

# GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM

Sanace svahu u silnice II/390, v obci Březí,  
okres Žďár nad Sázavou



2020

**Projekce iGEO s.r.o.**

**Nám. 28. října 1899/11, 602 00 Brno Černá Pole**

**IČ: 061 90 499, DIČ: CZ061 90 499**

**tel.: 608022443**

**web: www.igeo.cz**

**e-mail: ivan.poul@igeo.cz**

Geotechnika, statika, inženýrská a stavební geologie, hydrogeologie

Název zakázky: GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM - Sanace svahu u silnice II/390,  
v obci Březí, okres Žďár nad Sázavou

Číslo zakázky: 089-2020

Objednatel: OPTIMA spol. s.r.o., Žižkova 738/IV, Vysoké Mýto, 556 01

## GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM

Sanace svahu u silnice II/390, v obci Březí,  
okres Žďár nad Sázavou



Zodpovědný řešitel: **RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D.**

Brno, říjen 2020

# Obsah

1. Úvod.....	1
2. Stručná charakteristika přírodních poměrů.....	2
3. Provedené průzkumné práce .....	2
4. Vyhodnocení mechanických vlastností základové půdy.....	3
4.1 Pozorování aktuálního stavu svahu .....	4
4.2 Podzemní voda .....	5
4.3 Těžitelnost zemin a hornin .....	5
5. Závěr .....	5

## Přílohy:

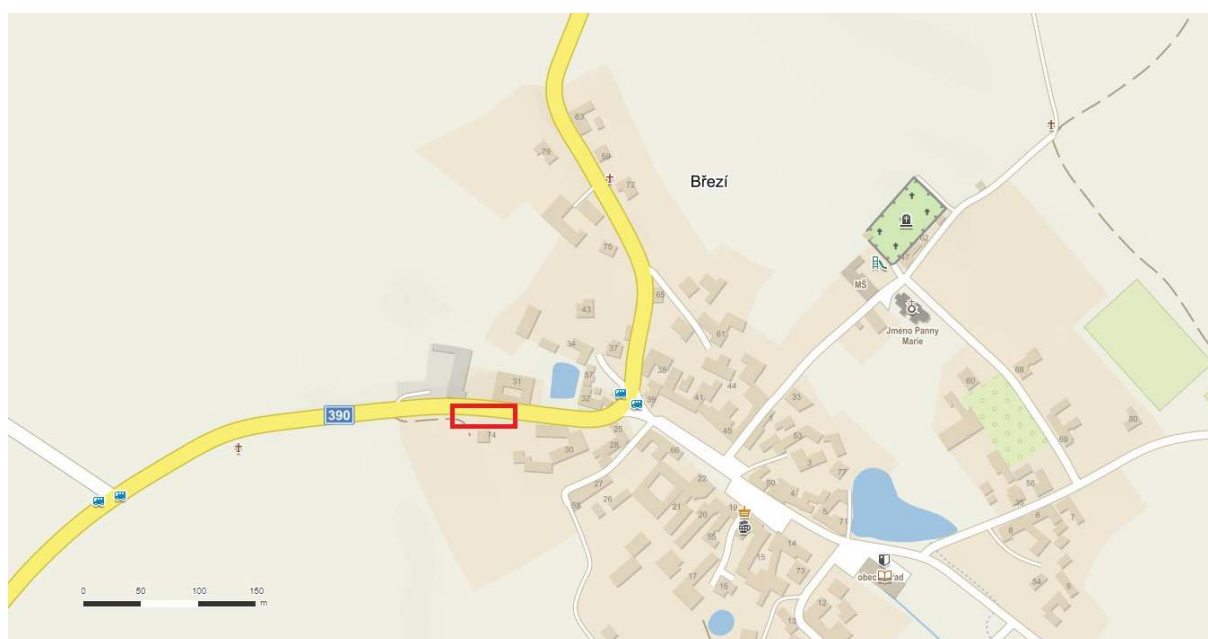
1. Situace
2. Inženýrskogeologické řezy A-A' až D-D'
3. Provedené sondy
4. Laboratorní analýzy
5. Fotodokumentace

## Rozdělovník:

1 - 3 tisk a digitálně	OPTIMA spol. s.r.o.
4	ČGS
Digitálně	Projekce iGEO s.r.o.

