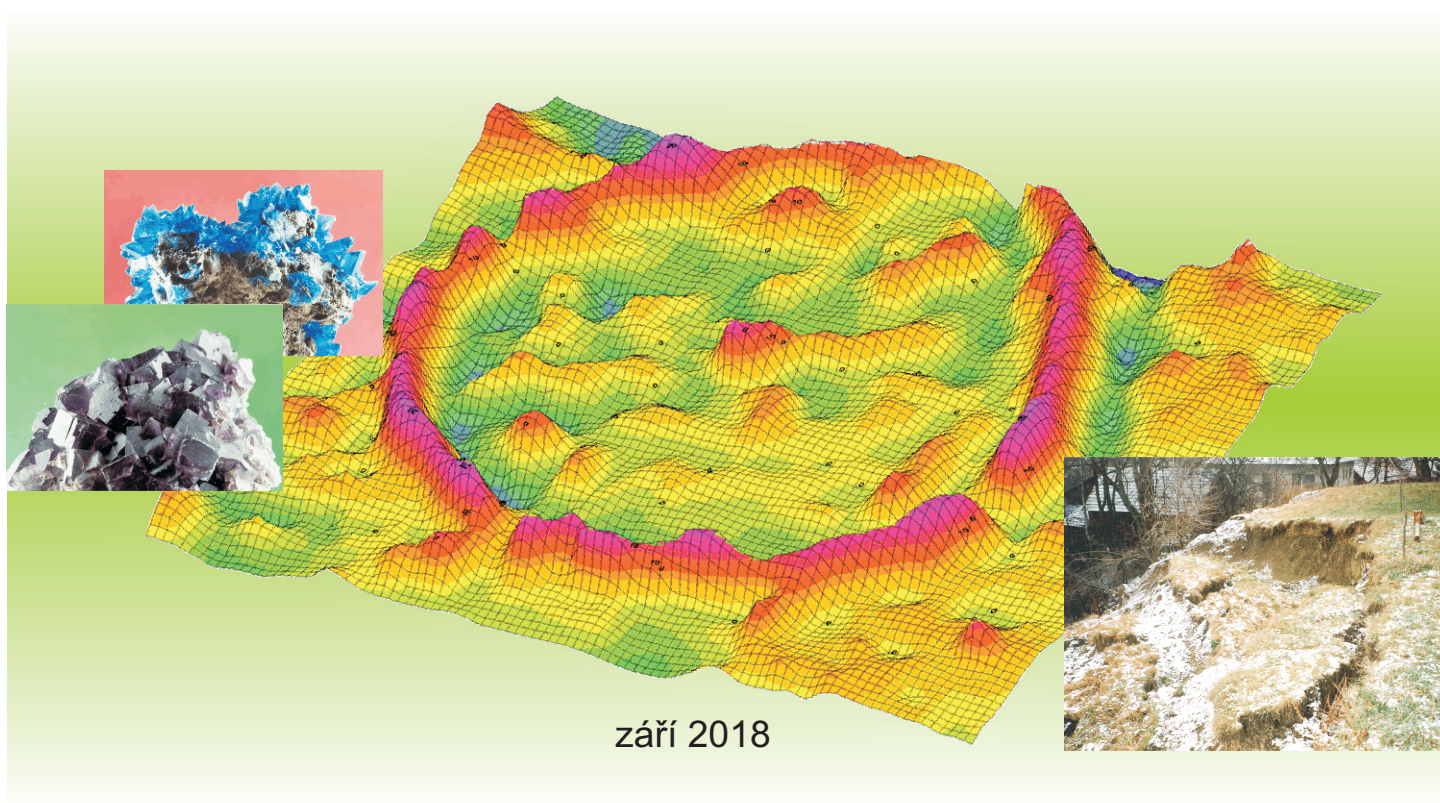


# GEODRILL



## IGP PRAVLOV

### Inženýrsko-geologický průzkum



září 2018

**Objednatel:** GEOTest, a.s.  
Šmahova 1244/112, 627 00 Brno  
IČ: 46344942 DIČ: CZ46344942  
Telefon: +420 548 125 111  
E-mail: info@geotest.cz  
Internet: www.geotest.cz

**Zpracovatel:** GEODRILL s.r.o.  
K Bukovinám 169/45, 635 00 Brno  
IČ: 46994971 DIČ: CZ46994971  
Telefon: +420 544 525 240  
Fax: +420 549 273 293  
E-mail: info@geodrill.cz  
Internet: www.geodrill.cz

**Vedoucí projektu:** Mgr. Pavlína Frýbová  
**Vedoucí zpracování:** Mgr. Petr Vlček

**Název zakázky:**

## **IGP PRAVLOV**

### ***Inženýrsko-geologický průzkum***

**Evidenční číslo Geofundu:** 1891/2018  
**Číslo zakázky:** 1779/18

**Autoři:** Mgr. Michal Urban  
Mgr. Radek Jeníček  
Mgr. Pavlína Frýbová  
Mgr. Petr Vlček

**Odpovědný řešitel:** Mgr. Petr Vlček

**Schválil:** Ing. Markéta Hrubanová

**Výtisk číslo:**



.....  
razítko a podpis

.....  
razítko a podpis

## ROZDĚLOVNÍK

Tato zpráva je vyhotovena v 4 výtiscích a obsahuje 33 stran textu a 9 textových, tabulkových a grafických příloh.

