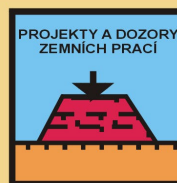
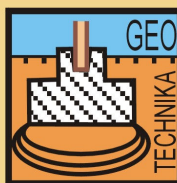




ING. JIŘÍ PETERA  
Pouchovská 533/52a  
500 03 Hradec Králové  
495 059 236  
602 462 687  
www.peterajiri.cz



## INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POSOUZENÍ (IGPo) STABILITY SKALNÍHO SVAHU A NÁVRH LIKVIDACE SKALNÍHO ŘÍČENÍ

Název akce:

**II/295 HERLÍKOVICE – SKALNÍ ŘÍČENÍ V KM 13,285 – 13,345**



Skalní říčení v lokalitě Herlíkovice, proběhlé 11.03.2021 (foto 02.04.2021)

Objednatel:

**KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ**  
Pivovarské nám. 1245, 500 03 Hradec Králové

Zhotovitel:

**ING. JIŘÍ PETERA**  
IČ: 16245831  
Pouchovská 533/52a, 500 03 Hradec Králové -Věkoše



Datum: 06 – 07 / 2021

## OBSAH IGPO A NÁVRHU LIKVIDACE SKALNÍHO ŘÍČENÍ:

1. Úvodní informace (identifikační údaje, úkol dokumentace, podklady, lokalizace, geologické poměry)
2. Inženýrskogeologické posouzení skalního svahu (IGPo)
3. Návrh likvidace skalního řízení a stabilizace skalního svahu
4. Závěry

## PŘÍLOHY:

- Č.1 **Situace** řešeného úseku skalního svahu v lokalitě Herlíkovice (M = 1 : 750, tisk A3) a **pohled** na řešený rizikový úsek skalního svahu – **současný stav**
- Č.2 **Schematické geologické profily** svahem PF1 až PF4 – **současný stav**
- Č.3 Dokumentační list skalního svahu dle metodiky Nemeton RSR-PR
- Č.4 **Situace** stabilizačních opatření - **návrh stabilizace** (M = 1 : 500)
- Č.5 **Schematické geologické profily** svahem PF1 až PF4 – **návrh stabilizace**
- Č.6 **Výkaz výměr** (soupis navrhovaných stabilizačních prací) – **návrh stabilizace**
- Č.7 **Srovnávací rozpočet** (projektantský odhad nákladů) – **návrh stabilizace**
- 

## 1. ÚVODNÍ INFORMACE (IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE, ÚKOL DOKUMENTACE, PODKLADY, LOKALIZACE, GEOLOGICKÉ POMĚRY)

### Identifikační údaje o lokalitě:

Kraj: Královéhradecký

Obec: Vrchlabí (579858)

Katastrální území: Hořejší Vrchlabí (č.k.ú. 786349)

Prošetřované pozemky a jejich vlastníci: ppč. ppč.1323/1 (lesní pozemek, vlastník Město Vrchlabí), 2149/30 a 2149/25 (ostatní plochy – silniční komunikace, vlast. Město Vrchlabí) – podrobně v situaci v příl.1

Kilometráž silnice II/295: km 13,285 – 13,345

Délka řešeného rizikového úseku svahu: 60 m

Orientace svažitých pozemků: západ až západ-jih-západ

Nadmořská výška: cca 535 - 545 mnm

### Úkol dokumentace:

Úkolem geologických a geotechnických prací v rámci úkolu bylo:

- A) **Inženýrskogeologické posouzení (IGPo) stability skalního svahu** vč. definice rizik plynoucích z nestability svahu či jeho částí.
- B) **Návrh likvidace skalního řízení a odstranění hlavních rizik (návrh stabilizace svahu).**

Geologické a geotechnické práce byly prováděny na základě objednávky Královéhradeckého kraje č. DO2021/00940 ze dne 28.06.2021.

