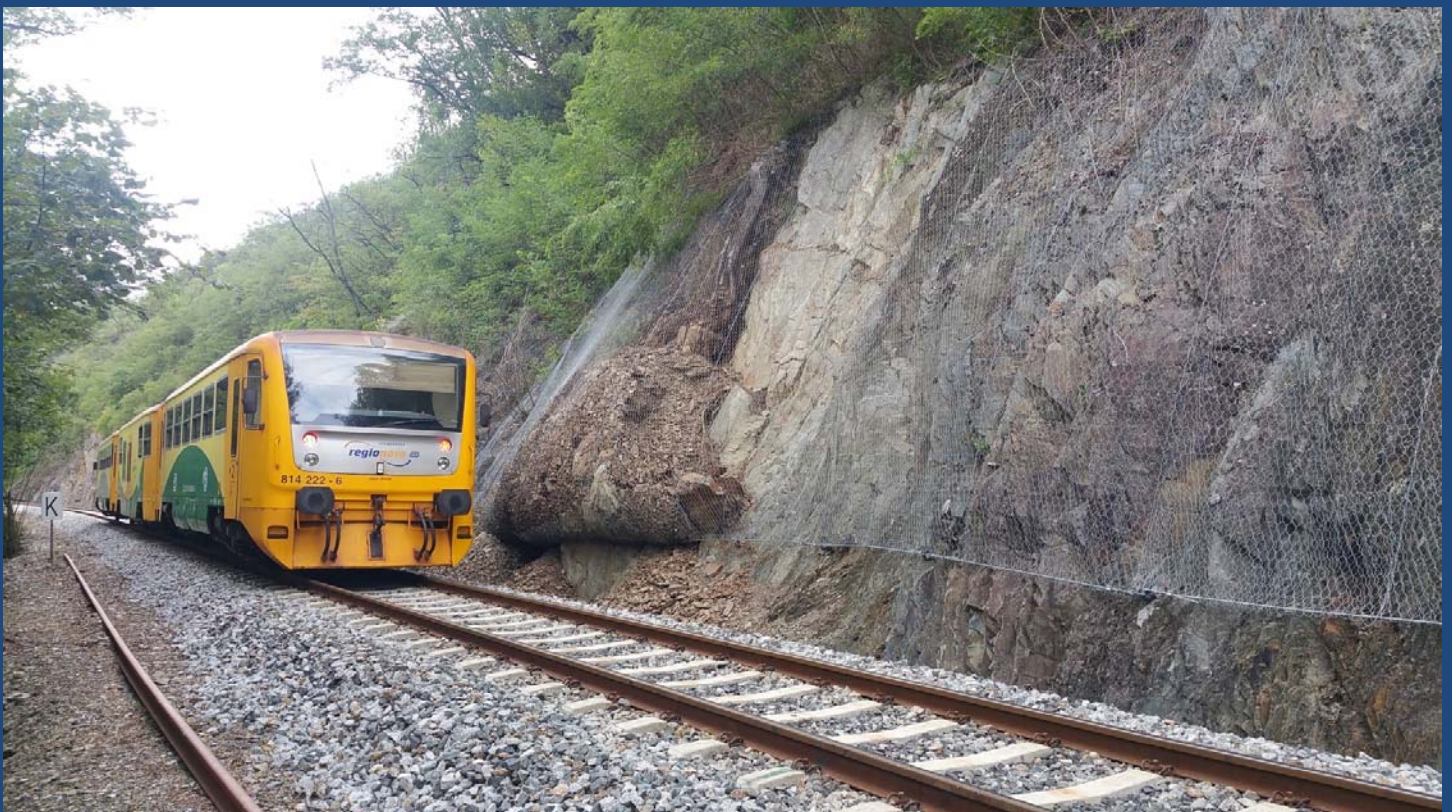


ROCK SLOPE RATING RISK CLASSIFICATION

Stanislav Štábl



Věnováno mým dětem.

vydavatel SG-GEOPROJEKT, spol. s r.o.

2022

METODIKA PRO HODNOCENÍ STAVU SKALNÍCH SVAHŮ

KOMENTÁŘ K OBECNÉMU ROZSAHU A POUŽITÍ METODIKY

ROCK SLOPE RATING RISK CLASSIFICATION

Revidované vydání 2022

Zpracováno v programu Nemeton 2013, který byl realizován za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Ministerstva průmyslu a obchodu - systematizace sanací skal a skalních svahů - www.nemeton2013.cz

Tento materiál vznikl za podpory MPO v rámci projektu FV30153 Vývoj pasportizačního a monitorovacího systému pro správu geotechnických rizik.

Autor:

Stanislav Štábl

OBSAH

1. Filosofie a oblast použití	5
1.1 Hodnotící přístupy	6
1.2 Metodika Rock Slope Rating	6
1.3 Výzkum a vývoj v oblasti skalních svahů	7
2. Vymezení základních pojmů	8
2.1 Základní pojmy a definice	8
2.2 Hlavní geotechnická skupina	8
3. Základní specifikace metodiky	12
3.1 Konceptce Rock Slope Rating	12
3.2 RSR – hodnocení stavu	12
3.3 RSR – pr – point rating	13
4. Hodnotící kritéria	14
4.1 Generelní sklon svahu	14
4.2 Výška skalního svahu	14
4.3 Geomorfologická stavba	15
4.4 Základní popis stavu masívu	15
4.5 Průměrná vzdálenost ploch odlučnosti masívu	16
4.6 Sklon ploch odlučnosti	17
4.7 Vodní aktivita	17
4.8 Expozice skalního svahu	18
4.9 Rozrušující vliv vegetace	18
4.10 Četnost opadávání	18
4.11 Vzdálenost paty svahu od ohroženého prostoru	19
4.12 Bodové třídy hodnocení	20
4.13 Výpočtová metoda pro hodnocení stavu	20
4.14 Risk Classification - riziková klasifikace	21
4.15 Klasifikace míry rizika	22
4.16 Rizikové faktory přímé	23
4.17 Rizikové faktory nepřímé	24
4.18 Rizikové faktory - Ohrožení lidského zdraví	25
4.19 Rizikové faktory - Ohrožení majetku	25
5. Faktoriální tabulka a hodnocení in-situ	28
6. Literatura:	29
7. Internetové zdroje:	29
8. Seznam zkratk:	29
9. Rejstřík:	29

1. Filosofie a oblast použití

Skalní řízení lze charakterizovat jako skupinu svahových deformací, které se nejčastěji projevují v prostředí skalních až poloskalních hornin. Projev skalního řízení – svahové deformace má nejtýpější charakter jako gravitační transport fragmentů po predisponovaných plochách či volný pád fragmentů.

Geotechnika je obor velmi silně spjatý s mírou odborných zkušeností řešitele. Jedná se o obor, který klade velký důraz na interakci stavební konstrukce a přírodního prostředí. Pro specializovaný obor skalních a poloskalních svahů to platí obzvláště. Chování skalního svahu je závislé na širokém spektru přírodních a antropogenních činitelů, které se zpravidla doplňují a ovlivňují. Mnohdy nepatrné vazby mezi jednotlivými vlivy může posoudit jen zkušený geolog – geotechnik. Pro laickou a širokou odbornou veřejnost je tak velmi problematické hodnotit specifika skalních řízení a často je hodnocení stavu skalních svahů poznamenáno nezkušeností, malou hloubkou poznání problematiky či předsudky.

Česká republika je svou geologickou stavbou velmi členitá a během rozvoje urbanizace a dopravní infrastruktury došlo, a doposud dochází, stavební činnosti k silnému zásahu do horninového prostředí. Velmi často musí skála ustoupit. Skalní - horninové prostředí sice patří do neživé části přírody, ale mnohdy se vlivem exogenních a antropogenních vlivů dává do pohybu a hlásí se o pozornost. Většina staveb v České republice a zvláště pak těch dopravních, byla realizována v 19. a 20. století. Mnohé zásahy do horninového masívu nebyly realizovány s dlouhodobým zajištěním bezpečnosti na těchto stavbách či byl zásadně podceněn vliv dlouhodobé péče o skalní svahy. V poslední době je možné pozorovat, i s přispěním výraznějších klimatických výkyvů, rasantní rozvoj degradace skalních svahů a stěn, které jsou v přímé vazbě nejen na dopravní stavby, ale také na občanskou a průmyslovou výstavbu.

Právě současný trend rozvoje a modernizace infrastruktury, ale také i větší rozsah komerční výstavby, velmi často koliduje se skalními svahy. Ve značné většině této interakce stavební činnosti se nacházíme v prostoru skalních svahů zřízených před více jak 75 lety a významná část skalních svahů je z dob před rokem 1910. U dopravních staveb do konce šedesátých let minulého století u většiny skalních svahů probíhala údržba pomocí „skalních čet“. Z archivních snímků a dokumentace je zřejmé, že činnost skalních čet probíhala systematicky a rozsahu základní údržby skalních svahů a průběžném odstraňování náletové vegetace a zvětralých částí. Bohužel činnost těchto čet byla ukončena a velmi dlouhou dobu se péče o skalní svahy stala jen velmi okrajovou záležitostí. V rámci dopravních a podzemních staveb došlo k postupné tvorbě norem, hodnotících a dokumentačních postupů, avšak pro specializovanou oblast skalních svahů byly tyto postupy jen velmi ojediněle přejímány ze

zahraničí, či docházelo povětšinou k subjektivnímu hodnocení odborníků z dané oblasti.

Za posledních 10 let však došlo ke značné změně přístupu všech účastníků a to hlavně z důvodů změn v legislativě, rozšíření dotačních a investičních titulů na rozvoj a modernizaci železničních a pozemních staveb. Ale velmi zásadní v tomto se také stala významná změna ve vnímání rizika a právní odpovědnosti za bezpečnost provozu a ochrany zdraví a majetku ve vazbě se skalními svahy. Změna právního statusu nastala hlavně po rozhodnutí soudu ve věci zajištění skalního masívu nad silnicí I/62 v městě Hřensko. Na výjezdu z města směr hranice SRN došlo v říjnu 2009 k masivnímu řízení bloku, který významně blokoval průjezd po této komunikaci. Až na základě soudního sporu a určení právní odpovědnosti Nejvyšším soudem, došlo k sanaci a obnovení provozu v roce 2013. Od tohoto, velmi komplikovaného případu, došlo k významnému posunu vnímání rizika skalního řízení a hlavně ohrožení zdraví a majetku.



Obrázek 1: Řízený blok na silnici I/62 ve Hřensku v roce 2009, objem cca 10 m³, doba omezení provozu 3,5 roku, (Z. Vařilová, Správa NPČŠ)

Na základě tohoto vývoje stavu bylo ze strany příslušných ministerstev (MPO, MD) přistoupeno k zadání systematizace přístupu sanace skalních svahů. Cílem tohoto přístupu je sjednocení, optimalizace a objektivizace ve vazbě na dokumentaci, hodnocení, klasifikaci geohazardu skalního řízení. Tento přístup byl ze strany zadavatelů koncipován pro možnost širokého nasazení jak odbornou veřejností, tak i laickou „poučenou“ veřejností pro možnost systematicky plánovat, hodnotit a připravovat aktivity vedoucí ke snížení rizika skalního řízení a minimalizovat dopad přímých a nepřímých škod skalních řízení.

Pro splnění cíle bylo nutné tedy najít či vytvořit hodnotící systém efektivně aplikovatelný na území České republiky a splňující požadované parametry zadání. Z obecného zadání vyvstala také podmínka pro definici takového hodnotícího přístupu, který by byl objektivní při použití různými hodnotiteli, bez přímé nutnosti provádět při hodnocení rizika skalního řízení odběr vzorků či provádět rozsáhlý podrobný geotechnický průzkum.

1.1 Hodnotící přístupy

Dosavadní hodnotící či klasifikační přístupy využívají širokou škálu hodnocení stavu a rizikovosti – vědeckou či empirickou, ale žádná metodika není v naší republice plně odborně využívána či není široce akademicky podpořena. Důvodem tohoto značně nejednotného, nesystémového stavu jsou v širším vztahu značně neověřené přístupy, které jsou často přejímány ze zahraničí nebo nedisponují dostatečnou odbornou podporou a ověřením.

V naší praxi se nejčastěji používají klasifikační – hodnotící systémy RQD (Rock Quality Designation), metodika SMR (Slope Mass Rating), která je doplněním a rozšířením metodiky RMR (Rock Mass Rating). V praxi je možné se setkat ještě s dalšími metodikami a způsoby klasifikace a hodnocení stability skalních svahů, avšak v tomto dokumentu jsou uvedeny jen ty nejčastěji používané. Jejich porovnání a efektivita bude řešena v dalších částech této publikace.

Stávající metodické přístupy velmi úzce spojují hodnocení stavu skalních svahů a hodnocení míry rizika – dopadů na charakter ohroženého prostoru. Či zahrnují hodnotící a klasifikační přístupy z jiných geotechnických příbuzných a specializovaných oborů a jejich objektivita a použitelnost je tak v praxi omezena či nejednoznačná.

1.2 Metodika Rock Slope Rating

Pro zajištění bezpečnosti staveb v blízkosti skalních svahů bylo s ohledem na nové trendy v investiční přípravě nutné přehodnotit dosavadní přístupy. Stávající stav dlouhodobě vyžaduje jednotný přístup pro dokumentaci a popis skalních svahů v rámci geotechnického průzkumu, projektovou přípravu a legislativní podklady. Tento přístup se zvyšujícími požadavky také významně ovlivňuje i stav postupného zavádění BIM systémů do stavební praxe a elektronická evidence stavební činnosti obecně. Jako základní kámen pro sjednocení hodnocení a popisu stavu skalních svahů byla v letech 2010 – 2013 vytvořena metodika pro hodnocení stavu skalních svahů – metodika s názvem Rock Slope Rating – Risk Classification. Má za cíl sjednotit přístup pro zajištění bezpečnosti ve vztahu ke stabilitě skalních stěn a svahů v České republice.



Obrázek 2: Vizualizace členění České republiky na geotechnické územní celky - skajony

V rámci výzkumného projektu FR-TI1/546, – „Systematizace v přístupu sanace skalních svahů“ byla v letech 2010 - 2013 specifikována kritéria a základní filosofie pro hodnocení stavu skalních svahů. Skalní řízení může například na koridorové železniční trati způsobit výraznější hospodářské škody a újmy na životech účastníků provozu, než modelově stejné skalní řízení, ke kterému hypoteticky dojde u účelové místní komunikace. Míru rizika a hodnocení stavu skalního svahu je tak nutné vyšetřovat zvlášť, avšak v konečném důsledku hodnotit jako jeden celek. Je nutné hodnotící systém přizpůsobit osobitým podmínkám naší republiky a to i ve vazbě na ohrožené stavební konstrukce a s nimi spojený bezpečný provoz a užívání.