# 1. Úvod

Na základě objednávky od firmy OPTIMA spol. s.r.o., zastoupené Ing. Sloupem, byl dne 21.9.2020 realizován geotechnický průzkum pro zjištění skladby podloží a stanovení mechanických vlastností zemín pro sanaci svahu na okraji silnice II/390. Součástí objednávky byl navržený rozsah průzkumu. V projektu geologických prací byly **navrženy 2 kopané sondy**, za účelem odběru neporušených vzorků zemín pro laboratorní testování a také za účelem geologického popisu zemín. Dále bylo navrženo (a bylo realizováno) **provedení 3 těžkých dynamických penetrací** za účelem ověření vlastností zemín ve větší hloubce. A **provedení 1 zarážené sondy**, za účelem zjištění skladby podloží. Průzkum byl navržen k doporučení pro výpočty hloubky a typu založení podle ČSN EN 1488-2. Umístění sond je zakresleno do situace, která je součástí přílohy 1. Zájmová lokalita v kontextu širšího okolí je znázorněna na **Obr. 1**



Obr. 1: Situační mapa obce Březí. Zkoumaný svah u cesty je vyznačen červeným obdélníkem. Zdroj [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

## Použité normy, předpisy a zdroje

ČSN 03 8375 – Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi

ČSN 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy (\*zrušeno)

ČSN 73 6133 - Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací

ČSN 73 3050 – Zemné práce (\*zrušeno)

ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla

ČSN EN 1997-2 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy

ČSN EN 1998-1 Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení - Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN ISO 14688-1 Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zařizování zemín - část 1: Pojmenování a popis

ČSN EN ISO 14688-2 Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zařizování zemín - část 2: Zásady pro zařizování

ČSN EN ISO 17892-10 Geotechnický průzkum a zkoušení - Laboratorní zkoušky zemin - Část 10: Krabicová smyková zkouška

ČSN EN ISO 22476-2 Geotechnický průzkum a zkoušení - Terénní zkoušky - Část 2: Dynamická penetrační zkouška

ČSN EN 206+A1 - Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

TP76A – Geotechnický průzkum

## 2. Stručná charakteristika přírodních poměrů

K popisu geologických a hydrogeologických vztahů byly využity následující mapové podklady:

- Hydrogeologická mapa 1:50 000, list 24-31, Velké Meziříčí
- Geologická mapa 1:50 000, list 24-31, Velké Meziříčí

### Geomorfologie

Z geomorfologického hlediska zájmová lokalita náleží do oblasti Česko-Moravské subprovincie, celku Křižanovská vrchovina a podcelku Jinošovská pahorkatina. Morfologie je členitá. Zkoumané území leží ve zvlněné krajině, svažující se směrem do vesnice.

### Geologie a tektonika

Z regionálně geologického hlediska oblast spadá do soustavy Českého masivu – krystalinikum a prevariské paleozoikum, oblasti moldanubika, jednotky gföhlské skupiny. Jedná se o tektonicky porušenou oblast zlomy. Skalní podloží je tvořeno pararulami, migmatity, případně ortorulami. Nadložní vrstvu tvoří zvětralé horniny, jedná se o reziduální zeminy složené z úlomků hornin, kdy podle míry zvětrání ostrohranné klasty velikosti štěrku 2-6 cm plavou v základní písčitojílovité až písčitoprachovité základní hmotě.

V okolí obce podél vodního toku jsou přítomny nečleněné fluvialní sedimenty a sedimenty vodních nádrží. Ve svazích jsou přítomné deluviální (svahoviny) složené z širokého spektra jemného podílu a klastů písčité až balvanité frakce.

### Hydrogeologie a hydrologie

Předmětné území náleží do povodí řeky Svratky (hydrogeologický rajon 6560 – Krystalinikum v povodí Svratky – střední část), území je odvodňováno potokem Březinka. Maximální průtoky v řece jsou během jarních tání a případně v červenci, který patří mezi nejdeštivější měsíce.

