

# g e o l o g i c k ý p r ů z k u m

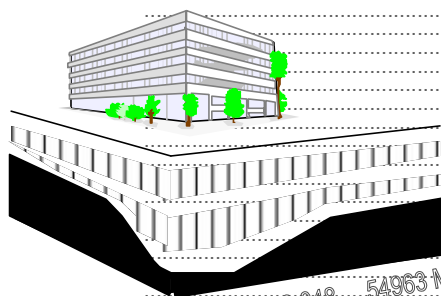
**BOROHRÁDEK- silnice II/317**

**návrh opěrné stěny pod silnicí**

pozemek k. č. 943/2.

zakázka č. 793/2020

prosinec 2020

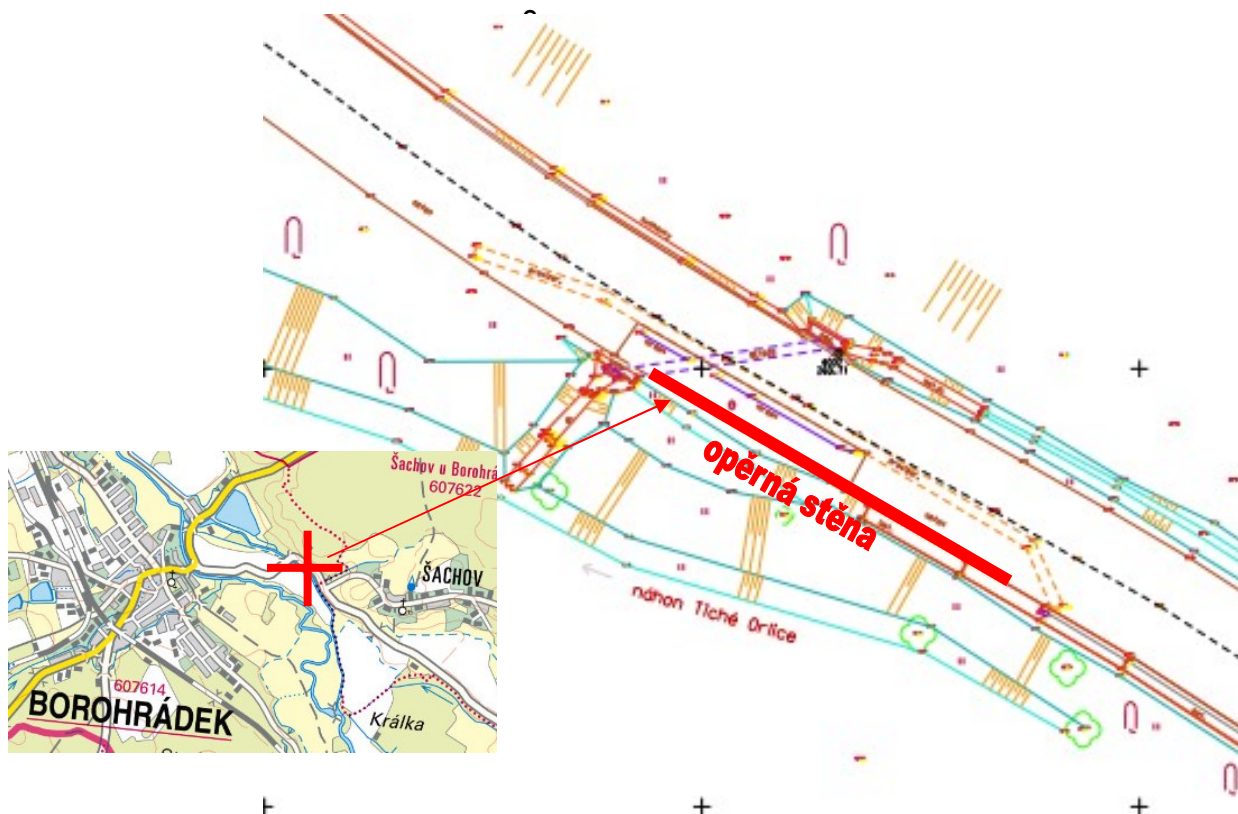


IČO 129 39 048

54963 Machov

RNDr. Stanislav Vacek

737 473 851 - [geo.vacek@iscali.cz](mailto:geo.vacek@iscali.cz)



#### Obsah:

|                      |        |
|----------------------|--------|
| 1. Základní údaje    | str. 3 |
| 2. Vlastnosti vrstev | 9      |
| 3. Založení stavby   | 11     |
| 4. Závěr             | 15     |

Laboratorní rozbor  
Geologické řezy  
Situace

#### ROZDĚLOVNÍK:

výtisk č. 1 - 3

výtisk č. 4

výtisk č. 5

#### KULHAVÝ s.r.o.

Vraclav 192, 56542 Vraclav

ČGS - GEOFOND, Praha 7

autorský archiv

#### ZHOTOVITEL PRŮZKUMU:

RNDr STANISLAV VACEK

odborná způsobilost v oboru inženýrská geologie:

MŽP ČR, č. 1989/2005

IČO: 12939048, DIČ: CZ390729008

Řeřišný 55, MACHOV 549 63,

tel. /fax 491547188, 737473851

e-mail: geo.vacek@tiscali.cz

549 01 Nové Město nad Metují, Na Skalce 1360



*Vacek*

Objednavatel: Společnost **Kulhavý s. r. o.**, Vraclav 192, 56542 Vraclav.

Předmět objednávky: Inženýrsko-geologické ověření pro opěrnou stěnu na silnici **II/317** u Borohrádku, pro realizační projekt stavby.

Předané podklady: Zaměřená situace a podzemní síť.

Práce byly provedeny a vyhodnoceny podle ČSN: EN 1997-2, ČSN EN ISO 14688-2, ČSN EN ISO 14689-1, ČSN 731005, ČSN 736133.