Metodika Rock Slope Rating má za cíl doplnit a rozšířit odborný prostor v řešení problematiky skalních svahů a sjednotit hodnocení stavu skalních svahů. Vyhodnocení stavu skalních svahů je nutné provádět na základě jasně definovaných obecných kritérií tak, aby bylo možné jejich objektivní posouzení, a aby byly eliminovány tendenční vazby na podhodnocení či přecenění situace. V době, kdy většina komerčních společností disponuje velkým počtem certifikovaných postupů v rámci norem ISO, ve stavební praxi jsou zavedeny normativní postupy a konkrétně definované technologické postupy, je nutno sestavit vzorový postup jako podklad pro legislativně závazný předpis hodnocení stavu skalních svahů.

Základ metodiky RSR-RC vychází z popisu skalního svahu na základě obecných a na místě vizuálně zjištěných charakteristik, bez nutnosti podrobné geologické a geotechnické dokumentace zkoušek či odběru vzorků. Metodika RSR-RC je svým pojetím určena zvláště pro předběžný průzkum, pro specifickou část podrobného a doplňkového průzkumu a také pro potřeby projektové přípravy sanace a stabilizace skalních svahů. Cílem metodiky RSR-RC je tak zpřístupnit možnost základního hodnocení stavu skalního svahu přímo na místě, bez nutnosti využití odběru vzorků, geodetického měření, matematických výpočtů, dlouhodobého monitoringu či dalších náročných metod, které mohou akutnost a specifčnost řešeného problému posunout za hranice přijatelného rizika a obecné odpovědnosti.

Metodika RSR-RC popisuje obecnou povahu skalního svahu k náchylnosti k inicializaci skalního řízení na základě popisných faktorů. Pomocí metodiky RSR-RC je s dokumentací dalších parametrů skalního svahu možné, na základě vyhodnocení systémem NEMETON 2013, určit i základní rozsah případných nezbytných a navazujících sanačních opatření a přístupů.

Metodika pro hodnocení stavu skalních svahů se následně v letech 2014 – 2021 stala základním pilířem pro systematizaci přístupu v řešení problematiky sanace skalních svahů na území České republiky. Metodika byla vytvořena na základě empirických a praktických zkušeností s modifikací pomocí matematického modelování a matematických analýz pravděpodobnosti.

Metodika RSR-RC byla vytvořena pro základní hodnocení stavu skalních svahů jako celku. Je jen omezeně použitelná pro vyšetření stavu stability jednotlivých bloků či lokálních skalních výchozů. U dílčích celků je už nezbytná přítomnost zkušeného odborníka v oborech geologie – geotechnika. Součástí metodiky RSR-RC je také riziková klasifikace – Risk Classification, která byla vytvořena současně jako další celek souhrnné metodiky RSR-RC pro koncepční hodnocení stavu skalních svahů z hlediska rizikového vývoje škod a přímých dopadů skalního řícení.



Obrázek 3: Nezajištěný skalní masiv ze silně narušených erlanů nad silnicí I/14 v Rokytnici nad Jizerou

1.3 Výzkum a vývoj v oblasti skalních svahů

Tento komentář přímo navazuje za vydaný základní komentář metodiky Rock Slope Rating – Risk Classification, který byl vydán v roce 2013 po dokončení výzkumného projektu FR-TI1/546. V této publikaci tak dochází k významnému doplnění a rozšíření komentáře metodiky. Rozšíření a doplnění je vyvoláno dalším navazujícím výzkumem a vývojem v letech 2014 – 2021. V tomto období došlo dalšímu popisu, dokumentaci a vyhodnocení více jak 1500 lokalizovaných úseků skalních svahů v České republice. Díky stále probíhajícímu výzkumu a vývoji v této problematice, je možné stále optimalizovat metodiku RSR-RC, zefektivňovat uživatelské přístupy, hodnotící popisná kritéria a hlavně objektivizovat a zpřesňovat systém NEMETON 2013. Významný posun nastal u definice kvantifikace a klasifikace rizika u hlavních rizikových skupin.

Zpracovaný základní metodický přístup a klasifikace výrazně usnadňuje přístup investorů, odborných posuzovatelů a projektantů v jednotném systému vyhodnocení stavu skalních svahů. Vyšetření stavu skalního svahu je tak možné objektivně posuzovat. Znalci a projektanti se mohou opírat o kvantifikované hodnocení a investorům je dán nástroj pro objektivní vyhodnocení rizikovitosti. Výrazně se tak omezí možnost podcenění, či přecenění stavu skalních svahů a vyhodnocené míry rizika. Zásadně se tak umožní zefektivnit sanační přístupy a vynaložené náklady na zajištění bezpečnosti.

Zadavatelům odborného posouzení tak je dán do rukou podklad pro zadání a specifikaci jednotného přístupu hodnocení stavu skalních svahů. Doposud bylo možné

obdržet od různých zpracovatelů velmi rozdílná hodnocení. Často je odborníky vyhodnocen stav skalních svahů jako havarijní bez možnosti objektivního posouzení.

Prvotní myšlenka zadání systematizace přístupu sanace skalních svahů byla zpřístupnění hodnocení stavu skalních svahů širší veřejnosti. Zvláště pro správce komunikací, projektantům, investorům a orgánům státní správy. Ačkoli původní cíle výzkumného projektu FR-TI1/546 v roce 2013 plně splnila tyto cíle, praxe ukázala, že konečná odpovědnost za objektivní a odpovědné hodnocení skalních svahů spadá pouze do rukou odborné veřejnosti. Metodika Rock Slope Rating v rukou širší veřejnosti je spíše informativní a nelze její použití považovat za způsobilé a objektivní.

V rámci navazujícího výzkumu a nasazení v praxi v letech 2014 – 2020 došlo k dalšímu postupu poznání a ověření efektivnosti a aplikovatelnosti metodiky RSR. Z filozofického hlediska došlo k vytvoření nástroje, kterým je možné rychle a efektivně základně popsat a hodnotit skalní svahy. Metodika nemá za cíl nahradit jiné, již ověřené a zavedené průzkumné a dokumentační metody, a z podstaty metodiky to ani není možné. Metodika, díky své koncepci, nejde významně do hloubky a struktury masivu. Nehodnotí přesně strukturní pevnost masivu. Nepopisuje podrobně puklinový systém skalního svahu, jeho genezi apod. Metodika tak může být pouze součástí předběžného průzkumu skalních a strmých svahů, či jako doplňkový způsob hodnocení stavu skalního svahu v rámci podrobného či doplňkového geotechnického – inženýrskogeologického průzkumu.

V rámci stále probíhajícího výzkumu došlo k úpravě a vhodnější specifikaci vybraných popisných kritérií a jejich variant. Na základně řízeného modelového terénního průzkumu s nasazením metodiky RSR pro dokumentaci 10 určených skalních svahů. Dokumentace byla prováděna skupinou „odborníků“ a skupinou „laiků“. Následně došlo na základě statistického vyhodnocení k optimalizaci a vymezení prvků nasazení metodiky Rock Slope Rating. Bylo možné tak další vymezení použitelnosti metodiky pro pasportizaci, doplňkový postup v rámci podrobného a doplňkového průzkumu a také jako efektivní nástroj pro pravidelnou revizi a dokumentaci skalních svahů.

Je tak vytvořen nástroj pro efektivnější, objektivnější dokumentaci skal v rámci předprojektové, projektové přípravy, v rámci pravidelné údržby skal a strmých svahů a v rámci souvisejících geotechnických činností. Jedná se o nástroj, který je však nutné používat vhodně, na základě odborné způsobilosti. Jedná se o nástroj, který je schopen na místě rychle a objektivně vyhodnotit stav skalního svahu a to i s ohledem na dlouhodobé sledování skalních svahů. Jedná se o nástroj, který sjednocuje přístup při dokumentaci skalních svahů a umožňuje poměrně široké nasazení.

2. Vymezení základních pojmů

Základní pojmy jsou definovány nejen pro potřeby tohoto komentáře v rámci problematiky strmých a skalních svahů ve vazbě na zajištění bezpečnosti cílových skupin Správy železnic, s.o., Ředitelství silnic a dálnic, všech Správ údržby silnic a dalších dotčených subjektů ohrožených skalním řícením či klasifikovaným geotechnickým rizikem. Základní pojmy jsou definovány rovněž pro související a navazující dokumenty technických norem, předpisů a pokynů, jimž je tato publikace zdrojovým dokumentem. V některých aspektech se mohou názvy, slovní hodnocení či technické popisy shodovat s jinými stavebními obory, avšak v rámci tohoto komentáře a souvisejících dokumentů se jedná o popisy a definice pro hlavní oblast předmětu zájmu této publikace pro projektování, realizaci a kontrolu sanací skalních a strmých zemních svahů.

2.1 Základní pojmy a definice

Průzkum – souvislá dokumentační činnost pro zjištění dostupných informací o hodnoceném území v povaze k řešenému účelu. V rámci projektové a stavební činnosti může být prováděn průzkum dendrologický, geodetický, botanický, archeologický, hydrogeologický apod. Geotechnický průzkum pro potřeby dokumentace stávajících skalních a strmých svahů není jednoznačně normativními dokumenty (předpisy) úplně definován. Nezaměňovat inženýrsko-geologický průzkum a geotechnický průzkum. Rozsah průzkumných prací pro projektovou přípravu, inženýrskogeologický průzkum se řídí např. TP 76.

Pasportizace – základní rychlá dokumentace skalních a strmých svahů pro zhodnocení základních popisných kritérií a vyhodnocení geotechnických rizik. Vyhodnocení pasportu pro každou lokalitu dle pasportizačního listu se souborovým vyhodnocením a přehledem pro řešení území. Jedná se o nedestruktivní zhodnocení, pouze se základním zjištěním popisu skalního svahu a základních popisných kritérií. Pasportizace svým rozsahem a zaměřením spadá do etapy orientačního či předběžného průzkumu. Pasportizace nenahrazuje svým rozsahem vyšší stupně etap průzkumných prací, (MPSS, TP76).

Generel – souborové popisné vyhodnocení pasportizace území či liniové stavby s odborným popisem řešené problematiky, definice konceptu řešení s vyhodnocením geotechnických rizik vzhledem k povaze a charakteru liniové stavby a území, specifikace omezení ve vazbě na polohu v chráněných územích s případným výskytem chráněných a zvláště chráněných druhů, jedná se o základní hodnocení stavu skalních svahů a hodnocení rizika a dokumentace ostatních geotechnických rizik – zemních sesuvů apod. v rámci etapy orientačního a předběžného průzkumu

Geotechnický průzkum – podrobná dokumentace lokálního území strmého svahu či skalního svahu dle povahy přípravných projektových prací. Geotechnický

průzkum je součástí podrobného či doplňkového průzkumu. Rozsah geotechnického průzkumu je dán normativně a upřesněn např. TP 76.

2.2 Hlavní geotechnická skupina

Svah – tvar zemního, poloskalního či skalního tělesa v určitém sklonu dle normových či lokálních geomorfologických stabilitních podmínek. Avšak definice svahu je poněkud celkově složitější a pro podrobnější popis a definici tvaru, sklonů svahů a geomorfologických struktur uvádí např. XX.

Skalní svah – svah tvořený horninovým masivem a jeho výchozy bez ohledu na úhel sklonu a morfologii. Svah s odkrytou částí horninového masivu, resp. souvislý skalní výchoz nebo svah se soustavou jednotlivých skalních výchozů masivu. Tedy celek tvořený výchozem skalního masivu bez rozlišení míry zvětrání, výšky a morfologie.



Obrázek 4: Pohled na výrazný skalní svah Zvolské homole nad silnicí II/1043 Vrané nad Vltavou - Praha po dokončení zajištění bezpečnosti, 2014

Strmý, zemní svah – tvar přirozeného či uměle zbudovaného zemního tělesa (zářezy, odřezy apod.) se sklonem větším než úhel vnitřního tření zeminy, může být tvořen zeminou či poloskalním svahem s převážně zvětralými polohami původní horniny či ojedinělými výchozy skalního masivu s hlinitým pokryvem, obvykle v úhlu sklonu 30° – 60°.



Obrázek 5: Oboustranný zářez tvořený strmými svahy, trať 149 Mariánské Lázně - Karlovy Vary, km 4,8, pohled směr M. L.

Zářez – svah, který vznikne významným odtěžením horniny do předepsaného či stabilně vyhovujícího profilu. Zemní těleso vzniklé vytěžením a odstraněním rostlé zeminy (horniny) do úrovně zemní pláně, zářez může být jednostranný či oboustranný.



Obrázek 6: Oboustranný zářez po modernizaci úseku trati 081 - Čeká Kamenice - Jedlová, pohled směr Jedlová

Odřez – svah, který vznikne lokálním odtěžením horniny do předepsaného či stabilně vyhovujícího profilu. Zemní těleso vzniklé vytěžením a odstraněním rostlé zeminy (horniny) do úrovně zemní pláně, odřez může být pouze jednostranný.



Obrázek 7: Levostranný odřez skalního masivu na trati 198 Strakonice - Volary, km 31,000, pohled směr Vimperk

Stabilita – u skalních svahů je nutno odlišit stabilitu skalního svahu jako celku a pak stabilitu jednotlivých blokových struktur a objektů. Jedná se o dvě zcela rozdílná hodnocení a nelze je zaměňovat ani slučovat. Na stabilním skalním svahu se může nacházet osamělý nestabilní blok (bloková struktura), či skalní masiv může mít znaky havarijního stavu bez jednoznačného výskytu samostatných labilních bloků. Stabilitou se v tomto případě hodnotí náchylnost k pravděpodobnému vývoji vedoucímu k řízení masivu či jednotlivých bloků.

Stupeň stability - poměr sil pasivních, které brání sesuvnému pohybu svahu (tření, koheze) k silám aktivním, které tento pohyb vyvolávají (síly tangenciální)(ČSN EN 1997-1), stupeň stability je vždy stanoven na základě autorizovaného geotechnického posouzení stabilitním výpočtem pro konkrétní profil a řešenou konstrukci a podmínky.

Stav stability – slovní hodnocení stavu skalního a strmého svahu jako celku, které vyjadřuje potenciál – pravděpodobnost vývoje nestability a skalního řízení. Hodnocení stavu stability je hodnoceno v rámci metodiky Rock Slope Rating – Risk Classification. Stav stability je rovněž vyhodnocen v rámci metodiky RSR-RC bodovou stupnicí RSR-pr, více v kapitole 2 a 3.

Hornina – zpevněná heterogenní zpevněná i nezpevněná přírodní látka, která tvoří zemskou kůru. Skládající se z jednoho či více různých minerálů. Původ horniny je magmatický (vyvřelý), sedimentární (usazené) či metamorfní (přeměněné). V rámci staveb v České republice se setkáváme s horninami všech typů, pevnosti a míry zvětrání.



