



Česká geologická služba

SPRÁVA OBLASTNÍCH GEOLOGŮ

Klárov 131/3

118 21 Praha 1

Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje, příspěvková organizace

Ing. Bc. Karel Motal, vedoucí TSÚ – oblast Kladno

Zborovská 11

150 21 PRAHA 5

Váš dopis čj. ze dne
4372/18/KLT - 21. června 2018

Naše značka
ČGS-441/18/404*SOG-441/385/2018

Vyřizuje
Ing. Milan Aue

Praha dne
6. srpna 2018

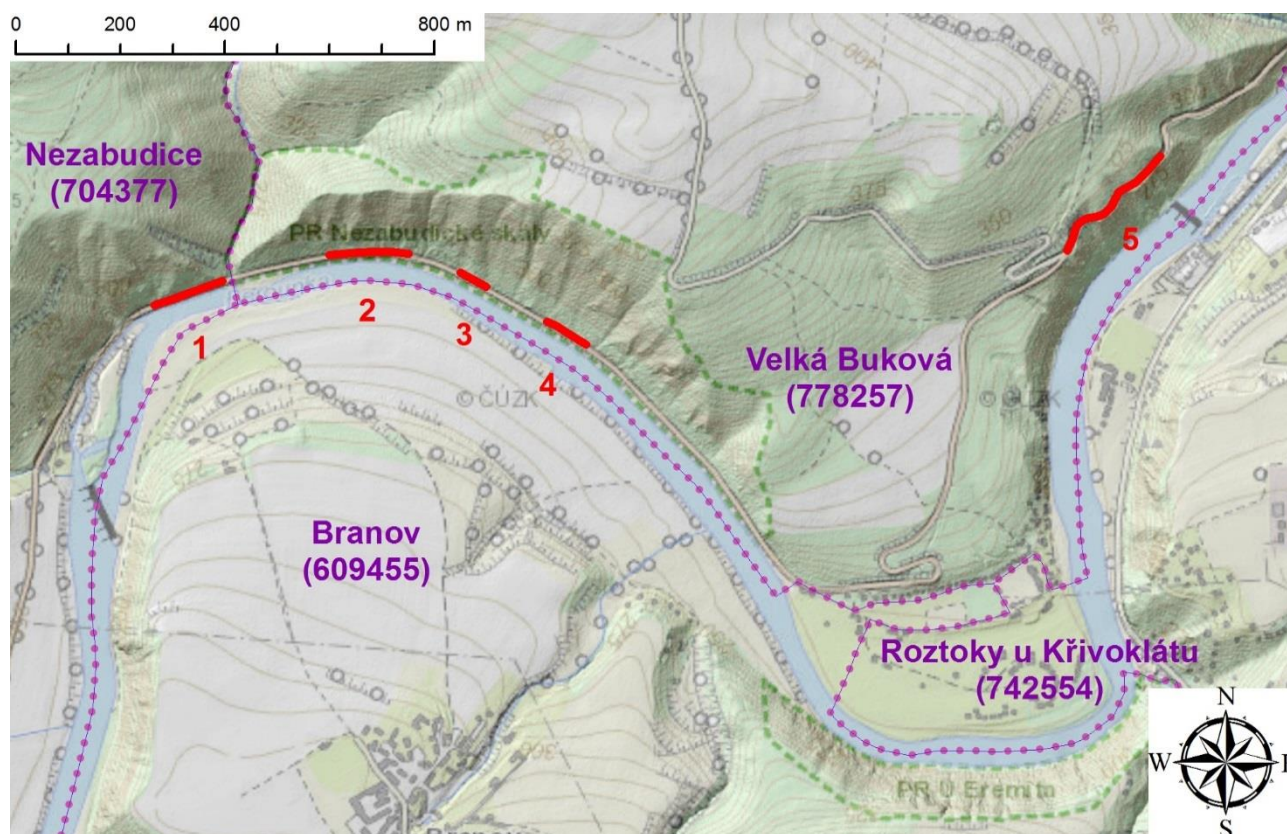
Provedení kontroly potencionálně problematických skalních objektů, které se nacházejí u silnic ve správě Krajské správy a údržby silnic Středočeského kraje, příspěvkové organizace:

- A. Skalní objekt u silnice II/116 u obce Hostím, okres Beroun;**
- B. Skalní objekt u silnice II/116 za obcí Nižbor, okres Beroun;**
- C. Skalní objekt u silnice II/201 v úseku Višňová – Nezabudice, okres Rakovník**

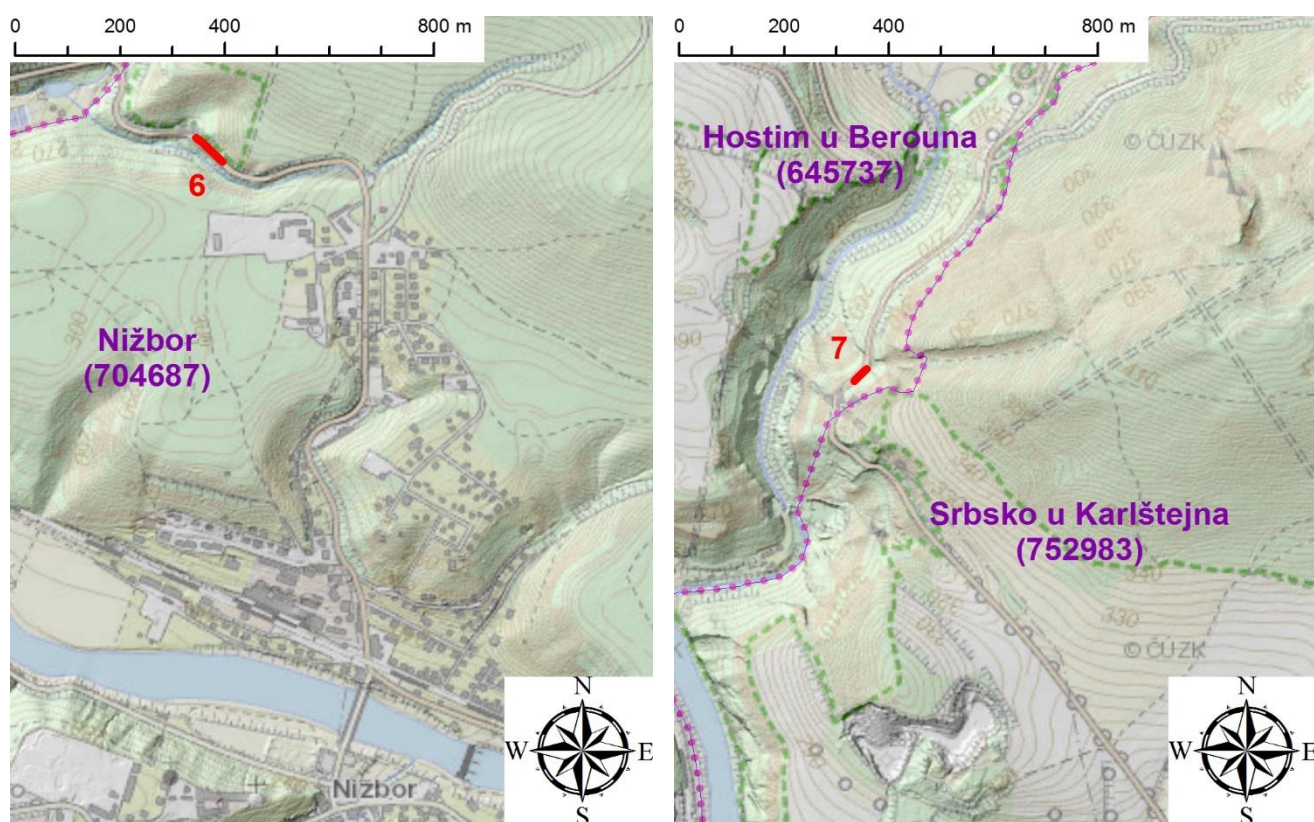
Česká geologická služba (ČGS), zřízená pro výkon státní geologické služby v souladu s ustanovením § 17, odst. 2 zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, ve znění pozdějších předpisů, zpracovala na základě žádosti Krajské správy a údržby silnic Středočeského kraje, příspěvkové organizace, jednající Ing. Bc. Karlem Motalem, vedoucím TSÚ – oblast Kladno, (čj. 4372/18/KLT, resp. ev. č. 33065/2018-KSÚS ze dne 21. června 2018) posouzení vybraných potencionálně problematických skalních objektů, které se nacházejí u silnic ve správě Krajské správy a údržby silnic Středočeského kraje, příspěvkové organizace, pro účely jejich dlouhodobého zabezpečení.

ÚVOD

Předkládané odborné posouzení bylo zpracováno na základě podkladů uvedených v závěru tohoto textu a výsledků komisionální terénní rekognoskace výše uvedených lokalit uskutečněné dne 24. července 2018, kterou za ČGS provedli odborně příslušní specialisté Ing. Milan Aue a RNDr. Tomáš Vorel za účasti provozních cestmistrů Krajské správy a údržby silnic Středočeského kraje, příspěvkové organizace, pro oblasti Rakovník, Beroun a Králův Dvůr – Mgr. Luboše Dolečka, Karla Sedláčka, Martina Rybáčka a Luboše Krejčího. Během terénní rekognoskace byl provozními cestmistry upřesněn rozsah posuzovaných skalních objektů a jejich počet. Situace zájmových oblastí s přesným vyznačením pozic těchto skalních útvarů je přehledně znázorněna na obr. 1, 2 a 3.



Obr. 1 Situace posuzovaných skalních svahů (č. 1–5) s jejich přesnou lokalizací (červené linie) na podkladu topografické mapy, DMR5G a ZABAGED (© ČÚZK 2018, upraveno).



Obr. 2, 3 Situace posuzovaných skalních svahů (č. 6, 7) s jejich přesnou lokalizací (červené linie) na podkladu topografické mapy, DMR5G a ZABAGED (© ČÚZK 2018, upraveno).

Skalní objekt č. 1 se nachází na jihovýchodním okraji k. ú. Nezabudice [704377] a rozkládá se na pozemku parc. č. 416/1 ve vlastnictví České republiky s příslušností hospodařit s majetkem státu prostřednictvím státního podniku Lesy České republiky, Přemyslova 1106/19, 500 08 Hradec Králové - Nový Hradec Králové.

Skalní objekty č. 2 až 5 jsou lokalizovány v k. ú. Velká Buková [778257] a zasahují na pozemky parc. č. 368/1 a 96/1, které jsou taktéž ve vlastnictví České republiky s příslušností hospodařit s majetkem státu prostřednictvím státního podniku Lesy České republiky, a dále na pozemky parc. č. 749/1, 752/7 ve vlastnictví Středočeského kraje, Zborovská 81/11, 150 00 Praha 5 - Smíchov s příslušností hospodařit se svěřeným majetkem kraje prostřednictvím příspěvkové organizace Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje, Zborovská 81/11, 150 00 Praha 5 – Smíchov.

Skalní objekt č. 6 se nachází v k. ú. Nižbor [704687] a rozkládá se na pozemku parc. č. 506/4, který je rovněž ve vlastnictví Středočeského kraje, Zborovská 81/11, 150 00 Praha 5 - Smíchov s příslušností hospodařit se svěřeným majetkem kraje prostřednictvím příspěvkové organizace Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje, a pozemku parc. č. 450/10, který je ve vlastnictví České republiky s příslušností hospodařit s majetkem státu prostřednictvím státního podniku Lesy České republiky.

Skalní objekt č. 7 se nalézá na východním okraji k. ú. Hostim u Berouna [645737] a zahrnuje pozemek parc. č. 550/2 ve vlastnictví Středočeského kraje s příslušností hospodařit se svěřeným majetkem kraje prostřednictvím příspěvkové organizace Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje a dále pozemek parc. č. 550/3, který je ve vlastnictví České republiky s příslušností hospodařit s majetkem státu prostřednictvím státního podniku Lesy České republiky.

V souvislosti s požadavkem na rekognoskaci zájmových lokalit je nutné uvést, že některé dotčené skalní svahy (č. 1 až 5) byly v minulosti už předmětem odborného vyjádření ČGS zaměřeného na posouzení stability skalních masivů podél komunikací obhospodařovaných Krajskou správou a údržbou silnic Středočeského kraje, příspěvkovou organizací, s ohledem na bezpečnost silničního provozu (Kýcl et al. 2016). Hodnocení a závěry aktuálně předkládaného posudku tedy do značné míry vycházejí z výše uvedeného odborného vyjádření, případně jej doplňují o nově zjištěné poznatky.