## 1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Geomorfologie:

*Ověřované místo silnice II/317 je na východ od Borohrádku, na straně obce Šachov. Vede nad východním obvodem údolní nivy Orlice (~257 m n. m.), v patě plochého svahu, při vrstevnici ~260,57 m n. m, na geomorfologickém rozhraní:*

Soustava: VIC-2B-8

|             |                      |
|-------------|----------------------|
| SOUSTAVA    | Česká tabule         |
| PODSOUSTAVA | Východočeská tabule  |
| CELEK       | Orlická tabule       |
| PODCELEK    | Třebechovická tabule |
| OKRSEK      | Orlické nivy         |

Soustava: VIC-2B-5

|             |                      |
|-------------|----------------------|
| SOUSTAVA    | Česká tabule         |
| PODSOUSTAVA | Východočeská tabule  |
| CELEK       | Orlická tabule       |
| PODCELEK    | Třebechovická tabule |
| OKRSEK      | Brodecká plošina     |

*Střední a východní strana silnice je založena na stabilním, pevném a suchém podloží deluvio-eluviálním, s mělkým podložím poloskalním. Západní kraj silnice je na násypu nad údolní nivou s plastickými, neúnosnými a nestabilními zeminami původu náplavového. Pod silnicí vede umělé koryto starého vodního náhonu, s hladinou ~255,2 m n. m. Náhon je od silnice většinou vzdálen ~6 m. V ověřovaném místě se v délce ~15 m k silnici přibližuje na 3,5 m. Zde se kraj silnice v délce cca 10 m zatrhá, v šířce 1,5 m do silnice. Před provedením průzkumu bylo místo stabilizováno 15 m dlouhou larzenovou stěnou, beraněnou do hloubky ~4,5 m podélně, ve vzdálenosti 1,9 m od kraje vozovky. Hodnocený průzkum byl zadán pro návrh mikropilotové stěny v krajnici vozovky, nad historickým Mlýnským náhonem.*

*Klimatická oblast MT 9: mírně teplá, mírně vlhká a s mírnou zimou, dlouhodobý průměr teploty vzduchu je 7,5°<sup>1</sup>. Mrazový index území: Imk = 375° (TP 77, MDČR, 1995).*

*Vliv povrchové vody srážkové (ATLAS PODNEBÍ ČSR, 1956, průměry HMU podle stanice Kostelec n. Orli., za období 1901-1950):*

| I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII | I - XII       |
|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|---------------|
| 46 | 37 | 38  | 48 | 63 | 77 | 88  | 85   | 53 | 55 | 51 | 48  | <b>691</b> mm |

*Silnice na násypu v místě projektu není v dosahu povodňových záplav, pata násypu pod navrhovanou stěnou ale bude v dosahu povodňové vody Q100 - stoleté.*

Mapa povodňových záplav



<sup>1</sup> Quitt E: Klimatické oblasti Československa. Studia geographica 16. Geografický ústav ČSAV, Brno, 1971.

Z hlediska účinků seismických se na území vztahují klasifikační parametry ČSN EN 1998-1, NA.2.5., čl. 3.1.2:

- referenční zrychlení podloží:  $a_{gR}$  = 0,04 až 0,06 g
- základová půda typ = A, vs <180

Situace seismického ohrožení podle ČSN EN 1998-1:

- oblasti se seismicitou větší než malou, v nichž je návrhové zrychlení větší než 0,08 g a kde by se tedy mělo počítat podle této normy, zahrnují 10 okresů (Ostrava, Náchod, Tachov atd.);
- oblasti s malou seismicitou, se zrychlením 0,04 až 0,08 g, a kde lze seismicitu řešit zjednodušeně, zasahují 30 dalších okresů, podle seznamu v Národní příloze k ČSN EN 1998-1;
- na zbytku území ČR, asi na 50 % území, včetně Prahy, Brna, Olomouce = seismicita se v normálních případech neuvažuje.<sup>2</sup>

ČSN EN 1998-1

Národní příloha NA (informativní)

#### NA.2.6. Článek 3.2.1 Seismické oblasti, odstavce (1), (2) a (3)

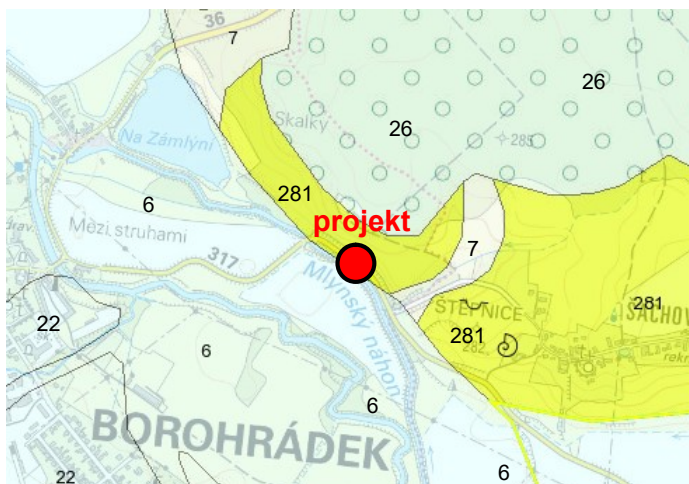
Mapa seismických oblastí ČR, rozlišených podle velikosti referenčního špičkového zrychlení podloží  $a_{gR}$ , odpovídajícího podloží typu A, je na obrázku NA.1. Podle této mapy se uvažuje zrychlení o velikosti:

- a) (0,10 až 0,12)g v okresech Frýdek-Místek, Cheb, Karviná, Ostrava-město;
- b) (0,08 až 0,10)g v okresech Bruntál, Náchod, Nový Jičín, Opava, Sokolov, Tachov;
- c) (0,06 až 0,08)g v okresech Česká Lípa, Hradec Králové, Jablonec nad Nisou, Jeseník, Liberec, Most, Šumperk, Teplice, Trutnov, Ústí nad Labem, Uherské Hradiště, Vsetín, Zlín;
- d) 0,04g až 0,06g v okresech Břeclav, České Budějovice, Český Krumlov, Děčín, Domažlice, Jindřichův Hradec, Karlovy Vary, Kroměříž, Litoměřice, Prachatice, Písek, Rychnov nad Kněžnou, Semily, Třebíč, Ústí nad Orlicí, Znojmo.

Ve vzdálenosti 12 km k východu od zájmového území je tektonický okraj potštejnské antiklinály. Její vznik klade základní výzkum do doby starších čtvrtohor a dozrívání horotvorného procesu zde může být relativně nedávné. **Slabá zemětřesení se zde udávají v průměru jednou za století** (MARTINEC, 1977, str. 184). Dřívější mapa seismických oblastí ČR (in PETER et. all.: Zakládání staveb, 1973) území orientačně hodnotila jako seismickou oblast 6-7°.

## 1.1 Geologická charakteristika

Poloha stavebního pozemku v přehledné geologické mapě 1 : 50 000, list 1413:



| Legenda | 281  | 26  | 22  | 7  | 6  |
|---------|--|---|---|--|--|
| Hornina | vápnoté jílovce, prachovce, slínovce křída - <b>svrchní coniac</b> | fluviální štěrko-písek: kvartér - <b>riss</b> | fluviální štěrko-písek: kvartér - <b>pleistocén</b> | fluviální nečleněné a sedimenty kvartér - <b>holocén</b> | fluviální sedimenty nivní kvartér - <b>holocén</b> |

<sup>2</sup> Prof. Ing. Ondřej Fischer, DrSc.: Nová norma pro navrhování konstrukcí odolných proti účinkům zemětřesení. <http://www.casopisstavebnictvi.cz/>, 03/2009.