### Geodynamické jevy

Záplavová oblast – NE

Sesuvy – NE

Poddolované území – NE

Seismicita (ČSN EN 1998) – NE

## 3. Provedené průzkumné práce

V rámci IG průzkumu byly realizovány 2 ručně kopané sondy – **KS1** začíná v úrovni vozovky a dosahuje do hloubky 0,8 m a **KS2** byla provedena zhruba v polovině svahu a dosahuje hloubky 0,3 m. Z ručně kopaných sond byly odebrány celkem 2 neporušené vzorky, na kterých

byly v naší laboratoři mechaniky zemin provedeny 2 analýzy efektivní smykové pevnosti. Realizace těchto sond a sondy DPH1 byly výrazně ztíženy přítomností balvanů a betonových hranolů na povrchu svahu a dále prudkým sklonem svahu/prudkým zářezem svahu.

Průzkum byl za účelem ověření mechanických vlastností zemin v podzákladě doplněn také 2 těžkými dynamickými penetracemi typu STITZ, postup byl zvolen podle ČSN EN ISO 22476-2 a průzkum byl vyhodnocen podle ČSN EN 1997-2 a případně dalších publikovaných postupů. Sonda **DPH1** byla provedena ve svahu, v úrovni asfaltové komunikace a dosáhla celkové hloubky 0,6 m (sonda byla pravděpodobně ukončena v eluviu na větším balvanu). Druhá sonda těžké dynamické penetrace **DPH2** byla provedena nad úrovní silnice, na horní ploše svahu, vedle domu č.p. 74. Tato sonda dosáhla hloubky 6,0 m pod úroveň terénu a byla ukončena na skalním podloží. Třetí sonda těžké dynamické penetrace **DPH3** byla realizována rovněž nad úrovní silnice, na horní ploše svahu, vedle domu č.p. 74. Sonda dosáhla hloubky 6,4 m pod úroveň terénu a byla ukončena na skalním podloží.

V rámci všech provedených sond byla sledována **hladina podzemní vody** – v den realizace průzkumu nebyla zjištěna.

Laboratorní analýzy na odebraných neporušených vzorcích provedla firma Projekce iGEO s.r.o. a jejich vyhodnocení je součástí přílohy 4.

Provedené sondy ve svahu byly měřeny nivelačním přístrojem pracovníky Projekce iGEO s.r.o. Všechny sondy jsou zakresleny do situace (příloha 1) na základě měření, a orientačních bodů. Z provedených sond byly sestaveny 4 inženýrskogeologické řezy (příloha 2).

## 4. Vyhodnocení mechanických vlastností základové půdy

Při klasifikaci zemin z těchto sond bylo postupováno dle technických norem ČSN 73 6133 pro dopravní stavby a ČSN EN ISO 14688. Kopané a zarážené sondy byly provedeny ve svahu v úrovni vozovky a zhruba v polovině svahu. Sondy dynamické penetrace byly provedeny 1x ve svahu v úrovni vozovky a 2x na horní straně svahu v úrovni domu č.p. 74. Pro výpočet stability svahu a zemních tlaků je doporučeno využívat výsledky interpretace dynamických penetrací, které byly upraveny podle výsledků průkazných laboratorních analýz. Pro zvětralou/navětralou skalní horninu, případně štěrk doporučuji využití efektivní smykové soudržnosti  $c_{ef} = 5$  kPa, která je dána tečnou k Mohrově obálce respektující dilatační chování hrubozrnné zeminy. Na základě interpretace provedených sond vyčleňujeme 4 následující vrstvy zemin.

### PÍSEK HLINITÝ až HLÍNA PÍŠČITÁ

Jedná se o přípovrchovou vrstvu na horní straně svahu, dle ČSN EN ISO 14688 označitelná jako (siSa) až (saSi) a podle normy ČSN 73 6133 ji označujeme jako (S4 SM). Soudě dle vyjetých kolejí v místě sondy DPH2 je pravděpodobně tato vrstva zeminy hutněna pojezdem aut, případně traktorů a zemědělské techniky k přilehlým polím. Vrstva dosahuje hloubky 1,0 m až 2,0 m.