GEOLOGICKÉ POMĚRY

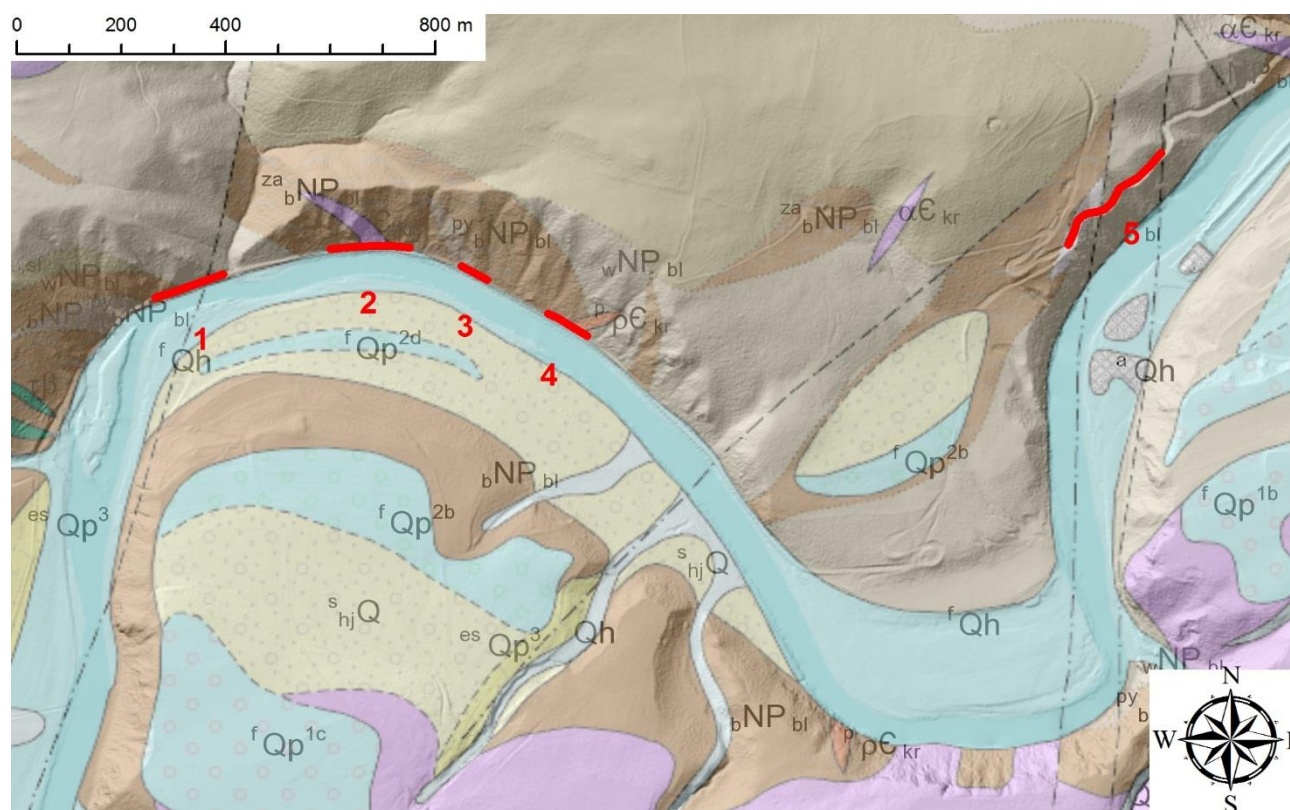
Podle aktuálního regionálně geologického členění ČR (Chlupáč – Štorch eds 1992) posuzované skalní objekty č. 1 až 7 náleží k soustavě Český masiv – krystalinikum a prevariské paleozoikum, ke středočeské oblasti (bohemikum), přičemž skalní objekty č. 1 až 6 spadají do jednotky proterozoikum oblasti Barrandienu (kralupsko-zbraslavská skupina) a pouze skalní objekt č. 7 náleží do jednotky paleozoikum oblasti Barrandienu (pražská pánev).

Jak vyplývá z obr. 4 až 6, předmětná území jsou charakteristická velmi komplikovanou a pestrou geologickou stavbou. Z tohoto důvodu jsou v této kapitole pouze stručně shrnuty obecné geologické poměry zájmových lokalit a jejich nejbližšího okolí, přičemž podrobně je geologická stavba probrána až níže při popisu současného stavu jednotlivých skalních objektů.

Skalní svahy č. 1 až 6 jsou budovány komplexem hornin, ve kterém převládají tmavé až černé jílové, pyritem bohaté břidlice, prachovce a droby neoproterozoického stáří, které jsou protkány nepříliš četnými polohami vulkanických hornin stáří paleozoického (Havlíček et al. 1987, Havlíček 1993, Vorel et al. 2012). Skalní svah č. 7 je naproti tomu budován hlíznatými, světle šedými zlíčovskými vápenci spodního devonu Barrandienu (Chlupáč et al. 1987, Chlupáč 1989).

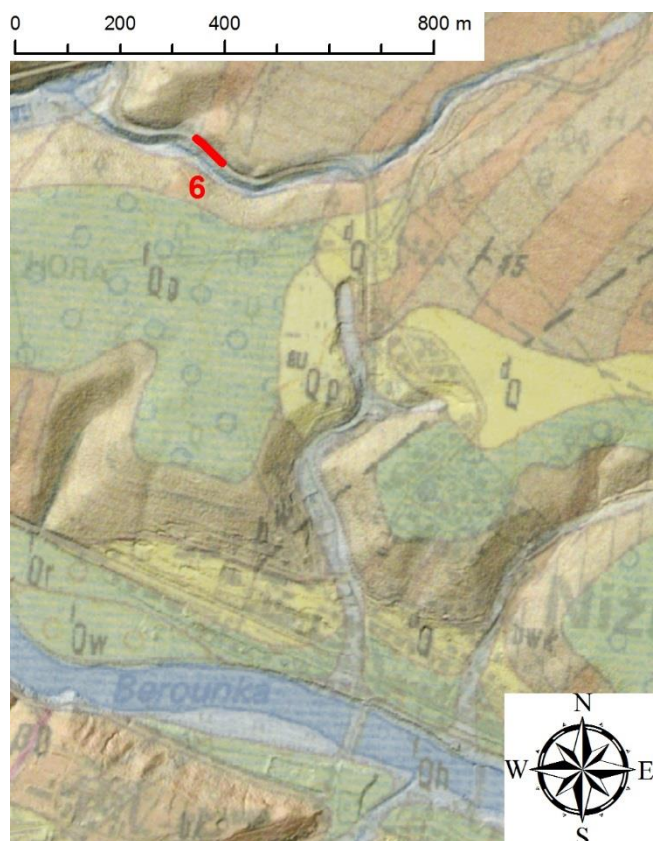
Na zájmové lokalitě se rovněž vyskytují kvartérní uloženiny různorodého složení a proměnlivé mocnosti. Dle Chlupáče et al. (1987) v zájmovém území převládají nejčastěji fluvialní písčité šterky, fluvialní písčitohlinité sedimenty Berounky na bázi s písčitými šterky, deluviofluvialní písčitohlinité sedimenty splachových depresí a výplavových kuželů. Vzhledem k tomu, že posuzované skalní svahy jsou částečně remodelované lidskou činností v důsledku výstavby komunikací II/201 a II/116, jsou zejména v jejich dolních částech přítomny též antropogenní navážky různého charakteru a mocnosti.

Z hydrogeologického hlediska lze v zájmovém území vyčlenit mělký oběh podzemní vody vázaný na kvartérní pokryvné útvary a zónu povrchového zvětrání a rozpojení puklin (s koncentrací oběhových cest v zlomových pásmech) a oběh v hlubší zóně rozpukání a zónách tektonicky predisponovaných.

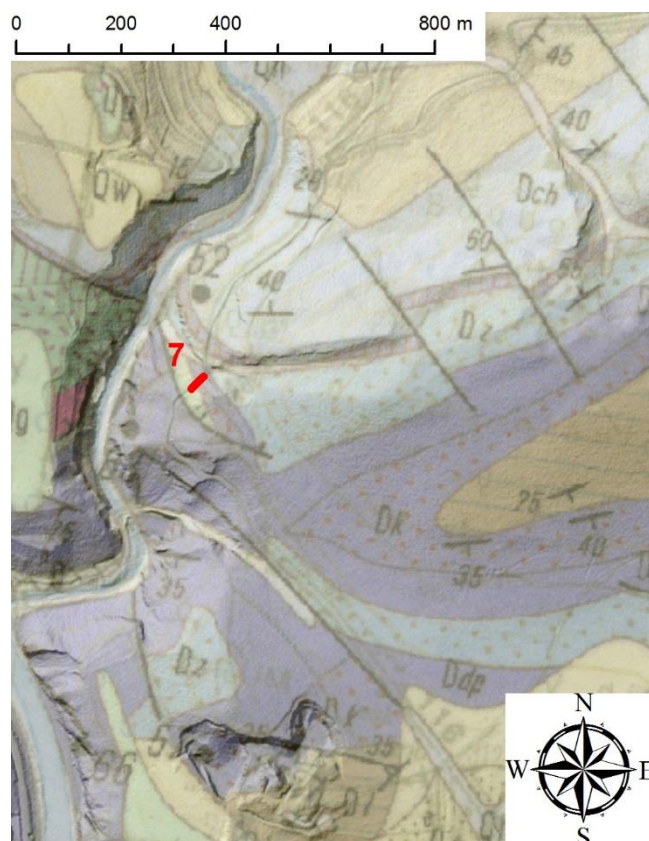


Obr. 4 Výřez ze základní geologické mapy 1 : 25 000 (Vorel et al. 2012) s přesnou lokalizací posuzovaných skalních masívů (červené linie) na podkladu DMR5G (© ČÚZK 2018). Vysvětlivky k indexům: **neoproterozoikum**: $z_{a,b}NP_{bl}$ – břidlice a prachovce se závalky droby; py_bNP_{bl} – černé břidlice a prachovce, místy pyritické; wNP_{bl} – jemně až středně zrnité droby, břidlice a prachovce; **paleozoikum** – pE_{kr} – růžové masivní silicifikované subvulkanické ryolity s vyrostlicemi křemene; αE_{kr} – tmavošedé až modrošedé, jemně porfyrické andezitové lávy, na bázi místy s bazalty; $\tau\beta$ – trachybazalt; **kvartér**: fQh – fluvialní hlíny, jíly, písky až šterky; fQp^{2d} – fluvialní šterkovité písky až písčité šterky; fQp^{2b} – fluvialní písčité šterky; $s_{hj}Q$ – svahové hlíny a jíly s úlomky hornin, místy se šterkem; $esQp^3$ – svahové písčitojílovité, místy jílovité hlíny s úlomky hornin a sprašovou příměsí; fQp^{1c} – fluvialní písky až šterky; fQp^{1b} – fluvialní hlinité až jílovité šterky.

Česká geologická služba upozorňuje, že všechny rekognoskované lokality se nacházejí v chráněných krajinných oblastech (CHKO Křivoklátsko a CHKO Český kras), přičemž skalní svahy č. 1 až 4 jsou součástí PR Nezabudické skály, skalní svah č. 6 svým okrajem zasahuje do NPR Vůznice a skalní svah č. 7 náleží do NPR Karlštejn. Uvedené lokality tedy požívají nejvyššího stupně statutární ochrany v rámci zmíněných CHKO. Při sanaci skalních stěn je proto potřeba postupovat maximálně šetrně a vždy dle platné legislativy (zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů) a v koordinaci s orgány ochrany přírody (AOPK ČR, správy CHKO).



Obr. 5 Výřez ze základní geologické mapy 1 : 25 000 (Havlíček 1993) s vyznačením posuzovaného skalního objektu č. 6 (červená linie) na podkladu DMR5G (© ČÚZK 2018). Vysvětlivky k indexům: **neoproterozoikum:** **w^k** – droby jemně až středně zrnité; **h^w** – hrubozrnné droby; **b^k** – prachovité břidlice, prachovce; **b^{wk}** – střídání drob a břidlic s převahou drob; **paleozoikum:** **β0** – alterovaný bazalt; **kvartér:** **Q^w** – fluvialní písčité štěrky (würm); **Q^r** – fluvialní písčité štěrky (riss); **Q^p** – spraše a sprašové hlíny s úlomky hornin (pleistocén); **Q^h** – deluviální, převážně hlinité a písčitohlinité sedimenty s úlomky hornin; **Q^h** – fluvialní písčitohlinité, jílovité a štěrkovité sedimenty (holocén).



Obr. 6 Výřez ze základní geologické mapy 1 : 25 000 (Chlupáč 1989) s vyznačením posuzovaného skalního objektu č. 7 (červená linie) na podkladu DMR5G (© ČÚZK 2018). Vysvětlivky k indexům: **devon:** **D_k** – kotýské vrstvy (šedé, převážně biosparitické a bioklastické vápence); **D₁** – lochkovské souvrství (tmavě šedé vápence s vložkami vápnitých pelitů, výše světle šedé, místy s rohovci (lochkov)); **D_{ap}** – dvorecko-prokopské a řeporyjské vápence (mikritové, šedé a červené) – prag; **D_z** – zlíčovské vápence charakteristické střídáním poloh bioklastických a mikritových vápenců s hojnými hlízkami tmavých rohovců – zlíčov; **kvartér:** **Q^g** – fluvialní písčité štěrky (günz); **Q^w** – spraše a sprašové hlíny (würm); **Q^h** – fluvialní písčitohlinité, jílovité a štěrkovité sedimenty (holocén).

SOUČASNÝ STAV

Následující oddíl popisuje rekognoskované skalní výchozy lemuující silnice II/201 a II/116 (obr. 1 až 3). Ověřeny byly dostupné skalní objekty, a to z hlediska jejich aktuální stability a predikce možného vývoje stability. Dále byla sledována morfologie svahu pod skalním objektem, která ovlivňuje možnou trajektorii pohybu produktů svahového pohybu, a posouzena míra rizik skalních objektů. V závěru tohoto textu jsou pak uvedena obecná doporučení k dokumentovaným úsekům a fotodokumentace současného stavu skalních masivů.

Z pohledu iniciačních sil – spouštěče svahového pohybu, tzv. aktivního faktoru, (trigger) – jsou u všech posuzovaných skalních svahů za hlavní aktivní faktor považovány klimatické vlivy. Jsou to hlavně stavy počasí, při nichž dochází v diskontinuitách výchozů k mechanickému pnutí, např. při vzniku ledu (rozmrzáni a zamrzáni sněhové pokrývky). Dalším negativním stavem jsou přívalové deště, kdy v krátkém čase dochází ke zvodnění puklin (vztlak a tlak v puklinách) a plošnému povrchovému odtoku, přičemž kinetická energie proudící vody uvádí do pohybu volně ležící skalní fragmenty ať už při plošném splachu nebo v nejrizikovějším případě při soustředěném liniovém odtoku kamenitohlinitého proudu soustředěného v erozní depresi ústící k silnici. V neposlední řadě je to dezintegrační účinek kořenového systému náletové vegetace a vzrostlých stromů uchycených ve skalních stěnách zářezů silnic, jejichž přítomnost je z hlediska dlouhodobé udržitelnosti stability masivu nežádoucí.