Hodnocený úsek silnice je při geologickém rozhraní SZS - JVJ směru. Větší část šířky silnice je na pevném a stabilním podloží plošiny brodecké, s povrchem zvětralého slínovce v určené hloubce 2,2 m. Pod západním krajem silnice je terén snížen o ~3 m k úrovni orlické nivy, s povrchovou vrstvou neúnosných zemin náplavových. Ojedinelé archivní vrty zde povrch slínovce udávají v hloubce 4 - 10 m = v úrovni 6 - 11 m pod niveletou západního obvodu silnice. Vyrovnání takového rozdílu poloskalního povrchu zde je stupňovitě náhlé a kraj silnice nad ním se zatřhl.

### POLOSKALNÍ PODLOŽÍ

Tvoří je svrchnokřídové horniny labské litofacie, ze stratigrafické úrovně svrchní turon-coniak a s litologickým vývojem slinito-jílovitým. V území jsou asi 120 m mocné<sup>3</sup>, v zájmové hloubce je litologicky jednotný a stálý jílovito-vápnitý prachovec slabě zpevněný, s technickými vlastnostmi jílovité poloskalní horniny nízké pevnosti, vrstevní dělitelnost tence deskovitá. Je nasákavý a nemrazuvzdorný. Působením atmosférických vlivů se rozpadá na úlomkovitě jílové reziduum. Do hloubky 3-4 m je slínovec zvětralý, střídavě drobný a polotvrdý. Stavba masivu jednoduchá, uložení vrstev vodorovné, přítomnost větších zlomů radiální tektoniky není známa. Poloskalní podloží bude pod zájmovou hloubkou projektu.

### ZEMINY ČTVRTOHORNÍ

Mimo zájmový prostor - 50-80 m od silnice k SV - je elevační plošina vyšší štěrkopískové terasy risského stáří. Je rozlehlým infiltračním prostorem a po svahu k vozovce zavádí povrchovou vodu.

Rozvětráním poloskalního masivu a soliflukční redepozicí vznikl zvětralinový jíl, 1 - 2 m mocný, s vlastnostmi drobného, pevného slínu a s podstatnou příměsí drobně úlomkového zvětralinového rezidua slínovce. Nad skalním podložím je mezivrstvou těsnící. Je na něm konstrukce vozovky, i odvodňovací příkop v zářezu a podkládá svah k severovýchodu nad vozovkou.

V údolní nivě pod západním okrajem vozovky je předpoklad dvou vrstev zemin z periferie náplavového proudu:

Spodní vrstvy tabulovitě uloženého štěrkopísku údolní terasy 2 - 4 m mocné, stáří: pleistocén (würm 2-3). Klastický materiál je z provenience orlického krystalinika i podorlické křídly. Byl ukládán ve spádových poměrech dolního toku řeky, periodicky se uplatnila i eolická resedimentace náplavů s následným rozplavováním jemných písků vátých do náplavů řečištních. Je relativně stejnorodý: zaoblený štěrk střední a vysoké pevnosti (krystalinikum, křemen), většinou skeletový, drobný a střední. Písek nestejnzrný, jemný a střední. Na povrchu s přechody do písku štěrkového. Je propustný, v celé mocnosti zvodnělý, ulehlost střední.

Povrchovou vrstvou je hlína a jíl povodňového náplavu, ~2 m mocná, stáří: holocén. Složení minerální, vložky čočkovitého hnílokalu nelze vyloučit. Bude v dosahu podzemní vody a technicky nestabilní: málo únosná - měkká, silně a nestejně stlačitelná, nebezpečně namrzavá a náchylná na podmočení.

Základové poměry ověřovaného místa komplikuje i přítomnost vodního náhonu u paty svahu pod silnicí. Jeho hladina je pod nerovným terénem v hloubce 1,5 - 2,2 m = ~255,62 m n. m., výplň koryta bahnatá. Zhoršení geotechnických vlastností vodotečí třeba v návrhu sanace uvažovat. Z důvodu nepřístupnosti svahu mezi silnicí a vodotečí pro průzkumné práce jsou geotechnické vlastnosti stanoveny jako odvozené.

<sup>3</sup> Malkovský M. et al.: Geologie české křídové pánve a jejího podloží. UUG Praha, 1974.

## 1.2. Hydrogeologická charakteristika

Z hlediska oběhu podzemních vod je území prostorem akumulacním.

Rajonizace:

| V svrchní vrstvě (1) |                |               |               |        |  |
|----------------------|----------------|---------------|---------------|--------|--|
| Číslo                | Název          | Rozloha v km2 | Hlavní povodí | Povodí |  |
| 1110                 | Kvartér Orlice | 295,284       | Labe          | Labe   |  |

| V základní vrstvě (1) |              |                             |               |               |        |
|-----------------------|--------------|-----------------------------|---------------|---------------|--------|
| Číslo                 | Název        | Popis                       | Rozloha v km2 | Hlavní povodí | Povodí |
| 4360                  | Labská křída | v sedimentech svrchní křídý | 2845,75       | Labe          | Labe   |

V zájmové hloubce projektu je průlinovým kolektorem štěrkopísek údolní terasy. Zvodeň je trvalá a má režim velmi pozvolného proudu ve směru JV-SZ, s hladinou v depresním spádu mezi Mlýnským náhonem Alba a Tichou Orlicí. Pro ověřovaný západní okraj silnice je mělká podzemní voda v úrovni hladiny Mlýnského náhonu a v délce opěrné stěny byla zaměřena mezi kótami 255,62 - 255,34 m n. m. Propustnost štěrkopísku:  $k = x \cdot 10^{-4 \text{ až } -5} \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$ .

Sezónní přítomnost mělké podzemní vody svahové, odvodňované v zářezu protilehlé strany silnice: je gravitačním přelivem z akumulacího prostoru vyvýšené štěrkopískové terasy (riss) ve východním předpolí obvodového svahu údolí.

Puklinový kolektor hlubšího poloskalního podloží je nesouvislý a mezerním jílem utěsněný. S dispozicemi jen pro zvodně dílčí, nevýznamné a pod zájmovou hloubkou projektu. Regionálně působí jako hydrogeologický izolátor. Zvláštní vodohospodářská ochrana se k místu projektu nevztahuje.

## 1.3 Průzkumné práce

Z území nejsou archivované žádné údaje, které by mohl projekt použít. Objednávka zadala provedení a vyhodnocení jednoho vrtu, pro navrhování mikropilot. Nabídka průzkumu byla předložena 3. 8. 2020

V mezidobí objednávky a realizace byl porušený okraj silnice oddělen stěnou betonových panelů do poloviny šířky vozovky a průjezd omezen na jednosměrný. Porušenou krajnicí znepřístupnila a vrt bylo možné provést až za jižním koncem panelové bariéry.

