik desítek metrů. Od oblasti III se liší tím, že v povrchové stavbě lze rozlišit eluvia a zbytky původních křídových a paleogenních sedimentů, menší okrsky s aktivním sesouváním se nevyskytují. Podle Registru svahových nestabilit klasifikujeme tato území jako uklidněné sesuvy.

Kategorie území IV (žlutá barva) se vyskytuje v rámci sesuvného území na svazích s nejnižšími sklony 6° až 8° a tvoří téměř souvislý lem podél břehů řeky Labe, široký až



Obr. 7. Účelová inženýrskogeologická mapa stabilitních poměrů v oblasti Bohyně. 1 – sesuvy aktivní, 2 – sesuvy dočasně uklidněné, 3 – sesuvy uklidněné, 4 – lokální kra v sesuvu (do 50 m), 5 – rozsáhlá kra v sesuvu. 6 – proluviální kužel, 7 – výchozy skalního podkladu, 8 – sedimenty říční terasy, 9 – odlučná hrana sesuvu, 10 – odlučná hrana aktivního sesuvu.
Fig. 7. District area map of stability conditions of the Bohyně area. 1 – active landslides, 2 – inactive landslides (have not been moved within the last 12 month), 3 – abandoned and relict landslides, 4 – block in landslide (size 50 m), 5 – huge block in landslide, 6 – alluvial cone, 7 – natural outcrop, 8 – river terrace sediments, 9 – inactive main scarps, 10 – active main scarps.

1 km. Její plocha 1,82 km^2 zabírá 14 % celkové rozlohy sesuvného území. Morfologie povrchu je málo členitá a výrazná, mocnost sesunutých sedimentů činí místy několik desítek metrů. Na povrchu se nacházejí spraše a sprašové hlíny, které stírají morfologické rysy uklidněných sesuvů.

Kategorie území V a VI (modrá barva) se vyskytuje v těsné blízkosti řeky Labe a zahrnuje pouze malou část v jeho dnešní terasové plošině. Je tvořena dále výplavovými kužely a aluviálními sedimenty přítoků Labe. V dřívějších dobách zřejmě docházelo k nasunutí hmot přímo do řeky Labe ve větším měřítku, tyto sedimenty však již byly odplaveny. Dnes již projevy sesouvání nejsou v tomto celku patrné a je na něm vytvořen nový mladší reliéf. Plocha této oblasti zahrnuje 0,401 km^2 (výplavové kužely) a 0,143 km^2 (terasy) a dohromady představuje 4,18 % původní celkové plochy sesuvného území.

Celková plocha sesuvného území Bohyně tak činí 13,00 km^2 včetně jeho pohřbené části podél řeky Labe. Plocha sesuvných území v terénu rozlišitelných činí v dnešní době 12,456 km^2. Podle plošného rozsahu jde v rámci Registru svahových nestabilit o největší sesuvné území v České republice.

Závěr

Mapované svahy porušuje několik typů svahových deformací. Nejvýše položené partie svahů, tvořené pevnými horninami neovulkanitů, jsou postiženy hlubokými deformacemi blokového typu. Jednotlivé bloky jsou odtrženy od matečného masivu, posunuty po svahu dolů. Mnohdy jsou zpětně zakloněny. V terénu pak tvoří morfologicky nápadné,

zpětně zakloněné plošiny s ostrými svahy v čele bloku. Někdy se na nich tvoří bezodtoké deprese. Tyto typy deformací označujeme jako uklidněné, což znamená, že v současných klimatických podmínkách nedochází k jejich oživování a nepředstavují tak žádné přímé nebezpečí. Těmito deformacemi jsou postiženy nejvyšší a střední části svahů. V mapě stabilitních poměrů jsou to kategorie území III. V nejvyšších částech svahů se dále vyskytují aktivní sesuvy (kategorie území I) a sesuvy dočasně uklidněné (kategorie území II).