Dle kategorizace svahových pohybů (Nemčok – Pašek – Rybář 1974) se na všech posuzovaných skalních svazích mohou potenciálně uplatňovat svahové pohyby typu **skalního řícení**, a to zejména formou **sesypávání, opadávání a odvalování sklouznutím či překlopením**. Některé úseky mají též potenciál ke vzniku konsekventního **sesouvání skalních hornin podél vrstevních ploch** konformně ukloněných se svahem. Vůči pohybu typu sesouvání však zpravidla vystupuje negativní faktor, a tím je členitost, resp. drsnost povrchu vrstevních ploch, tzn. vysoký koeficient tření.

Pro popis skalních masivů byla využita ČSN EN ISO 14689-1 (Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatřídění hornin). Kategorizace zjištěných svahových pohybů z hlediska rizik vychází z klasifikace Hrocha – Lochmanna – Moravcové (1998). Vzhledem k tomu, že klasifikace rizikovosti skalních masivů č. 1 až 5 prostřednictvím programu NEMETON 2013 byla provedena již v minulosti (Kycl et al. 2016), byly v rámci předkládaného posouzení takto vyhodnoceny pouze skalní objekty č. 6 a 7 (přílohy č. 5 a 6).

Dále proběhla evidence, resp. aktualizace zjištěných svahových nestabilit do Registru svahových nestabilit ČGS (RSN). Týkalo se to především skalních objektů č. 6 a 7, neboť ostatní posuzované skalní objekty jsou již v RSN souhrnně evidovány na mapovém listu 12-32-08 pod aktivní svahovou nestabilitou č. 1 (skalní objekty 1 až 4), resp. svahovou nestabilitou č. 2 (skalní objekt č. 5). Pasporty nově zjištěných svahových nestabilit jsou součástí příloh č. 3 a 4.

U všech rekognoskovaných skalních svahů byla pořízena fotodokumentace, jež je součástí přílohy č. 1 předkládaného odborného posouzení.

Skalní svah č. 1

V přibližném staničení km 35,693–35,822 silnice II/201 vystupuje výrazný skalní svah, jehož průměrné převýšení v nejvyšším bodě dle digitálního modelu reliéfu ČR páté generace (DMR5G; ČÚZK 2018) činí cca 50 m vůči patě. Skalní svah je zejména ve své horní partii z části hustě porostlý náletovými dřevinami (foto 1, 2, 3, 4, 5), zatímco ve zbylé části je vegetací pokrytý spíše sporadicky. Průměrný sklon svahu je cca 60°. Při patě svahu jsou přítomny nevýrazné osypové kužele, místy porostlé náletovými dřevinami. Šířka posuzovaného skalního defilé je přibližně 130 m.

Úsek je z větší části tvořený šedými, středně až jemně zrnitými drobnými neoproterozoika Barrandienu. Hlavním faktorem porušení masivu je puklinatost. Na křížení puklin dochází ke vzniku bloků a k rozvolnění hornin. Ve studovaném úseku jsou přítomny pukliny více generací a směrů. V západní části úseku jsou dominantní tři směry puklin. Nevýraznější pukliny probíhají směrem S–J (směr sklonu puklin 270/85°), dále směrem SV–JZ (směr sklonu puklin 128/63° až 133/45°) a směrem V–Z (směr sklonu puklin 355/54° – foto 3). Další směry rozpukání, zejména ve východní části úseku, jsou směru cca SSV–JJZ (121/54° a 284/80°).

Terénní rekognoskací dne 24. července 2018 bylo zjištěno, že posuzovaný skalní svah je makroskopicky celistvý, s lokálním zastoupením nevýrazných poruch (především puklin). Obnažená hornina je převážně slabě zvětralá. Polním stanovením pevnosti v prostém tlaku byla hornina klasifikována jako velmi pevná (100–250 MPa). Při terénní rekognoskaci však nebylo možné ověřit horní partie skalního svahu, které jsou dostupné pouze s pomocí horolezecké techniky.

Tvary horninových bloků jsou převážně deskovité. Velikost bloků a vzdálenost diskontinuit je střední až velká (200–2 000 mm). Pukliny v části posuzovaného masivu jsou mírně rozevřené (2,5–10 mm). V důsledku dlouhodobého sucha nebylo možné ověřit přítomnost případných výronů podzemní vody z diskontinuit.

Jak vyplývá z přiložené fotodokumentace (foto 1 až 5), náletová vegetace pokrývá skalní svah spíše lokálně a jen v jeho horní části. Kořenový systém stávající vegetace nicméně postupně proniká do puklin křehkého porušení a působí dezintegračně, čímž dochází k průběžnému rozvolnění skalního svahu.

Česká geologická služba u tohoto skalního objektu prakticky nedokumentovala projev svahového pohybu, který by mohl bezprostředně ohrozit prostor silnice II/201. Podle výpovědi cestmistra Karla Sedláčka však k sesypávání skalních úlomků dochází prakticky neustále. Dle Kycla et al. (2016) lze čelit projevům svahového pohybu sesypáváním ze spodní části výchozu na silnici dřevěnou palisádou. Horní část zářezu je však nutné detailně rekognoskovat a horolezeckou technikou zmapovat nestabilní skalní objekty. Teprve po jejich zhodnocení je pak následně možné rozhodnout o způsobu sanace (odtěžení nebo silová stabilizace kotvením v masivu).

Skalní svah č. 2

V přibližném staničení km 35,330–35,482 silnice II/201 vystupuje výrazný skalní svah, jehož průměrné převýšení v nejvyšším bodě dle digitálního modelu reliéfu ČR páté generace (DMR5G; ČÚZK 2018) činí cca 20 m vůči patě (foto 6, 7, 10, 11). Průměrný sklon svahu je cca 50°. Zejména ve východní a západní části svahu jsou při patě přítomny málo výrazné osypové kužele, místy hustě porostlé náletovými dřevinami (foto 6, 7). Šířka posuzovaného skalního defilé je přibližně 315 m.

Úsek je z větší části tvořen šedými, středně až jemně zrnitými drobami neoproterozoika Barrandienu, v menší míře také břidlicemi a prachovci. Ve východní části úseku (v zářezu vozovky) se nachází nepravidelně probíhající tenká poloha černých pyritických břidlic, místy s výkvěty sekundárních minerálů (foto 9). V západní části skalního výchozu proráží sled cca 0,7 m mocná žíla tmavého bazického vulkanitu (lamprofyr, mikrodiorit?). Na křížení puklin zde dochází ke vzniku bloků a k rozvolnění hornin. Ve studovaném úseku jsou přítomny pukliny více generací a směrů. Nevýraznější pukliny probíhají směrem V–Z, tedy shodně s komunikací (směr sklonu puklin 351/63° a 9/80°), podle těchto ploch došlo i k sesutí některých bloků na vozovku. Další výrazné směry rozpukání jsou SSV–JJZ (284/63°) a SZ–JV (45/32°). Kombinace uvedených puklin spolu se zvětráním horniny a klimatickými vlivy jsou zde hlavní příčinou skalního řícení.

Terénní rekognoskací dne 24. července 2018 bylo zjištěno, že posuzovaný skalní svah je makroskopicky celistvý, s plošným výskytem výrazných tektonických poruch – puklin. Obnažená hornina je slabě až velmi zvětralá, zejména v okolí tektonických poruch a v partiích tvořených břidlicemi a prachovci (foto 9, 10, 11, 12, 13). Polním stanovením pevnosti v prostém tlaku byla hornina klasifikována převážně jako středně pevná až pevná (25–100 MPa).

Tvary horninových bloků jsou deskovité (foto 13). Velikost bloků a vzdálenost diskontinuit je malá (60–200 mm) nebo střední (200–600 mm). Pukliny v části posuzovaného masivu jsou mírně rozevřené až otevřené (2,5–100 mm). V důsledku dlouhodobého sucha nebylo možné ověřit přítomnost případných výronů podzemní vody z diskontinuit. Náletová vegetace pokrývá skalní svah zejména v jeho východní a západní části (foto 6, 7, 8), střední část svahu je vegetací pokryta pouze ve své vrchní části.

V rámci rekognoskace dne 24. července 2018 ČGS identifikovala několik partií skalního svahu, které bude nutné patřičným způsobem sanovat, neboť dle konstatování cestmistra Karla Sedláčka i zde dochází k neustálému opadu horninového materiálu, zejména v období srážkově bohatém. Ve východní i západní části svahu bude nutné odstranit veškerou náletovou vegetaci. Vzhledem k havarijní situaci v podstatě celého skalního svahu bude nutné odstranit jeho veškeré rozvolněné části a vhodným způsobem jej stabilizovat prostřednictvím kotvících prvků a ocelových sítí. Česká geologická služba však nedoporučuje použití stabilizačních opatření v podobě např. torkretu z důvodů výskytu pyritizovaných břidlic, jejichž nepříznivé chemické složení (přítomnost síry) časem způsobí rozpad betonového nástřiku.

V souvislosti se stavem posuzovaného skalního svahu č. 2 je nezbytné zmínit havarijní situaci, ke které došlo dne 24. listopadu 2017, kdy **v důsledku uvolněných horninových bloků došlo ke smrtelné nehodě řidičky** jednostopého vozidla, která při jízdě narazila do uvolněných horninových bloků. Vyjádření Policie ČR k této tragické události je uvedeno v příloze č. 2 a ČGS v této souvislosti konstatuje, že o této havarijní situaci nebyla správcem komunikace ani Obecním úřadem Velká Buková informována, aby mohla v RSN provést reklasifikaci rizika. Zároveň ČGS na základě srovnání výsledků terénních rekognoskací uskutečněných v minulosti (Kycl et al. 2016) a současnosti konstatuje, že v uvedeném dvouletém období na lokalitě **nebyly provedeny žádné sanační práce, které by vedly ke stabilizaci skalního masivu.**

S ohledem na tragické následky nehody ze dne 24. listopadu 2017 **ČGS proto důrazně upozorňuje, že další nečinností ve věci sanace skalního masivu č. 2 bude i nadále docházet k opětovným opadům horninového materiálu.** Z výše uvedených důvodů ČGS u tohoto skalního objektu zvýšila stupeň rizika na **III – nejvyšší riziko** (Hroch – Lochmann – Moravcová 1998).

Skalní svah č. 3

Ve staničení km 35,167–35,223 silnice II/201 vystupuje skalní svah, jehož průměrné převýšení v nejvyšším bodě dle digitálního modelu reliéfu ČR páté generace (DMR5G; ČÚZK 2018) činí cca 40 m vůči patě. Průměrný sklon svahu je cca 35°. Při patě svahu jsou přítomny nevýrazné osypové kužele, místy porostlé náletovými dřevinami (foto 14, 15). Šířka posuzovaného skalního defilé je přibližně 56 m.

Úsek je ve východní části tvořen břidlicemi a prachovci neoproterozoika Barrandienu, v západní části profilu převažují droby. Středem skalního výchozu prochází zhruba 1 m mocná poloha pyritem obohacených břidlic. Projevuje se pestrým zbarvením povrchu stěny (červené, hnědé, rezavé, žluté povlaky) a výkvěty sekundárních síranů (epsomit, jarosit – foto 17). Původní vrstevnatost sledu je 54/45°, tedy zhruba směru SZ–JV v kombinaci s puklinami se uplatňuje při blokovém rozpadu masivu. Nejvýraznějšími puklinami jsou poruchy směru SV–JZ (směry sklonu 304/85° až 315/81°) – tedy pukliny téměř kolmé k vrstevnatosti. V západní části úseku, tvořeném převážně droby, dochází díky puklinám spíše k blokovému rozpadu hornin, v části východní (břidlice, převažující prachovce) více k tvorbě úlomků a sutí. Kombinace uvedených puklin a odlučnosti po původní vrstevnatosti spolu se zvětřáním horniny a klimatickými vlivy jsou zde hlavní příčinou skalního řícení.

Posuzovaný skalní svah se jeví jako makroskopicky celistvý, s plošným výskytem poruch, zejména puklin (foto 16). Obnažená hornina je slabě až velmi zvětřalá, zejména v okolí tektonických poruch a v partiích tvořených břidlicemi a prachovci. Polním stanovením pevnosti v prostém tlaku byla hornina klasifikována převážně jako středně pevná až pevná (25–100 MPa).

Tvary horninových bloků jsou většinou deskovité, popř. polyedrické. Velikost bloků a vzdálenost diskontinuit je střední (200–600 mm). Pukliny v části posuzovaného masivu jsou většinou mírně rozevřené až otevřené (2,5–100 mm; foto 16). Výrony podzemní vody z diskontinuit nebyly v důsledku dlouhodobého sucha detekovány. Jak vyplývá z příložené fotodokumentace (foto 14, 15, 19, 20), vzrostlá náletová vegetace pokrývá skalní svah spíše v jeho východní části a taktéž v jeho vrchních partiích.

Česká geologická služba u této části masivu ve shodě se závěry Kycla et al. (2016) dokumentovala několik labilních partií. Jedná se zejména o horní část svahu, kde bude nutné odtěžit skalní objekty viditelně oddělené od masivu nebo zcela rozvolněné partie, odstranit vegetaci z hrany zářezu a odtěžit akumulace osypů u paty zářezu.