### Podklady:

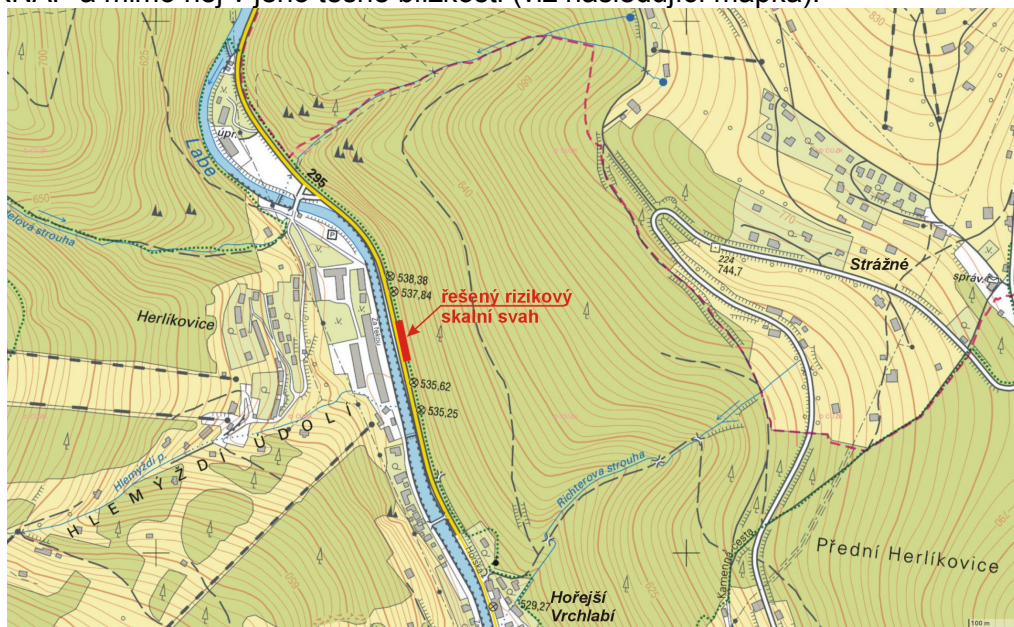
- Objedávka Královéhradeckého kraje vystavená na základě nabídky zhotovitele ze dne 14.06.2021
- Informace o změně technického stavu silnice č.168267 - prvotní dokumentace skalního řízení v lokalitě Herlíkovice, zprac. M.Krampla, inspektor silniční sítě Správy silnic KHK, dat.: 11.03.2021.
- Dokument Revize stability skalních svahů podél silnice II/295 v úseku Vrchlabí – Špindlerův Mlýn, zprac.: J.Petera, J.Heteš, zak.č.: JIP/1918/21, dat.: 05/2021.
- Dokument Aktualizace generelu stability skalních svahů podél silnice II/295, zprac.: J.Petera, zak.č.: JIP/1799/19, dat.: 06/2019
- Projekt stabilizace skalních svahů podél silnice II/295, úsek 06 Herlíkovice, zprac.: J.Petera, L.Tejklová, M.Marx, V.Marx, zak.č.: JIP/1270/10, dat.: 08/2010.
- Prohlídky lokality a podrobná geologická dokumentace vč. měřických úkonů ve dnech 02.04., 03.05. a 28.06.2021.
- ČSN 721001, 731001, 731005, 736133, metodika Nemeton 2013 (aktual.2017).



- Topografické mapy na portálu <https://ags.cuzk.cz/geoprolizec/> (podrobné geodetické zaměření lokality nebylo k dispozici)
- Elektronická verze geologické mapy ČGS na portálu: [www.geology.cz](http://www.geology.cz)

### Lokalizace:

Řešený rizikový skalní svah na severním okraji Vrchlabí, v k.ú. Hořejší Vrchlabí, při silnici II/295 v km 13,285 – 13,345. V blízkosti protéká řeka Labe. Řešené území je situováno v ochranném pásmu KRNAP a mimo něj v jeho těsné blízkosti (viz následující mapka).



### Geomorfologie

Území se nachází v horské oblasti Krkonoš v krajině s výraznými výškovými rozdíly mezi okolními hřebeny a hluboce zaříznutými údolími řeky Labe a jeho přítoků. Horská údolí podél významných vodotečí jsou fluvialního původu. V reliéfu terénu převažují strmé a velmi strmé svahy s častými skalními výchozy.