Umístění vrtu:





Práce nové:

Jádrový vrt **J 1** byl proveden dne 2. 9. 2020, do hloubky: 7,0 m. Dodavatel: **VELÍNSKÝ** Chrudim, IČO: 73669962. Technologie: vrtná souprava UGB, rotační jádrové vrtání bez-výplachové. Počáteční / konečný průměr = 219 mm/ 156 mm. Vrt nebylo třeba pažit, vý-nos vzorků 90 - 100 %. Likvidace: strojně zatlačovaným zásypem, povrch cementován. Geologická dokumentace průběžná, včetně fotodokumentace.

Práce laboratorní - agresivita podzemní vody:

Dodavatel: **AGRO CS a.s.**, akreditace, Říkov 268, 55203 Česká Skalice.

Vzorek odebrán z ustálené hladiny vrtu. Uhličitá agresivita je analyticky stanovena přímo (metoda Heyer), na vzorku stabilizovaném mramorem.

Práce geologické

Souvislý geologický sled a řízení technických prací. Průběžnou geologickou dokumentaci prováděl zpracovatel průzkumu. Na neporušených plastických zeminách byla měřena pevnost v prostém tlaku, ručním penetrometrem (zn. GEOTEST), výsledky měření jsou v dokumentaci vrtů a konzistence určeny podle vztahů:

konzist. měkká: RP = <100 kPa konzist. tuhá: RP=100 - 200 kPa konzist. pevná: RP=200 - 400 kPa.

## DOKUMENTACE VRTU J 1

### fotodokumentace





## 2 VLASTNOSTI VRSTEV

VRSTVY POD VÝCHODNÍ A STŘEDNÍ ČÁSTÍ VOZOVKY:

0,00 - 0,12 m: asfalt

0,12 - 0,38 m: konstrukce: ostrohranný lomový štěrka metabřidlice, skeletový, hrubý: ~70 % 4-12 cm, bez mezerní výplně, ulehlý, suchý, mrazuvzdorný, velmi dobře propustný = skelet střední až vysoké pevnosti, bez znehodnocující příměsi jemné a plastické; poměrná únosnost  $CBR_{sat}$  20-30 %,  $E_{def2}$  60-80 MPa.

Směrné hodnoty - kvalifikovaný odhad:

|                             | $\rho_g$<br>kgm <sup>-3</sup> | $f_{ef}$ ° | $c_{ef}$<br>kPa | $E_{def}$<br>MPa | $n$  |
|-----------------------------|-------------------------------|------------|-----------------|------------------|------|
| tř. <b>GW - G-F</b> ID 0,67 | 21                            | 38         | 0               | 100              | 0,22 |

0,38 - 0,70 m: vyrovnávací násyp: štěrko-písek středně hlinitý - nesoudržný, hlinito-písčité střední: 40-50 % 4-6 cm, středně ulehlý, propustný; ID ~0,40 = zemina, neplastická, s nepodstatnou jemnozrnnou příměsí, nejvýše slabě namrzavá; poměrná únosnost  $CBR_{sat}$  15-20 %,  $E_{def2}$  45 MPa.

Směrné hodnoty:

|                             | $\rho_g$<br>kgm <sup>-3</sup> | $f_{ef}$ ° | $c_{ef}$<br>kPa | $E_{def}$<br>MPa | $n$  |
|-----------------------------|-------------------------------|------------|-----------------|------------------|------|
| tř. <b>GM - G-F</b> ID 0,40 | 19                            | 33         | 0               | 60               | 0,27 |

0,70 - 2,20 m: štěrkový jíl rostlý svahový nasypu s přechodem do eluvia, vysoce plastický, konzistence pevná, zvlhlý, velmi málo propustný, nebezpečně namrzavý; poměrná únosnost  $CBR_{sat}$  8 %,  $E_{def2}$  ~18 MPa

Směrné hodnoty:

|                             | $\rho_g$<br>kgm <sup>-3</sup> | $f_{ef}$ ° | $c_{ef}$<br>kPa | $E_{def}$<br>MPa | $n$  | $R_{dv}$<br>kPa |
|-----------------------------|-------------------------------|------------|-----------------|------------------|------|-----------------|
| tř. <b>F2-F8</b> IC 1,2-1,4 | 20                            | 14-20      | 14-18           | 10               | 0,38 | <b>200</b>      |

2,20 - 2,50 m: slínovec zvětralý, středně tvrdý, pevnost v tlaku  $s_c$  = 10-15 MPa, **tř. R5-R4**, diskontinuity většinou uvolněné, vzdálenost malá. Pro komunikaci je vodorovnou poloskalní deskou, kterou aktivní deformační hloubka podzákladí končí. Pro konstrukce statické technicky nestejnorodý, způsob přetváření střední.

2,50 - 3,00 m: slínovec jílovitě rozložený, povahy celistvého - drobnivého jílu vysoce plastického a pevné konzistence ( $RP > 300$  kPa), **tř. R6**, prokládaný vložkami polotvrdého slínovce á 1-2 cm mírně vlhký. Způsob přetváření plastický, pro konstrukce statické technicky nestejnorodý.

3,00 - 5,70 m: slínovec zvětralý = dtto 2,2-2,50 m, středně tvrdý, pevnost v tlaku  $s_c$  = 10-15 MPa, **tř. R5-R4**, diskontinuity většinou uvolněné, vzdálenost malá. Pro konstrukce statické technicky nestejnorodý, způsob přetváření střední.