Vzhledem ke značné míře porušení masivu, jeho výšce, morfologii a vzdálenosti od krajnice silnice je míra rizika dopadu skalního úlomku nebo celého bloku na silniční komunikaci poměrně vysoká. Riziko je možné snížit jen aktivním sanačním zásahem – a to odtěžením nestabilních skalních objektů a odstraněním náletových dřevin. Udržovat stav nízkého až středního rizika vyžaduje každoroční revizi svahu prováděnou horolezeckým způsobem a selektivní odtěžování nově uvolněných skalních objektů a nově uchycených náletů. Po prvotním začištění výchozu je možné přijatelnou míru rizika udržet i aplikací silových prostředků, jako je překrytí horní části a hrany výchozu kotvenou ocelovou sítí. I po této aplikaci stabilizačních prvků bude nutné periodicky odstraňovat nové nálety. Prostorové poměry neumožňují instalaci ochranných bariér mezi krajnicí a patu výchozu (Kycl et al. (2016). Stejně jako v případě skalního objektu č. 2 i zde ČGS nedoporučuje použití torkretu z důvodu nepříznivého chemického složení horniny.

Skalní svah č. 4

Dalším posuzovaným úsekem je terénní stupeň nacházející se ve staničení km 34,946–35,033 silnice II/201. Zde vystupuje v porovnání s jinými lokalitami spíše zemní, resp. skalní svah, u jehož paty se nacházejí výrazné osypové kužely. Průměrné převýšení v nejvyšším bodě dle digitálního modelu reliéfu ČR páté generace (DMR5G; ČÚZK 2018) činí cca 50 m vůči patě. Průměrný sklon svahu je cca 37°. Šířka posuzovaného terénního stupně je přibližně 87 m (foto 18, 22).

V řešeném úseku litologicky převládají břidlice a prachovce neoproterozoika Barrandienu. Tato litologie podmiňuje deskovitý, ploše úlomkovitý rozpad hornin a podporuje tvorbu sutí. V kombinaci s gravitačními pohyby zde dochází ke vzniku suťových kuželů a osypů při bázi svahu, v kombinaci se srážkami pak nárazově i ke splavování úlomků a suťových proudů.

Zdrojovou oblastí je zejména vyšší, částečně zalesněná část svahu, kde dochází průběžně ke tvorbě sutí zvětráváním hornin na puklinách a ke vzniku malých koryt a depresí ve svahu, ve kterých se tato suť hromadí. Místy dochází také k odloučení větších bloků hornin zaznamenaných v počtu několika kusů u paty svahu na okraji komunikace. Bližší popis zdrojové oblasti je však nemožný z důvodů nepřístupnosti terénu.

Tvary horninových bloků jsou většinou deskovité, popř. polyedrické, přičemž velikost bloků je střední (200–600 mm) – foto 21. Jak vyplývá z přiložené fotodokumentace (foto 18, 21), vzrostlá náletová vegetace pokrývá skalní svah spíše v jeho zemní části.

Ve svahu dochází ke svahovému pohybu typu skalního řícení, a to zejména formou odvalování překlopením. Svahové pohyby probíhají v části, kde zemní svah nehrozí přímým dopadem skalních hmot do prostoru komunikace, mohou se však do prostoru silnice transportovat valivým pohybem. U tohoto skalního objektu navíc není průkazně doloženo, kde se nachází zdrojová oblast, ze které byl uvolněn a následně transportován horninový blok dokumentovaný na foto 21. Je sice skutečností, že negativně vůči projevu valivého pohybu po svahu vystupují faktory jeho relativně členitého povrchu, nepravidelný tvar odvalujících se objektů (zpravidla zploštělý) a přítomnost náletových dřevin fungujících jako přirozený retardér. Ze zjištěných informací nicméně vyplývá, že se nad osypy v neznámé výšce a o neznámém rozsahu s největší pravděpodobností nacházejí nestabilní skalní výchozy. Tyto partie tedy bude nutné prozkoumat za použití horolezecké techniky. Česká geologická služba v této souvislosti doporučuje realizovat podrobný geotechnický průzkum. Projekt sanace následně stanoví způsob stabilizace těchto partií – nabízí se instalace pasivních záchytných prvků u paty svahu v podobě např. gabionových stěn, popř. betonových svodidel, ovšem za předpokladu, že zároveň s aplikací těchto prvků dojde k odtěžení osypů, jinak se navržená sanační opatření minou účinkem.

Skalní svah č. 5

Posuzovaný masiv se nachází ve staničení km 32,899–33,170 silnice II/201. Jedná se o nejdelší z aktuálně rekonoskovaných úseků. Šířka posuzovaného skalního defilé je totiž přibližně 271 m. Průměrné převýšení tohoto terénního stupně v nejvyšším bodě dle digitálního modelu reliéfu ČR páté generace (DMR5G; ČÚZK 2018) činí cca 12 m vůči patě. Skalní svah poté ostře přechází v zemní svah porostlý travinami a drobným náletem. Průměrný sklon skalního svahu je cca 65°. Osypové kužely jsou přítomné pouze v omezené míře (foto 23 až 30).

Horninový masiv tvoří velmi slabě metamorfované droby, břidlice a prachovce neoproterozoika Barrandienu. Droby na lokalitě převládají. V částech horninového sledu, kde převládají břidlice a prachovce, dochází více k tvorbě sutí a drobně kamenitých osypů, v úsecích, kde převládají kompaktnější droby, dochází spíše k blokovému rozpadu hornin. Vzhledem k silnému porušení horninového sledu puklinami není na lokalitě dobře znatelná původní vrstevnatost hornin. Hlavním faktorem porušení masivu je puklinatost. Pukliny umožňují zvětřování hornin do hloubky a na křížení puklin pak dochází ke vzniku bloků (foto 30), k rozvolnění hornin a průběžně ke vzniku úlomků a sutí. V celém studovaném úseku jsou přítomny pukliny více generací a směrů. Nevýraznější pukliny probíhají směrem VSV–ZJZ (směr sklonu 148/77° až 158/56°), dále směrem SSZ–JJV (65/50° až 72/66°) a v západní části studovaného úseku i směrem SZ–JV (18/58° až 45/46°). Kombinace uvedených puklin spolu se zvětřováním horniny a klimatickými vlivy jsou zde hlavní příčinou skalního řícení.

Posuzovaný skalní svah se z inženýrskogeologického hlediska jeví jako makroskopicky celistvý, avšak s plošným výskytem diskontinuit. Obnažená hornina je slabě až mírně zvětřalá, především v místech výskytu břidlic a prachovců. Polním stanovením pevnosti v prostém tlaku byla hornina klasifikována jako pevná (50–100 MPa). Tvary horninových bloků jsou převážně deskovité až kvádrovité (v případě drob). Velikost bloků a vzdálenost diskontinuit je střední (200–600 mm). Pukliny v části posuzovaného masivu jsou většinou mírně rozevřené až otevřené (2,5–100 mm). Výrony podzemní vody z diskontinuit nebyly v důsledku dlouhodobého sucha zjištěny. Náletová vegetace pokrývá skalní svah pouze lokálně, avšak v případě jejího výskytu je jí skalní svah č. 5 kompletně pokrytý (foto 23 až 30).

Česká geologická služba v rámci zkoumaného úseku neidentifikovala potenciálně nestabilní objekty, ve shodě s Kyclem et al. (2016) za nestabilní považuje především hranu zářezu a některé další partie skalního svahu, které bude nutné očistit od náletové vegetace a odstranit viditelně od masivu uvolněné horninové bloky, neboť kořenový systém prorůstá diskontinuitami a významně jej porušuje. Vzhledem k výšce zářezu a prostorovým poměrům je riziko nízké, když sesypané skalní úlomky nedopadají do prostoru silnice přímo a mají relativně malou kinetickou energii. Česká geologická služba doporučuje odčítit již opadané hmoty od paty zářezu, čímž se sníží pravděpodobnost odvalení skalních úlomků za krajnici. Prostorové poměry s minimálním akumulacním prostorem umožňují instalaci ochranné bariéry v podobě nízké dřevěné palisády (výška do 1 m), případně použití jiných pasivních ochranných prvků (gabiony, betonová svodidla apod.).

Skalní svah č. 6

Další posuzovaný masiv se nachází ve staničení km 16,031–16,101 silnice II/116 za obcí Nižbor. Tento svah nebyl předmětem posouzení Kyla et al. (2016). Průměrné převýšení svahu v nejvyšším bodě dle digitálního modelu reliéfu ČR páté generace (DMR5G; ČÚZK 2018) činí cca 7 m vůči patě (foto 31). Průměrný sklon svahu dosahuje cca 45°. Při patě svahu se nacházejí nevýrazné osypové kužele. Šířka posuzovaného skalního defilé je přibližně 70 m.

Ve studovaném úseku převládají slabě metamorfované, šedočerné břidlice a prachovce neoproterozoika Barrandienu. Tato litologie podmiňuje převážně deskovitý nebo ploše úlomkovitý rozpad skalního výchozu a podporuje tvorbu sutí (foto 32, 33). Odlučnost břidlic (patrně shodná s původní vrstevnatostí) je zde nepříznivě orientována a skloněna je pod úhlem cca 36° směrem k pozemní komunikaci (směr sklonu odlučnosti 171/36°). To spolu s rozvětřováním horniny a s puklinami postihujícími skalní výchoz vede ke gravitačním pohybům sutí a menších bloků na silnici. Průběh dvou

hlavních směrů puklin je ve směru VSV–ZJZ (směr sklonu 342/54°), resp. SSV–JJZ (směr sklonu 103/70°). Kombinace uvedených puklin, odlučnosti horniny spolu se zvětrávacími procesy a klimatickými vlivy jsou zde hlavní příčinou skalního řízení.

Posuzovaný skalní svah se z inženýrskogeologického hlediska jeví jako celistvý pouze v lokálním rozsahu s plošným výskytem výrazných poruchových partií v podobě vrstevnatosti a puklin. Obnažená hornina je mírně až velmi zvětralá. Polním stanovením pevnosti v prostém tlaku byla hornina klasifikována jako středně pevná (25–50 MPa). Tvary horninových bloků jsou převážně deskovité. Velikost bloků a vzdálenost diskontinuit je malá (60–200 mm). Pukliny v části posuzovaného masivu jsou většinou mírně rozevřené až otevřené (2,5–100 mm). Výrony podzemní vody z diskontinuit nebyly zjištěny. Náletová vegetace hustě pokrývá skalní svah.

Ve svahu daného úseku dochází ke svahovému pohybu typu skalního řízení formou sesypávání. Úsek má též potenciál ke vzniku konsekventního sesouvání skalních hornin podél smykové plochy. Proti sesouvání však působí členitost (drsnot) povrchu vrstevních ploch, tj. vysoký koeficient tření, nepravidelný tvar odvalujících se objektů a vegetační pokryv travin a náletových dřevin, protože tyto dřeviny mohou fungovat jako přirozený retardér.

Česká geologická služba rekognoskačí úseku skalního zářezu silnice II/116 ve staničení cca km 34,895–35,021 nevymezila potenciálně nestabilní skalní objekty, protože úsek má prakticky stejný charakter projevu svahového pohybu po celé jeho délce. Negativním faktorem pro stabilitu zářezu jsou náletové dřeviny kořenicí jak ve vlastním výchozu, tak zejména v jeho hraně (foto 31 až 33). Zároveň však mohou fungovat jako přirozená „bariéra“ pohybujících se horninových bloků. Česká geologická služba nicméně doporučuje vhodným způsobem odstranit náletovou vegetaci rostoucí zejména ve svahu a odtěžit viditelně od masivu oddělené bloky a osypy, které mohou nepředvídatelným způsobem ovlivňovat trajektorii padajících bloků.

Skalní svah č. 7

Poslední aktuálně rekognoskovaný skalní masiv rovněž nebyl předmětem v minulosti provedeného odborného posouzení (Kycl et al. 2016). V přibližném staničení km 31,001–31,074 silnice II/116 vystupuje oproti jiným lokalitám nepříliš výrazný skalní svah, jehož průměrné převýšení v nejvyšším bodě dle digitálního modelu reliéfu ČR páté generace (DMR5G; ČÚZK 2018) činí cca 7 m vůči patě. Terénní stupeň je z morfologického hlediska v generelu tvořen skalním svahem, který výše relativně plynule přechází do svahu zemního (foto 34, 35). Průměrný sklon svahu činí cca 55–60°. Při patě svahu jsou přítomny jen minimální osypové kužele. Šířka posuzovaného skalního defilé je přibližně 73 m.

Litologicky je studovaný úsek tvořen hlíznatými, světle šedými zlíčovskými vápenci spodního devonu Barrandienu. Vápence tvoří vrstvy s nerovnými vrstevními plochami, na kterých jsou patrná četná hnízda šedočerných křemitých rohovců, až několik centimetrů velká. Vrstvy vápenců jsou mocné od několika centimetrů do několika decimetrů (20–25 cm v řešené části) a mají průběh zhruba SV–JZ (směr sklonu vrstev 311/54° až 306/60°). Při povrchu jsou nepravidelně rozpukané příčnými extenzními trhlinami. Vrstvy jsou však nepříznivě ukloněny pod úhlem až 60° směrem k silnici a jejich průběh je v řešeném úseku i shodně orientovaný s vedením komunikace, což zde způsobuje řízení částí vrstev – bloků (desek vápenců) – foto 36, 37. Hlavní příčinou skalního řízení na této lokalitě je tedy pohyb bloků po zvětralé vrstevní ploše vápenců v kombinaci s nepříznivými úložnými poměry a klimatickými vlivy.

Terénní rekognoskací dne 24. července 2018 bylo zjištěno, že posuzovaný skalní svah je makroskopicky celistvý pouze lokálně, s plošným výskytem porušení (zejména vrstevnatost) – foto 37. Obnažená hornina je slabě zvětřalá. Polním stanovením pevnosti v prostém tlaku byla hornina klasifikována převážně jako pevná (50–100 MPa).

Tvary horninových bloků jsou nejčastěji deskovité. Velikost bloků a vzdálenost diskontinuit je zpravidla střední (200–600 mm). Diskontinuity (pukliny a vrstvy) v části posuzovaného masivu jsou mírně rozevřené až otevřené (2,5–100 mm). Výrony podzemní vody z diskontinuit zjištěny nebyly. Jak vyplývá z příložené fotodokumentace (foto 34), náletová vegetace pokrývá skalní svah pouze lokálně a také částečně při patě svahu, kde se nacházejí nepřítli výrazné osypy.