### PÍSEK

Na svrchní vrstvu navazuje vrstva písku, kterou označujeme dle ČSN EN ISO 14688 jako (Sa) a podle normy ČSN 73 6133 ji můžeme označit jako (S2) až (S3). Dle provedených sond vrstva dosahuje mocnosti 1,2 m až 2,8 m.

## JÍL

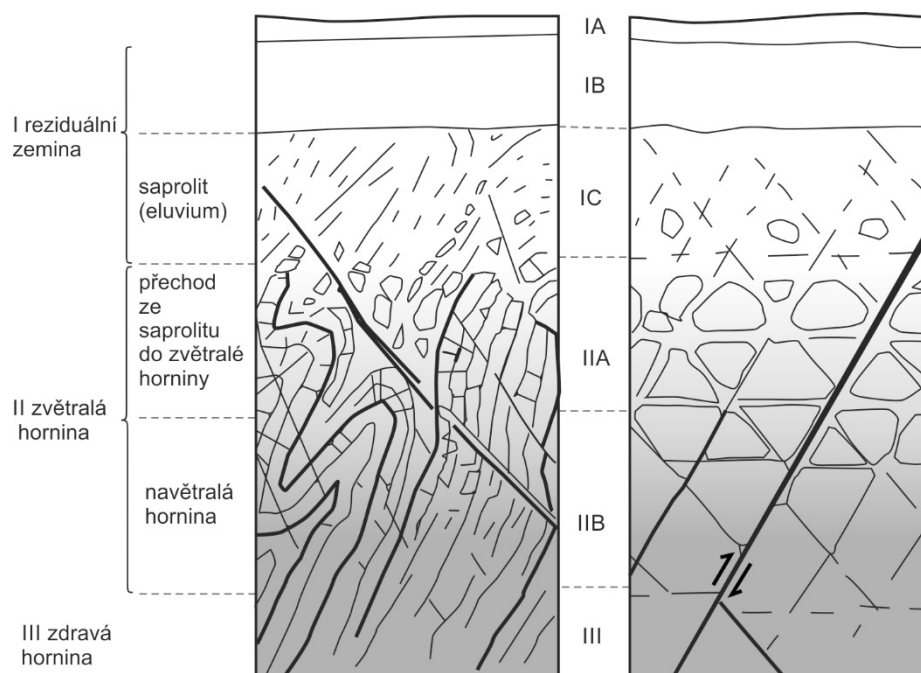
V místě sondy DPH3 byla zastižena 0,6 m mocná vrstva jílu, který podle normy ČSN EN ISO 14688 označujeme jako (Cl) a podle normy ČSN 73 6133 označujeme jako (F6). Jedná se o reziduální zeminu typu I B (obr. 2). V místě sondy DPH3 po této vrstvě následuje opět 0,5 m mocná vrstva písku s vlastnostmi písku nadložního.

## ELUVIUM

Zvětralá část skalní horniny byla zastižena v hloubce 4,0 m až 4,3 m pod úrovní terénu na horní straně svahu. Tato vrstva má charakter štěrku až štěrku s příměsí jemnozrnné zeminy a dle normy ČSN EN ISO 14688 ji označujeme jako (Gr) případně a podle normy ČSN 73 6133 označujeme jako (G2) až (G3). V této vrstvě byla pravděpodobně ukončena sonda DPH1, která se mohla zastavit o méně zvětralý balvan větších rozměrů. Jedná se o reziduální zeminu typu I C (obr. 2).

## SKALNÍ PODLOŽÍ

Sondy DPH2 a DPH3 byly ukončeny na skalním podloží, které se nachází v hloubce 5,8 m až 6,3 m pod úrovní terénu na horní straně svahu. Podle výsledků těžkých dynamických penetračí a normy ČSN 73 6133 označujeme jako (R6) až (R5), (asi 350 úderů DPH/10 cm). Jedná se o reziduální zeminu typu II A až II B (obr. 2).