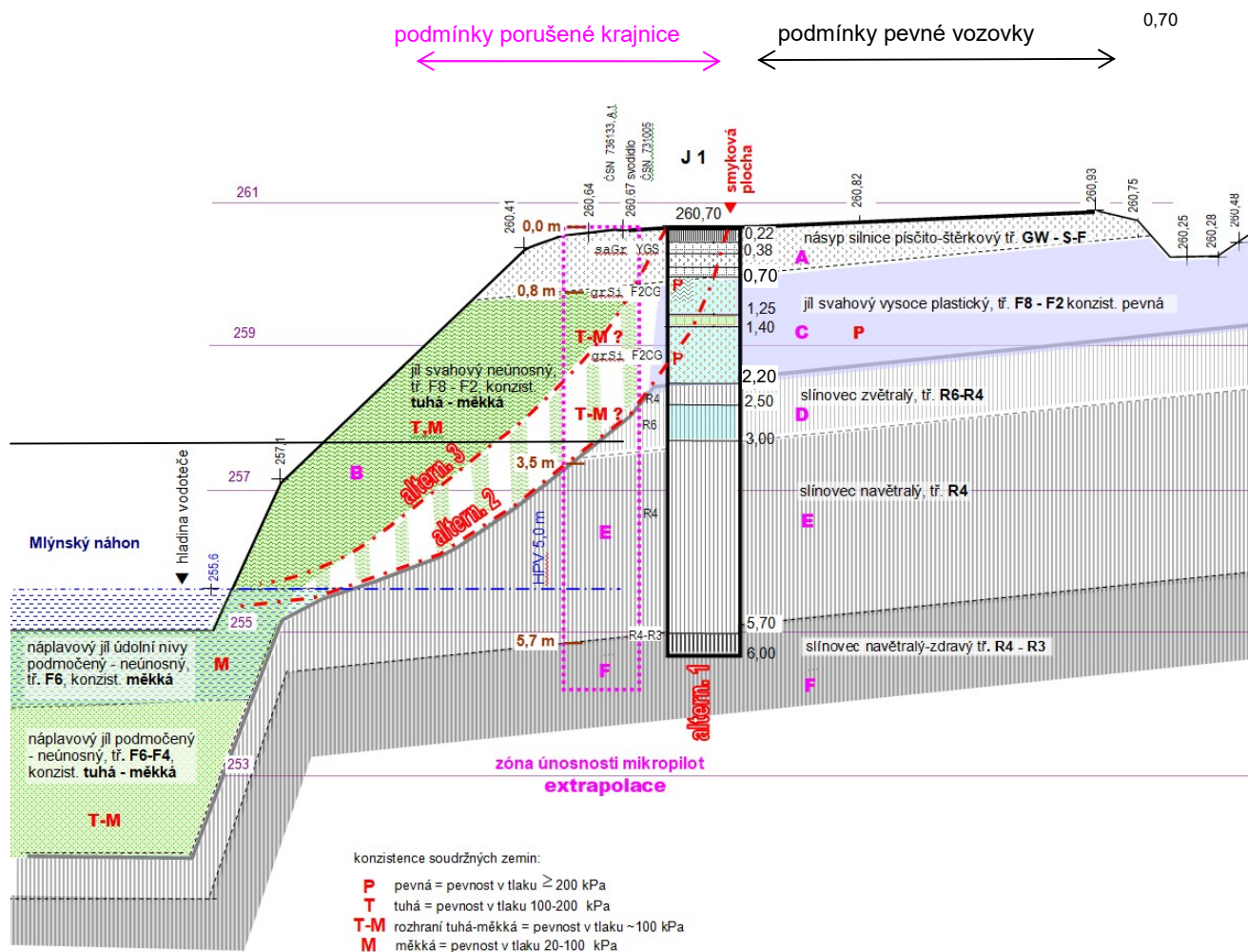
5,70 - 6,00 m: slínovec navětralý tvrdý, pevnost v tlaku  $s_c$  =  $\geq 15$  MPa, **tř. R4**, diskontinuity sevřené, vzdálenost střední. Obtížně vrtatelný, technicky stejnorodý, způsob přetváření střední.

Směrné hodnoty:

|                  | $\rho_g$<br>kgm <sup>-3</sup> | $f$ ° | $c$<br>kPa | $E_{def}$<br>MPa | $n$  | $s_c$<br>MPa | $p$ | $r$ | $R_{dv}$<br>kPa |
|------------------|-------------------------------|-------|------------|------------------|------|--------------|-----|-----|-----------------|
| tř. <b>R6</b>    | 21                            | 25    | 95         | <b>20</b>        | 0,40 | <b>3</b>     | 3   | 4   | <b>250</b>      |
| tř. <b>R5-R4</b> | 22                            | 30    | 400        | <b>150</b>       | 0,25 | <b>5</b>     | 1,8 | 6   | <b>463</b>      |



*Okraj vozovky se zde nad údolní nivou zatrhł v délce ~10 m, v místě pro vrtnou soupravu nepřístupném. Vrt J1 byl proto v krajnici proveden až 21 m od místa porušení vozovky. Vrstvy a jejich vlastnosti stanovené extrapolací z geologických řezů GR 1 a GR 2, jsou uvedeny jako nejméně příznivé pro šířku mezi smykovou plochou (alternativa 2) a svahem nad Mlýnským náhonem.*



Směrné hodnoty:

| hloubka<br>m              |                  | g<br>kgm <sup>-3</sup> | f ° | c<br>kPa | Edef<br>MPa | ný   | sc<br>MPa | p   | r  | Rdv<br>kPa    |
|---------------------------|------------------|------------------------|-----|----------|-------------|------|-----------|-----|----|---------------|
| 0-0,8 m násyp             | tř. <b>G4GM</b>  | 19                     | 30  | 2        | <b>30</b>   | 0,30 |           |     |    |               |
| 0,8-3,5 m jíl tuhý-měkký  | tř. <b>F8-F2</b> | 20                     | 13  | 6-8      | <b>3</b>    | 0,42 |           |     |    | <b>40-100</b> |
| 3,5-5,7 m slínovec zvětr. | tř. <b>R5-R4</b> | 22                     | 30  | 400      | <b>150</b>  | 0,25 | <b>5</b>  | 1,8 | 6  | <b>463</b>    |
| ≥ 5,7 m slínovec navětr.  | tř. <b>R4-R3</b> | 22,6                   | 40  | 550      | <b>600</b>  | 0,25 | <b>15</b> | 1,8 | 10 | <b>833</b>    |

### Agresivita podzemní vody

Byla laboratorně vyšetřena na vzorku z vodoteče Mlýnský náhon pod místem sesuvu. Agresivita uhličitá je analyticky stanovena přímo (metoda heyer).

Voda je slabě mineralizovaná, nízké tvrdosti a slabě alkalická. Přítomnost útočných komponent je nízká - podlimitní = podle ČSN EN 206-1 voda **není agresivní**. Složením jde o vodu povrchovou, kde nelze vyloučit mírné sezónní snižování pH, případně i k limitu normy. Použití vodovzdorného cementu pro mikropiloty lze uvážit. Vliv vody bude od hloubky 4-5 m trvalý, v prostředí málo propustném:  $k = x \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$ .