V důsledku nepříznivé orientace vrstevnatosti vůči expozici svahu má tento posuzovaný skalní objekt též potenciál ke vzniku konsekventního sesouvání skalních hornin podél vrstevních ploch konformně ukloněných se svahem. Vůči pohybu typu sesouvání však zpravidla vystupuje negativní faktor, a tím je členitost, resp. drsnost povrchu vrstevních ploch, tzn. vysoký koeficient tření. I přesto však byly zaznamenány dopady horninového materiálu do prostoru vozovky (foto 36).

Na základě provedené prohlídky svahu ČGS konstatuje, že předmětný skalní svah je stále aktivní a hrozí další sesunutí horninového materiálu do prostoru vozovky. Na vrstevních plochách byly zjištěny četné trhliny, které indikují postupný pohyb (foto 38). V nedaleké budoucnosti nepochybně dojde k odtržení těchto vrstev a jejich pravděpodobnému dopadu do prostoru vozovky. Česká geologická služba doporučuje odtěžit tyto nestabilní bloky a také odstranit náletovou vegetaci. Dále doporučuje odtěžit horninové bloky nacházející se při patě svahu a do tohoto prostoru umístit pasivní záchytné prvky v podobě gabionových zdí, dřevěných palisád, popř. betonových svodidel (foto 39), které by zamezily dopadu horninového materiálu do prostoru vozovky.

ZÁVĚR

Na základě rekognoskace lokalit nacházejících se v k. ú. Nezabudice, Velká Buková, Nižbor a Hostim u Berouna, uskutečněné dne 24. července 2018, a po prostudování dostupných materiálů lze formulovat následující závěry a obecná doporučení:

- V rámci posuzovaných skalních svahů byly ČGS identifikovány potenciálně nestabilní skalní objekty, u nichž **existuje předpoklad pro jejich nekontrolovaný pád do prostoru vozovky**. Vzhledem k tomu, že se tyto objekty nacházejí většinou v nepřístupných místech, nebylo možné jednoznačně ověřit, do jaké míry bloky ohrožují bezpečnost na silnici II/201, resp. II/116. Vzhledem k rozsahu některých skalních výchozů rovněž nebylo možné uskutečnit jejich detailní prohlídku. Česká geologická služba proto doporučuje zejména u skalního objektu č. 4 **provést detailní průzkum vytipovaných potenciálně nestabilních skalních objektů, resp. komplexní rekognoskaci vrchních partií skalních výchozů** prostřednictvím horolezecké techniky a posoudit jejich stabilitu in-situ.
- V případě vytipování rizikových objektů ČGS důrazně doporučuje **provést jejich neprodlené odtěžení**. Odtěžení je nicméně možné provést **jen u takových objektů, které lze odvalit ručně nebo slabým páčením nástroje**. Zjištěné objekty není vhodné páčit silou. Bez přítomnosti

hlavního aktivního dezintegračního exogenního činitele – náletové vegetace – nemohou takové objekty přirozeně ztratit stabilitu a uvést se do pohybu.

- Česká geologická služba doporučuje **dřeviny rostoucí ve svahu odstranit seříznutím a ponecháním kořenového systému**, neboť odstraněním kořenů by kontraproduktivně mohlo dojít ke snížení stability skalního svahu a tento krok by současně mohl opět neúměrně zvýšit objem odtěžovaného materiálu. Je nezbytné **periodicky čistit skalní svahy od náletových dřevin** – a to opět jejich seříznutím s ponecháním kořenového systému – **dvakrát ročně** (na jaře a na podzim). Začist'ovací práce je nutné provádět v období vegetačního klidu.
- Česká geologická služba v souvislosti s předchozími doporučeními konstatuje, že posuzované skalní objekty se nacházejí v CHKO Křivoklátsko a CHKO Český kras a některé lokality jsou navíc součástí NPR Vůznice a Karlštejn a požívají tedy nejvyššího stupně ochrany v rámci uvedených CHKO. Při sanaci skalních stěn je proto potřeba postupovat maximálně šetrně a vždy v koordinaci s orgány ochrany přírody. Na základě toho **ČGS nedoporučuje umrtvení kořenového systému náletových dřevin herbicidem**.
- Veškeré sanační práce tedy musí **respektovat stupeň zákonné ochrany daného území** a je nutné je **provádět v úzké součinnosti s orgány státní ochrany přírody**.
- Česká geologická služba dále doporučuje podél vozovky **na vybraných místech instalovat pasivní ochranné bariéry** pro zamezení pádu případných uvolněných balvanů do prostoru vozovky.
- Česká geologická služba dále důrazně upozorňuje, že **je nutné pravidelně odtěžovat akumulace osypových kuželů** nacházejících se při patě posuzovaných svahů, byť zjištěné osypy nejsou příliš mocné. Účinnost pasivních ochranných prvků je tím menší, čím větší množství akumulovaného horninového materiálu se za nimi nachází.
- Vzhledem k tomu, že ze skalních svahů č. 6 a 7 dochází k průběžnému opadávání horninových bloků (být v době rekognoskace nebyly takové situace zaznamenány), **budou zjištěná skalní řícení evidována v Registru svahových nestabilit ČGS**. Svahové nestability svým charakterem a příčinami vzniku budou v případě lokality č. 6 spadat do **kategorie rizika III** (příloha č. 3 – pasport svahových nestabilit) a v případě svahového objektu č. 7 do **kategorie III** (příloha č. 4).
- Vzhledem k havarijnímu stavu skalního objektu č. 2 a s přihlédnutím k nedávné tragické události **bude zvýšen stupeň rizika u tohoto svahu na stupeň III – vysoké riziko**.
- Skalní bloky č. 6 a 7 byly podrobeny základnímu **zhodnocení z hlediska jejich stability a možných rizik v programu NEMETON 2013**. Výsledky výpočtu jsou obsahem příloh č. 5 a 6.

Použité podklady:

- Geoportál ČUZK. [online]. 2018. [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(1th3ukdjih3zjecqnwm4sjq\)\)/Default.aspx?head_tab=sekce-00-gp&mode=TextMeta&text=uvod_uvod&menu=01&news=yes&UvodniStrana=yes](http://geoportal.cuzk.cz/(S(1th3ukdjih3zjecqnwm4sjq))/Default.aspx?head_tab=sekce-00-gp&mode=TextMeta&text=uvod_uvod&menu=01&news=yes&UvodniStrana=yes)
- Havlíček, V. – Brunnerová, Z. – Holub, V. – Hrkal, Z. – Cháb, J. – Chlupáč, I. – Kovanda, J. – Rudolský, J. – Šalanský, K. – Štorch, P. – Volšan, V. (1987): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1 : 25 000, list 12-411 Beroun. – Ústřední ústav geologický. Praha.
- Havlíček, V. (1993) Základní geologická mapa ČSFR 1 : 25 000. List 12-411 Beroun. – Český geologický ústav. Praha.
- Hroch, Z. – Lochmann, Z. – Moravcová, O. (1998): Podíl státní geologické služby ČGÚ na stabilizaci sesuvů iniciovaných extrémními srážkami v červenci 1997. In V. Lysenko (ed.): Přehled výsledků geologických prací na ochranu horninového prostředí v roce 1997, 26–29. – Odbor ochrany horninového prostředí Ministerstva životního prostředí. Praha.
- Chlupáč, I. – Brunnerová, Z. – Havlíček, V. – Kovanda, J. – Kříž, J. – Šalanský, K. – Štych, J. – Zelenka, P. (1987): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1 : 25 000, list 12-413 Králův Dvůr. – Ústřední ústav geologický. Praha.
- Chlupáč, I. (1989): Základní geologická mapa ČSSR 1 : 25 000, list 12-413 Králův Dvůr. – Ústřední ústav geologický. Praha.
- Chlupáč, I. – Štorch, P. eds (1992): Regionálně geologické dělení Českého masívu na území České republiky – Čas. Mineral. Geol. 37, 257–275.
- Kycl, P. et al. (2016) Posouzení stability skalních masivů podél krajských komunikací s ohledem na bezpečnost silničního provozu. Oblast Kladno, Benešov, Kokořín. Zakázka 546001/2016. – Česká geologická služba. Praha.
- Mapový server ČGS. [online]. 2018. [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>
- Nemčok, A. – Pašek, J. – Rybář, J. (1974): Dělení svahových pohybů. – Sborník geologických věd, Ř. Hydrogeol. Inž. Geol., 11, 77–93. – Ústřední ústav geologický. Praha.
- Svoboda, J. – Prantl, F. (1950): O stratigrafii a tektonice staršího paleozoika v okolí Kody u Srbska. Sborník Ústředního ústavu geologického, 17, Oddělení geologie, 393–436. Praha.
- Svoboda, J. – Prantl, F. (1955): O stratigrafii a tektonice staršího paleozoika v širším okolí Karlštejna. – Sborník Ústředního ústavu geologického, 21, Oddělení geologie, 519–566. Praha.
- Vorel, T. – Hradecký, P. – Stárková, M. – Čáp, P. – Holásek, O. – Hroch, T. (2012): Základní geologická mapa České republiky 1 : 25 000 s vysvětlivkami, list 12-322 Hudlice. – Česká geologická služba. Praha.
- ČSN EN ISO 14689-1 – Pojmenování a zařizování hornin – Část 1: pojmenování a popis. – Český normalizační institut. Praha.

Zpracoval:

Ing. Milan Aue – specialista ČGS pro inženýrskou geologii

Spolupráce:

RNDr. Tomáš Vorel – oblastní geolog ČGS

Schválil:

RNDr. Jan Čurda
vedoucí Správy oblastních geologů ČGS



Digitálně podepsal RNDr. Jan Čurda

DN: cn=RNDr. Jan Čurda,
givenName=Jan, sn=Čurda,
c=CZ, o=Česká geologická
služba, ou=odbor 410,
serialNumber=ICA -
10379158
Datum: 2018.08.06 11:50:59
+02'00'

Příloha 1 – Fotodokumentace ze dne 24. července 2018 pořizená autory posudku, není-li uvedeno jinak



Foto 1 Posuzovaný skalní objekt č. 1. Pohled směrem k SV. Lze poměrně zřetelně vidět, že skalní svah je zejména ve své horní části porostlý hustou vegetací. Srovnej s foto 2.



Foto 2 Čelní pohled na posuzovaný skalní objekt č. 1. Skalní svah je zejména ve své horní části porostlý hustou vegetací.



Foto 3 Nevýraznější pukliny ve svahu č. 1 jsou směru S–J (směr sklonu puklin $270/85^\circ$), dále směru SV–JZ (směr sklonu puklin $128/63^\circ$ až $133/45^\circ$) a směru V–Z (směr sklonu puklin $355/54^\circ$).

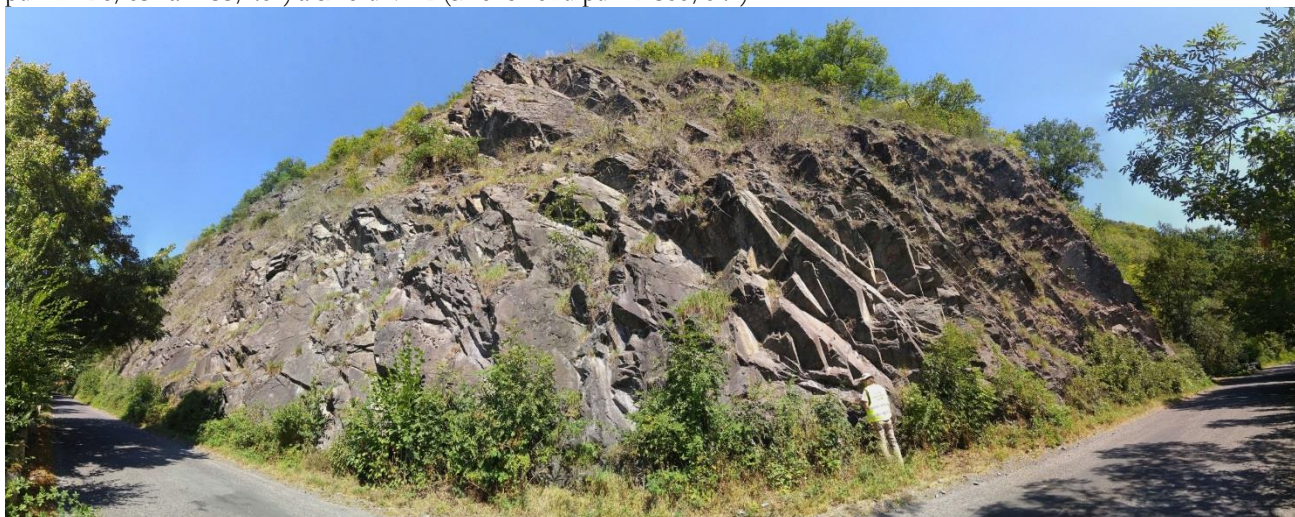


Foto 4 Čelní pohled na skalní svah č. 1.