Níže po svahu přecházejí tyto blokové pohyby do sesuvů menších bloků a sutí po měkkých křídových horninách. Tyto sesuvy začínají pod strmými odlučnými stěnami až 30 m vysokými. Mají generelně frontální tvar a jsou dočasně uklidněné (potenciální), v menší míře i uklidněné. Z hlediska tvarové typologie lze pozorovat sesuvy frontálního tvaru místy s bloky i proudového tvaru. Nejnižší partie svahů pak jsou ponejvíce porušeny uklidněnými sesuvy frontálního tvaru, které sledují koryta místních toků.

Ohroženy z hlediska možného poškození jsou zejména liniové stavby vedené v zájmovém území – vedení vysokého napětí i místní rozvody, vedené mnohdy na dřevěných sloupech, a dále místní komunikace: silnice Javory–Vilsnice a komunikace ve Staré a Nové Bohyni. Ohroženy jsou též vodovody a plynovody.

Samostatným problémem je otázka ohrožení stavebních objektů – domů a hospodářských budov. Obě části obce – Stará i Nová Bohyně – jsou vystavěny na dlouhodobě nestabilním území. Mnohde se již problémy stability projevily a domy jsou porušeny trhlinami. V některých případech pokračuje na sesuvných územích nová výstavba, především v místních částech Děčína (VII – Chrochvice, XII – Vilsnice a XXV – Chmelnice) a v Malšovicích. Sesouváním jsou také ohrožena koryta toků, jež mohou být zavalována. Příkladem je částečné zavalení vodní nádrže ve Staré Bohyni sesuvem.

Výsledky těchto prací jsou využitelné především podle zákona 183/2006 Sb. (Zákon o územním plánování a stavebním řádu) pro §28 Aktualizace územně analytických podkladů. Pro tento účel byla sestavena inženýrskogeologická mapa stabilitních poměrů v měřítku 1 : 10 000 (obr. 7), která je podkladem pro zanesení celé sesuvné oblasti do Registru svahových nestabilit České geologické služby.

Poděkování. Výzkum byl podpořen projektem TA04030824: Výzkum a hodnocení rizik svahových nestabilit v liniích hlavních plánovaných dopravních koridorů (TA ČR, Program ALFA, 2014–2017) a interním projektem ČGS Registr svahových nestabilit České republiky.

Literatura

DEMEK, J. – MACKOVČIN, P., ed. (2006): Hory a nížiny, zeměpisný lexikon ČR. – 582 str. AOPK ČR. Brno.

CHLUPÁČ, I. – BRZOBOHATÝ, R. – KOVANDA, J. – STRÁNÍK, Z. (2002): Geologická minulost České republiky. – 436 str. Academia, Praha.

KRAUTER, E. – BELTRAN, L. – CRUDEN, D. M. – LEFÈBVRE, G. – TER-STEPANIEN, G. I. – ZHOUYAN, Z. (1993): Multilingual landslide glossary. The International Geotechnical Societies UNESCO. Working Party for World Landslide Inventory. – The Canad. Geotechn. Soc. Richmond, Canada.

RYBÁŘ, J. (1965): Zpráva o inženýrskogeologickém výzkumu sesuvného území v okolí Staré a Nové Bohyně na Děčínsku. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 1964, 384–385.

RYBÁŘ, J. (1968): Engineering-geological maps of landslide areas. – Abh. Zentr. geol. Inst. 14, 109–114.

RYBÁŘ, J. (2003): Landslide Susceptibility Mapping Under Conditions of the Czech Republic. – Geol. Jb. Sonderheft SC4, 253–257.

RYBÁŘ, J. – BŮŽEK, J. – NÝDL, T. – STEMBERK, J. – SUCHÝ, J. – VALIGURSKÝ, J. (1999): Hodnocení rizik nestability svahů v oblasti Valašské Meziříčí – Mikulůvka – Jablůnka – Malá Bystřice v okrese Vsetín: závěrečná zpráva. – MS Úst. strukt. mech. hornin, AV ČR, v. v. i. Praha.