Obrázek 8: Příklad hornin skalních masivů, zleva granodiority Dolní Kounice, prachovce - břidlice Měchenice a pararuly Chrástice, horniny ve vyšším stupni zvětrání

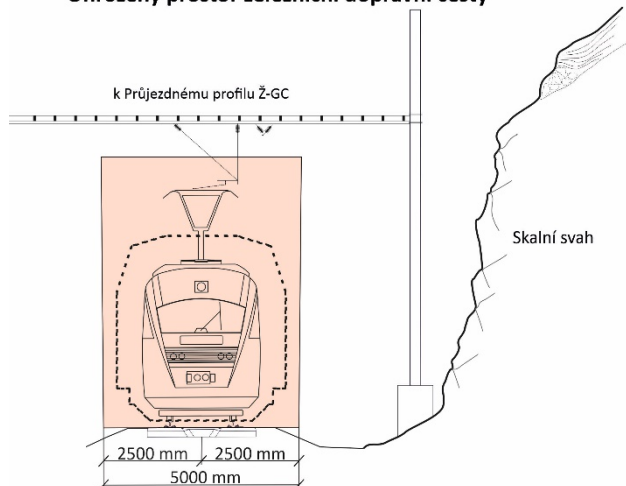
Zemina – nezpevněná látka tvořící značnou část zemského povrchu. Zemina je charakterizována hlavně úhlem vnitřního tření, kohezí, ulehlostí, konzistencí a směrnou normovou charakteristikou. Podrobná definice zeminy je uvedena také v ČSN EN ISO 14688-1 a 14689-1.

Ohrožený prostor – obecný prostor, který je ohrožen skalním řízením či jeho doprovodnými projevy. Jedná se o prostor, ve kterém může dojít k ohrožení lidského zdraví, ohrožení majetku, či ohrožení turistických, kulturních a historických památek. U každé skupiny rizikových skupin se však jedná o zcela odlišný rozsah hodnoceného prostoru.

Železniční dopravní cesty – ohrožený prostor je definován jako obrys základního obrazce tvaru obdélníku v rovině kolmé k ose koleje, který vymezuje prostor bezprostředně související s bezpečným a neomezeným pohybem vlakových souprav, svislice obrazce jsou umístěny 2,5 m od osy koleje, horní část obrazce je vymezena výškou 7,35 m nad TK. Velikost ohroženého prostoru je příčným

uspořádáním trati ve vazbě na geomorfologickou stavbu skalního či strmého svahu. Do ohroženého prostoru trati nespadá širší prostor trati jako např. stezka, příkop apod., pádem skalního bloku (fragmentu) do příkopu či pouze na stezku nedojde k ohrožení ani omezení provozuschopnosti trati, vymezený ohrožený prostor trati nelze účelově měnit, zvětšovat ani přizpůsobovat

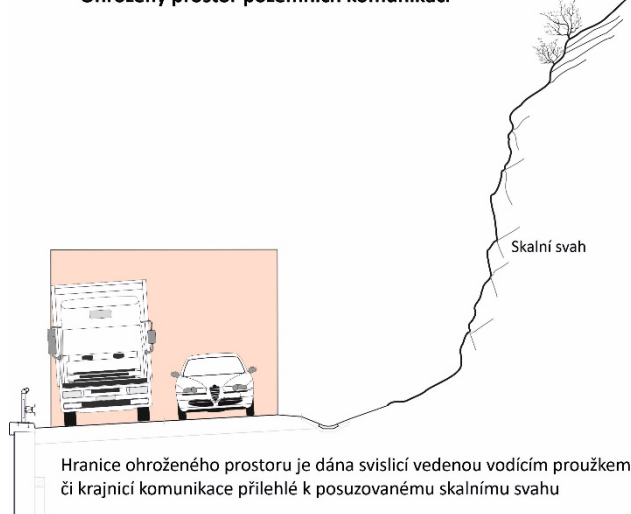
Ohrožený prostor železniční dopravní cesty



Obrázek 9: Vymezení ohroženého prostoru ve vazbě na uspořádání tratí Správy železnic, s.o.

Pozemní komunikace - ohrožený prostor je definován jako obrys základního obrazce tvaru obdélníku v rovině kolmé k ose komunikace, který vymezuje prostor bezprostředně související s bezpečným a neomezeným pohybem vozidel na komunikaci. Krajní hranice ohroženého prostoru je vymezena vodorovným vodícím proužkem či krajnicí komunikace. Velikost ohroženého prostoru je příčným uspořádáním komunikace ve vazbě na geomorfologickou stavbu skalního či strmého svahu.

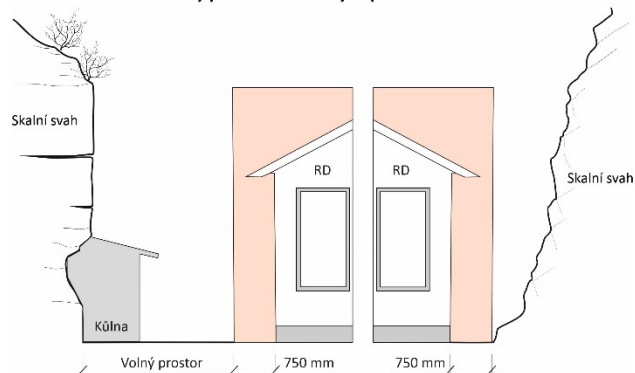
Ohrožený prostor pozemních komunikací



Obrázek 10: Vymezení ohroženého prostoru ve vazbě na uspořádání pozemních komunikací ve správě ŘSD a SÚS

Občanské stavby – zahrnují veškeré pozemní objekty v majetku státu, krajů, měst, obcí a státních organizací a dále komerčního sektoru a občanského sektoru. Ohrožený prostor je tak definován jako obrys linie objektu ve vzdálenosti max. 0,75 m od předmětného objektu tvaru obdélníku, který vymezuje prostor bezprostředně související s bezpečným a neomezeným pohybem osob a evidovanou pozicí pozemních objektů pevně spojených se zemí základovou konstrukcí.

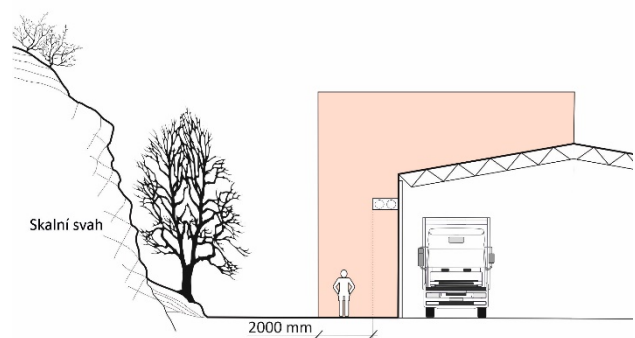
Ohrožený prostor občanských pozemních staveb



Obrázek 11: Vymezení ohroženého prostoru ve vazbě na uspořádání občanských staveb

Komerční stavby – zahrnují veškeré pozemní objekty s komerčními, průmyslovými či energetickými provozny. Ohrožený prostor je tak definován jako obrys linie objektu ve vzdálenosti max. 2,00 m od svislice vnějšího okraje objektu či vedení klíčových inženýrských a resp. energetických sítí. Ohrožený prostor tak vymezuje prostor bezprostředně související s bezpečným a neomezeným pohybem osob a nepřerušným provozem komerčních, průmyslových či energetických objektů. Mezi tyto typy objektů mohou být řazeny i trasy produktovodů či vodních tras a děl.

Ohrožený prostor komerčních staveb

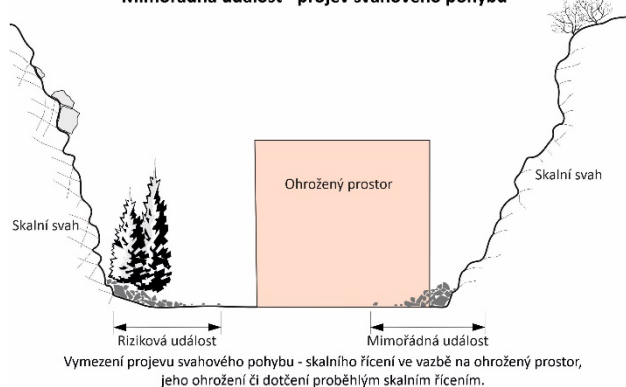


Obrázek 12: Vymezení ohroženého prostoru ve vazbě na uspořádání komerčních staveb

Mimořádná událost – projev svahového pohybu v podobě opadu, řícení, sesuvu, opad – řícení ze skalního svahu v jakémkoli rozsahu, sesuv u strmých zemních svahů. Projev svahové nestability je taková mimořádná událost, která svým rozsahem a vývojem postihne ohrožený prostor a jeho bezprostřední okolí. Vlivem mimořádné události však nemusí dojít k přímo ohrožení či omezení bezpečnosti v ohroženém prostoru. O mimořádnou událost se nejedná,

pakliže ke svahovému pohybu a jeho projevům, dojde mimo *ohrožený prostor* a bezprostřední okolí.

Mimořádná událost - projev svahového pohybu



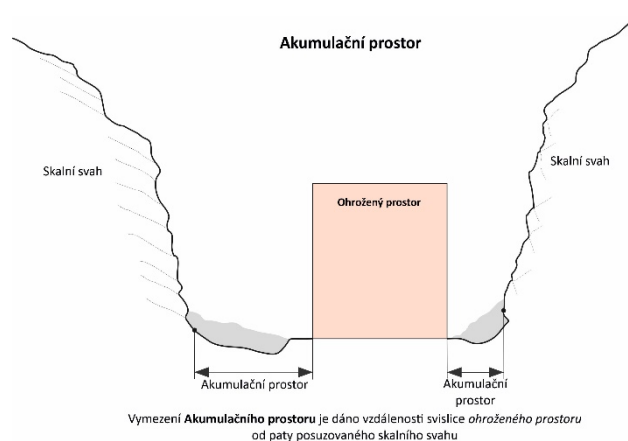
Obrázek 13: Vymezení mimořádné události

Skalní objekt nebo **objekt** – skalním objektem lze nazývat výchoz skalního masivu či osamělé těleso tvořené horninou, které se vymezuje celkovému charakteru okolního terénu. Jedná se o individuální geomorfologicky výrazný skalní výchoz (útvár) nebo objekt, který je součástí skalního masivu či výchozu a lze jej vizuálně vymezit jako jednotlivé těleso(a). Velikostně je relativně menší k celku řešeného svahu. U souvislých skalních masivů se může jednat o blok o velikosti v řádu 0,5 – 10 m³ u skalních stěn jako jsou například Labské pískovce tak můžeme dokumentovat objekty velikosti v řádu XXX m³.



Obrázek 14: Pohled na objekt Žlebské jehly (1400 t – cca 700 m³) nad údolím Labe, Dolní Žleb, trať Děčín hl. n. - státní hranice SRN, stav bloku před jeho následnou stabilizací v roce 2014

Akumulační prostor – volný prostor mezi patou svahu a *ohroženým prostorem*, kde může být díky místním poměrům umožněna cílená a řízená akumulace opadu fragmentů rozvolněného materiálu, bez možnosti omezení a ohrožení bezpečnosti provozu na dopravní cestě či v blízkosti pozemních objektů.



Sanační opatření – technický zásah ve skalním či strmém svahu, který vede ke snížení rizika vzniku mimořádné události a vede ke snížení hodnoceného stavu stability dle RSR-RC, technický zásah může být trvalý či dočasný.

Základní sanační zásah – zásah vedoucí ke snížení rizika vzniku mimořádné události a ke snížení hodnocení stavu stability dle RSR-RC. Jedná se o zásah ve většině či v plném rozsahu plochy předmětného skalního svahu. Tento druh zásahu nestabilizuje skalní svah a nedochází k instalaci technických opatření, základní sanační zásah je proveden v rozsahu odstranění narušující vegetace, očištění skalního svahu a odstranění labilních, uvolněných či nestabilních skalních objektů.



Obrázek 16: Pohled na skalní odřez u trati 042 - v úseku Poniklá - Jablonec nad Jizerou, km 14,3 - 14,4, nahoře před základním sanačním zásahem 2016, dole po základním sanačním zásahu 2016

Část 1 – metodika Rock Slope Rating

3. Základní specifikace metodiky

Metodika je vytvořena jako nástroj pro vyhodnocení pravděpodobnosti výskytu rizikového jevu skalního řícení s návaznou klasifikací rizikového stavu. Určení pravděpodobnosti výskytu jevu skalního řícení je řešeno pravděpodobnostním přístupem dle kvalitativního přístupu popisu jednotlivých činitelů – popisných kritérií a jejich variant.

Celková metodika se sestává ze dvou přístupů. První přístup umožňuje v podstatě okamžité vyšetření stavu skalního svahu na základě kvalitativního popisu jednotlivých faktorů – kritérií – přímý obsah části 1. Navazující přístup pomocí určení vlivu rizikových faktorů vyšetří riziko ve vazbě na ohrožení lidského zdraví a majetku – přímý obsah části 2.

Tento systematický přístup pro klasifikaci pravděpodobnosti výskytu jevu je unikátním způsobem nového způsobu vyšetření a následného vyhodnocení rizika. Pro tento celek nelze samostatně použít dosavadní možné přístupy, jako jsou metody FMEA, UMRA či SWOT či metodu multirisku, simulace metodou Monte Carlo. Z dlouhodobě sledovaného chování skalních svahů je vyhodnocení stavu prováděno výpočtem pravděpodobnosti vzniku události dle definovaného algoritmu výpočtu vhodnosti a stavu jednotlivých hodnocených kritériálních variant. Dále je tento výsledek postoupen do výpočtu rizika skalního řícení na základě expertně rozvětvené struktury metody logického stromu. Více o rizikové analýze pojednává část 2.

Celková metodika RSR-RC je díky svému nastavení schopna podávat výsledky a vyhodnocení ve třech odborných a kvantitativních úrovních. Pomocí metodiky je tedy možné vyhodnotit stav skalního svahu – pravděpodobnost vzniku události, výpočet rizikové klasifikace skalního řícení a hodnocení rizika s vyšetřením předpokládané výše škod. Třetí úroveň je možné vyšetřit pouze znalcem či odborníkem dle jednoznačného zadání a konkrétního typu ohroženého prostoru. Základní dvě úrovně je možné díky kritériálnímu nastavení systému vyhodnotit na místě či na základě geotechnické rekognoskace u počítače i osobou bez hlubších odborných znalostí a zkušeností, avšak po absolvovaném odborném školení. Vyhodnocení a publikování závěrů vyhodnocení metodiky RSR-RC však vždy musí provést odborně způsobilá osoba.