Podél silnice II/295 byly při generální rekonstrukci v 70. letech 20. století prováděny terénní úpravy spojené s rozšiřováním tělesa silniční komunikace, přičemž vznikly odřezy v podobě souvislých skalních stěn nebo odřezy v kamenito-balvanitých zvětralinách při patě svahu.

V řešené lokalitě Herlíkovice se jedná o typický případ rozšíření silnice částečným odřezem paty svahu, který je tvořen metamorfity (rulami). Výška odřezem obnažených skalních stěn má zpravidla výšku do 10 m, v aktuálně řešeném úseku v Herlíkovicích to je cca mezi 4 m až 5 m.

V těsné blízkosti směrem k Vrchlabí je do svahu výrazněji zaříznut opuštěný kamenolom, z něhož byl pravděpodobně získáván stavební kámen na stavu inženýrských objektů silnice.

Řešený úsek skalního svahu leží v nadmořské výšce cca 535 – 545 mnm. Drsné klima v lokalitě odpovídá spíše vyšší nadmořské výšce. Je způsobeno bezprostřední blízkostí horního toku řeky Labe a okolními vrchy dosahujícími nadmořské výšky téměř 1000 mnm.

### Geologie

Z regionálně geologického hlediska náleží území do krkonošsko-jizerského krystalinika, které v řešené lokalitě buduje **horninové prostředí** metamorfity krystalinického pláště. V lokalitě Herlíkovice je horninový masiv budován **muskovitickými rulami**, neoproterozoického až ordovického stáří (cca 600 MA – 450 MA (?)). Horninový masiv je nepravidelně porušen tektonickými zlomy, v jejichž prostoru je hornina mechanicky porušena až kataklasticky rozvolněná. Úklon rulových vrstev ve výchozu je přibližně 40° k SZ, tzn. směrem ze svahu.

**Kvartérní pokryv** ve svažitých partiích se vytváří nepravidelně podle odolnosti podložních hornin, podle sklonitosti a pozice lokality. Převládají **zvětraliny** podložních hornin v podobě eluvio-deluvialních uloženin, písčito-hlinito-kamenitého charakteru. Mocnost těchto uloženin je proměnlivá od několika dm po první metry. Část zvětralin tvoří kamenito-balvanité osypy v patě skalních výchozů. V úzkém pruhu podél říčního koryta řeky Labe se vyskytuje fluvialní štěrkobalvanitá akumulace zpravidla pouze malé mocnosti.



## Hydrogeologie

Hydrogeologické poměry jsou determinovány horninovým prostředím s nepravidelnou propustností vrstev, bohatými srážkami v horské oblasti a výraznou drenážní funkcí labského údolí.

V zásadě se ve středně a strmě svažitéch pozicích setkáváme s periodickým a nesouvislým výskytem mělké podzemní vody infiltračního typu, a to v propustnějších polohách kvartérního pokryvu a v rozvolněném povrchu podložních metamorfovaných hornin. Ve svazích zpravidla nejde hovořit o hladině podzemní vody, infiltrovaná voda se vyskytuje spíše v podobě izolovaných průsaků. Výskyt mělké podzemní vody je odvislý od aktuálních srážek a podle lokální bilance „povrchový odtok – zásak“.

Živý odtok povrchové a mělké podpovrchové vody ze svahů lze zaznamenat např. v jarním období při tání sněhu. Tavná voda stéká jak po povrchu terénu, tak lokálně prýští z puklin ruly v odřezové skalní stěně (viz následující foto). Živý sezónní vodní režim je jedním z velmi významných faktorů nestability skalního svahu.