RYBÁŘ, J. – LIBERSKÝ, J. (1993): Metodický návrh na doplnění registrů sesuvů v databázi Geofondu ČR a jeho začlenění do informačního systému pro oblast havárií. – MS Čes. geol. služba – Geofond, Praha.

RYBÁŘ, J. – STEMBERK, J. – SUCHÝ, J. – SCHLEIDEN, E. – VALIGURSKÝ, L. (2000): Nebezpečí svahových pohybů v údolí Labe okresu Děčín. Díl E: Inženýrskogeologické hodnocení modelových oblastí (Dobkovice, Bohyně, Soutěsky). – MS Čes. geol. služba, Praha.

RYBÁŘ, J. – SUCHÝ, J. (2000): The influence of climate on the České Středohoří Mts. slope deformations – data analysis since the 18th century. – Geolines 11, 69–72.

RYBÁŘ, J. – KLIMEŠ, J. – NOVOSAD, S. (2011): Mapy náchylností k sesouvání ve flyšových horninách Západních Karpat a verifikace jejich spolehlivosti po mimořádných dešťových srážkách v květnu 2010. – Geotechnika 4, 17–28.

SHRBENÝ, O. – ČECH, S. – VALEČKA, J. – DOMAS, J. (1990): Geologická mapa ČR 1 : 50 000, list 02-41 Ústí nad Labem. Soubor geologických a účelových map. – MS Čes. geol. služba, Praha.

SUCHÝ, J. (2001): Slope deformations of the Labe River valley in the České Středohoří Mts. – Acta Montana, Ser. AB, 9–34.

ŠEBESTA, J. – BURDA, J. – HROCH, Z. – HRUBEŠ, M. – KYCL, P. – NOVOTNÝ, Z. – NÝVLT, D. – MORAVCOVÁ, O. – RUDOLSKÝ, J. – SCHULMANNOVÁ, B. – ŠARIČ, R. – VALEČKA, J. (2000): Nebezpečí svahových pohybů v údolí Labe okresu Děčín. – MS Čes. geol. služba, Praha.

ŠPŮREK, M. (1967): Historická analýza působení klimatického sesuvného faktoru v Českém masivu. – MS Čes. geol. služba, Praha.

ŠPŮREK, M. (1972): Historical catalogue of slide phenomena. – Studia geographica, 19, Brno, 178 str.

ŠPŮREK, M. (1976): Pokyny k registraci sesuvů a jiných nebezpečných svahových deformací. – MS Čes. geol. služba, Praha.

ŠPŮREK, M. (1989): Slide phenomena in Europe in period 1970-1987 (in Russian). – MS Čes. geol. služba, Praha.

VALEČKA, J. (1970): Základní geologická mapa M-33-41-C-b Děčín. – MS Čes. geol. služba, Praha.

VALEČKA, J. (1984): Základní geologická mapa ČSSR, list 02-233 Jílové. – MS Čes. geol. služba, Praha.

VALEČKA, J. – BŮŽEK, Č. – CHRT, J. – ČADEK, J. – ČECH, S. – HÁKOVÁ, M. – LÍBALOVÁ, J. – MANOVÁ, M. – MENTLÍK, T. – MLČOCH, B. – RUDOLSKÝ, J. – RŮŽIČKOVÁ, E. – ŘEHÁKOVÁ, Z. (1984): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1 : 25 000, list 02-233 Jílové. – MS Čes. geol. služba, Praha.

VALEČKA, J. – KADLEC, J. – SHRBENÝ, O. – SCHOVÁNEK, P. (1992): Geologická mapa ČR 1 : 50 000, list 02-23 Děčín. Soubor geologických a účelových map. – MS Čes. geol. služba, Praha.

ZAHÁLKA, Č. (1890): O ssutinách čedičových a znělcových v Českém Středohoří. – Čas. Vesmír, 66–67.

ZMÍTKO, J. (1967): Výzkum sesuvného území jižně od Děčína. – MS Čes. geol. služba, Praha.