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| vzorek odebrán                  | 14. 11. 2018 |
| rozbor ukončen                  | 22. 11. 2018 |
|                                 | vrt J 1      |
| pH                              | 7,6          |
| tvrdost celková T°              | 7,96         |
| tvrdost přechodná T°            | 14,7         |
| sírany mg/l                     | 23,5         |
| Mg mg/l                         | 3,08         |
| amoniak mg/l                    | 2,39         |
| CO <sub>2</sub> agresivní. mg/l | 2,42         |

Klasifikační limity ČSN EN 206-1 pro hodnocení agresivity:

| Chemická charakteristika                                 | XA1<br>slabě agresivní | XA2<br>středně agresivní                       | XA3<br>vysoce agresivní |
|--|------------------------|--|-------------------------|
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg l <sup>-1</sup> )      | ≥ 200 a ≤ 600          | > 600 a ≤ 3000                                 | > 3000 a ≤ 6000         |
| pH   | ≤ 6,5 a ≥ 5,5          | < 5,5 a ≥ 4,5                                  | < 4,5 a ≥ 4,0           |
| CO <sub>2</sub> (mg l <sup>-1</sup> ) agresivní          | ≥ 15 a ≤ 40            | > 40 a ≤ 100                                   | > 100 až do nasycení    |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l                        | ≥ 15 a ≤ 30            | > 30 a ≤ 60                                    | > 60 a ≤ 100            |
| Mg <sup>2+</sup> mg/l                                    | ≥ 300 a ≤ 1000         | > 1000 a ≤ 3000                                | > 3000 až do nasycení   |
| Doporučené mezní hodnoty pro složení a vlastnosti betonu |                        |  |                         |
| Max. vodní součinitel                                    | 0,55                   | 0,5  | 0,45                    |
| Min. pevnostní třída                                     | C30/37                 | C30/37   | C35/45                  |
| Min. obsah cementu                                       | 300                    | 320  | 360                     |
| Jiné požadavky   |                        | síranovzdorný cement<br>pro síranovou XA2, XA3 |                         |

### 3. ZALOŽENÍ STAVBY

#### ALTERNATIVA ZÁKLADU PLOŠNÉHO

Mrazový index: Imk = 375, Imd = 375 (TP 77), orientační hloubka promrzání zeminy podle návrhové hodnoty indexu mrazu (TP 77, 6. 11. 1995):

$$\text{nezámrzná hloubka } d_{pr} = 0,16 \sqrt[3]{\text{Im} d} = 1,15 \text{ m.}$$

Západní okraj silnice je převýšen nad neúnosné zeminy údolní nivy, jejich okraj je nerovný: vrt J 1 určil 1 m od krajnice podloží pevné, ve vzdálenosti 19 m před ním v místě zatřžené vozovky zasahuje ~1,5 m do vozovky podloží plastické. Podle určených změn jsou v délce krajnice možné tři alternativy podmínek, informativně vyznačené v řezu GR1 (stanícení z jednoho vrtu nelze provést):

alternativa 1: místo vrtu J 1 = podloží pevné;

alternativa 2: v délce zatřžené vozovky = plastické podloží porušené - nepevné;

alternativa 3: podloží mezi oběma místy bude středně zhoršené.

Plošný základ zde může být spolehlivý až na stabilním skalním podloží. Hloubka jeho zvětralého povrchu se s místem mění, v odvozeném rozmezí 2,5 - 3,5 m. V místě porušeného svahu by takový základ byl vzdálen jen 2 m od vodoteče a vysunut 1,4 m nad její hladinu. V hloubce 3,5 m by zde základ byl na slínovci zvětralém a silně porušeném: vzdálenost diskontinuit malá = strukturní pevnost porušená. Stabilní skalní masiv je určen až v hloubce 5,7 m, jak dokládá fotodokumentace na str. 7.

Podmínky ověřeného místa jsou pro plošný základ opěrné stěny hodnoceny jako nevhodné. Pata svahu za vodotečí je v dosahu dvacetileté vody povodňové. Směrné hodnoty vrstev a jejich únosnost jsou na str. 9 -10.

## ALTERNATIVA MIKROPILOT

Hloubku bočního betonového pásu v krajnici stanoví projekt:

Do hloubky 0,7-1 m bude za stěnou polosoudržný propustný násyp slabě namrzavého, hlinitého štěrkopísku tř. Y-GM, vyhovující smykové pevnosti.

V délce zatřžené vozovky bude v hloubce 1-3,5 m porušený vysoce plastický jíl tř. CH-CG, konzistence při rozhraní měkká - tuhá, IC ~0,5, smyková pevnost malá, silně stlačitelný, nebezpečně namrzavý a náchylný k podmočení.

V blízkosti 3,5 m je předpoklad povrchu zvětralého slínovce poloskalního podloží, kde lze na povrchu uvažovat s plošnou normálovou únosností: Rdt 250-300 kPa. V místě nepříznivých puklin může být jeho účinnost proti náporovému svahovému tlaku ve svahu i nedostatečná.

V místě vrtu J 1 je polosoudržný násyp tř. GM do hloubky 0,7 m. Pod ním je vysoce plastický svahový jíl tř. CH-CG, neporušený, konzistence pevná (IC 1-1,2), nebezpečně namrzavý.

Povrch zvětralého slínovce je v hl. 2,5 m, s plošnou normálovou únosností: Rdt 250-300 kPa. Ve svahu opět s nedostatečnou stabilizační účinností v případě nepříznivých puklin.

V mezilehlém prostoru mezi sesuvem a vrtem J 1 lze uvažovat s podmínkami odvozenými na str. 10 pro alt. 3:

Násyp do hl. ~1,0 m. Porušený štěrkový jíl do hl. ~3,0: tř. Y-CG, konzistence v průměru tuhá, IC ~0,7, smyková pevnost malá, silně stlačitelný a nebezpečně namrzavý.

Povrch poloskalního podloží v hl. 3,0 m - dtto předchozí.

Směrné hodnoty pro mikropiloty před zatřženou stranou vozovky (alt. 2):

| hloubka<br>m |                 |             | $g$<br>kgm <sup>-3</sup> | $f_{ef}$ ° | $C_{ef}$<br>kPa | $E_{def}$<br>MPa | $n$         | $sc$<br>MPa | $R_{dv}$<br>kPa |
|--------------|-----------------|-------------|--------------------------|------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|-----------------|
| 0 - 0,4      | konstrukce      | tř. GW      | <b>21</b>                | <b>38</b>  | <b>0</b>        | <b>100</b>       | <b>0,22</b> |             |                 |
| 0,4 - 1,0    | násyp           | tř. G4GM    | <b>19</b>                | <b>33</b>  | <b>2</b>        | <b>60</b>        | <b>0,27</b> |             |                 |
| 1,0 - 3,5    | jlí tuhý-měkký  | tř. F8-F2 * | <b>20</b>                | <b>13</b>  | <b>8</b>        | <b>3</b>         | <b>0,42</b> |             | <b>40-100</b>   |
| 3,5 - 5,7    | slínovec zvětr. | tř. R5-R4   | <b>22</b>                | 30         | 400             | <b>150</b>       | <b>0,25</b> | <b>5</b>    | <b>463</b>      |
| 5,7 - 9,0    | slínovec zdravý | tř. R4-R3   | <b>22,6</b>              | 40         | 550             | <b>600</b>       | <b>0,25</b> | <b>15</b>   | <b>833</b>      |