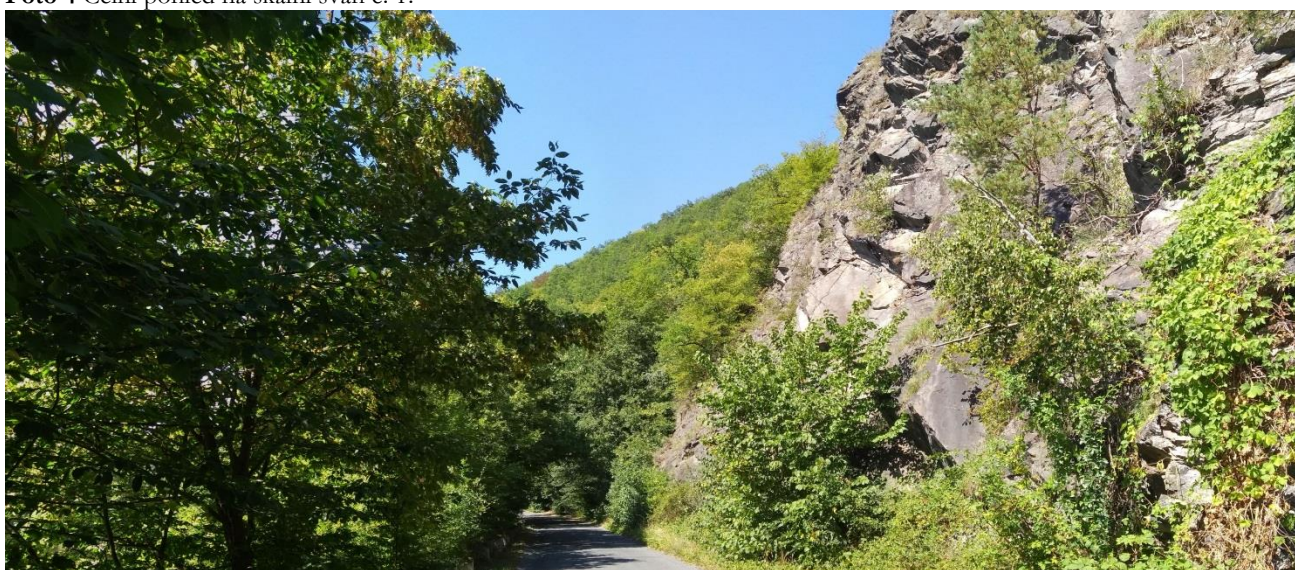


Foto 5 Boční pohled na posuzovaný skalní svah č. 1 – pohled směrem k Z. Dobře patrná je vegetace nacházející se u paty svahu i ojedinělá vegetace ve svahu.



Foto 6 Východní část skalního svahu č. 2 je značně neudržovaná, jak prozrazuje hustá náletová vegetace. Z hlediska stability svahu je tento stav naprosto nežádoucí.

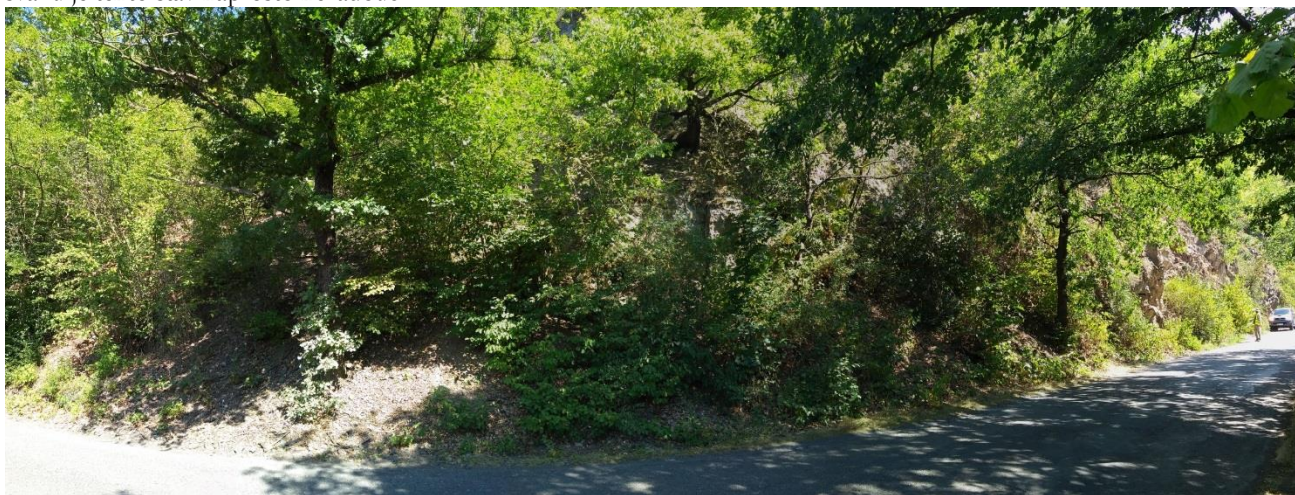


Foto 7 Západní část skalního svahu č. 2 je rovněž značně neudržovaná, jak indikuje stav a množství náletové vegetace. Z hlediska stability svahu je tento stav krajně nežádoucí.



Foto 8 Posuzovaný skalní svah č. 2 je lokálně porostlý náletovou vegetací také ve své horní části. Po rozrušení horniny prostřednictvím kořenového systému dřevin se může tato oblast stát zdrojovou oblastí dalších uvolněných bloků.



Foto 9 Poloha černých pyritických břidlic ve svahu č. 2, místy s výkvěty sekundárních minerálů.

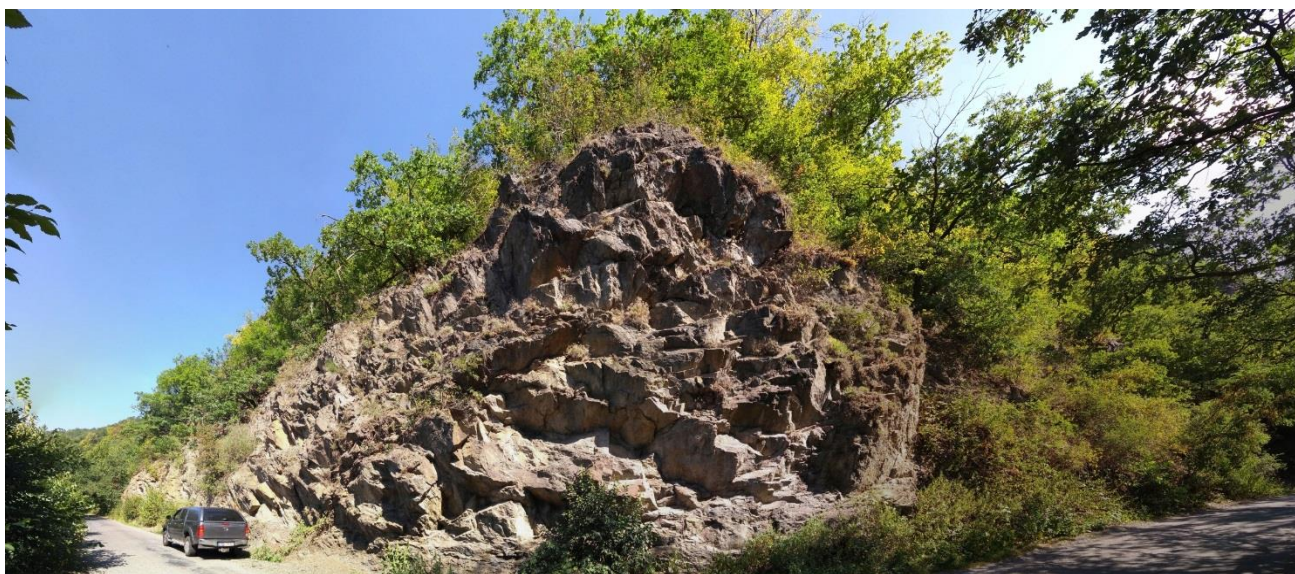


Foto 10 Pohled na střední část skalního objektu č. 2. Hornina je místy značně zvětralá. Dobře patrné jsou také náletové dřeviny ve vrchní části svahu (srovnej s foto 11).



Foto 11 Jiný pohled na střední část skalního objektu č. 2. Hornina je místy značně zvětralá. Dobře patrné jsou také náletové dřeviny ve vrchní části svahu. Detail zvětralých partií viz foto 12 a 13.



Foto 12 Nejvíce porušené partie skalního svahu č. 2 (detail viz foto 13). Některé bloky jsou prakticky zcela odděleny od zbytku masivu a bude nutné jejich odstranění.

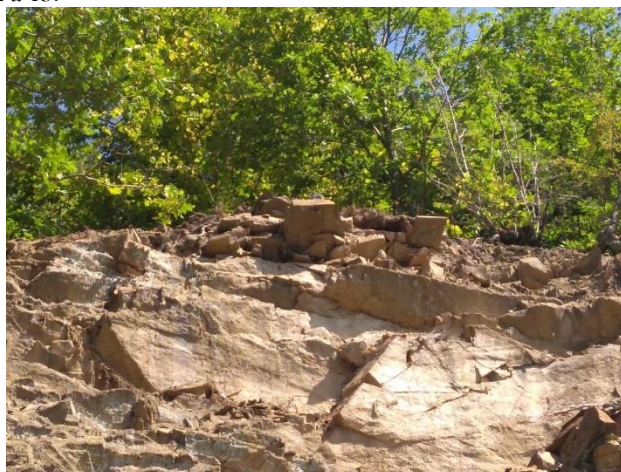


Foto 13 Detail nejvíce porušených partií skalního svahu č. 2. Některé bloky jsou prakticky zcela odděleny od zbytku masivu a bude nutné jejich odstranění.

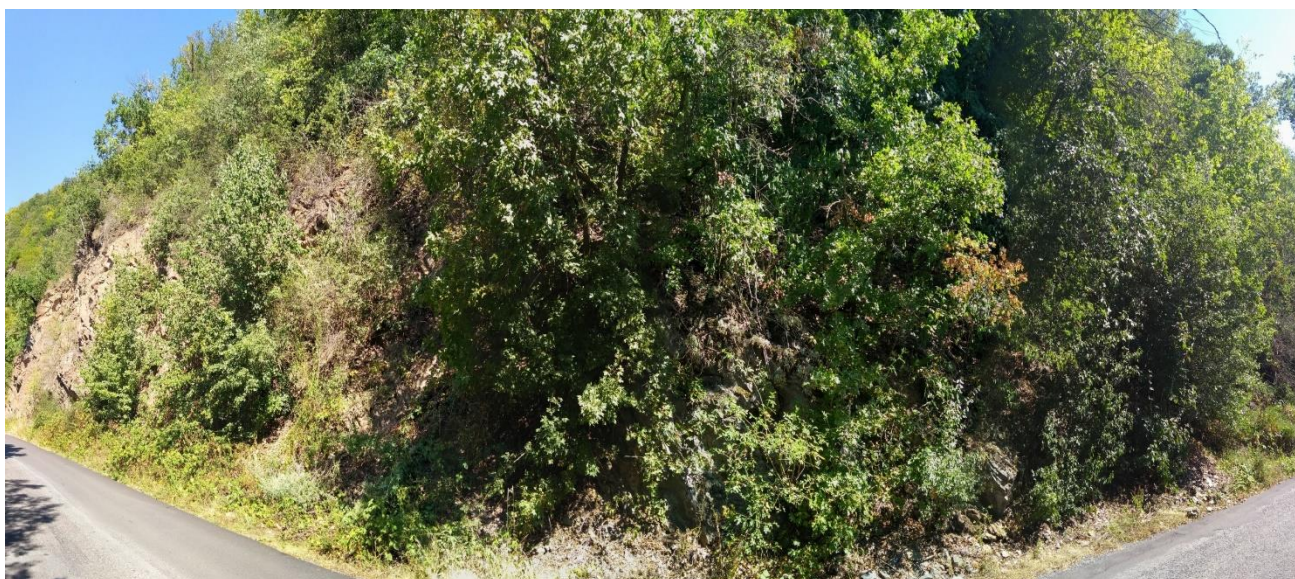


Foto 14 Východní část posuzovaného skalního svahu č. 3 je porostlá hustou vegetací. Z hlediska stability svahu je tento stav naprosto nežádoucí.



Foto 15 Západní část posuzovaného skalního objektu č. 3. Svah je zde porostlý vegetací pouze sporadicky, nicméně zde byly zjištěny rozvolněné partie, které bude nutné během sanace odstranit (detail těchto částí viz foto 16).



Foto 16 Detail rozvolněných částí skalního svahu. Tyto polorozpadlé části skalního svahu č. 3 bude nutné odstranit.



Foto 17 Pyritem nabohacené břidlice ve svahu č. 3 s výkvěty sekundárních síranů (epsomit, jarosit).



Foto 18 Skalní svah č. 4, resp. výrazné osypy hustě porostlé náletovými dřevinami.



Foto 19 Horní partie skalního svahu č. 3 jsou porostlé poměrně hustou vegetací, kterou bude nutné při sanaci odstranit.



Foto 20 Horní partie skalního svahu č. 3 jsou porostlé poměrně hustou vegetací, kterou bude nutné při sanaci odstranit.



Foto 21 Dopadnuvší blok horniny o maximálních rozměrech $60 \times 50 \times 30$ cm pocházející z neznámé zdrojové oblasti skalního objektu č. 4.



Foto 22 Čelní pohled na výrazné suťové osypy (skalní objekt č. 4).