Výtisk č. 1–2	objednatel
Výtisk č. 3	GEODRILL s.r.o.
Výtisk č. 4	Geofond



## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

### Fyzikální symboly

$w_n$	[%]	vlhkost zemin
$w_L$	[%]	vlhkost na mezi tekutosti
$w_P$	[%]	vlhkost na mezi plasticity
$I_P$	[%]	číslo plasticity
$I_C$	[1]	stupeň konzistence
$I_{CR}$	[1]	redukovaný stupeň konzistence
$\nu$	[1]	Poissonovo číslo
$\beta$	[1]	součinitel pro převod mezi modulem přetvárnosti a edometrickým modulem
$\gamma_n$	[kN·m <sup>-3</sup> ]	objemová tíha zeminy
$E_{def}$	[MPa]	modul přetvárnosti základové půdy
$c_{ef}$ ( $c_u$ )	[kPa]	efektivní (totální) soudržnost zeminy
$\varphi_{ef}$ ( $\varphi_u$ )	[°]	efektivní (totální) úhel vnitřního tření zeminy
$k_f$	[m·s <sup>-1</sup> ]	filtrační součinitel
$R_{dt}$	[kPa]	tabulková výpočtová únosnost
$\rho_{d \max.}$	[Mg·m <sup>-3</sup> ]	maximální objemová hmotnost suché zeminy
$w_{opt}$	[%]	optimální vlhkosti pro hutnění
$a_{gR}$	[g]	referenční špičkové zrychlení (návrhové zrychlení základové půdy)
$a_{gS}$	[g]	hodnota součinu pro výpočet seismického zatížení

### Zkratky

č. h. p.	číslo hydrologického pořadí
GT	geotechnický typ
k. ú.	katastrální území



OBSAH	str.
ÚVOD .....	6
1 VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ .....	7
2 CHARAKTERISTIKA PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ .....	7
2.1 Geomorfologické poměry .....	7
2.2 Geologické poměry .....	7
2.2.1 Předkvartérní podloží .....	8
2.2.2 Kvartérní sedimenty .....	8
2.3 Hydrogeologické poměry .....	9
2.4 Klimatické poměry .....	9
2.5 Ložiska nerostných surovin a poddolovaná území .....	9
2.6 Tektonické poměry .....	10
2.7 Sesuvná území .....	11
2.8 Přirozená seismická oblast .....	13
3 METODIKA A ROZSAH PRACÍ .....	14
3.1 Vrtné práce .....	14
3.2 Vzorkovací práce .....	14
3.3 Laboratorní práce .....	14
3.4 Vyhodnocovací práce .....	14
4 VÝSLEDKY PRŮZKUMU .....	15
4.1 Zaměření provedených sond .....	15
4.2 Výsledky vrtných prací .....	15
4.3 Shrnutí výsledků laboratorních prací .....	16
4.4 Zatřídění zemin z hlediska jejich dalšího použití .....	19
4.5 Geotechnické vlastnosti zemin .....	21
4.5.1 Navážka (GT 1) .....	21
4.5.2 Půdní pokryv (GT 2) .....	21
4.5.3 Deluviofluviální jílovito-písčité sedimenty (GT 3) .....	22
4.5.4 Deluviální písčito-šterkovité sedimenty (GT 4) .....	23
4.6 Hydrogeologické poměry .....	25
ZÁVĚR .....	26
DOPORUČENÍ .....	28
LITERATURA .....	32

**SEZNAM TABULEK**

str.

Tabulka č. 1	Geomorfologické začlenění zájmového území .....	7
Tabulka č. 2	Přehled souřadnic a nadmořských výšek vrtaných sond.....	15
Tabulka č. 3	Přehled sond s hloubkami geologických rozhraní .....	16
Tabulka č. 4	Základní charakteristiky odebraných vzorků zemin .....	17
Tabulka č. 5	Výsledky laboratorních rozborů technologických vzorků zemin .....	18
Tabulka č. 6	Filtrační součinitel $k_f$ [ $\text{m.s}^{-1}$ ] a propustnost hornin.....	19
Tabulka č. 7	Zařazení zemin z hlediska vhodnosti pro podloží dle normy ČSN 73 6133..	20
Tabulka č. 8	Schematický přehled vrstevního sledu geotechnických typů (GT).....	21
Tabulka č. 9	Geotechnické charakteristiky zemin GT 3 třídy F4 a F6 pevné konzistence.	22
Tabulka č. 10	Geotechnické charakteristiky středně ulehlých zemin GT 4 třídy S3 a S4....	23
Tabulka č. 11	Geotechnické charakteristiky středně ulehlých zemin GT 4 třídy G4 .....	24
Tabulka č. 12	Seznam polních cest a vodohospodářských opatření .....	28

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

str.

Obrázek č. 1	Výřez z mapy IG rajónování [8] .....	8
Obrázek č. 2	Ložiska nerostných surovin v okolí zájmového území [13] .....	10
Obrázek č. 3	Geologická mapa s tektonikou zájmového území [8] .....	11
Obrázek č. 4	Mapa sesuvných území [12].....	12
Obrázek č. 5	Mapa náchylností k území k sesouvání [12] .....	13
Obrázek č. 6	Celková situace provedených sond a návrhu sítě polních cest.....	28

**SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1	Přehledná situace zájmového území
Příloha 2	Přehledná geologická situace – geologická mapa 1:50 000
Příloha 3	Podrobná situace s umístěním vrtaných sond
Příloha 4	Geologická dokumentace
Příloha 5	Protokol o výsledcích laboratorních zkoušek
Příloha 6	Proctorova zkouška standardní (PS) a zkouška únosnosti (CBR)
Příloha 7	Proctorova zkouška standardní (PS) a zkouška únosnosti (CBR) - upravené
Příloha 8	Metodika laboratorních zkoušek zemin
Příloha 9	Fotodokumentace vrtných prací

## ÚVOD

Na základě rámcové objednávky ze dne 28.3.2018 vystavené společností GEOTest a.s., byl společností GEODRILL s.r.o. proveden inženýrsko-geologický průzkum v okolí obce Pravlov, jehož výsledky budou sloužit jako podklad pro rekonstrukci polních cest v k.ú. Pravlov.