\* negativní plášťové tření

Směrné hodnoty vrstev pod neporušenou vozovkou (vrt J 1 - alt. 1)

| hloubka<br>m |                 |           | $g$<br>kgm <sup>-3</sup> | $f_{ef}$ ° | $C_{ef}$<br>kPa | $E_{def}$<br>MPa | $n$         | $sc$<br>MPa | $R_{dv}$<br>kPa |
|--------------|-----------------|-----------|--------------------------|------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|-----------------|
| 0 - 0,4      | konstrukce      | tř. GW    | <b>21</b>                | <b>38</b>  | <b>0</b>        | <b>100</b>       | <b>0,22</b> |             |                 |
| 0,4 - 0,7    | násyp           | tř. G4GM  | <b>19</b>                | <b>33</b>  | <b>2</b>        | <b>60</b>        | <b>0,27</b> |             |                 |
| 0,7 - 2,2    | jlí pevný       | tř. F8-F2 | <b>20</b>                | <b>17</b>  | <b>14</b>       | <b>10</b>        | <b>0,42</b> |             | <b>160</b>      |
| 2,2 - 5,7    | slínovec zvětr. | tř. R5-R4 | <b>22</b>                | 30         | 400             | <b>150</b>       | <b>0,25</b> | <b>5</b>    | <b>463</b>      |
| 5,7 - 9,0    | slínovec zdravý | tř. R4-R3 | <b>22,6</b>              | 40         | 550             | <b>600</b>       | <b>0,25</b> | <b>15</b>   | <b>833</b>      |

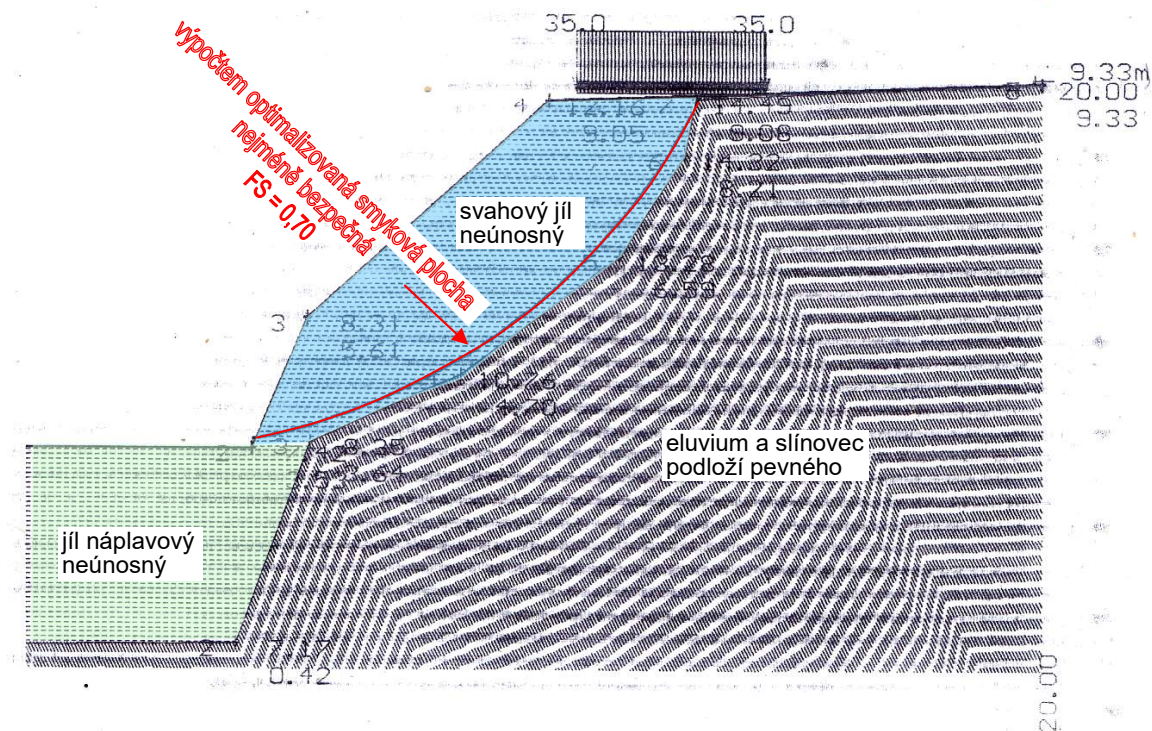
V délce zatřženého kraje silnice se při výpočtu únosnosti mikropilot doporučuje uvažovat do hl. 3,5 m s negativním plášťovým třením. V hloubce 5,3 - 5,7 m budou mikropiloty

ve zvětralém slínovci tř. R5, s únosností omezenou na plášťové tření. Od hloubky 5,7 m, budou mikropiloty ve zdravém slínovci tř. R4, s únosností i na patě mikropilot.

Mikropiloty nemají hmotnostní rezervu pro případ agresivity zemního prostředí a to jejich použití omezuje. Přilehlá vodoteč agresivní není, použití vodostavebního betonu se ale doporučuje = směr bezpečnosti.

Stabilita svahu pod místem zatřžené krajnice

Je stanovena početním vyhledáním nejméně bezpečné plochy smykové:



Vypocet stability svahu - vstupni data

Rozmery zadavaneho rezu - vlevo (min x) [m] = 0.00  
- vpravo (max x) [m] = 20.00

Souradnice terenu

| Bod<br>cis. | poradnice x<br>[m] | poradnice y<br>[m] |
|-------------|--------------------|--------------------|
| 1           | 0.00               | 3.53               |
| 2           | 7.42               | 3.53               |
| 3           | 8.31               | 5.61               |
| 4           | 12.16              | 9.05               |
| 5           | 20.00              | 9.33               |

Souradnice rozhrani cislo 1

| Bod<br>cis. | poradnice x<br>[m] | poradnice y<br>[m] |
|-------------|--------------------|--------------------|
| 1           | 0.00               | 0.37               |
| 2           | 7.17               | 0.42               |
| 3           | 8.35               | 3.64               |

|   |       |      |
|---|-------|------|
| 4 | 10.76 | 4.70 |
| 5 | 13.28 | 6.59 |
| 6 | 14.32 | 8.21 |
| 7 | 14.49 | 9.08 |
| 8 | 20.00 | 9.33 |

Parametry zemin ve svahu:

| Vrstva<br>cis.           | gama<br>[kN/m3] | gama,nas<br>[kN/m3] | fi<br>[stup.] | c<br>[kPa] |
|--------------------------|-----------------|---------------------|---------------|------------|
| tr. F8 jil tuhy - mekky: |                 |                     |               |            |
| 1                        | 20.5            | 22.5                | 13.0          | 8.0        |
| tr.F8 jil eluvia pevný:  |                 |                     |               |            |
| 2                        | 20.5            | 22.0                | 17.0          | 14.0       |

Podzemni voda neni zadana.