3.1 Koncepce Rock Slope Rating

Klasifikace stavu skalního svahu metodikou RSR je řešena pomocí základních geotechnických kritérií s vyhodnocením do celkem pěti konečných stavů. Hodnocení stavu neřeší a nevyhodnocuje poměr

stabilizujících sil k/ke nestabilizujícím. Popisem stavu skalního svahu, dle variant geotechnických kritérií a jejich bodového hodnocení, je možné vyšetřit aktuální stav skalního svahu v hodnotící škále a specifikovat blíže hodnocení technického stavu do stupňů – **stabilní, bdělosti, podmíněčně labilní, kriticky labilní a havarijní**. Jednotlivá vyšetřená kritéria jsou bodově klasifikována. Dle bodové hodnotící škály RSR-PR (point rating) je objektivně a jasně specifikováno vyšetření stavu skalního svahu na základě základních geotechnických kritérií. Ty popisují nejzákladnější vztahy a faktory, jenž zásadním způsobem ovlivňují stav skalních svahů a je možné je na místě geotechnickou rekognoskací ihned vyšetřit. Vyhodnocení stavu skalního svahu se děje určením 11 geotechnických kritérií v celkem 52 variantách.



Obrázek 17: Trať 310 - Olomouc hl. n. - Krnov, průjezd osobního vlaku v zářezu po mimořádné události, kdy došlo k ohrožení a omezení ohroženého prostoru trati v km 17,670 - 17,740

3.2 RSR – hodnocení stavu

Pro hodnocení stavu skalních svahů byly, na základě vývoje metodiky s expertním vyhodnocením dat, definovány stavy se slovním popisem klasifikace hodnocení. Číselná, jednopísmenná či procentní označení stavu, se s ohledem na nasazení a nezbytnost jednoznačného výkladu hodnoceného stavu pro potřeby metodiky RSR, nepoužívá. Číselná, jednopísmenná či procentní byla vyhodnocena jako potenciálně zavádějící, zkrslující a do značné míry i příliš kvantifikující ve vazbě na vstupní hodnocená kritéria. Proto bylo přijato pro metodiku RSR hodnocení slovní stavů skalních svahů.

Stabilní stav – hodnocení skalního svahu, u něhož je na základě hodnocených kritérií prakticky vyloučena možnost aktivace svahových deformací přirozenými procesy. Tento stav může být klasifikován u nově budovaných zářezů a skalních svahů či jen na omezených partiích přirozených skalních svahů. Vyhodnocení stabilního stavu u skalních svahů nevyžaduje řešení přístupu monitoringu či sanačních opatření. Změna stavu je velmi nepravděpodobná. Jedná se o nejméně nebezpečný stav s vyloučeným rizikem skalního řícení.

Stav bdělosti – popisuje stav skalního svahu, který je postižen procesy zvětrání a pravděpodobnost inicializace skalního řízení je nízká až omezená. U skalního svahu dochází k ojedinělým projevům procesů zvětrání – opad drobných částí skalního svahu v podobě drobných úlomků, a velmi pozvolný a pomalý postup zvětrávacích procesů. Stav bdělosti u skalních svahů představuje provádění pravidelné údržby skalního svahu a případnou instalaci základních monitorovacích prvků. Změna stavu bdělosti a zhoršení hodnocení je pravděpodobná pouze z dlouhodobého hlediska. Jedná se o málo nebezpečný stav s nízkým rizikem skalního řízení.

Stav podmínečně labilní – hodnotí skalní svahy se středním a silným zvětráním skalního masívu, s výraznou destabilizující činností vegetace a s rozrušujícím vlivem srážkové vody či vody v puklinovém systému. Ve skalním svahu se nachází partie, které mohou být potenciale rizikové a nelze vyloučit iniciaci skalního řízení v případě mimořádných událostí a velmi závažných změn krátkodobých klimatických podmínek. Zásadní vliv na hodnocení stavu má vliv vegetace ve skalní stěně, expozice skalního svahu, stav zvětrání masívu a morfologická stavba v povaze na lokalizaci ohroženého prostoru. Hodnocení skalní svah v podmínečně labilním stavu je vhodné udržovat pravidelnou údržbou skalního svahu, či maloplošnou realizací základních ochranných opatření a instalací základních monitorovacích prvků. Jedná se o středně nebezpečný stav se zvýšeným rizikem skalního řízení, které však může být inicializováno v případě ojedinělých mimořádných událostí.

Kriticky labilní stav – popisuje skalní svahy, které jsou silně narušeny zvětrávacími procesy, mají výraznou morfologii a dochází u nich k častému projevu nestability – opad malých úlomků. Výrazná destabilizující činnost vegetace a vliv srážkové vody či vody v puklinovém systému na narušení skalního svahu. Velmi často jsou takto hodnocené svahy dotčeny předchozí antropogenní činností, zvláště při budování dopravních cest a občanské zástavby. Míra zvětrání a narušení vlivem použitých střelných prací dosahuje větších hloubek. U takovýchto svahů často absentuje základní údržba skalního masívu. Ve skalním svahu je možné lokalizovat i osamocené skalní bloky, které jsou na hranici stabilního a labilního stavu. Kriticky labilní stav hodnotí ty skalní svahy, které mají zvýšený výskyt narušených partií s četnými projevy opadů fragmentů zvětralých ze skalního masívu. Partie skalního masívu mohou být do labilního až nestabilního stavu uvedeny nadprůměrnými srážkami, mimořádnou změnou klimatu (povětrnostní podmínky, časté a výrazné střídání mrazových cyklů) nebo v kombinaci s nahodilým pohybem zvěře či osob ve skalním svahu. Skalní svahy hodnocené do kriticky labilního stavu vyžadují přímé řešení přístupu ke snížení bodového hodnocení stavu – provedení nezbytných základních sanačních prací a zahájení plánování systémových opatření pro zajištění vyhovujícího stavu kupříkladu podmínečně labilního. Skalní svahy takto hodnocené mají velmi vysokou pravděpodobnost iniciace

skalního řízení a jedná se tedy o velmi nebezpečný stav, který může být vlivem exogenních činitelů změněn na havarijní stav.

Havarijní stav – je hodnocený stav skalních svahů, kdy panuje akutní nebezpečí skalního řízení. To může být inicializováno nepatrnou změnou lokálních podmínek a změnou působení exogenních činitelů. Narušené partie skalního svahu, a také jeho dílčí partie či osamocené bloky, jsou již v labilním stavu a je velmi vysoká pravděpodobnost události aktivace skalního řízení. Spouštěcí mechanismy řízení jsou stejné jako u stavu kriticky labilního, jen jsou umocněny mírou zvětrání a narušení skalního svahu. Tento stav vyžaduje bezodkladné zahájení činností pro snížení případně vzniklých škod, opatření pro omezení provozu, případně zahájit nezbytné sanační práce pro zajištění ohroženého prostoru. Jedná se zde již o stav s nepřijatelným rizikem skalního řízení a dopady na zdraví osob a majetku. V tomto hodnoceném stavu je již nutné konat takové kroky, které vedou k řízenému a ucelenému přístupu pro snížení rizika ohrožení zdraví a bezpečnosti užívání ohroženého prostoru.

3.3 RSR – pr – point rating

Klasifikace a hodnocení stavu skalních svahů je v rámci metodiky RSR řešeno bodovou stupnicí, která pomocí definovaných intervalů hodnotí skalní svah do jednoho z pěti hodnocených stavů. Hodnocené stupně klasifikace stavů jsou unikátní a definované pouze pro potřeby a rozsah metodiky RSR – pr. Hodnocení skalní svah tak může v rámci jednoho stavu nabývat vývoje v rámci stupnice RSR – pr, a to s ohledem na změnu podmínek. Bodová klasifikace také vypovídá o závažnosti hodnoceného stavu a blízkosti ke krajním mezím či míře pravděpodobného vývoje zhoršení stavu masívu za předpokladu setrvávajícího stavu exogenních činitelů na labilitu skalního svahu.

Základní bodová klasifikace je součtovým modelem jednotlivých popisovaných variant základních geotechnických kritérií. Specifikace intervalů a mezi hodnocených stavů bude dále popsána v textu.

Hodnocení stavu a klasifikace	
Hodnocení stavu dle RSR	Bodová klasifikace stavu RSR-point rating
Stabilní stav	13 – 28
Stav bdělosti	29 – 42
Stav podmínečně labilní	43 – 58
Kriticky labilní stav	59 – 69
Havarijní stav	70 – 85

Tabulka 1: Hodnocení stavu a klasifikace

Bodová klasifikace stavu skalního dle stupnice RSR – pr nad 85 bodů není reálně možná. Přírodní a stabilní poměry skalního svahu vylučují výskyt všech nepříznivých vlivů u jednoho skalního svahu.

Jednotlivá hodnotící kritéria jsou členěna do 3 – 6 klasifikačních variant, kdy hodnoty jednotlivých variant nabývají nelineárního hodnocení stavu v hodnotách 1; 2; 3; 5; 7 a 9 bodů. Hodnota 1 bodu představuje popis varianty v nejpříznivějším stavu a hodnota 9 bodů představuje variantu v nejnepříznivějším stavu hodnoceného kritéria. Mezi jednotlivými variantami se neinterpoluje. Bodově sloučené varianty u vybraných kritérií se uvádí dle vyššího hodnotícího stupně a dle barevné škály viz příloha – *Faktoriální tabulka hodnocení stavu dle RSR*.

Bodová nelineární klasifikace hodnocených kritérií byla definována pro jednotlivé varianty na základě váhy jednotlivých variant pro vyšetření stavu skalního svahu. Bodová klasifikace vychází z empirických předpokladů, pravděpodobnostního určení ověřených dat a závažnosti hodnocených kritérií.

4. Hodnotící kritéria

Hodnotící kritéria jsou z hlavní části definována a pro potřeby metodiky RSR posuzována jako geotechnická kritéria. Každé z nich je však možné bezesporu vždy posuzovat zároveň jako rizikový faktor. Stav skalních svahů je celkově na základě 11 kritérií vyhodnocován dle jejich vzájemné kombinace a jejich dopadu na hodnocený skalní svah. Jednotlivá kritéria se vzájemně ovlivňují a mají zásadní vliv na stav skalních svahů. Ačkoli na skalní svahy působí mnoho dalších činitelů, základní kritéria dle metodického přístupu patří k zásadním.

Základní hodnotící kritéria jsou projevem přírodních sil, geologického vývoje, ale také projevem antropogenní činnosti, zvláště pak stavební činnosti. Při jejich hodnocení a předpokladu vlivu jednotlivých kritérií na stav skalního svahu je přihlédnuto k účinnosti a možnosti proveditelnosti sanačního zásahu pro změnu každého jednotlivého kritéria. Některá kritéria je možné přímo zásahem ovlivnit a regulovat anebo jen nevýrazně omezit. Jiná hodnocená kritéria nelze jakýmkoli zásahem ovlivnit či dlouhodobě regulovat.

4.1 Generelní sklon svahu

Generelní sklon patří u skalních svahů k nejvýznamnějším a velmi výrazným parametrům pro hodnocení stavu skalních svahů. Generelní sklon skalních svahů vypovídá o jeho původu, genezi, vlivu antropogenní činnosti a povaze masívu v případě progresu zvětrání skalního svahu ke vzniku skalních řícení.

Jedná se o parametr, který je dílčím projevem přírodních geologických procesů v případě přirozeného skalního svahu a projevem stávající či bývalé činnosti člověka u skalních zářezů či odřezů. Možnost změny generelního sklonu svahu přímým zásahem je značně omezená. Ať už z ekonomického, stavebního či jiného hlediska.

Generelní sklon je nutno uvažovat jako proloženou přímkou resp. rovinu posuzovaným místem - řezem skalního svahu v celé posuzované výšce skalního svahu od paty po horní hranu skalního svahu, lokální tvarové a sklonové poruchy nejsou uvažovány. Určení generelního sklonu svahu může být v terénu problematické. Nejde o přesné určení sklonu, je vhodné přemýšlet o celkové podobě sklonu svahu dle uvedených grafických pomůcek jednotlivých variant a jejich hodnocení. Pro hodnocení stavu skalního svahu dle sklonu bylo vytvořeno šest hodnotících variant v rozsazích dle pravděpodobnostních tříd výskytu. Jednotlivé varianty jsou doplněny doprovodnými kresbami, fotografiemi či podrobným komentářem pro bližší vysvětlení či pomoc pro vyhodnocení variant kritéria v systému NEMETON 2013.

Sklon svahu je možné určit z přesného geodetického zaměření paty a horní hrany skalního svahu či pomocí ručních měřících prostředků - laserového dálkoměru, svinovacího metru, fotogrammetricky, či je sklon svahu možné určit poměrově k výšce pozorovatele. Drobné a malé lokální výchozy či změny sklonu v lokálním rozsahu nemají vliv na hodnocení sklonu svahu jako celku. Generelní sklon svahu je členěn do šesti variant podle významu a vlivu na hodnocený stav skalního svahu.

Základními hodnotícími variantami jsou definované intervaly dle sklonu svahu:

- méně jak 35°
- 35° - 50°
- 50° - 75°
- 75° - 85°
- více jak 85° s převisy členitosti do 0,5 m
- více jak 85° s převisy členitosti nad 0,5 m

4.2 Výška skalního svahu

Výška skalního svahu je rovněž jedna z nevýraznějších charakteristik hodnocení stavu skalního svahu. Výšku skalního svahu je nutno posuzovat od viditelné paty skalního svahu až po viditelnou horní hranu svahu. V případě, že skalní svah přechází v zemní svah, posuzuje se výška svahu po přechodu těchto morfologických rozhraní. V případě výskytu lokálních přerušujících partií je svah hodnocen jako celek. Dělení a členění skalního svahu na dílčí výšky je možné jen ve velmi odůvodněném případě. Ty se v ČR vyskytují jen ojediněle.

Ačkoli jednoznačně neplatí úměra, čím vyšší skalní svah, tím vyšší tendence k nestabilitě skalního svahu, je však obecný předpoklad, že čím větší celková výška skalního svahu, tím hlouběji proběhla ve skalním svahu eroze a tím déle jsou zvláště jeho nejvyšší partie vystaveny působení exogenních geologických činitelů se značným dopadem na míru rozvolnění horních partií skalního svahu a tím na stav skalního svahu. Přírodní geologické procesy, jež zformovaly hodnocený skalní masív, předurčily jeho

stavbu a výšku. Povaha a blízkost či přímá kolize s výstavbou člověka také ovlivňují chování skalního svahu ve vazbě na jeho výšku.

Výšku skalního svahu je nutno posuzovat pomocí poměrových prvků či přesným zaměřením v místě skalního svahu. Vhodné je použití geodetického zaměření. Pro terénní měření je však kladen důraz na schopnost relevantně odhadnout výšku svahu případně i za pomoci vysvětlujících kreseb v systému NEMETON 2013. Pro hodnocení stavu jsou definovány skupiny výšky skalního svahu dle nejčastější morfologické stavby. Pro hodnocení stavu není potřeba definovat přesnou výšku skalního svahu, ale vybrat odhadovaný interval posuzované výšky skalní stěny ze zadaných šesti variant výšky skalního svahu. Výška skalního svahu přímo nespécifikuje vliv na stabilitní poměry skalního svahu.