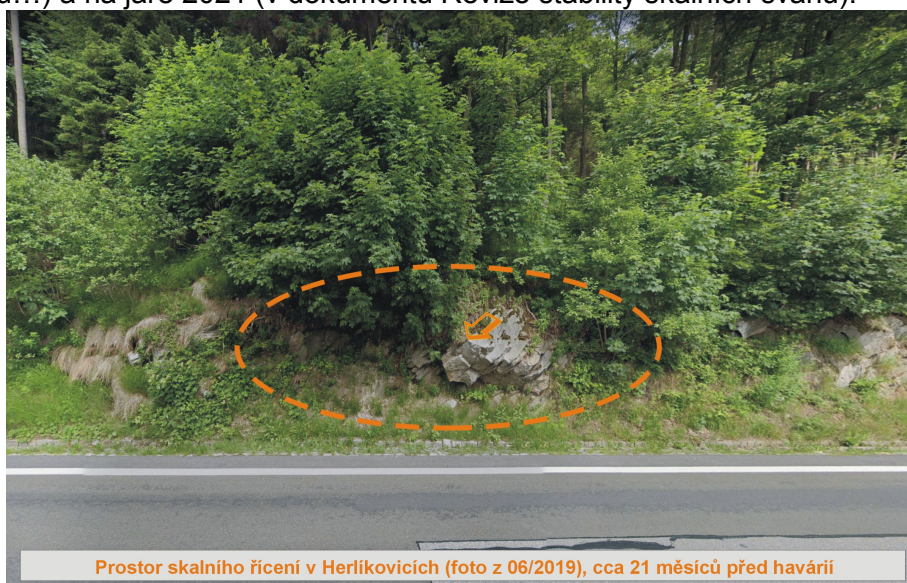


Vydatné průsaky vody z puklin rulového masivu při jarním tání (2019).

## 2. INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POSOUZENÍ SKALNÍHO SVAHU (IGPo)

Skalní svah v lokalitě Herlíkovice byl opakovaně geologicky dokumentován za účelem posouzení možné nestability svahů přimknutých ke státní silnici II/295.

Poslední důležité dokumentace byly na jaře roku 2019 (v dokumentu Aktualizace generelu stability skalních svahů...) a na jaře 2021 (v dokumentu Revize stability skalních svahů).



Prostor skalního řízení v Herlíkovicích (foto z 06/2019), cca 21 měsíců před havárií



Důležitým impulsem pro zpracování uvedeného dokumentu „Revize...“ bylo aktuálně proběhlé malé skalní řícení v řešeném úseku, primárně dokumentované inspektorem silniční sítě panem M.Kramplou dne 11.03.2021.



Malé skalní řícení v lokalitě Herlíkovice, v km cca 13,315 silnice II/295, dokumentované 11.03.2021 (foto inspektor siln.sítě M. Krampla)

### Parametry skalního řícení

Dne **11.03.2021** se zřítilo cca 10 m<sup>3</sup> uvolněné zvětraliny z rulové skalní stěny v úseku Herlíkovice v km 13,315 (osa řícení). Skalní fragmenty o velikosti balvanů až bloků (max. vel. do 1,5 m) dopadly z výšky 1 – 3 m až do pravého jízdního pruhu. Skalní fragmenty se vlivem předchozích mrazových cyklů a jarního tání uvolnily z poměrně nízkého skalního svahu po sklonitých vrstevnatých plochách.

Zřícením vznikla na silnici **velmi nebezpečná** dopravní situace. Ve smyslu změny technického stavu silnice se jednoznačně jednalo o **havarijní situaci**. Správa silnic KHK neprodleně zajistila průjezdnost silnice odklizením zřícené suti z jízdního pruhu a instalací provizorních betonových svodidel na krajnici.

### Charakteristika skalního svahu:

Řešený skalní svah, označený při následné geologické dokumentaci jako rizikový, má délku 60 m. V uvedeném úseku **v km 13,285 – 13,345 silnice nelze vyloučit obdobná skalní řícení**, jelikož přírodní podmínky jsou analogické. Výška skalní stěny vzniklé odřezem svahu je cca 4 m – 5 m. Patní část svahu je velmi strmá, se sklonem 58°– 69°. Spodní část svahu je nepravidelně porostlá náletovými dřevinami a křovinami, výše ve svahu je vzrostlý les.