Předmětem zakázky bylo provedení předběžného inženýrsko-geologického průzkumu, v etapě orientačního inženýrsko-geologického průzkumu, za účelem ověření geologické stavby zájmového území a zjištění fyzikálně-mechanických charakteristik zastižených litologických typů zemin se zaměřením na posouzení základových poměrů daného území a s ohledem na proveditelnost plánovaných staveb v daném území, které budou sloužit jako součást podkladů v rámci zpracování plánu komplexních pozemkových úprav v k.ú. Pravlov.

Terénní práce byly realizovány ve dnech 26.6.2018 až 27.6.2018. Následně proběhlo provedení a vyhodnocení laboratorních zkoušek a zpracování závěrečné zprávy.

V rámci průzkumu byly provedeny tyto práce:

- 8 ks vrtaných sond do hloubky 2,0 m
- odběr 9 kusů porušených vzorků zemin
- odběr 4 kusů technologických vzorků zemin
- laboratorní fyzikální a mechanické rozbory odebraných vzorků zemin
- zpracování a vyhodnocení závěrečné zprávy



## 1 VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Zájmové území se nachází v katastrálním území obce Pravlov. Z hlediska správního členění náleží do [9]:

- katastrálního území: Pravlov kód 733016
- obce: Pravlov kód 583693
- okresu: Brno-venkov kód CZ 0643
- kraje: Jihomoravského kód CZ 064

## 2 CHARAKTERISTIKA PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ

### 2.1 Geomorfologické poměry

Z hlediska geomorfologického členění [9] řadíme širší okolí zájmového území k jednotkám dle níže uvedené tabulky č. 1.

Tabulka č. 1 Geomorfologické začlenění zájmového území

Začlenění dle geomorfologického systému		
SYSTÉM	Hercynský	Alpsko-himalájský
PROVINCIE	Česká vysočina	Západní Karpaty
SUBPROVINCIE	Česko-moravská soustava	Vněkarpatské sníženiny
OBLAST	Brněnská vrchovina	Západní vněkarpatské sníženiny
CELEK	Bobravská vrchovina	Dyjsko-svratecký úval
PODCELEK	Lipovská pahorkatina	Dyjsko-svratecká niva
OKRSEK	Silůvecká pahorkatina	

Silůvecká pahorkatina je část Lipovské vrchoviny, složená z hrástí a prolomů. Je tvořena především žulami, granodiority a diority brněnského plutonu. Sníženiny jsou vyplněny neogenními a čtvrtohorními usazeninami.

Dyjsko-svratecká niva je část Dyjsko-svrateckého úvalu. Jedná se o akumulární roviny podél řek Svatky, Svitavy, Jihlavy a Dyje. Je tvořena kvartérními usazeninami, mrtvými rameny řek a ostrovy vátých písků. [1].

### 2.2 Geologické poměry

Z regionálně-geologického hlediska se zájmové území nachází v oblasti neogenních sedimentů karpatské předhlubně, jejíž sedimenty jsou překryty kvartérními písky a štěrky, kamenitými hlínami a nivními sedimenty (obrázek č. 1).