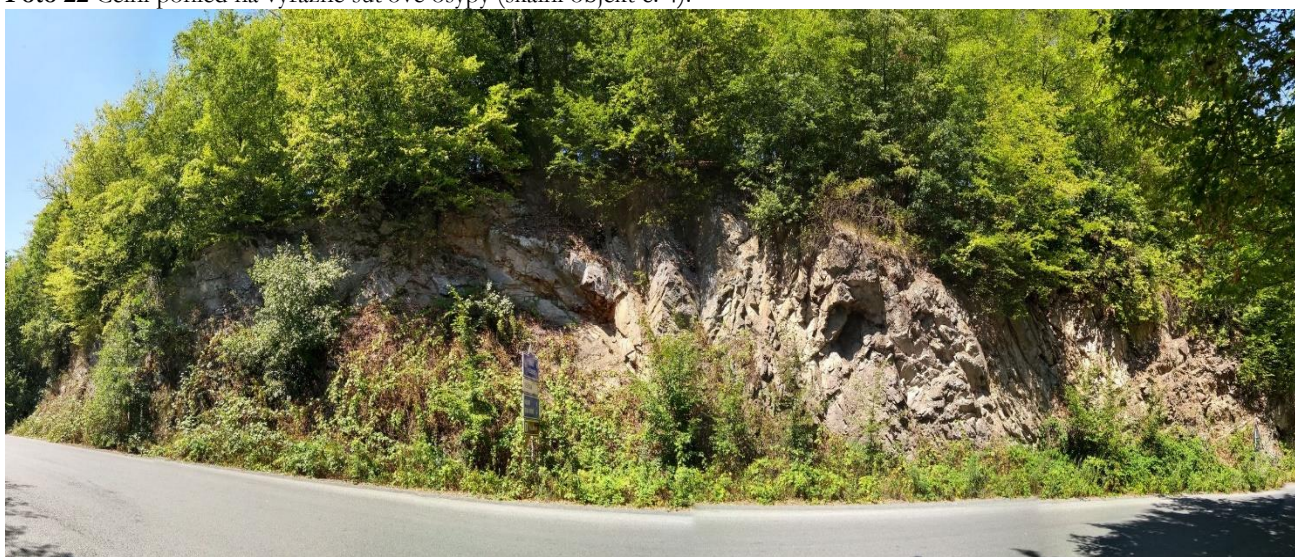


Foto 23 Čelní pohled na nejjižnější část posuzovaného skalního objektu č. 5 u rozcestí směrem na Velkou Bukovou. U paty svahu jsou lokálně patrné nepříliš výrazné osypy. Svah je rovněž místy porostlý náletovými dřevinami, zejména v jeho horní části.



Foto 24 Další část rekognoskovaného skalního svahu č. 5 směrem k Roztokům. I zde je svah podobně porostlý křovinami i náletem a je patrné zvětrání svahu.



Foto 25 V této části skalního svahu č. 5 je porost náletových dřevin pouze lokální. Stejně jako v předchozích případech i zde však byly nalezeny rozvolněné partie svahu, nutné k odtěžení.



Foto 26 Další část skalního svahu č. 5 ve směru na Roztoky. Zde je skalní svah porostlý náletovými dřevinami jen v omezené míře. I zde však byly nalezeny viditelně od masivu oddělené bloky nutné k odtěžení.

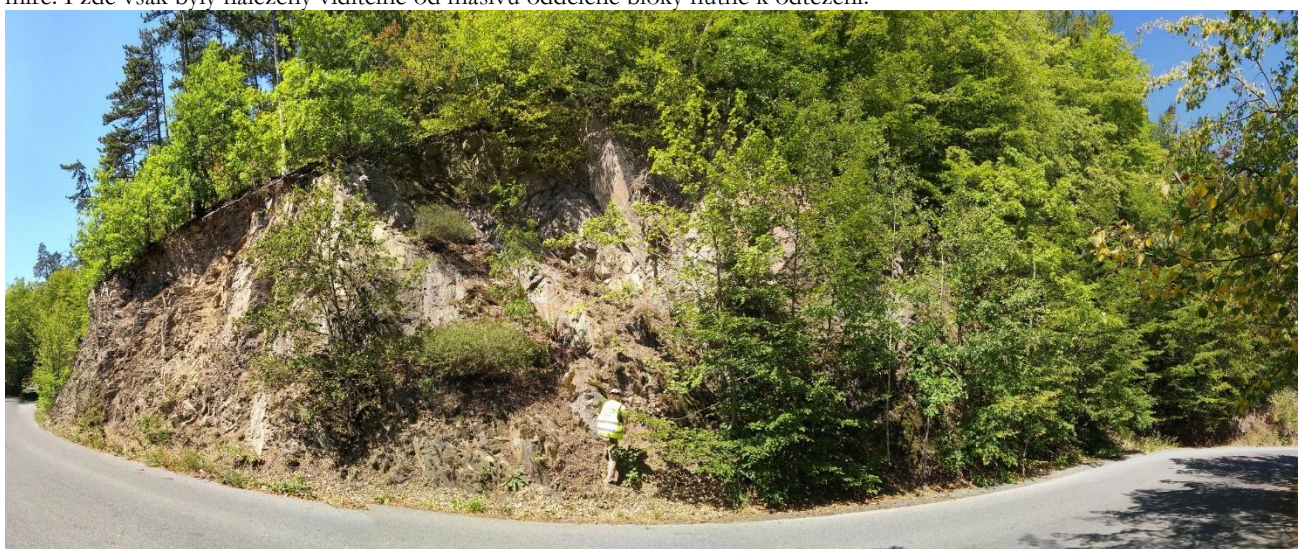


Foto 27 Skalní masív č. 5 v těchto místech přechází do části hustě pokryté náletovou vegetací, kterou bude nutné odstranit a odtěžit viditelně od masivu oddělené horninové bloky.

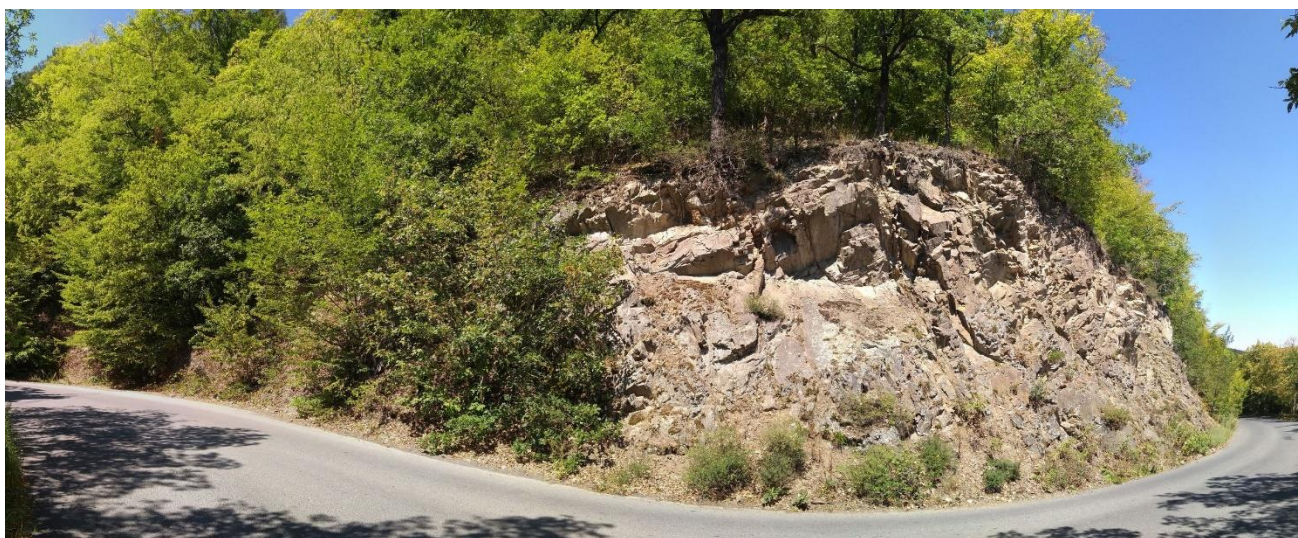


Foto 28 Stav skalního masivu č. 5 v jeho severní části (směrem k Roztokům). Skalní svah přechází do části, která není tak hustě porostlá náletovými dřevinami, nacházejí se zde však místa s viditelně od masivu oddělenými horninovými bloky.



Foto 29 Stav skalního masivu č. 5 v jeho nejsevernější části. Skalní masiv je lokálně porostlý náletovými dřevinami – zejména ve své pravé (nejsevernější části) a nacházejí se v něm viditelně od masivu oddělené horninové bloky (viz foto 30).



Foto 30 Detail nejsevernější části skalního svahu č. 5 hustě porostlého náletovými dřevinami s rozvolněnými částmi nutnými k odtěžení.



Foto 31 Skalní svah č. 6 je porostlý v celé své šíři náletovými dřevinami. Ty bude nutné plošně odstranit. Patrné jsou také osypy vytvářející se při patě svahu.

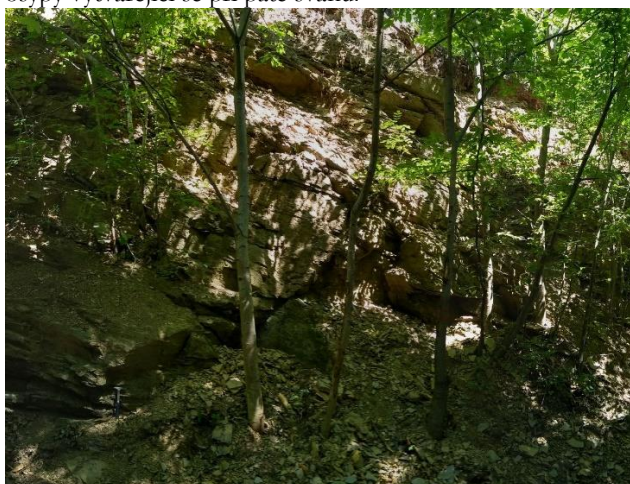


Foto 32 Detail osypů nacházejících se u paty skalního svahu č. 6.

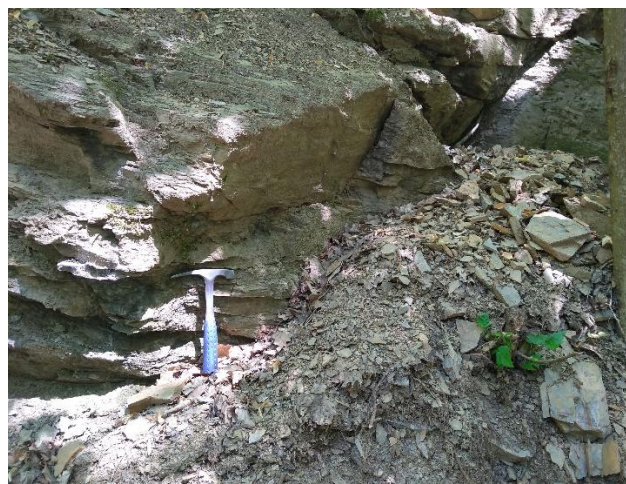


Foto 33 Břidlice se zde střípkovitě rozpadají za vzniku deskovitých bloků (skalní svah č. 6).

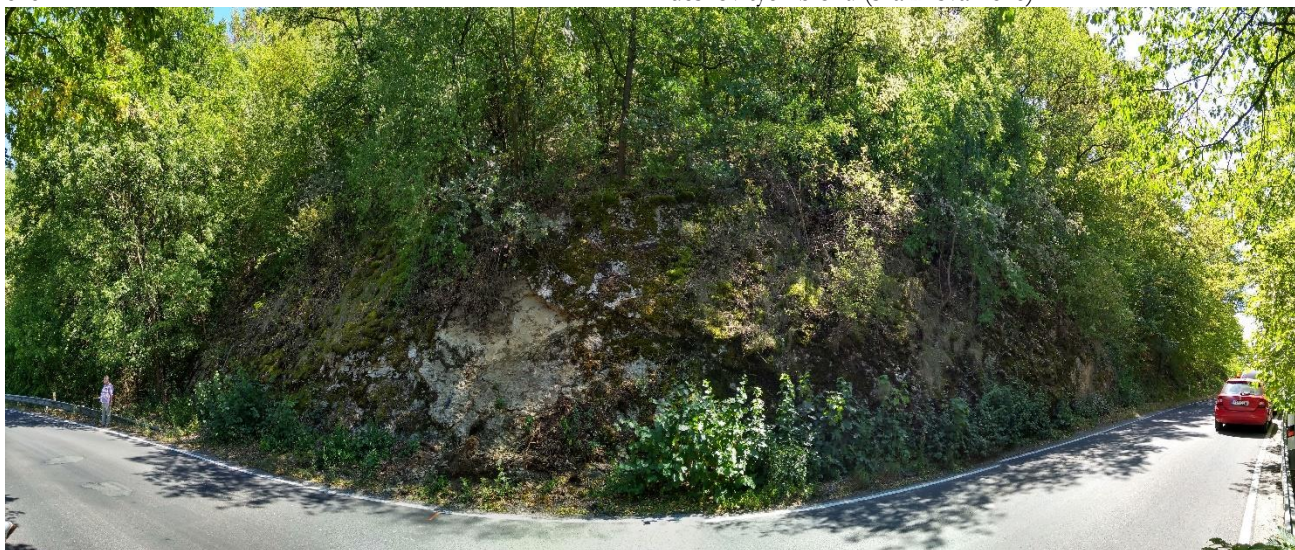


Foto 34 Čelní pohled na skalní svah č. 7. Je zřejmé, že náletová vegetace pokrývá svah pouze lokálně a nemá tak určující vliv na stabilitu masivu.



Foto 35 Detail obnaženého skalního masivu č. 7. Zřetelně lze vidět, že vrstvy vápence jsou ukloněny konformně se svahem, což zvyšuje riziko dopadu uvolněných horninových bloků do prostoru vozovky.



Foto 36 Drobné skalní říční ze svahu č. 7 jasně ukazuje povahu horninového materiálu i dopadovou vzdálenost.
Foto L. Krejčí (2017).



Foto 37 Jednotlivé vrstevní plochy na svahu č. 7 jsou od sebe viditelně odděleny a v budoucnosti tak hrozí sklouznutí bloků do blízkosti vozovky.



Foto 38 Detail zátrhů ve svahu č.7 napovídajících, že v budoucnu opět dojde k dalšímu sesunutí vrstvy vápence.



Foto 39 Boční pohled na rekognoskovaný skalní svah č. 7. Mezi patou svahu se silnicí II/116 je prostor pro umístění betonových svodidel, která by zabránila dopadům horninových bloků do prostoru vozovky.