Skalní stěna je tvořená dvojslídňou rulou, jejíž vrstevnatost směřuje ze svahu pod úhlem cca 40°. Odlučnost ruly je deskovitá (de = 75 – 250mm), prizmatická i nepravidelně kamenitá. Líc nízké skalní stěny je nepravidelně rozvolněný (rozvětralý). V nadloží je relativně tenký zvětralinový pokryv. Vodní režim je proměnlivý (podle srážek). V období s vydatnými srážkami je patrný jak povrchový odtok, tak průsaky vody v rozevřených puklinách rulového masivu.

Všechny důležité geologické a hydrogeologické poznatky vč. geometrických souvztažností jsou zachyceny ve 4 schematických geologických profilech (v příl. 2/1 – 2/4).

### Posouzení (ne)stability svahu a předpokládaných rizik

Výsledkem dokumentačních prohlídek bylo stanovení stupně nestability ve smyslu obecně přijaté metodiky **Nemeton 2013** (m.j. metodiku používá také Česká geologická služba). Dokumentační list s výsledným indexem **RSR-PR = 70** je v příloze č.3. Nestabilitu skalního svahu, lze charakterizovat jako **stav kriticky labilní až havarijní**.

Z aktuálního výsledku IG-posouzení lze zařadit řešený úsek skalního svahu **dle metodiky MŽP z roku 1998** (in V.Lysenko a kol, 1997) do **III.kategorie rizika, tzn. do nejvyššího rizika**.

### Příčiny vzniku svahové nestability:

Za **nejdůležitější destabilizující faktory** lze považovat:

- Značnou strmost paty skalního svahu ( $58^{\circ}$  -  $69^{\circ}$ ), vystupující v podobě skalní stěny (výšky max. 5m), vzniklé při terénním odřezu při rozšiřování silnice cca před 50 lety.
- Střídání více a méně mechanicky odolných horninových vrstev.
- Atmosférické zvětrávání způsobující rozvolnění rulového skalního masivu ve výchozech a nejvýrazněji v tektonicky porušených zónách a zónách porušení horniny historickými trhacími pracemi (tj. při technickém rozvolňování skalního masivu před terénními úpravami pro rozšíření silnice).
- Poměrně značnou hustotou přirozené odlučnosti horninových vrstev ( $d = 75\text{mm} - 250\text{mm}$ ), přičemž přirozené rozpukání je jak tektonického, tak netektonického původu.
- Sklon rulových vrstev cca  $40^{\circ}$  ze svahu, přičemž vrstevné plochy jsou potenciálními plochami odlučnosti pro samovolný odlom skalních prvků, které dosahují lokálně objemu v řádu desetin až jednotek  $\text{m}^3$ .
- Sezónně živý vodní režim povrchové vody (eroze) a mělké podpovrchové vody (snižuje tření mezi skalními komponenty).
- Mrazové cykly v prostředí s drsným horským klimatem.
- Uvolňování zvětraliny rozrušovacím účinkem kořenů náletových dřevin, zejména na horní hraně skalní stěny.

Pozn.: Vznik nestabilního stavu skalního svahu (viz hodnocení parametrem RSR-PR) na předchozí straně, je kombinací výše uvedených nepříznivých faktorů.

### Dílčí závěr inž.geologického posouzení :

Řešený úsek skalního svahu v lokalitě Herlíkovice v km 13,285 – 13,345 silnice II/295 je ve stavu **kriticky labilním až havarijním**.

Ohrožení silnice II/295 je **v nejvyšším (III.) stupni rizika**.