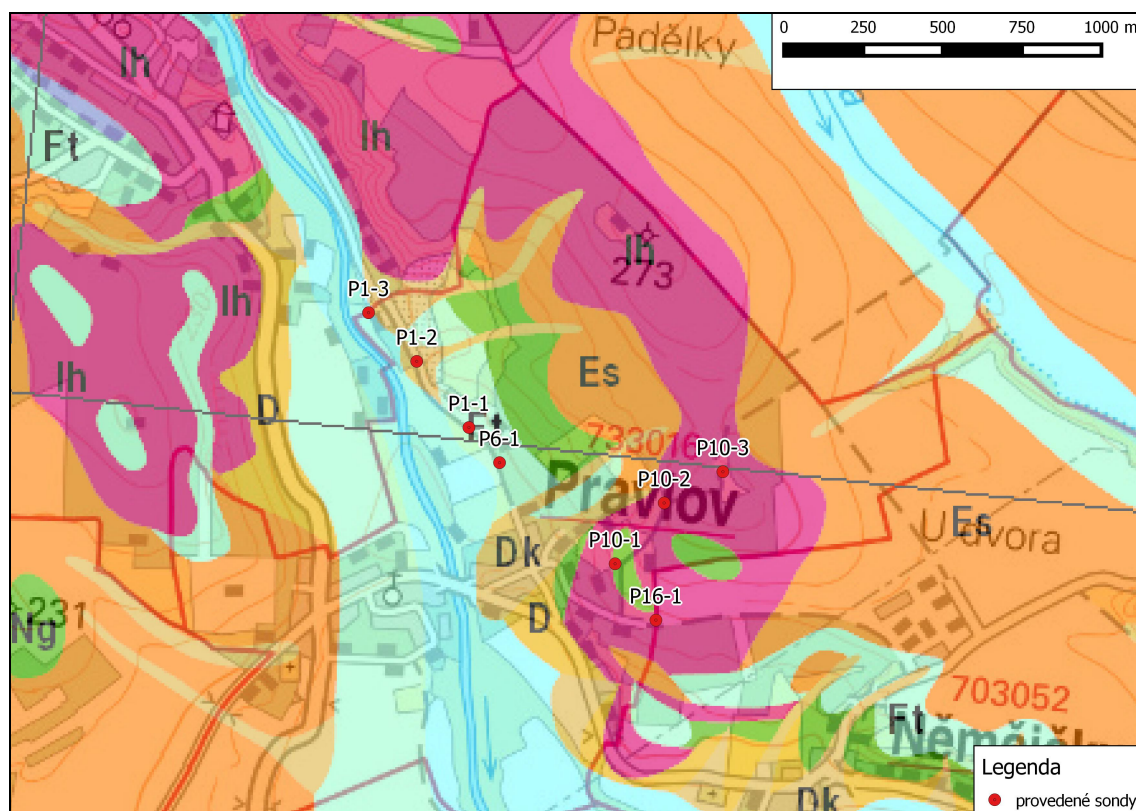
## 2.2.1 Předkvartérní podloží

Předkvartérní podloží je tvořeno střednomiocenními sedimenty karpatské předhlubně. Jedná se především o písky a štěrky se zpevněnými polohami pískovce a slepence. V zájmovém území se rovněž nachází neoproterozoické hlubinné magmatity v podobě biotitického granodioritu. V širším okolí jsou polohy křemenných štěrků a jemnozrnných písků spodnomiocenního stáří [8].

## 2.2.2 Kvartérní sedimenty

V okolí zájmového území jsou rozšířené pleistocenní spraše a sprašové hlíny místy s klastickou příměsí. Na svazích a ve výplavových kuželech sedimentovaly písčito-hlinité až hlinito-písčité a smíšené deluviofluviální sedimenty. Podél vodotečí v místech, která jsou inundovaná za vyšších vodních stavů, se usazovaly nivní hlinité, písčité a štěrkovité sedimenty [8].

Obrázek č. 1 Výřez z mapy IG rajónování [8]



Legenda:

Fn	Rajon náplavů nížinných toků včetně fluviolakustrinních sedimentů	Es	Rajon spraší a sprašových hlín
Dk	Rajon deluviálních (svahových) kamenitých až blokových sedimentů	Ng	Rajon štěrkovitých sedimentů
Ft	Rajon pleistocenních říčních sedimentů (terasy)	Nj	Rajon jílovito-prachovitých sedimentů
D	Rajon deluviálních (svahových) a deluviofluviálních (splachových) sedimentů	Ih	Rajon magmatických intruzivních hornin

## 2.3 Hydrogeologické poměry

Podle hydrogeologické rajonizace [10] spadá lokalita pod hydrogeologický rajón č. 6570 „Krystalinikum brněnské jednotky“ a č. 1644 „Kvartér Jihlavy“. Oblast náleží do povodí Dunaje.

V celé ploše rozšíření hydrogeologického masivu (rajón 6570) převažuje puklinový kolektor s proměnlivým podílem průlinové porózy v pásmu přípovrchového rozpojení a rozpukání hornin. Oběh podzemních vod probíhá převážně v tomto přípovrchovém pásmu. Hlubší oběh je možné očekávat u tektonicky porušeného masivu. Hloubka oběhu je dána pozicí místní erozní báze, hladina podzemní vody je většinou volná a sleduje konformně terén. K infiltraci dochází prakticky v celé ploše výchozové části hydrogeologického masivu v závislosti na míře propustnosti kvartérních sedimentů a zvětralinových produktů.

V reliktech křídových vrstev se vedle puklinové výrazněji uplatňuje i průlinová poróza. Bazální klastika bádenu uložená v pokleslých částech brněnského batolitu často pozvolna přecházejí do hrubozrnných eluvií podložního krystalinika a vytvářejí tak velmi významné kolektory, jejichž báze sahá hluboko pod místní erozní základnu a jejichž zvodnění je příznivě ovlivňováno polohou při tektonických poruchách, které drénují vodu z okolního puklinového systému krystalinika. Podzemní voda v údolních kvartérních sedimentech je v přímé spojitosti s povrchovým tokem, a proto hladina podzemní vody značně kolísá v závislosti na velikosti průtoku. Neogenní sedimenty představují svým složením nepropustné podloží kvartérních sedimentů [5].

Kvartérní spraše a hlíny jsou velmi slabě až nepatrně propustné a z hydrogeologického hlediska tvoří poloizolátor až izolátor. Transmisivita je nízká  $<1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  [5].

Z hydrologického hlediska [10] náleží studované území k povodí 3. řádu „Jihlava od Rokytne po ústí a Svratka od Jihlavy po ústí“ s č. h. p. 4-16-04, pod něž spadá povodí 4. řádu s č. h. p. 4-16-04-0050-0-00. Území je odvodňováno směrem k jihu tokem Jihlava. Sonda P3-1 se nachází v záplavovém území Q100.