Výška skalního svahu je jedna z nevýraznějších charakteristik hodnocení stavu skalního svahu. Je nutno ji posuzovat od viditelné paty skalního svahu až po viditelnou horní hranu svahu. V případě, že skalní svah přechází v zemní svah, posuzuje se výška svahu po přechod těchto morfologických rozhraní. V případě výskytu lokálních přerušujících partií je svah hodnocen jako celek. Dělení a členění skalního svahu na dílčí výšky je možné jen ve velmi odůvodněném případě. Ty se v ČR vyskytují jen ojediněle. Je však na zvážení hodnotitele - geotechnika jak vhodně výšku skalního svahu celkově vyšetří.

Výška skalních svahů je členěna pro potřeby hodnocení stavu skalního svahu do šesti variant:

- méně jak 3 m
- 3 - 8 m
- 8 - 15 m
- 15 - 25 m
- 25 - 75 m
- více jak 75 m

4.3 Geomorfologická stavba

Geomorfologická stavba hodnotí členitost skalního svahu a povahu od paty skalního svahu a také navazující horní hranu skalního svahu. Popisovaná geomorfologická stavba skalního svahu má vliv na charakter skalního říčení a také na předpoklady inicializace skalního říčení. Vlastní členitost skalního svahu výrazně ovlivňuje i charakter náchylnosti částí skalního masívu ke ztrátě stability. Geomorfologická stavba posuzovaných skalních svahů velmi často koresponduje s antropogenní činností a to buď stávající či minulou při výstavbě dopravních cest, občanské a průmyslové výstavby.

Hodnotící kritérium popisuje vazbu na stavbu a povahu spodních partií skalního svahu a její horní části. V rámci sledování a mapování povahy morfologie byly popsány tři

základní typy podle případného chování uvolněného objektu při skalním říčení, jeho trajektorie pádu, možnosti strhávání dalších partií skalního svahu a pohybu v dopadovém prostoru. Povaha stavby území nad skalním svahem je rovněž limitující pro hodnocení stavu. Členitost skalního svahu poukazuje na jeho geologickou stavbu a genezi s přímým vlivem převážně antropogenních vlivů.

Při hodnocení pomocí této metodiky se neuvažuje rozdíl mezi skalním svahem vytvořeným antropogenní činností a přirozeným skalním svahem. Mnohdy tyto rozdíly nejsou patrné. Jsou dokumentovány skalní svahy, které byly dotčeny selskou či průmyslovou těžbou před více jak 100 lety a v době posouzení už je možné spíše hovořit o přirozeném svahu. Hodnotitel nemusí mít při hodnocení stavu skalního svahu dostatečné množství informací pro specifikaci původu skalního svahu. Sklon ani výška skalního svahu není pro hodnocení tohoto kritéria významná. Zásadní pro hodnocení stavu skalního svahu je popis tvaru - morfologie a povahy skalního svahu na navazující horní partii a spodní část skalního svahu.

Pro hodnocení stavu skalního svahu jsou definovány tyto varianty hodnoceného kritéria:

- spodní partii svahu je tvořena zemním svahem, za horní hranou vlastního skalního svahu přechází opět v zemní svah
- skalní stěna tvoří jediný morfologický celek od paty po horní hranu, za horní hranou svahu může mírně přecházet v zemní svah
- skalní svah je od paty sklonově členitý s přímým přechodem do poloskalního až zemního svahu, horní hrana svahu není zřetelná

4.4 Základní popis stavu masívu

Stav zvětrání a narušení skalního svahu se pro potřeby hodnocení dle metodiky RSR popisuje na základě makroskopicky zjištěných a dokumentovatelných znaků. Míra zvětrání a povrchového narušení horninového masívu se v základním hodnocení popisuje poměrem celistvých partií skalního masívu ve spojitosti na stav a rozvětvenost puklinového systému, s rozsahem a četností narušených částí a bloků, s hodnocením jejich plošného zastoupení a odloučení od mateřského masívu.

Pro popis stavu masívu bylo definováno slovní hodnocení dle základních znaků stavu horninového masívu s ohledem na možnost nasazení a použití metodiky i v případě bez možnosti provedení zkoušek pevnosti v prostém tlaku či určení pevnosti jinou metodou. Navíc specifikace pevnosti horniny je v případě různě zvětralého horninového masívu nevypovídajícím faktorem.

Hodnocení stavu masívu je tak nezávislé na typu a druhu horniny. Je posuzován aktuální stav plošného narušení masívu. Pro popis svahu skalního svahu tedy není nutná podrobná dokumentace a klasifikace dle normových geologických metod. Pro doprovodné zjištění stavu masívu a informativní pevnosti horniny a masívu je případně možné využití geologického kladívka. Skalní masív je hodnocen v šesti variantách na základě makroskopických popisných znaků, které jsou definovány tak, aby co nejlépe popisovaly situaci stavu narušení skalního masívu.

Při hodnocení stavu masívu je důležité hodnotit plošný rozsah makroskopicky zjištěných poruch masívu, poměrné rozvětvení puklinového systému, plošný rozsah částí a bloků, které jsou odděleny od mateřského masívu. U hodnocení stavu masívu není předmětem specifikace typ horniny, ale vizuální popis hodnoceného svahu dle jednotlivých variant tohoto kritéria. Kritérium je pro celkové hodnocení stavu významné a slovní popis byl specifikován s přihlédnutím k obecně používaným hodnocením hornin s vazbou na nutnost popisu skalního svahu bez možnosti bližšího kontaktu s horninovým masívem.

- skalní svah je makroskopicky celistvý, puklinový systém je uzavřený
- skalní svah je makroskopicky celistvý s lokálním výskytem poruchových partií
- skalní svah je poměrně celistvý s maloplošným výskytem málo výrazných poruchových partií
- skalní masív je celistvý jen v lokálním rozsahu, maloplošné zastoupení významných poruchových partií
- skalní masív postižen plošně výraznými poruchami, jen lokální výskyt kompaktního materiálu, části masívu jsou viditelně odděleny od mateřské části
- skalní masív je silně až extrémně porušený na jednotlivé fragmenty a části až charakteru štěrku



Detailní pohled na silně narušený skalní svah prachovitých prekambriických břidlic

4.5 Průměrná vzdálenost ploch odlučnosti masívu

Narušení skalního masívu plochami nespojitosti, podél kterých následně dochází k projevům nestability skalního masívu, je opět jedním z klíčových faktorů stavu skalního svahu. V horninovém prostředí je možné sledovat hned několik systémů ploch nespojitosti. Jedná se o odlučné plochy dané genetickým vývojem horniny, tektonickým porušením a diskontinuitou vzniklé postupným zvětráním horniny. Pro potřeby základního hodnocení byly definovány popisné varianty ploch odlučnosti a jejich hustoty. Hustota diskontinuit popisuje měřitelnou průměrnou vzdálenost viditelných projevů ploch odlučnosti. Zde platí, že čím větší hustota, tím více je masív narušen plochami odlučnosti.

Hustota ploch odlučnosti skalního masívu se definuje jako průměrná vzdálenost těchto ploch a to v určených intervalech vytvořených a modifikovaných pro potřeby metodiky RSR. Tyto intervaly a jejich specifikace přímo neodpovídá normě ČSN EN ISO 14689-1 (tab. 2.), ale má stejný charakter popisu, jen s jinými mezemi hodnocení. Ty byly definovány na základě možnosti kvantifikace kritéria v terénu na základě místně přístupných měřítek, jako jsou části lidského těla či běžně dostupných poměrových pomůcek. Toto kritérium představuje jeden z přirozených projevů degradace a porušení horninového masívu a nelze jej sanačními zásahy jakkoli změnit.

Při hodnocení tohoto kritéria se hodnotí celková míra zastoupení hustoty dokumentovaných ploch odlučnosti v povaze celé hodnotící ploše. Lokální partie mohou vykazovat vyšší či menší narušení, je však zásadní se při hodnocení věnovat celku s mírou zastoupení hodnocené varianty kritéria ve více jak 75% rozsahu skalního svahu.

Také při hodnocení tohoto kritéria není možné použít interpolace a stanovení průměrné hodnoty ze všech dokumentovaných ploch odlučnosti.

Jedná se o subjektivně hodnocené kritérium. U tohoto kritéria se vyšetřuje hustota – vzdálenost ploch odlučnosti celku horninového masívu, která však může být podle geologických dispozic a morfologie hodnoceného skalního svahu proměnlivá. Pokud je v rámci hodnoceného svahu zjištěna lokální porucha, která však v celkovém poměru zajímá max 5% rozsahu hodnoceného svahu, nebývá tato porucha zásadní pro hodnocení celého svahu.

Pro uvedených šest variant platí shodné určování podle popisných měřítek a hodnocení podle nejčastějšího a nejrozšířenějšího porušení skalního svahu plochami nespojitosti – odlučnosti. Pro hodnocení je vhodné na místě použít poměrové měření – metr, geologické kladívko, kapesní nůž apod. Není nutné specifikovat přesné vzdálenosti. Pro potřeby metodiky hodnocení stavu skalního svahu je plně postačující zatřídění hodnoceného skalního svahu dle tohoto kritéria do jedné z šesti variant:

- více jak 800 mm
- 250 - 800 mm
- 75 - 250 mm
- 75 - 250 mm - se sekundárním výrazným systémem odlučnosti
- 20 - 75 mm
- méně jak 20 mm

4.6 Sklon ploch odlučnosti

Nestabilita skalních svahů a bloků je výrazně ovlivněna systémem ploch odlučnosti. Inicializace skalního řízení dochází podél nejvýraznějšího a nejkritičtějšího systému ploch odlučnosti.

K oslabení skalního masívu a vývoji nestability dochází podél predisponovaných ploch odlučnosti, které ve vazbě na genezi, tektonické procesy či zvětrání se rovněž projevují sklonem těchto odlučných ploch v povaze k vlastnímu skalnímu svahu. Horninový masív se prakticky nikdy v přirozeném stavu nevyskytuje jen s jediným sklonem ploch odlučnosti. Na místě je možné vždy vyšetřit alespoň dva hlavní systémy, které předurčují charakter porušení skalního svahu. Sklon ploch odlučnosti pro hodnocení stavu skalního svahu hodnotí sklon roviny hlavního odlučného systému od vodorovné, podél které je ve skalním svahu možné sledovat vývoj svahových deformací. Ačkoli je hodnocený skalní masív postižen často několika různě orientovanými systémy ploch odlučnosti, pro hodnocení stavu skalního svahu je klíčová povaha mechanismu porušení a vyvolání nestability.

Specifikovaná hodnotící kritéria pro popis sklonu hlavních odlučných ploch jsou kvantifikována podle nejčastějšího vývoje na našem území s vazbou na povahu svahové poruchy hodnoceného skalního svahu. Hodnocený sklon

ploch odlučnosti není nutné na místě posuzovat široce z akademického hlediska. Je postačující vyšetřit základní mechanismus opadu a vývoje svahových poruch.

Každý hodnocený sklon ploch odlučnosti má jednoznačný vliv na charakter porušení, tvorbu případných převisů, dispozice pro náhlá skalní řízení či jen rizikový pravidelný opad zvětralých částí a další nesčetné projevy porušení skalního svahu. Hodnocené kritérium patří mezi hlavní faktory porušení skalního masívu. Jakýmkoliv sanačním zásahem není v podstatě ani možné tento parametr změnit či eliminovat, pouze omezit.

- skalní svah s viditelným výrazným všesměrným systémem puklin
- hlavní puklinový systém je ukloněn -15° až -75° - do svahu
- hlavní puklinový systém je ukloněn -15° až +15°
- hlavní puklinový systém je ukloněn +15° až +75° - ze svahu
- hlavní puklinový systém je ukloněn +75° až 90° až -75°
- skalní svah bez výrazného systému puklin

4.7 Vodní aktivita

Vliv vody na stav skalních svahů je jeden z neprávem podceňovaných faktorů zásadně ovlivňující stav a stabilitu skalních svahů. Přítomnost vody v puklinách, erozní činnost vody na povrchu, projevy krasové a pseudokrasové činnosti, voda infiltrovaná z atmosférických srážek nebo také voda z projevů lidské činnosti, to vše je nutné hodnotit jako výrazně nebezpečný jev, jehož význam a projev je celoroční. Působení expanze mrznoucí vody v puklinovém systému či pórech je v povaze ke stabilitě skalního svahu zcela neoddiskutovatelné. Jedná se v podstatě o jev zcela zásadní na chování skalního svahu. Led má cca o 10% větší objem než voda.

Vliv vody na stav skalních svahů je nutné posuzovat nejen s ohledem na aktuální roční období, kdy je hodnocení prováděno, ale také na celoroční vliv vody a její aktivitu na skalní svah. V červenci je většinou přes porost velmi těžké sledovat projevy vodní aktivity, avšak v zimním období může ve skalním svahu docházet k zamrznání i nepatrného množství vody z nasyceného puklinového systému a k tvorbě malých či významných ledopádů (rampouchů).

Ačkoli sanačními zásahy lze omezit vliv erozní činnosti vody, celkově lze jen za použití velmi náročných opatření eliminovat vliv vody na stav skalních svahů. Proces degradace skalního svahu a četnost opadávání je významnou měrou ovlivňován právě přítomností vody ve skalním svahu a její aktivitou. Hodnocení skalního svahu s ohledem na vodní aktivitu je klasifikováno v šesti variantách:

- bez viditelného projevu, lokálně či plošně vlhké, v zimě zamrzání v puklinách bez projevu na povrchu
- silné erozní působení vody, lokální výrony z puklin, vodní aktivita svahu vázána na srážky
- významné výrony vody z puklin, nahodilá silná erozní činnost či trvalá povrchová aktivita vody, v zimě zamrzání skalní stěny ledopády

4.8 Expozice skalního svahu

Mezi určená kritéria hodnotící stav skalního svahu je nutné zohlednit také vliv orientace skalního svahu vůči světovým stranám. Patří ke snadno stanovitelnému kritériu, kdy základním hodnocením je expozice teplá nebo studená. Czudek (1997) rozlišuje expozici svahu na studenou v případě orientace svahu k severozápadu, severu, severovýchodu a východu. Expozice teplá - s významným osluněním - s orientací k jihovýchodu, jihu, jihozápadu a západu. Expozice svahu pro potřeby hodnocení stavu skalního svahu dle metodiky RSR je rovněž popisována i ve vazbě na zakrytí skalního svahu lesním porostem či budovami. Důležitým faktorem, který se v rámci kritéria expozice skalního svahu hodnotí, je i vliv nadmořské výšky a průměrný průběh zimního období. Na svazích s teplou expozicí dochází k intenzivnějšímu odtávání sněhové pokrývky či razantnějšímu rozmrzání vody a následnému opětovnému nočnímu zamrzání. Studená expozice má menší rozdíly mezi denními a nočními teplotami a dopad na rozmrzání a opětovné zamrzání vody. Mrazové cykly mají zásadní vliv na rychlost a rozsah zvětrání skalního svahu. Toto kritérium je svým charakterem velmi specifické a v podstatě lidskou činností neovlivnitelné.