## 3. NÁVRH LIKVIDACE SKALNÍHO ŘÍČENÍ A STABILIZACE SKALNÍHO SVAHU

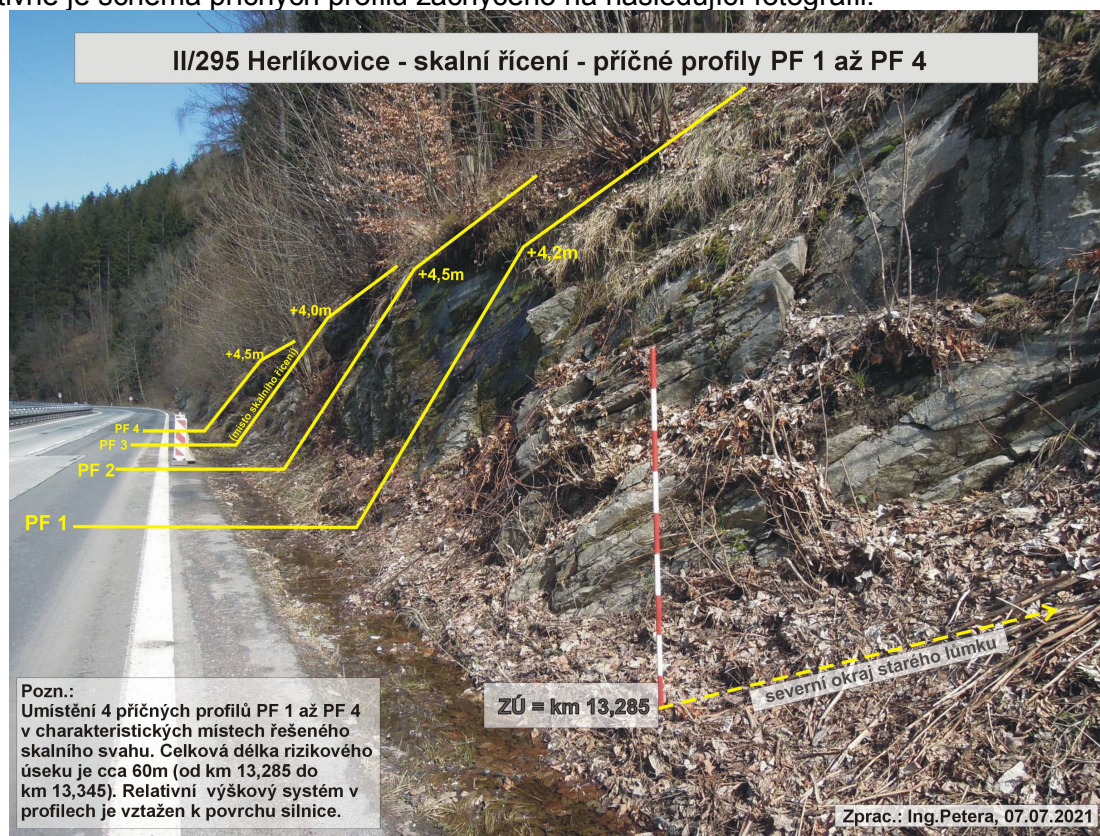
Likvidace suti ze skalního říčení (11.03.2021) byla provedena Správou silnic KHK neprodleně. Pro zajištění elementární bezpečnosti silniční dopravy byla instalována provizorní betonová svodidla na krajnici vozovky. Další zajišťovací práce nebyly provedeny. Aktuální stav je na fotografii dole.



Elementárně zajištěný prostor skalního říčení (foto 03.05.2021)



Pro návrh stabilizace skalního svahu bylo nutné pořídit **aktuální geodetické zaměření** v podobě transformace kilometráže silnice II/295 do terénu (viz situace v příl.1), vytipování 4 příčných profilů PF a jejich výškopisné proměření (viz schematické geologické profily PF1 až PF4 v příl. 2/1 – 2/4). Ilustrativně je schema příčných profilů zachyceno na následující fotografii.



### **Návrh likvidace skalního řízení a odstranění hlavních rizik**

Likvidace skalního řízení a odstranění hlavních rizik plynoucích z nestability skalního svahu budou provedeny **v úseku délky 60m** (v km 13,285 – 13,345).

#### **A) Přípravné práce**

Stabilizační práce budou prováděny z vozovky silnice II/295 a z lesního pozemku ppč.1323/1. Manipulační plocha na vozovce bude zabírat přilehlý jízdní pruh. Od pojížděného pruhu silnice bude manipulační plocha oddělena provizorními betonovými svodidly (výšky min. 800mm). Doprava na silnici bude řízena světelnou signalizací. DIO projedná s příslušnými orgány statní správy zhotovitel. Na vhodném místě bude umístěna stavební buňka a chemické WC.