## 2.4 Klimatické poměry

Podle klimatického členění [5] se oblast nachází v okrsku T2, který je charakterizován dlouhým, teplým a suchým létem, velmi krátkým přechodným obdobím s teplým až mírně teplým jarem a podzimem. Zima je krátká, mírně teplá, suchá až velmi suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

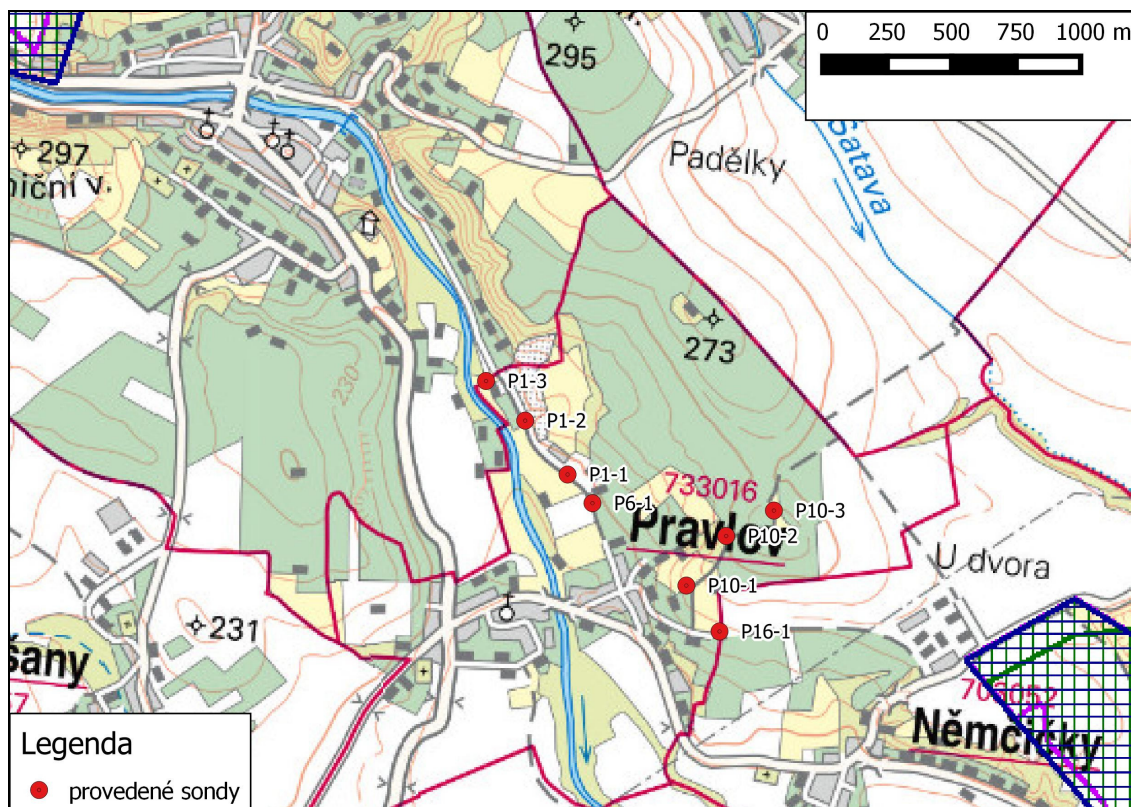
## 2.5 Ložiska nerostných surovin a poddolovaná území

Dle informací dostupných z dat ČGS-Geofond [13] se na zájmovém území nenachází žádná ložiska nerostných surovin ani poddolovaná území. Nejbližší ložiskové území se nachází cca 950 m V od sondy P16-1. Jedná se o těžené dobývací prostory štěrkopísku – Medlov s ID 60373 a chráněné ložiskové území štěrkopísku Němčičky s ID 70158.

Dále se nachází cca 2 km SZ od sondy P1-3 těžené dobývací prostory stavebního kamene – Dolní Kounice I s ID 70454. Polohu jednotlivých sond ilustruje obrázek č. 2. Poddolovaná území se v zájmovém území v katastrálním území Pravlov nenacházejí [14].



Obrázek č. 2 Ložiska nerostných surovin v okolí zájmového území [13]



Legenda:

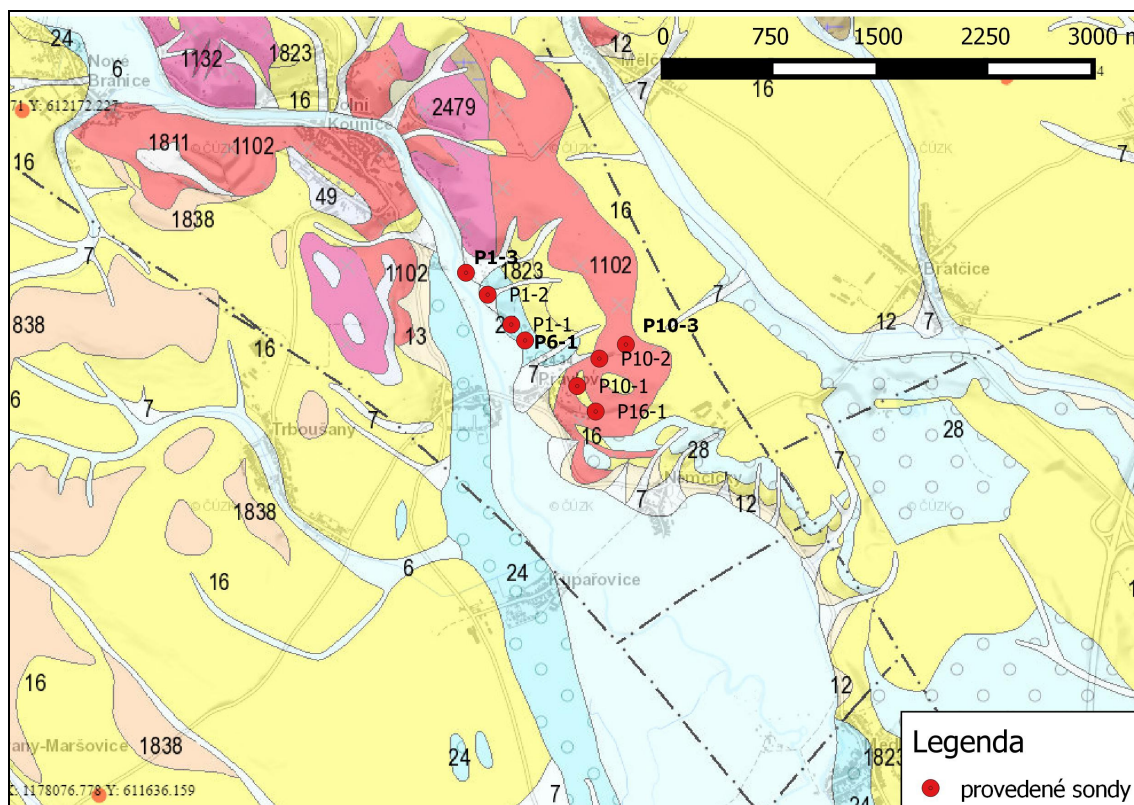


## 2.6 Tektonické poměry


Zájmové území spadá do zóny styku karpatské předhlubně a brněnského masivu. Karpatská předhlubeň zahrnuje soustavu miocenních pánví, které v závislosti na postupujícím flyšovém akrečním klínu přesouvaly svůj sedimentační prostor i podélnou osu hlavní subsidence směrem na předpolí na tektonicky i sedimentárně zatěžovaný a ohýbající se okraj Českého masivu. Lokalita se nachází na výrazné tektonické zóně ssz.-jjv. směru křížené tektonickým směrem ZSZ-VJV až Z-V [8].

V zájmovém území se nachází tektonické struktury (obrázek č. 3) v podobě regionálních zakrytých a předpokládaných zlomů [8].

Obrázek č. 3 Geologická mapa s tektonikou zájmového území [8]



Legenda:

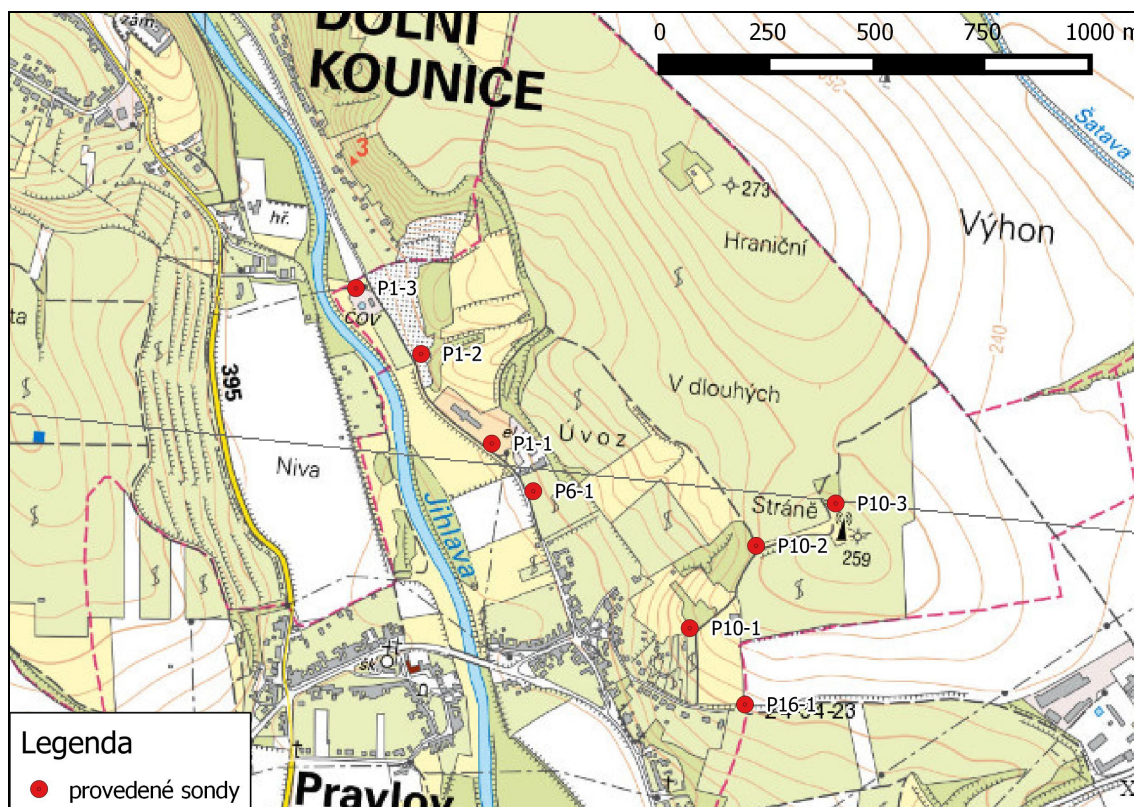
- |   |                    |
|---|--------------------|
| — —   | zlom předpokládaný |
|  | zlom zakrytý       |

## 2.7 Sesuvná území

Na základě registru sesuvů ČGS [12] se v nejbližším okolí zájmové lokality nachází svahová nestabilita č. 3 na listu 24-34-18. Svahová nestabilita č. 3 je registrována cca 290 m severně od sondy P1-3. Jedná se o samostatnou aktivní svahovou nestabilitu přírodního původu, kde dochází k odsedávání a řícení skupiny balvanů. Faktory, které mohou být aktivátory sesuvů, jsou srážky a následné nasycení vodou. Jiné svahové nestability se na studované lokalitě nenacházejí. Pozici svahových nestabilit, sesuvů vůči zájmové lokalitě ilustruje obrázek č. 4.