Zadana smykove plocha - kruhova:

Souradnice stredu : x = 5.51 m ; y = 13.59 m  
Polomer kruhove smykove plochy r = 10.09 m

Svisle pritizeni povrchu :

1 : Rovnomerne pritizeni : provozni  
Pocatek - souradnice x = 12.60 m ; velikost = 35.00 kN/m2  
Konec - souradnice x = 15.60 m

Vysledky :

Stupen stability podle Pettersona **Fs = 0.683**  
Stupen stability podle Bishopa **Fs = 0.701**

Sumace aktivnich sil = 202.83 kN/m  
Sumace pasivnich sil = 142.23 kN/m

Vysledna smykova plocha po optimalizaci:

Souradnice stredu : x = 5.51 m ; y = 13.59 m  
Polomer kruhove smykove plochy r = 10.09 m.

*Vypočtená bezpečnost je hluboce pod rovnováhou stability svahu. ČSN 73 6133, příl. B, Tab. B1 stanovuje pro komunikace nejmenší požadovaný stupeň bezpečnosti v zeminách jemnozrnných:*

- při použití smykových parametrů vrcholových      stupeň bezpečnosti **Fs 1,5**
- při použití smykových parametrů kritických      stupeň bezpečnosti **Fs 1,15**.

**Projekt sanace třeba řešit tak, aby kraj vozovky nad vodotečí získal bezpečnost  $F_s \geq 1,5$ .**



**Zemní práce**

|   | ČSN<br>736133 | dřívější - neplatná<br>(ČSN 73 3050) |
|---|---------------|--------------------------------------|
| TŘÍDY TĚŽITELNOSTI  |               |                                      |
| 0,00 - 0,22 m, vozovka: asfalt  | tř. II        | tř. 5                                |
| 0,22 - 0,38 m konstrukce: štěrk lomový střední  | tř. I         | tř. 3                                |
| 0,38 - 0,70 m násyp: hlinitý štěrkopísek střední  | tř. I         | tř. 2-3                              |
| 0,70 - 2,20 m štěrkový jíl, konzist. pevná, IP = 35, IC= 1<br>použití: pro násypy i hutněné, štěrk se na vzduchu jílovitě rozpadá   | tř. I         | tř. 3                                |
| 2,20 - 2,50 m slínovec zvětralý polotvrdý, silně rozpukaný<br>rypadlem rozpojitelý, použití: pro násypy, na vzduchu se jílovitě rozpadá                                     | tř. I         | tř. 4-5                              |
| 2,50 - 3,00 m slínovec rozložený, drobný, použití: pro vnitřní násypy<br>- na vzduchu se rozpadá  | tř. I         | tř. 4                                |
| 3,00 - 5,70 m slínovec slabě zvětralý odlom deskovitý do 15 cm,<br>pracovní výkop 1: 1,15, rypadlem není rozpojitelý<br>použití: pro násypy vnitřní - na vzduchu se rozpadá | tř. II        | tř. 5                                |
| ≥ - 5,70 m slínovec zdravý, tvrdý odlom deskovitý nad 15 cm, pracovní<br>výkop 1: 1,15, rypadlem není rozpojitelý, použití: pro násypy vnitřní                              | tř. II        | tř. 6                                |

**4. ZÁVĚR**

*Silnice II/317 v ověřovaném místě vede na obvodu pevného svahu. Západním okrajem je převýšena 3 m nad rovinu údolní nivy Orlice, kde je volně průtočný kanál středověkého náhonu. V místě jeho přiblížení pod silnici se její kraj v délce 9 m zatrhl široce otevřenou smykovou plochou, zabíhající 1,5 m do vozovky. Morfologická členitost místa je založena na technicky výrazných rozdílech geologického podloží, vliv vodoteče je zhoršující. Zeminou čtvrtohorní je na straně svahu pevný jíl eluvia vysoce plastický, na straně údolní nivy neúnosná zemina náplavová. Podmínky pro projekt proto budou inženýrsko-geologicky složité.*

*Projekt bude řešit sanaci porušeného místa a zpevnění přilehlých stran západní krajnice vozovky. Pro průzkum bylo zadáno provedení jednoho vrtu. Při realizaci ale bylo sesuvné místo nepřístupné a vrt mohl být proveden až v krajnici zjevně neporušené, kde dokumentoval podloží pevné. Sesuvné místo bylo možno jen povrchově zaměřit. Vzhledem k nepřístupnosti sesuvného prostoru pro průzkum mají vyhodnocené geotechnické vlastnosti platnost předpokladu dostatečně neověřeného.*

*Z výsledků provedeného vrtu J 1 jsou podmínky pro spolehlivý plošný základ určeny až v blízkosti hloubky 5,7 m pod niveletou vozovky = v hloubce založení hlubinného. Záměr projektu použít mikropiloty je podle výsledků průzkumu důvodný:*

- Do hloubky 3,5 m jsou zeminy neúnosné, kde třeba uvažovat s negativním plášťovým třením.*
- V hloubce 3,5 - 5,7 m bude nestejně zvětralý slínovec poloskalní, s průměrnými vlastnostmi tř. R5. Bude souvisle silně rozpukaný a v případě nepříznivých puklin pro sanaci ve svahu méně spolehlivý.*
- Od hloubky 5,7 m bude souvisle navětralý - zdravý slínovec s pevností při rozhraní tříd R4-R3: masiv vodorovně deskovitý, plnohodnotně stabilizující, vrstevní dělitelnost ≥ 15 cm. Pevnost v tlaku:  $sc = 15 \text{ MPa}$ , vzdálenost diskontinuit střední, s únosností na plášti i patě pilot.*
- Délka mikropilot se stanoví podle požadované únosnosti. Geotechnickou prohlídku dokončeného výkopu třeba provést.*

Agresivitu podzemní vody, která by mikropiloty vylučovala, na pozemku průzkum nezjistil. Mikropiloty budou v dosahu povrchové vody a doporučuje se navrhovat je s protikorozní ochranou primární a cementové kořenění v silně rozpukané hornině zesílit.

Podle výsledku výpočtu stability je navrhovaná opěrná stěna, řazena do 3. geotechnické kategorie. Z hlediska základové půdy se pak pro realizaci a užívání stavby, podle čl. E.1.4.2 ČSN 73 1005 stanovuje riziko: stupeň tř. 2 - vznik malých škod, které lze za určitých okolností připustit.

10. 12. 2020

Vacek

RNDr. Stanislav Vacek  
geologické průzkumy pro základání staveb  
Řeřišný 55, MACHOV 549 63  
IČO: 12939048, DIČ: CZ390729008