#### **B) Stabilizační práce**

Metodicky se jedná o následující postupy:

- Odstranění křovin v ploše 500 m<sup>2</sup> (pozn.: kácení stromů bylo realizováno při komplexní stabilizaci svahu úseku Herlíkovice již v roce 2013).
- Ochranný polštář z drčeného kameniva rozprostřený na asfaltovém povrchu vozovky v místech s rizikem pádu větších horninových bloků. Nesouvislé provedení. Celkem 20m<sup>3</sup> štěrku nebo štěrodrti.
- Odbourání nestabilních součástí skalního svahu (skalní stěny) a snížení sklonu odřezu na cca 50°. Předpoklad celkového objemu bouracích prací je 150 m<sup>3</sup> (z toho v 3.tř. těžitelnosti 60m<sup>3</sup>, ve 4.tř. 60m<sup>3</sup> a v 5.tř. 30m<sup>3</sup>).
- Naložení a odvoz sypaniny a rubaniny na skládku, do vzdálenosti menší než 15km.
- Očistění povrchu svahu před montáží ochranných sítí v ploše cca 500 m<sup>2</sup>.
- Montáž ochranných ocelových sítí v ploše cca 500 m<sup>2</sup>. Ochranná síť bude vysokopevnostní hexagonální 100/80mm s dvojitým zákrutem, průměr drátu 2,7mm, povrchová ochrana

galfan, v podélném směru vpletená ocelová lana prům. 8mm ve vzdálenostech 1,0m, celková mechanická výztužná síla 80 kN/m. Dolní a horní horizont sítí bude z ocelového lana prům. min. 12 mm, s poplastovaným povrchem. Přesné vedení linie DH a HH bude upřesněno v rámci geologického či geotechnického dozoru.

- Kotvení ochranné sítě bude svorníky typu CKT-R25mm (do tvrdých částí skalního masivu) a typu IBO-R32 (do zvětralých zón). Rozteč svorníků bude 1 svorník na 4m<sup>2</sup>, v poruchových zónách lokálně větší hustota (tzn. vypočtené standardní množství svorníků zvětšit o 25%). Délky svorníků budou proměnlivé od 2,0m do 3,0m. Způsob kotvení bude u každého jednotlivého svorníku zvolen na základě geotechnického stavu skalního bloku. Zhlaví svorníků bude tvořeno maticí, podložkou a roznášecí ocelovou deskou 150 x 150 x 8mm. Nátěr zhlaví bude v barvě horniny (hnědošedá).

Podrobný **rozsah navrhovaných stabilizačních prací** je patrný ze situace, schematických profilů, výkazu výměr a srovnávacího rozpočtu (v **přílohách 4 – 7**).

Předpokládá se, že vybraný zhotovitel stabilizačních prací bude společnost dostatečně odborně a technicky vybavená, se zkušenostmi v oboru. M.j. se předpokládá, že část prací bude zajišťována pomocí horolezecké techniky.

Dále se předpokládá, že stabilizační práce budou průběžně dozorovány geologem či geotechnikem a postup a rozsah prací bude modifikován podle aktuálních zjištění ve stavebním odkryvu.

Doba stabilizačních prací je odhadována na 40 – 50 dnů.

#### 4. ZÁVĚRY

Výsledek inženýrskogeologického posouzení (ne)stability skalního svahu v řešeném úseku v lokalitě Herlíkovice v km 13,285 – 13,345 silnice II/295 je tento: skalní svah je ve stavu kriticky labilním až havarijním. Ohrožení silnice II/295 je v nejvyšším (III.) stupni rizika.

Stabilizační opatření jsou navržena v podobě, která je dle zkušeností dostatečně účinná, ale zároveň racionální z hlediska finančních nákladů a krátké doby realizace.

Likvidaci skalního řícení a odstranění hlavních rizik se doporučuje provést neprodleně, dle možností ještě v roce 2021.

Životnost provedených opatření se odhaduje min. na 30 let za předpokladu, že bude prováděna údržba svahu v podobě odstraňování náletových dřevin, a to nejpozději 1x za 5 let.

V Hradci Králové 21. 07. 2021

Spolupracující geolog: Mgr. David Vraný



**Ing. Jiří Petera**  
odpovědný geolog v oboru  
inženýrská a environmentální geologie