Kombinací orientace vůči světovým stranám, odkrytí skalního svahu a četnost mrazových cyklů je toto kritérium hodnoceno ve 4 variantách.

- expoziční typ 1 - studený
- expoziční typ 2 - studený přechodný
- expoziční typ 3 – teplý přechodný
- expoziční typ 4 – teplý významný

4.9 Rozrušující vliv vegetace

Vegetace ve skalním svahu může být činitelem, který ovlivňuje erozi ve skalním svahu. V širším rozsahu však vegetace přispívá k silnému narušení skalního svahu a zhoršuje jeho stav. Zásadní vliv na stav skalních svahů má především narušující činnost kořenového systému od křovin přes drobný nálet až po vzrostlé stromy, jejichž kořeny zasahují do velkých hloubek.

Kořenový systém způsobuje rozevirání puklinového systému a v navazující kombinaci s vlivem vody a mrazu se

jedná o nejdynamičtější proces v degradaci skalních svahů. Vegetace tak zcela zásadním způsobem ovlivňuje stav skalních svahů. Projev vlivu vegetace na skalní svahy je důsledkem omezení či absence údržby skalních svahů. Hustý vegetační kryt v podobě křovin, náletu a stromů velmi často skrývá podceňovaná rizika pro aktivaci skalního řízení. Kořenový systém náletových dřevin a vzrostlých stromů nijak ke stabilitě a dobrému stavu skalního stavu nepřispívá. Hodnocený vliv vegetace na skalní svahy závisí na zastoupení porostu a na jeho rozsahu a hustotě ve skalním svahu.

O přínosu či negativních účincích vegetace na dlouhodobý stav skalních svahů pojednává samostatná publikace (vegetace na skalní svahy). Proto není předmětem této publikace více rozvádět podrobný popis vlivu vegetace na stav skalních svahů.

Hodnocené kritérium však patří mezi ty faktory, které lze pravidelným přístupem či sanačními zásahy výrazně omezit či zcela vyloučit. Proto je toto kritérium svým dopadem na hodnocení stavu skalních svahu klíčové. V šesti variantách toho kritéria je možné sledovat i možnost základního sanačního zásahu a zlepšení hodnocení stavu skalních svahů.

- bez vegetace či s ojedinělými křovinami
- vegetací porostlé v lokálním rozsahu, či část plochy skalního masívu porostlá křovinami a drobným náletem
- hustě porostlé náletem a křovinami, větší část skalního masívu je dokumentovatelná
- silně celoplošně porostlé vegetací, znemožňující větší dokumentaci skalního masívu

4.10 Četnost opadávání

Opad částí zvětralého skalního svahu je hlavním projevem narušení a zvyšující se pravděpodobnosti skalního řízení. Opad je projevem rozvolňování masívu skalního svahu vlivem zvětrání a exogenních činitelů. Opadem je pro potřeby hodnocení tohoto kritéria brán jakýkoli projev skalního řízení či projevu sesypávání, odvalování či prostý pád částí skalního masívu k patě svahu či do ohroženého prostoru skalního svahu. Velikost fragmentů není předmětem hodnocení. U častých a neustálých projevů opadu je možné sledovat padání drobných částí skalního svahu do velikosti cca 250 mm. Velikost fragmentů nad 250 mm je většinou projevem většího narušení skalního svahu, respektive skalního řízení. Opad je možné charakterizovat i jako měřitelný posun a či změna polohy monitorovaného skalního bloku v rámci dlouhodobého monitoringu. Tak jako je možné klasifikovat opad i v místech, kde není dokumentován opad či skalní řízení, ale je dlouhodobě prováděn monitoring skalních svahů.

U kompaktnější horniny může dojít k jednomu projevu "opadu" skalnímu řízení za více jak 25 let, avšak ve velmi významném rozsahu a dopadu pro dotčené okolí. Jakýkoli dokumentovaný či pamětný projev řízení v jakékoli formě, je důvodem hodnocení tohoto kritéria. Hodnocení skalního svahu dle specifikace četnosti opadu je náročné na lokální kvantifikaci a objektivní sledování řešeného okolí skalního svahu, na hodnocení množství napadaných úlomků, na rozsah plochy z předpokládaných poruchových partií skalního svahu.

Také toto kritérium patří mezi markantní projevy narušení skalního svahu a lze jej stejně jako u vlivu vegetace pravidelným přístupem či sanačními zásahy výrazně omezit či zcela vyloučit. Proto je toto kritérium svým specifikováním a měřitelným projevem na hodnocení stavu skalních svahu klíčové:

- bez zaznamenaného opadu
- ojedinělý opad - dokumentováno 1 x za 25 let
- zřídka opad - opadávání je dokumentováno 1x za 5 let
- pravidelné - po zimním období a po vydatných srážkách
- časté - neustálý opad

4.11 Vzdálenost paty svahu od ohroženého prostoru

Toto kritérium je svou povahou možné klasifikovat mezi rizikové faktory. Avšak z dlouhodobého sledování a hodnocení skalních svahů se jedná o nepřímý a klíčový faktor pro hodnocení stavu skalních svahů. Povaha vzdálenosti paty skalního svahu na ohrožený prostor většinou vychází z původu vlastního hodnoceného ohroženého prostoru.

Tím je v podstatě jakýkoli prostor či objekt vytvořený či jinak využívaný člověkem a jeho činností. Nejčastěji se tak jedná o dopravní stavby, průmyslové a občanské objekty, historické a památkové stavby, turistické trasy a přírodní či jinak cenná místa. Většina těchto prostor byla realizována přímým zásahem do skalního masívu s vytvořením nového svahu. Vlastní způsob realizace nového svahu pro zářez či odřez skalního svahu má také vliv na narušení stavu masívu.

Při výstavbě se do poloviny 19. století používalo pouze ruční dolamování a skalní masív tak byl jen velmi málo narušen. Dodnes je možné na skalních zářezích najít letopočty dokončení zářezu kolem roku 1821 – 1838. Poté se do výstavby více prosazovalo využití střelných prací. Masívní nástup využití řízených odstřelů při výstavbě byl patrný ve 20. století. Skalní masív byl takto významně a nevratně narušen. Dopad odstřelu se mnohdy projevil až po 30 či více letech.

V podstatě lze konstatovat, že čím blíže je pata svahu k ohroženému prostoru, tím více mohl být narušen skalní svah výstavbou. Také je neoddiskutovatelný fakt, že čím blíže je ohrožený prostor ke skalnímu svahu, tím více na něj působí všechny antropogenní vlivy, které jsou v současnosti diskutované.

Filosofie použití tohoto kritéria pro hodnocení stavu skalního svahu vychází také z možnosti změny stavu tohoto kritéria sanačním zásahem. Příkladně instalace dočasné ochranné bariéry z nákladních vozů na koleji přilehlé ke skalnímu svahu může umožnit sice omezený, ale relativně bezpečný provoz na ohrožené trati.

Kritérium vzdálenosti paty skalního svahu od ohroženého prostoru je pro hodnocení stavu specifické hlavně z povahy interakce jak přírodních geologických podmínek, účinků exogenních činitelů, tak z povahy vlastního ohroženého prostoru. Jedná se o kritérium, které je možné velmi rychle a účinně ovlivnit technickým zásahem v případě řešení havarijního stavu. Pro toto kritérium je definováno 6 variant hodnocení stavu ve vazbě na měřitelnou vzdálenost od paty svahu.

- více jak 20 m
- 20 - 15 m
- 7,5 - 15 m
- 3 - 7,5 m
- 1,5 - 3 m
- méně jak 1,5 m

4.12 Bodové třídy hodnocení

Pro vyšetření stavu skalních svahů jsou definovány bodové třídy hodnocení pro jednotlivé varianty v semilogaritmické stupnici váhy. Tato stupnice byla definována pro šest základních stupňů klasifikace jednotlivých variant hodnocených kritérií podle váhy vlivu na stav skalního svahu. U některých kritérií jsou podle výskytu či významnosti vybrané varianty sloučeny do tří až pěti tříd.

Mezi jednotlivými variantami se při hodnocení stavu skalního svahu neprovádí aproximace. Podle popisu a specifikace varianty se provede určení odpovídající varianty dle definované třídy hodnocení. Pro každé kritérium je možné hodnotit pouze jednu variantu s nejbližší vhodnou specifikací na aktuálně hodnocený stav skalního svahu.

Bodová škála pro hodnocení stavu skalního svahu dle kritérií a jejich specifikovaných variant je logaritmicky definována do bodové škály 1; 2; 3; 5; 7 a 9 bodů. Hodnocení jednotlivých tříd bylo definováno na základě statistického vyhodnocení s následnou úpravou v numerickém modelu pro odpovídající specifikaci vlivu variant dle jednotlivých tříd bodového hodnocení.

4.13 Výpočtová metoda pro hodnocení stavu

Pro určení stavu skalního svahu je možné dle faktoriální tabulky použít prostý součtový model nebo numerický výpočtový model. Prostý součtový model je možné použít pro vyhodnocení místního či základního vyhodnocení bez použití výpočetní techniky. Bodové hodnocení variant kritérií je sečteno a podle konečného výsledku je vyhodnocen stav skalního svahu. Součtový model může nabývat při vyhodnocení hodnot 13 - 99 bodů. Konečný součet bodového vyhodnocení je pak jednoznačně zaříděn do hodnot hodnocení stavu dle specifikace RSR-PR.

Numerický výpočtový model je použitelný pouze za využití výpočetní techniky. Numerický výpočtový model využívá pro hodnocení stavu systém NEMETON 2013, který přímo vychází a navazuje na metodiku hodnocení stavu skalního svahu RSR.

Třídy – stavy hodnocení skalního svahu jsou staveny na základě distribuční funkce výskytu jevu skalního řízení, která byla vypočtena na základě modelování a pravděpodobnostní analýzy. Rozdělení mezí a průběh distribuční funkce je zobrazeno níže [Graf č. 1 – *Průběh distribuční funkce výskytu jevu skalního řízení a definice mezí hodnocení stavu skalního svahu RSR*].

Ve zvláštních případech se hodnocení stavu skalního svahu dle stupnice RSR-PR může při vyhodnocení prostým součtovým modelem a numerickým výpočtovým modelem odlišovat od intervalu bodového hodnocení stavu RSR. Na základě matematické kombinace systém může vyhodnotit stav skalního svahu odlišně s tabelárním určením stavu. Na základě vyhodnocení a posouzení výsledků geotechnikem je numerický výpočtový model v 95% případech vyhodnocen na straně bezpečné. Zbývající případy v 5% rozsahu jsou vyhodnoceny do nižšího stupně stavu a toto vyhodnocení není chybou. Jedná se o zpřesnění vyhodnocení stavu skalního svahu, který prostý součtový model nemůže vyšetřit. Numerický výpočtový model je definován na základě chování přírodního prostředí. Pro vyhodnocení numerického modelu je pro obsáhlost dále uveden jen princip numerického modelu.

Vyhodnocení stavu skalního svahu probíhá pomocí výpočtu vhodnosti. Výsledná vhodnost vzoru je produkt částečných vhodností příkladně uvedených v tabulce 2. Výsledkem vyhodnocení je stav skalního svahu s nejvyšší celkovou vhodností - s nejvyšší pravděpodobností výskytu jevu.

Koeficienty báze numerického výpočtového modelu					
Bodové hodnocení tříd - součtový model	0	1	2	3	4
	Stabilní stav	Stav bdělosti	Stav podmíněčně labilní	Kriticky labilní stav	Havárie
1	1,000	0,200	0,100	0,030	0,025
2	1,000	0,550	0,500	0,170	0,165
3	0,100	1,000	0,935	0,300	0,295
5	0,080	0,750	0,990	0,935	0,910
7	0,020	0,400	0,715	1,000	0,950
9	0,004	0,100	0,200	0,925	1,000

Tabulka 2: Koeficienty báze výpočtového modelu

Jádro vyhodnocení numerického výpočtového modelu lze matematicky popsat následovně.

Definujme hodnocené stavy stability skalního svahu A jako množinu uspořádaných dvojic následovně

$$A = \{(n_i, v_i); 0 \leq i \leq 4\} \quad (1)$$

kde n_i je popis stavu skalního svahu [tabulka 2]. Vstupní kritéria (otázky), na jejichž počtu k předem nezáleží, mají vždy šest variant (odpovědí), jejichž indexy odpovídají prvním sloupcům [tabulka 2]. Definujme vybrané varianty kritérií reprezentující vyhodnocovaný skalní svah. V jako množinu uspořádaných dvojic

$$V = \{(r_l, s_l); 1 \leq l \leq k\} \quad (2)$$

kde r_l je kritérium a s_l je index z prvního sloupce [tabulka 2]. Definujme dále bázi dat B jako množinu uspořádaných trojic.

$$B = \{(j, i, p_{j,i}); j \in \{1,2,3,5,7,9\}; 0 \leq i \leq 4\} \quad (3)$$

kde p_i je částečná vhodnost varianty kritéria vůči výslednému stupni skalního svahu. Tato je určena v [tabulka 2] (index j řádky, index i sloupce tabulky). Výsledné vhodnosti v_i množiny A jednotlivých stavů stability skalního svahu jsou dány produktem

$$v_i = \prod_{i=0 \dots 4, l=1 \dots k} p_{s_l, i} \quad (4)$$

kde p je částečná vhodnost (poslední člen uspořádané trojice z množiny B) varianty kritéria a odpovídajícího stavu skalního svahu z množiny A . Jako vyhodnocení stavu skalního svahu je označen takový stav n_m , kde

$$v_m = \max\{v_i; 0 \leq i \leq 4\} \quad (5)$$

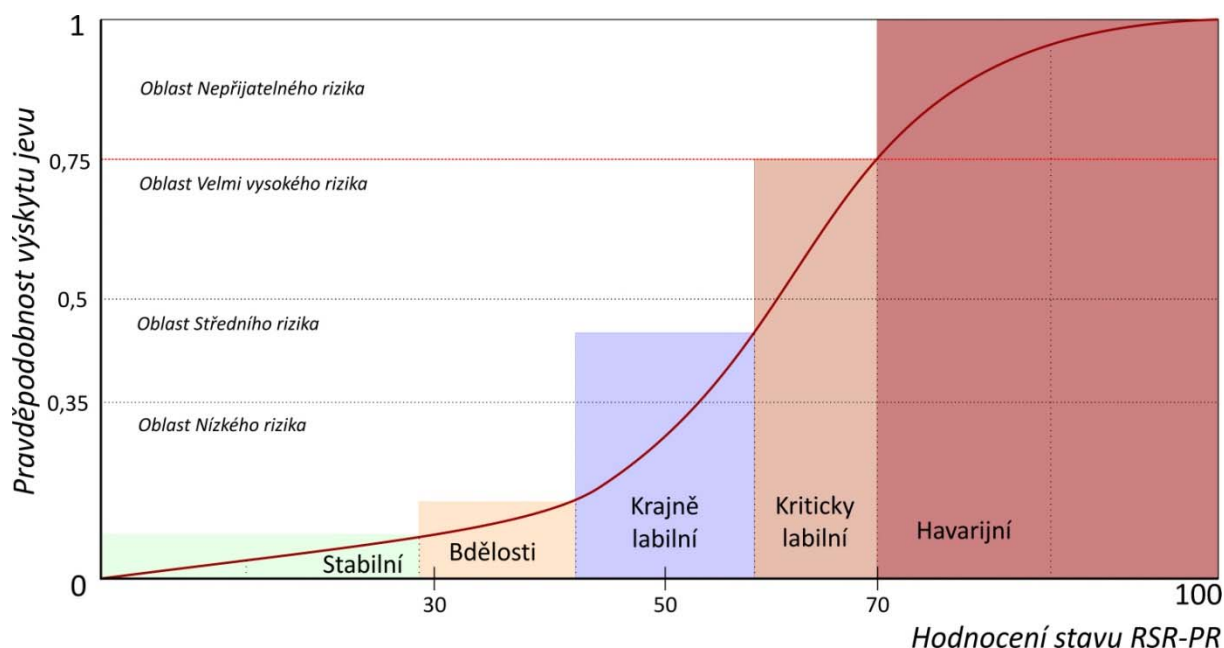
4.14 Risk Classification - riziková klasifikace