Obrázek č. 4 Mapa sesuvných území [12]



Legenda:

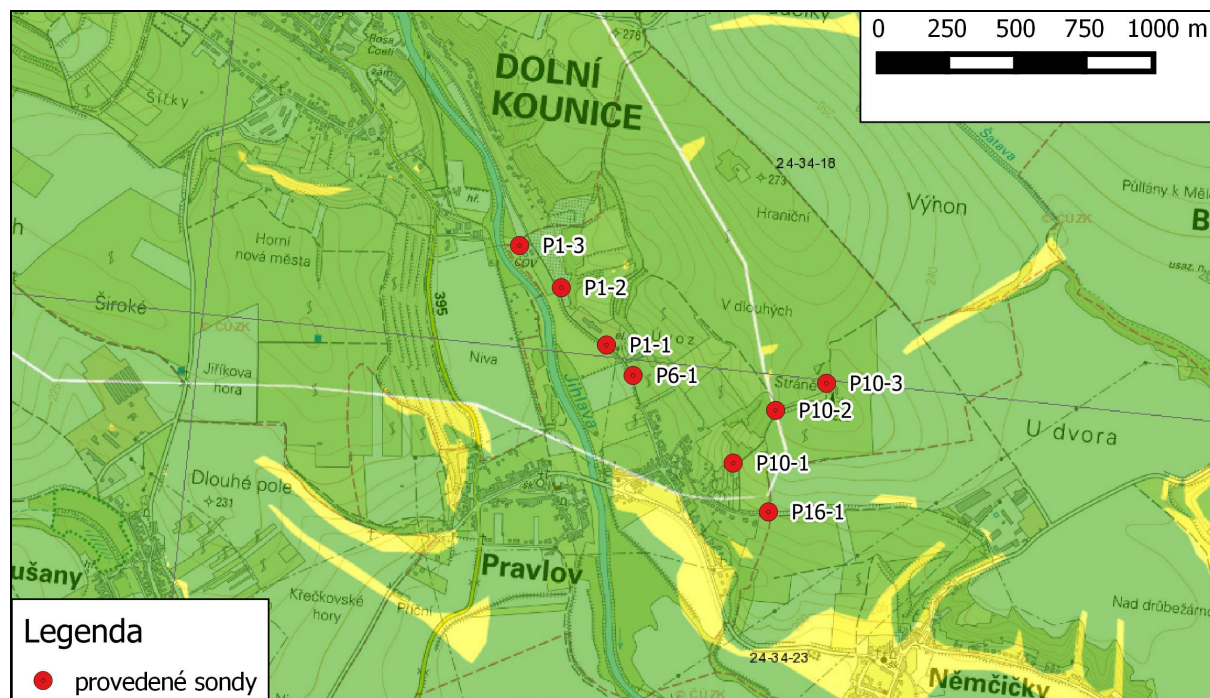
### Mapované nestability bodové

• blok, aktivní

Na základě mapy náchylností území k sesouvání a vzniku svahových nestabilit je zájmové území situováno v oblasti s nízkou a střední náchylností (obrázek č. 5). V oblasti s nízkou náchylností nejsou vhodné podmínky pro vznik svahových nestabilit a v oblasti se střední náchylností nelze vznik svahových nestabilit vzhledem k podmínkám prostředí vyloučit.



Obrázek č. 5 Mapa náchylností k území k sesouvání [12]



Legenda:

## Náchylnost svahu k sesouvání

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <div style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: green; margin-right: 5px;"></div>  | 1 | Třída nízké náchylnosti – jsou oblasti s nejméně vhodnými podmínkami pro vznik svahových deformací v dané oblasti     |
| <div style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></div> | 2 | Třída střední náchylnosti – v těchto územích nelze vznik svahových nestabilit vzhledem k podmínkám prostředí vyloučit |

## 2.8 Přírozená seismická oblast

Z hlediska přirozené seismicity horninového prostředí spadá zájmové území do okresu Brno-venkov, dle ČSN EN 1998-1 „Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení“, do seismické oblasti, kde je špičkové referenční zrychlení základové půdy  $a_{gR}$  0,03 g a tím při uvážení dalších parametrů spadá do oblastí s velmi malou seismicitou, kdy hodnota  $a_{gS}$  není větší než 0,05 g a není tak třeba dodržovat ustanovení ČSN EN 1998-1.

### 3 METODIKA A ROZSAH PRACÍ

#### 3.1 Vrtné práce

Na zkoumané lokalitě bylo realizováno celkem 8 vrtaných sond do hloubky 2,0 m. Celkem bylo při provedení sond odvrtno 16,0 m.

Vrtné práce byly provedeny bezvýplachovou jádrovou technologií, vrtnou soupravou Multidrill Hyndaga. Jádrovnice byla opatřena tvrdokovovou korunkou o průměru 156 mm.