Příloha 2 – Vyjádření Policie ČR k tragické události ze dne 24. listopadu 2017 (skalní svah č. 2)



Pomáhat a chránit

POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY
KRAJSKÉ ŘEDITELSTVÍ POLICIE STŘEDOČESKÉHO KRAJE



Územní odbor vnější služby Rakovník
Dopravní inspektorát

Rakovník, dne 27. července 2018
Počet listů : 1

Vyjádření

— Policie České republiky, Krajské ředitelství policie Středočeského kraje, dopravní inspektorát v Rakovníku vydává na základě ustanovení § 1 zákona č. 12/1997 Sb., o bezpečnosti a plynulosti silničního provozu na pozemních komunikacích, následující písemné vyjádření ve věci :

Nehodovost na silnici II/201, okr. Rakovník

— Na základě telefonického dotazu ohledně nehodovosti Vám sdělujeme, že v měsíci listopadu 2017 se stala na silnici II/201 v km 35,4, okr. Rakovník dopravní nehoda, kdy řidička jela na jednostopém vozidle po uvedené silnici a v důsledku spadaného kamení na vozovce z přilehlé skály havarovala. Řidička na následky zranění zemřela.

por. Zbyněk Hejda, DiS.
komisář

POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY
KRAJSKÉ ŘEDITELSTVÍ POLICIE
STŘEDOČESKÉHO KRAJE
DOPRAVNÍ INSPEKTORÁT RAKOVNÍK
POŠTOVNÍ SCHránKA 40
269 33 RAKOVNÍK

npor. Ladislav Heller DiS.
vedoucí DI, komisář

www.policie.cz

Dukelských hrdinů 2319
269 33 Rakovník

Tel. +420 974 880 253
Fax: +420 974 880 258
Email : krpstc.di.rakovnik@mvr.cz

Příloha 3 – Pasport nově zjištěné svahové nestability (skalní objekt č. 6)

| | | |
|--------------|--|--|
| I | Číslo svahové deformace | 12-41-01/x (bude doplněno později) |
| II | Číslo mapového listu | 12-41-01 |
| III | Katastr | Nižbor |
| IV | Lokalizace GPS | X _{KART} = -774202, Y _{KART} = -1047202 |
| V | Autor a instituce | Ing. Milan Aue, RNDr. Tomáš Vorel (ČGS) |
| VI | Datum rekognoskace | 24.07.2018 |
| VII | Svahová deformace | Samostatná |
| VIII | Druh svahové deformace | Forma odsedání a řícení |
| IX | Délka (m) | 70 |
| X | Šířka (m) | 15 |
| XI | Plocha (m ²) | - |
| XII | Svahová deformace dle hloubky porušení / postižení | mělká |
| XIII | Sklon svahu | 45° |
| XIV | Aktivní faktory vzniku | Litologie, klima, diskontinuity |
| XV | Složení akumulace /litologie/ | Droby, břidlice, kralupsko-zbraslavské skupiny |
| XVI | Fáze vývoje - prognóza | rozvinutá |
| XVII | Stupeň aktivity | aktivní |
| XVIII | Sanační opatření | Dosud neprovedena |
| XIV | Využití území | - |
| XX | Ohrožené objekty | silnice II/116 |
| XXI | Stupeň nebezpečí: | vysoký stupeň nebezpečí (III) |
| XXII | Poznámky, doporučení | ČGS rekognoskační úseku skalního zářezu silnice II/116 v cca km 34,895–35,021 nevymezila potenciálně nestabilní skalní objekty, protože úsek má prakticky stejný charakter projevu svahového pohybu po celé jeho délce. Negativním faktorem pro stabilitu zářezu jsou náletové dřeviny kořenící jak ve vlastním výchozu, tak zejména v jeho hraně (foto 6-4). Zároveň však mohou fungovat jako přirozená „bariéra“ pohybujících se horninových bloků. ČGS nicméně doporučuje vhodným způsobem odstranit náletovou vegetaci rostoucí zejména ve svahu a odtěžit viditelně od masivu oddělené bloky a osypy které mohou nepředvídatelným způsobem ovlivňovat trajektorii padajících bloků. |
| XXIII | Fotodokumentace | Viz SOG-441/385/2018 |
| XXIII | Rešerše, literatura | - |

Příloha 4 – Pasport nově zjištěné svahové nestability (skalní objekt č. 7)

| | | |
|--------------|--|--|
| I | Číslo svahové deformace | 12-41-13/x (bude doplněno později) |
| II | Číslo mapového listu | 12-41-13 |
| III | Katastr | Hostim u Berouna |
| IV | Lokalizace GPS | X _{KART} = -765294, Y _{KART} = -1054803 |
| V | Autor a instituce | Ing. Milan Aue, RNDr. Tomáš Vorel (ČGS) |
| VI | Datum rekognoskace | 24. července 2018 |
| VII | Svahová deformace | Samostatná |
| VIII | Druh svahové deformace | Forma odsedání a řícení |
| IX | Délka (m) | 73 |
| X | Šířka (m) | 15 |
| XI | Plocha (m ²) | - |
| XII | Svahová deformace dle hloubky porušení / postižení | neznámá |
| XIII | Sklon svahu | 55–60° |
| XIV | Aktivní faktory vzniku | Litologie, klima, diskontinuity |
| XV | Složení akumulace /litologie/ | Vápence barrandienského synklinoria |
| XVI | Fáze vývoje - prognóza | rozvinutá |
| XVII | Stupeň aktivity | aktivní |
| XVIII | Sanační opatření | |
| XIV | Využití území | - |
| XX | Ohrožené objekty | silnice II/116 |
| XXI | Stupeň nebezpečí: | vysoký stupeň nebezpečí (III) |
| XXII | Poznámky, doporučení | Na základě provedené prohlídky svahu ČGS konstatuje, že skalní svah je stále aktivní a hrozí další sesunutí horninového materiálu do prostoru vozovky. Na vrstevních plochách byly zjištěny četné trhliny, které indikují postupný pohyb (foto 38). V nedaleké budoucnosti nepochybně dojde k odtržení těchto vrstev a jejich pravděpodobnému dopadu do prostoru vozovky. ČGS doporučuje odtěžit tyto nestabilní bloky a také odstranit vegetaci. Dále doporučuje odtěžit horninové bloky nacházející se při patě svahu a do tohoto prostoru umístit pasivní záchytné prvky v podobě gabionových zdí, dřevěných palisád popř. betonových svodidel (foto 39), které by zamezily dopadu horninového materiálu do prostoru vozovky. |
| XXIII | Fotodokumentace | Viz SOG-441/385/2018 |
| XXIII | Rešerše, literatura | - |

Příloha 5 – Vyhodnocení v programu NEMETON 2013 (skalní objekt č. 6)

6. 8. 2018

Rychlé vyhodnocení: Nížbor

Výstup systému NEMETON 2013

Tiskem 6. srpna 2018

**NEMETON 2013****DOKUMENTAČNÍ LIST RYCHLÉHO VYHODNOCENÍ**

| Základní údaje o projektu | | | |
|---------------------------|--------------------|----------------------|---------------|
| ID | 1131 | Datum zpracování | 6. srpna 2018 |
| Název | Nížbor | | |
| Lokalita | Nížbor | | |
| Stavba | Skalní objekt č. 6 | Sektor | |
| Délka skalního svahu | 70 m | Výška skalního svahu | 7 m |

Tento projekt byl realizován za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Ministerstva průmyslu a obchodu – v rámci projektu "Výzkum a vývoj - tvorby systematizace bezpečných, spolehlivých a ekonomicky optimálních opatření pro sanace skal a skalních svahů", ID projektu FR-TI1/546.

Vyhodnocení stability dle RSR: stav havárie

| | | | | |
|---------------|---------------|-------------------------|-----------------------|--------------|
| stabilní stav | stav bdělosti | stav podmíněčně labilní | kriticky labilní stav | stav havárie |
|---------------|---------------|-------------------------|-----------------------|--------------|

Orientační součtově RSR: 58 bodů.

Vyhodnocení míry rizika: Střední riziko

| | | |
|----------------|---------------------|---------------------|
| Střední riziko | Velmi vysoké riziko | Nepřijatelné riziko |
|----------------|---------------------|---------------------|

| Analýza stavu | | |
|--|---|------------|
| Výška skalního svahu | 3 až 8 m | RSR: +2 b. |
| Sklon svahu | 35° až 50° | RSR: +2 b. |
| Geomorfologická stavba | skalní svah je od patysklonové členitý s přímým přechodem do polaskalního až zemního svahu, horní hrana svahu není zřetelná | RSR: +9 b. |
| Základní popis stavu masivu | skalní masiv je celistvý jen v lokálním rozsahu, má laplošné zastoupení významných poruchových partií | RSR: +5 b. |
| Sklon hlavních odlučnicích ploch | systém odlučnicích je ukloněn -15° až -75° do svahu | RSR: +3 b. |
| Průměrná vzdálenost ploch odlučnicích | 75 až 250 mm, s výrazným sekundárním systémem odlučnicích | RSR: +5 b. |
| Četnost opadávání | pravidelné – po zimním období a po vydatných srážkách | RSR: +7 b. |
| Expozice svahu | Expozici typ 4 - teple | RSR: +9 b. |
| Rozrušující vliv vegetace | husté porostle náletem a křovinami, větší část skalního masivu je dokumentovatelná | RSR: +5 b. |
| Vodní a křivita | bez viditelného projevu, lokálně či plošně vlhké, v zimě za mrazů v puklinách bez projevu na povrchu | RSR: +2 b. |
| Vzdálenost paty stěny od ohrazeného prostoru | méně jak 1,5 m | RSR: +9 b. |

| Riziková analýza | |
|--|---|
| Typ ohrazeného prostoru | objekty dopravních tras – silnice II. a III. třídy, místních a účelových komunikací |
| Charakteristický typ pohybu | opadávání – skupina gravitačního transportu po šikmé ploše či volným pádem |
| Riziko ohrožení lidského zdraví | omezené |
| Riziko ohrožení majetku – silnice II. a III. třídy | omezené |
| Množství rozvalného materiálu | řícení nadměrného rozsahu cca do 2,5 m ³ |
| Lokace zdrojové výšky oblasti | vysoká lokace |

**Toto je pouze základní vyhodnocení**

Podrobnější informace jsou k dispozici v programu Nemeton 2013.

Příloha 6 – Vyhodnocení v programu NEMETON 2013 (skalní objekt č. 7)

6. 8. 2018

Rychlé vyhodnocení: Hostim u Berouna

Výstup systému NEMETON 2013

Tiskem 6. srpna 2018

**NEMETON 2013****DOKUMENTAČNÍ LIST RYCHLÉHO VYHODNOCENÍ**

| Základní údaje o projektu | | | |
|---------------------------|--------------------|----------------------|---------------|
| ID | 1132 | Datum zpracování | 6. srpna 2018 |
| Název | Hostim u Berouna | | |
| Lokalita | Hostim u Berouna | | |
| Stavba | Skalní objekt č. 7 | Sektor | |
| Délka skalního svahu | 73 m | Výška skalního svahu | 7 m |

Tento projekt byl realizován za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Ministerstva průmyslu a obchodu – v rámci projektu "Výzkum a vývoj - tvorby systematizace bezpečných, spolehlivých a ekonomicky optimálních opatření pro sanace skal a skalních svahů", ID projektu FR-TI1/546.

Vyhodnocení stability dle RSR: stav podmíněčně labilní

| | | | | |
|---------------|---------------|--------------------------------|-----------------------|--------------|
| stabilní stav | stav bdělosti | stav podmíněčně labilní | kriticky labilní stav | stav havárie |
|---------------|---------------|--------------------------------|-----------------------|--------------|

Orientační součtové RSR: 56 bodů.

Vyhodnocení míry rizika: Střední riziko

| | | |
|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Střední riziko | Velmi vysoké riziko | Nepřijatelné riziko |
|-----------------------|---------------------|---------------------|

| Analýza stavu | | |
|--|--|------------|
| Výška skalního svahu | 3 až 8 m | RSR: +2 b. |
| Sklon svahu | 50° až 75° | RSR: +3 b. |
| Geomorfologická stavba | skalní svah je od paty sklonově členitý s přímým přechodem do polaskalního až zemního svahu, horní hrana svahu není zřetelná | RSR: +9 b. |
| Základní popis stavu masivu | skalní masiv je celistvý jen v lokálním rozsahu, má plošné zastoupení významných poruchových partií | RSR: +5 b. |
| Sklon hlavních adlučních ploch | systém adlučnosti je ukloněn +15° až +75° ze svahu | RSR: +9 b. |
| Průměrná vzdálenost ploch adlučnosti | 75 až 250 mm, s výrazným sekundárním systémem adlučnosti | RSR: +5 b. |
| Četnost opadávání | pravidelné – po zimním období a po vydatných srážkách | RSR: +7 b. |
| Expozice svahu | Expoziční typ 1 - studený | RSR: +2 b. |
| Rozrušující vliv vegetace | vegetaci porostlé v lokálním rozsahu, či část plochy skalního masivu porostlé křovinami a drobným náletem | RSR: +3 b. |
| Vodní aktivita | bez viditelného projevu, lokálně či plošně vlhké, v zimě za mrazu v puklinách bez projevu na povrchu | RSR: +2 b. |
| Vzdálenost paty stěny od ohrazeného prastoru | méně jak 1,5 m | RSR: +9 b. |

| Riziková analýza | |
|--|---|
| Typ ohrazeného prastoru | objekty dopravních tras – silnice II. a III. třídy, místních a účelových komunikací |
| Charakteristický typ pohybu | opadávání – skupina gravitačního transportu po šikmé ploše či valným pádem |
| Riziko ohrožení lidského zdraví | omezené |
| Riziko ohrožení majetku – silnice II. a III. třídy | omezené |
| Množství rozvolněného materiálu | řícení nadměrného rozsahu cca do 2,5 m ³ |
| Lokace zdrojové výšky oblastí | vysoká lokace |

**Toto je pouze základní vyhodnocení**

Podrobnější informace jsou k dispozici v programu Nemeton 2013.