Obr. 2: princip zvětrávání skalních hornin, míra zvětrání bude použita v popisu jednotlivých vrstev

## 4.1 Pozorování aktuálního stavu svahu

Stávající stav svahu nenapovídá existenci aktivního sesuvu. Nad svahem nejsou patrné žádné trhliny v půdě. Vzniklý problém tedy pravděpodobně nastal po vydatných deštích, kdy voda z polí stékala přes hranu svahu a strhla ji.

## 4.2 Podzemní voda

Podzemní voda bude pravděpodobně vázaná na písčité zeminy. Vzhledem k tomu, že zvětráváním živců vznikají jílové minerály, koeficient filtrace v zeminách je nízký. Směr toku podzemní vody bude probíhat od Z k V, ve směru sklonu svahu. V době kdy probíhal IG průzkum nebyla hladina podzemní vody zastižena.

## 4.3 Těžitelnost zemin a hornin

Součástí geologických průzkumů bývá stanovení těžitelnosti zemin pro stanovení ceny zemních prací. Jediná platná česká norma pro stanovení těžitelnosti je ČSN 73 6133 (pro dopravní stavby). Zastižené zeminy jsou hodnocené I. třídou těžitelnosti. Navětralou skalní horninu lze považovat za I. až II. třídu. Směrem do hloubky se pevnost skalní horniny zvětšuje a tím i roste obtížnost rozpojování. Zastižené zeminy spadají do 1. třídy vrtatelnosti (dle normy TP76A), navětralá až zvětralá pararula do 2. až 3. třídy vrtatelnosti. Hluběji se nacházející zdravá skalní hornina spadá do 4. třídy vrtatelnosti.

## 5. Závěr

Na základě objednávky od společnosti OPTIMA spol. s.r.o., zastoupené Ing. Sloupem, byl dne 21.9.2020 proveden a posléze vyhodnocen geotechnický průzkum pro sanaci svahu u cesty II/390 v obci Březí, okres Žďár nad Sázavou.

Provedený průzkum pomocí 3 těžkých dynamických penetrací typu STITZ, 1 jádrové dynamicky zarážené sondy a 2 kopaných sond s odběrem neporušených vzorků, ověřil geologické poměry stavby a stanovil mechanické vlastnosti zemin, pro něž byl požadován průzkum. Doporučené mechanické vlastnosti zemin pro výpočty jsou součástí přílohy 3.

Pro tuto akci bylo průzkumem zjištěno homogenní podloží, s drobnými rozdíly v zrnitosti zemin a hloubky uložení skalního podloží. Stabilita svahu se zdá být neporušená a dochází pouze ke splachu zemin během vydatných dešťových srážek.

### **Možná navrhovaná opatření:**

Vybudování opěrné zdi lze provést různými technologiemi a výběr byl měl reflektovat finanční náročnost navrženého řešení.

- Železobetonová konstrukce ve tvaru písmene „L“, přičemž daný tvar konstrukce může být otočen směrem do silnice i směrem do svahu
- Vertikální ocelové záporny IPE (120-180) výdřeva může být provedena ze starých betonových a dřevěných prachů.
- Gabionová zeď (drátěné koše plněné kameny tvaru kvádru či krychle), tato varianta je však pouze dočasným řešením, neboť v průběhu let dochází k rozpadu drátěných košů a vypadávání kamene
- Gravitační opěrná (železobetonová) zeď – je nutné zabránit podemílání základu proudící povrchovou vodou
- Vyztužení svahu za pomoci využití geowebů (geobuněk)



Přírodní prostředí nevykazuje agresivitu vůči betonu. Je však nutné počítat s přítomností chemických rozmrazovacích látek v zimním období. Norma ČSN EN 206+A1 doporučuje využití betonu C30/37 pro chemické prostředí XF4, XC2.

V Brně dne 7.10.2020

Vyhotovil: Bc. Patrik Bognár

Zodpovědný řešitel: RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D., GIPENZ  
jednatel Projekce iGEO s.r.o.

autorizovaný inženýr pro geotechniku, č.a. 1005148  
odborná způsobilost v inženýrské geologii 2101/2009  
oprávnění k provádění průzkumných a diagnostických prací pozemních komunikací 450/2019

## **PŘÍLOHY:**