Riziková klasifikace přímo navazuje na hodnocení stavu skalního svahu dle metodiky Rock Slope Rating. Riziková klasifikace na základě rizikových parametrů kvantifikuje míru rizika a rizikový stav ve vyšetřovaném skalním svahu. Hodnocené rizikové faktory jsou zahrnuty do klasifikace rizikového stavu na základě jejich přínosu a vlivu na možnou iniciaci a dopad skalního řízení. Jedná se však o faktory, jejichž kvantifikace a hodnocení nelze řešit kvalitativním pravděpodobnostním přístupem, lze je pouze kvantitativně vyhodnotit dle předpokládané váhy a dopadu na vyšetřovaný skalní svah.

Riziko je hodnoceno na základě několika faktorů, které zohledňují množství labilního materiálu, typ ohroženého prostoru, míru ohrožení lidského zdraví, přímé a nepřímé seizmické jevy, klimatické jevy a nahodilé události. Hodnocení míry rizika je rovněž vztaženo na předpokládanou míru vzniklých hospodářských škod a omezení provozu.

Pro vyhodnocení rizikové klasifikace je použita modifikovaná metoda logických stromů. Rizikové faktory se dělí na přímé, nepřímé, ohrožení lidského zdraví a ohrožení majetku. Do rizikových faktorů jsou zahrnuty přímé a nepřímé seizmické vlivy od poddolování, povrchové těžby, dopravního zatížení, dále faktory klimatické zohledňující iniciaci řízení výskytem mimořádné klimatické události, pohyb osob a zvíře ve skalním svahu a v neposlední řadě dopady na ohrožení lidského zdraví a majetku v ohroženém prostoru.

Graf 1: Průběh distribuční funkce výskytu jevu skalního řízení a definice mezí hodnocení stavu skalního svahu RSR



Míra rizika souvisí se stavem stability, ale stav stability a stav rizika nelze slučovat. Například kriticky nestabilní skalní svah u lesní cesty bude méně rizikový, než krajně nestabilní skalní svah u železničního koridoru. Míra rizika vyjadřuje potenciál ohrožení lidského zdraví a majetku v ohroženém prostoru a to formou rizikových faktorů. Hodnocení míry rizika bylo sestaveno na základě statistického hodnocení rizikových případů, hodnocení míry ohrožení a újmy na zdraví a majetku u všech typů staveb a skalních svahů řešených na území České republiky v rámci výzkumného projektu FR-T11/546.

Předmětné řešené skalní svahy jsou dokumentačně popsány v systému NEMETON 2013, který na základě vyhodnocení provede specifikaci hodnocení míry rizika – reálného předpokladu resp. pravděpodobnosti inicializace skalního řícení s dopadem na ohrožený prostor. Hodnocení míry rizika u řešených úseků stavby je provedeno na základě popsaných rizikových faktorů, které jsou specifické pro každý řešený úsek.

Specifikace rizikových faktorů je prováděna dle definovaných variant rizikových faktorů. Hodnotitel jen specifikuje možnost výskytu či existence rizikového faktoru. Specifikace rizikových faktorů není řešena pomocí faktoriální tabulky, ale je vyhodnocena výpočtovým algoritmem pomocí výpočetní techniky. Hodnocení Rizikové klasifikace tak lze provést pouze v systému NEMETON 2013 za využití výpočetní techniky.

4.15 Klasifikace míry rizika

Na základě zadaných a zdokumentovaných rizikových faktorů je vyhodnocován celkový rizikový stav. Tento stav hodnotí reálnost ohrožení prostoru a možnou újmu na majetku a zdraví osob se specifikací přístupu pro snížení stavu rizika a zvýšení bezpečnosti, případně snížení pravděpodobnosti výskytu rizikového jevu.

Nepřijatelné riziko - Míra ohrožení a poškození ohroženého prostoru skalním řícením je velmi pravděpodobná. Skalní řícení může být inicializováno mnoha faktory prakticky kdykoli. Může dojít k závažné újmě na zdraví osob a k závažným hospodářským a materiálním škodám. Musí být přistoupeno k neodkladnému řešení stavu pro snížení míry rizika a to s ohledem na stav stability a typ ohroženého prostoru a možnosti zásahu.

Velmi vysoké riziko - Riziko skalního řícení je pravděpodobné na základě kombinace rizikových faktorů či v případě nenadálého zhoršení podmínek. Může dojít k významnému dotčení zdraví osob a k závažným hospodářským a materiálním škodám. Mělo by být přistoupeno k plánovitému a dlouhodobě neodkladnému řešení stavu pro snížení míry rizika a to s ohledem na stav stability a typ ohroženého prostoru a možnosti zásahu.

Střední riziko - Riziko skalního řícení je pravděpodobné na základě kombinace rizikových faktorů či v případě

nenadálého zhoršení podmínek. Může dojít ke středně závažnému dotčení zdraví osob a k významným nikoli však závažným hospodářským a materiálním škodám. Mělo by být přistoupeno k plánovitému a dlouhodobě neodkladnému řešení stavu pro snížení míry rizika a to s ohledem na stav stability a typ ohroženého prostoru a možnosti zásahu či by měla probíhat pravidelná údržba skalního svahu a případně i stávajících zajišťovacích opatření. Mělo by být přistoupeno k plánovitému a dlouhodobě neodkladnému řešení stavu pro snížení míry rizika a to s ohledem na stav stability a typ ohroženého prostoru a možnosti zásahu či by měla probíhat pravidelná údržba skalního svahu a případně i stávajících zajišťovacích opatření.

Nízké riziko - Riziko skalního řícení je málo pravděpodobné a to v případě nenadálého zhoršení podmínek. Může dojít k mírnému až střednímu dotčení zdraví osob a k málo významným hospodářským a materiálním škodám. Mělo by probíhat pravidelná údržba skalního svahu a případně i stávajících zajišťovacích opatření či by měla být prováděna pravidelná revize stavu.

Klasifikace rizika je následně řešena výpočtem z definovaných rizikových faktorů pomocí modifikované metody logických stromů.

Na základní rizikovou klasifikaci při vyšetření specifických rizikových parametrů má mimo jiné zásadní vliv typ ohroženého prostoru, dopravní obslužnost a další. Výpočtem rizikové klasifikace je možné určit reálnou mírou rizika včetně pravděpodobné výše škod a možnosti řešení a určení vhodnosti sanačních či havarijních postupů.



Obrázek 18: Skalní svah po provedení základního sanačního zásahu, sil I/10 u obce Splzov

4.16 Rizikové faktory přímé

Hodnocení jednotlivých faktorů je provedeno slovně do hodnotících kategorií. Přímé rizikové faktory jsou definovány s ohledem na schopnost přímo inicializovat v případě výskytu skalní řícení. Tyto faktory již nelze hodnotit pravděpodobnostním kvalitativním přístupem. V [tabulce 4] je uvedena kategorizace, specifikace a parametrické vyhodnocení pro modifikovanou metodu logických stromů jednotlivých vlivů faktorů. Faktory, které případně nenastávají, mají hodnocení rizika / nerizika nulové a dále nejsou při hodnocení rizikové klasifikace kalkulovány.

Přímé rizikové faktory			Hodnocení rizika	Hodnocení nerizika
Vliv dopravního zatížení – seismické zatížení	<i>velmi vysoké</i>	regionální a lokální tratě SŽDC, s.o.	0,95	0,1
	<i>Vysoké</i>	koridorové a celostátní tratě SŽDC, s.o.	0,7	0,35
	<i>omezené</i>	silnice I. tř. a dálnice	0,5	0,6
	<i>Nízké</i>	silnice II. a III. třídy, účelové komunikace a místní komunikace	0,35	0,85
Množství rozvolněného materiálu	<i>Extrémní</i>	Planární - masivní řícení komplexů skalní stěny v rozsahu větším jak 200 m ³	1,0	0,01
	<i>Kritické</i>	Blokové řícení velmi velkého rozsahu 50 - 200 m ³	0,85	0,1
	<i>Velmi vysoké</i>	skalní řícení nadměrného rozsahu, řícením je postiženo cca 20 - 50 m ³	0,75	0,22
	<i>Vysoké</i>	skalní řícení značného rozsahu, kdy dojde k řícení v rozsahu 5 - 20 m ³ , opadání bloků a suť	0,6	0,55
	<i>Omezené</i>	opadání či řícení v omezeném rozsahu do objemu hmot cca 5 m ³ , opadávání jako suť nebo jako jednotlivé bloky	0,5	0,65
	<i>Nízké</i>	opadání malého množství horniny do objemu cca 1 m ³ , opadávání jako suť nebo jako jednotlivé bloky	0,35	0,75
Nahodilý pohyb zvíře či osob	<i>Omezené</i>	Nahodilým pohybem zvíře či osob po svahu může dojít ke skalnímu řícení (pouze pro svahy do 75°)	0,4	0,3
	<i>Nízké</i>	Pohyb osob a zvíře je vyloučen či významně omezen	0,15	0,85
Klimatické vlivy	<i>Vysoké</i>	Vlivem silných bouřek či přívalových dešťů a větru může dojít k inicializaci skalního řícení	0,74	0,15
	<i>Omezené</i>	Vlivem častého a prudkého střídání teplot zvláště mrazových cyklů může dojít iniciaci skalního řícení	0,5	0,5

Tabulka 3: Přímé rizikové faktory

4.17 Rizikové faktory nepřímé

Nepřímé rizikové faktory jsou definovány s ohledem na jejich dlouhodobé a kumulativní působení na skalní svah a možnost inicializace skalního řízení. Samostatným působením nemohou dopady těchto faktorů přímo inicializovat skalní řízení, ale ve vazbě a v kombinaci s přímými rizikovými faktory může právě dojít ke vzniku události, proto jsou tyto faktory zahrnuty do rizikové klasifikace. V [tabulce 5] je uvedena kategorizace, specifikace a parametrické vyhodnocení pro modifikovanou metodu logických stromů jednotlivých vlivů faktorů. Faktory, které případně nenastávají, mají hodnocení rizika / nerizika nulové a dále nejsou při hodnocení rizikové klasifikace kalkulovány.

Nepřímé rizikové faktory			Hodnocení rizika	Hodnocení nerizika
Změna hydrogeologic-kých podmínek při zemědělské a lesnické činnosti	Omezené	odlesněním dojde k výraznému zasycení puklinového systému	0,3	0,5
	Nízké	změnou využívání pozemků dojde ke zvýšení vlivu vody v povrchovém - erozním vlivu	0,25	0,85
Vliv průmyslové těžby – odstřeley				
Vliv průmyslové těžby – odstřeley	Vysoké	v blízkosti lomu do 500 m	0,45	0,75
	Omezené	v blízkosti lomu od 500 do 1000 m	0,15	0,9
Vliv poddolování				
Vliv poddolování	Vysoké	v dotčených oblastech OKD	0,35	0,8
	Omezené	v okolí OKD a severních Beskyd	0,1	0,975
Seismické nepřímé faktory				
Lodní doprava	Omezené	Dopravní trasa lodní dopravy na Labi v úseku Pardubice - Hřensko	0,2	0,95
Železniční trasy v blízkosti OP do vzdálenosti 30 m	Omezené	Souběžná železniční trať či vedení trati v blízkosti ohroženého prostoru do vzdálenosti 30 m	0,3	0,75
Silniční trasy v blízkosti OP do vzdálenosti 20 m	Omezené	Souběžná pozemní komunikace či poloha komunikace v blízkosti ohroženého prostoru do vzdálenosti 20 m	0,2	0,85

Tabulka 4: Nepřímé rizikové faktory

4.18 Rizikové faktory - Ohrožení lidského zdraví

Událost skalního řícení může způsobit v případě nepříznivého vývoje újmu na zdraví osob, které jsou uživateli například dopravní trasy či obyvateli nemovitosti pod skalním svahem. Při specifikaci těchto faktorů je nutné vyhodnotit veškerý pravděpodobný vývoj případného ohrožení lidského zdraví skalním řícením.

Bez ohledu na velikost skalní stěny, velikosti padajících fragmentů skalního masívu je nutné tento faktor posoudit s ohledem na možnost ohrožení či poškození zdraví a životů osob, které se mohou v případě skalního řícení v ohroženém prostoru pohybovat. Pokud je byt jen minimální pravděpodobnost nežádoucího vývoje v případě ohrožení lidského zdraví, je nutné, aby tento vývoj byl v rámci rizikové klasifikace objektivně vyhodnocen.

Zajištění bezpečnosti lidského zdraví v ohroženém prostoru je prioritní záležitostí a nesmí být podceňováno. Na druhou stranu je v případě hodnocení tohoto faktoru zavádějící nadhodnocovat negativní vliv a dopady na lidské zdraví. V [tabulce 6] je uvedena souhrnná klasifikace tohoto závažného faktoru s popisem dopadu na lidské zdraví pro vyhodnocení rizikového stavu.



Obrázek 19: Poškození prostoru čerpací stanice v Liberci na ulici Milady Horákové

Rizikový faktor ohrožení lidského zdraví			Hodnocení rizika	Hodnocení nerizika
Riziko ohrožení lidského zdraví	Nepřijatelné riziko	skalní řícení může způsobit rozsáhlé, těžké újmy na zdraví či ztráty na životech.	1,0	0,01
	Velmi vysoké riziko	skalní řícení způsobí středně těžkou až těžkou újmu na zdraví, nejsou ohroženy lidské životy	0,75	0,20
	Střední riziko	skalním řícením může být způsobeno jen lehké zranění či šok	0,35	0,60
	Nízké riziko	skalní řícení nezpůsobí újmu na zdraví a životech	0,10	0,90

Tabulka 5: Rizikový faktor ohrožení lidského zdraví

4.19 Rizikové faktory - Ohrožení majetku

Druhým nejzávažnějším dopadem skalního řícení bývá poškození majetku. Škoda může vzniknout jak přímým poškozením objektu, tak může dojít k nepřímým škodám spojených s vyloučením dopravního provozu, vyloučením výrobního provozu, vzniku škod třetím osobám, poškození energetických a sdělovacích inženýrských sítí a další široké spektrum možných dopadů na činnost člověka.

Mezi nejvíce ohrožené prostory jsou na území České republiky dopravní trasy. A to především hlavní a regionální železniční trasy, dálnice, silnice I až III třídy a některé místní komunikace, jejichž trasování velmi různorodě zasazené do členitého horninového prostředí.

Značná část těchto dopravních tras byla zbudována v předminulém a minulém století často přímým zásahem do skalního svahu resp. masívu. Vznikla tak přímá spojitost existence mezi uměle vytvořeným skalním svahem a novou trasou. Dřívější šetrné, leč náročné metody tvorby skalních zářezů byly nahrazeny průmyslovými odstřely a těžkou technikou. Došlo tak k ekonomicky vhodnému vytvoření prostoru pro dopravní trasu, avšak se zásadním narušením stavu stability skalního svahu vlivem střelných prací.

Skalní řízení ve značném rozsahu ohrožuje také občanské objekty, které jsou postaveny v přímé blízkosti skalních svahů. Skalním řízením může být takový objekt značně poškozen a zpravidla je po skalním řízení znemožněno obývání takového objektu. Nejsložitější situace nastává, pokud „majitelem“ skalního svahu je i majitel dotčeného objektu.

Škody na objektu v ohroženém prostoru skalního svahu je tak nutno přímo posuzovat ve vazbě na hodnocený objekt, trasu – ohrožený objekt a dále také na nepřímé škody, které mohou vzniknout vlivem přerušением provozu, přerušением dopravní obslužnosti nebo provozuschopnosti a v neposlední řadě i případné porušení majetku a práv třetích osob.

Výpočet škod jednotlivých faktorů je čistě informativní pro základní potřeby kvantifikace rizika a vlastní metodiky Rizikové Klasifikace. Reálná výše škod včetně kvantifikace rizika je předmětem odborného znaleckého vyhodnocení a není dále v tomto komentáři základního použití metodiky Rock Slope Rating – Risk Classification rozváděna.



Obrázek 20: Zřícení části masivu na rodinný dům v Kuřimi, ulice Podhoří

Rizikový faktor ohrožení majetku			Hodnocení rizika / nerizika
Obytné budovy, občanský majetek	<i>velmi vysoké</i>	skalní řízení může zcela způsobit demolici obytných částí či silné narušení hospodářských staveb	1 / 0,01
	<i>vysoké</i>	skalní řízení může způsobit závažné porušení statiky objektů s nemožností užívání	0,74 / 0,20
	<i>omezené</i>	skalní řízení způsobí lokální porušení statiky objektu či dotčení - poškození hospodářských prostor	0,35 / 0,60
	<i>nízké</i>	skalním řízením dojde k zásahu do objektu bez poškození statiky, je možné dotčení hospodářských prostor	0,1 / 0,90
Průmyslové objekty apod., majetek v držení právnických osob	<i>velmi vysoké</i>	skalní řízení může způsobit značné až celkové poškození majetku či úplné zrušení provozuschopnosti	1 / 0,01
	<i>vysoké</i>	skalní řízení může způsobit závažné poškození majetku či dlouhodobé omezení provozuschopnosti	0,74 / 0,20
	<i>omezené</i>	skalní řízení může způsobit částečné poškození majetku nebo krátkodobé omezení provozuschopnosti	0,35 / 0,60
	<i>nízké</i>	skalní řízení jen omezeně ohrozí či poškodí majetek, omezení provozuschopnosti jen v rámci odstranění následků havárie	0,1 / 0,90

Tabulka 6: Rizikový faktor ohrožení majetku – pozemní stavby

Liniové dopravní stavby – železnice			
Objekty dopravních tras - koridorových a celostátních tratí SŽDC, s.o.	<i>velmi vysoké</i>	skalní řízení může značně poškodit železniční svršek a spodek a vybavení trati, výluka provozu bude delší než 5 dnů nebo celkové škody vyšší jak 30 mil Kč	1 / 0,01
	<i>vysoké</i>	skalní řízení může značně poškodit železniční svršek a spodek a vybavení trati, výluka provozu bude delší než 3 dny nebo celkové škody vyšší jak 17 mil Kč	0,74 / 0,20
	<i>omezené</i>	skalní řízení může poškodit železniční svršek a částečně vybavení trati, výluka provozu bude do 3 dnů nebo celkové škody ve výši 8 - 17 mil Kč	0,35 / 0,60
	<i>nízké</i>	skalní řízení může částečně poškodit železniční svršek, dojde ke krátkodobému omezení provozu či výluka provozu bude do 1 dne, celkové škody do výše 8 mil Kč	0,1 / 0,90
Objekty dopravních tras - regionálních a lokálních tratí SŽDC, s.o.	<i>velmi vysoké</i>	skalní řízení může zcela zavalit či značně poškodit trať, výluka provozu bude delší než týden, či je nutné trať uzavřít, škody vyšší jak 5 mil Kč	1 / 0,01
	<i>vysoké</i>	skalní řízení může značně poškodit trať, výluka provozu bude delší než 4 dny, škody ve výši 2 - 5 mil Kč	0,74 / 0,20
	<i>omezené</i>	skalní řízení může částečně poškodit železniční svršek, dojde ke krátkodobému omezení provozu či výluka provozu bude do 3 dnů, škody do výše 0,5 - 2 mil Kč	0,35 / 0,60
	<i>nízké</i>	skalní řízení zavalí trať, bez poškození vybavení trati, odstranění řízení bude vyžadovat výluku min 1 den, škody do 0,5 mil Kč	0,1 / 0,90

Tabulka 7: Rizikový faktor ohrožení majetku – železniční dopravní cesty

Liniové dopravní stavby – silnice			
Objekty dopravních tras - silnice I. tř. a dálnice	<i>velmi vysoké</i>	skalní řízení způsobí zavalení a značné poškození komunikace, uzavření komunikace pro odstranění havárie bude delší jak 14 dnů, škody mohou být vyšší jak 10 mil Kč	1 / 0,01
	<i>vysoké</i>	skalní řízení způsobí zavalení a silné poškození komunikace, uzavření komunikace pro odstranění havárie bude v rozsahu 7 - 14 dnů, škody mohou být ve výši 5 - 10 mil Kč	0,74 / 0,20
	<i>omezené</i>	skalní řízení způsobí omezené poškození komunikace, uzavření komunikace pro odstranění havárie bude v rozsahu 3 - 6 dnů, škody mohou být ve výši 1 - 5 mil Kč	0,35 / 0,60
	<i>nízké</i>	skalní řízení se jen omezeně dotkne komunikace, uzavření komunikace pro odstranění havárie bude do 2 dnů, škody do 1 mil Kč	0,1 / 0,90

Objekty dopravních tras - silnice II. a III. třídy, účelové komunikace a místní komunikace	<i>velmi vysoké</i>	skalní řízení způsobí značné poškození a dlouhodobé vyloučení provozu - více jak 30 dnů, škody mohou být vyšší jak 8,5 mil Kč	1 / 0,01
	<i>vysoké</i>	skalní řízení způsobí výrazné poškození, omezení či vyloučení provozu v trvání 10 - 30 dnů, škody mohou být v rozsahu 4,5 - 8,5 mil Kč	0,74 / 0,20
	<i>omezené</i>	skalní řízení způsobí omezené poškození komunikace, uzavření komunikace pro odstranění havárie bude v rozsahu 5 - 10 dnů, škody mohou být ve výši 1,5 - 4,5 mil Kč	0,35 / 0,60
	<i>nízké</i>	skalní řízení se jen omezeně dotkne komunikace, uzavření komunikace pro odstranění havárie bude do 5 dnů, škody do 1,5 mil Kč	0,1 / 0,90

Tabulka 8: Rizikový faktor ohrožení majetku - pozemní komunikace

Ostatní stavby a objekty			
Jinak chráněné objekty, trasy či území, kulturní památky, majetek ve vlastnictví státu a obcí, trasy pro pěší, turistické trasy	<i>velmi vysoké</i>	skalním řícením dojde k celkovému poškození majetku s možností, že dotčený majetek nebude dále k užívání	1 / 0,01
	<i>Vysoké</i>	skalní řícení způsobí významnou újmu na majetku, užívání bude možné až po rozsáhlé rekonstrukci a odstranění následků havárie	0,74 / 0,20
	<i>omezené</i>	skalní řícení částečně postihne majetek, užívání majetku bude možné po lokální rekonstrukci a odstranění následků havárie	0,35 / 0,60
	<i>Nízké</i>	skalní řícení se jen omezeně dotkne majetku, užívání není ovlivněno řícením, rekonstrukce majetku není nutná	0,1 / 0,90

Tabulka 9: Rizikový faktor ohrožení majetku - ostatní stavby

5. Faktoriální tabulka a hodnocení in-situ

V rámci předkládané metodiky RSR byla vytvořena faktoriální tabulka pro přímé vyhodnocení stavu skalního svahu přímo in-situ. Vyhodnocení stavu skalního svahu pomocí faktoriální tabulky je koncipováno pro přímé vyhodnocení součtovým modelem se zatříděním do určených stavů dle hodnocení stupnice RSR-PR. Součtový model dosahuje proti pravděpodobnostnímu modelu 85% přesnosti vyhodnocení stavu, avšak rozdíl vyhodnocení je vázán na případy vyhodnocení v blízkosti limit hodnocení jednotlivých stavů hodnocení. Místní vyhodnocení je využitelné, ale pro jednoznačné vyhodnocení je vhodné provést přehodnocení odborníkem, znalcem či v systému NEMETON 2013.

Použití faktoriální tabulky a vyhodnocení dle metodiky Rock Slope Rating je rovněž vhodné pro geotechnické mapování, rekognoskaci a průzkumy a také průběžnou dokumentaci skalních svahů. Tabulku je možné použít i ke zpětné analýze pro objektivní vyhodnocení objektivnosti hodnocení jednotlivých variant kritérií v případě přehodnocení závěrů znalcem.

Jednotlivá kritéria a jejich varianty jsou kvantifikována tak, aby nebylo možné účelové vyšetření skalního svahu pro nadhodnocování stavu skalního svahu. Interpretace vyhodnocení skalního svahu pomocí metodiky Rock Slope Rating je však odpovědně možná pouze odborně způsobilou osobou v oboru geologie či geotechnika. Ačkoli je metodika připravena pro využití širší veřejností, nelze opomenout složitost vyhodnocení a rekvalifikaci hodnocených kritérií na základě dlouholetých zkušeností a odborné způsobilosti.

Faktoriální tabulka je uvedena jako příloha základního komentáře.

6. Literatura:

ROZSYPAL, A.: KONTROLNÍ SLEDOVÁNÍ A RIZIKA V GEOTECHNICE, JAGA GROUP, BRATISLAVA, 2001.

ROZSYPAL, A.: INŽENÝRSKÉ STAVBY. ŘÍZENÍ RIZIK, JAGA GROUP, BRATISLAVA, 2008

7. Internetové zdroje:

XX

http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/prednasky/2_kapitola.htm.

8. Seznam zkratk:

SŽ

ŘSD

SÚS

MPSS

TP 76A

TP 223

9. Rejstřík:

Obrázek 1: Řícený blok na silnici I/62 ve Hřensku v roce 2009, objem cca 10 m ³ , doba omezení provozu 3,5 roku, (Z. Vařilová, Správa NPČŠ)	5
Obrázek 2: Vizualizace členění České republiky na geotechnické územní celky - skajony.....	6
Obrázek 3: Nezajištěný skalní masiv ze silně narušených erlanů nad silnicí I/14 v Rokytnici nad Jizerou.....	7
Obrázek 4: Pohled na výrazný skalní svah Zvolské homole nad silnicí II/1043 Vrané nad Vltavou - Praha po dokončení zajištění bezpečnosti, 2014.....	8
Obrázek 5: Oboustranný zářez tvořený strmými svahy, trať 149 Mariánské Lázně - Karlovy Vary, km 4,8, pohled směr M. L.	8
Obrázek 6: Oboustranný zářez po modernizaci úseku trati 081 - Čeká Kamenice - Jedlová, pohled směr Jedlová	9
Obrázek 7: Levostranný odřez skalního masivu na trati 198 Strakonice - Volary, km 31,000, pohled směr Vimperk	9
Obrázek 8: Příklad hornin skalních masivů, zleva granodiority Dolní Kounice, prachovce - břidlice Měchenice a pararuly Chrástice, horniny ve vyšším stupni zvětrání	9
Obrázek 9: Vymezení ohroženého prostoru ve vazbě na uspořádání tratí Správy železnic, s.o.	10

Obrázek 10: Vymezení ohroženého prostoru ve vazbě na uspořádání pozemních komunikací ve správě ŘSD a SÚS	10
Obrázek 11: Vymezení ohroženého prostoru ve vazbě na uspořádání občanských staveb	10
Obrázek 12: Vymezení ohroženého prostoru ve vazbě na uspořádání komerčních staveb	10
Obrázek 13: Vymezení mimořádné události	11
Obrázek 14: Pohled na objekt Žlebské jehly (1400 t – cca 700 m ³) nad údolím Labe, Dolní Žleb, trať Děčín hl. n. - státní hranice SRN, stav bloku před jeho následnou stabilizací v roce 2014	11
Obrázek 15: Vymezení akumulčního prostoru	11
Obrázek 16: Pohled na skalní odřez u trati 042 - v úseku Poniklá - Jablonec nad Jizerou, km 14,3 - 14,4, nahoře před základním sanačním zásahem 2016, dole po základním sanačním zásahu 2016	11
Obrázek 17: Trať 310 - Olomouc hl. n. - Krnov , průjezd osobního vlaku v zářezu po mimořádné události, kdy došlo k ohrožení a omezení ohroženého prostoru trati v km 17,670 - 17,740.....	12
Obrázek 18: Skalní svah po provedení základního sanačního zásahu, sil I/10 u obce Splzov.....	22
Obrázek 19: Poškození prostoru čerpací stanice v Liberci na ulici Milady Horákové.....	25
Obrázek 20: Zřícení části masivu na rodinný dům v Kuřimi, ulice Podhoří	26