Vrtná jádra byla v průběhu prací makroskopicky popsána dle normy ČSN EN ISO 14688-1 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 1: Pojmenování a popis“ a ukládána do normovaných vzorkovnic. Po skončení prací byly sondy likvidovány záhozem, k čemuž byl využit vytěžený materiál.

Sondy byly v zájmovém území umístěny na základě podkladů dodaných objednatelem. Situaci s umístěním vrtaných sond uvádí příloha 3. V příloze 4 jsou uvedeny geologické profily realizovaných vrtaných sond. Fotodokumentace je uvedena v příloze 9.

#### 3.2 Vzorkovací práce

K laboratorním rozborům bylo odebráno 9 porušených vzorků zemin a 4 technologické vzorky zemin, u nichž byly zaznamenány hloubky jejich odběru. Vzorky byly uloženy do zdvojených igelitových sáčků a byly opatřeny identifikačním štítkem. Ihned po ukončení terénních prací byly přepraveny do laboratoře ke zpracování.

#### 3.3 Laboratorní práce

V akreditované Laboratoři mechaniky zemin a hornin GEODRILL s.r.o. byly na vzorcích zemin stanoveny hodnoty původní vlhkosti, indexové vlastnosti a proveden zrnitostní rozbor v souladu s platnými technickými normami. Výpočtem byly stanoveny hodnoty stupně konzistence a filtračního součinitele. Byly zjištěny potřebné parametry pro zařizování zemin dle normy ČSN EN ISO 14688-2 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování“ a ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“. Kompletní laboratorní protokol s výsledky je obsahem přílohy 5.

Na technologických vzorcích zemin byla laboratoří společnosti GEODRILL s.r.o. zjištěna hodnota maximální objemové hmotnosti při optimální vlhkosti zkouškou zhutnitelnosti zeminy Proctor-standard dle ČSN EN 13286-2, která byla doplněna poměrem únosnosti zeminy stanoveným zkouškou CBR<sub>sat</sub> podle ČSN EN 13286-47. Výsledek zkoušky Proctor-standard je vyjádřen maximální objemovou hmotností suché zeminy  $\rho_{\max}$ , které zemina dosáhne normovou zhutňovací energií při optimální vlhkosti  $w_{\text{opt}}$ . Protokoly uvedených zkoušek jsou obsahem přílohy 6 a přílohy 7.

Podrobnou metodiku laboratorních prací uvádí příloha 8.

#### 3.4 Vyhodnocovací práce

Pro zpracování dat a vyhotovení předkládané závěrečné zprávy byly použity programy Microsoft®Word 2007, Microsoft®Excel 2007, pro vyhodnocení zrnitostních křivek zemin program Soilab 4.30, pro tvorbu geologických profilů databázový program gdBase v5 a pro tvorbu geologického řezu program progeCAD 2017 a QGIS.

## 4 VÝSLEDKY PRŮZKUMU

### 4.1 Zaměření provedených sond

Plánované inženýrsko-geologické vrtané sondy byly v zájmovém území umístěny na základě podkladů dodaných objednatelem a dle možností v terénu. Souřadnice byly následně zaměřeny pomocí přístroje GPS a upřesněny dle aplikace ČÚZK. Pro odečet nadmořských výšek byla použita aplikace ČÚZK [11].

V následující tabulce č. 2 je uveden přehled souřadnic a nadmořských výšek vrtaných sond.

Tabulka č. 2 Přehled souřadnic a nadmořských výšek vrtaných sond

Sonda	X	Y	Nadmořská výška [m n. m.]
P1-1	1174783,40	608760,08	198,49
P1-2	1174577,07	608926,20	195,93
P1-3	1174414,44	609074,47	191,49
P6-1	1174896,60	608668,09	198,58
P10-1	1175210,81	608302,57	231,86
P10-2	1175022,04	608141,55	248,63
P10-3	1174937,10	608302,57	256,98
P16-1	1175391,70	608166,80	226,39

### 4.2 Výsledky vrtných prací

V zájmovém území bylo provedeno 8 vrtaných sond (P1-1, P1-2, P1-3; P6-1; P10-1, P10-2, P10-3 a P16-1) pro polní cesty. Sondy byly umístěny na základě podkladů dodaných objednatelem a dle možností v terénu.

Při povrchu vrtaných sond P1-1 a P10-1 byla od povrchu do hloubky 0,3 m zastižena antropogenní navážka. Materiál navážky odpovídal na základě makroskopického popisu dle normy ČSN 73 6133 středně uhlým zeminám třídy G4 a G5 hnědého zbarvení s příměsí stavebních materiálů (cihly, beton). Svrchní partie navážky v sondě P1-1 byla do hloubky 0,15 m tvořena asfaltovým krytem vozovky. V sondě P10-3 byla od povrchu do hloubky 0,2 m zachycena vrstva půdního pokryvu tvořená hnědou hlínou, která na základě makroskopického popisu dle normy ČSN 73 6133 odpovídala hlínám třídy F5 tuhé až pevné konzistence.

Kvartérní deluviofluviální sedimenty v podobě hnědých písčitých jíílů a jíílů byly zachyceny v sondách P1-2, P1-3 a P6-1 od jejich povrchu, v případě sondy P1-1 od hloubky 0,3 m až po báze vrtaných sond v hloubce 2,0 m. Na základě laboratorních zkoušek dle normy ČSN 73 6133 odpovídaly písčitému jíílům třídy F4 pevné konzistence a v případě sondy P1-3 odpovídaly jíílům se střední plasticitou třídy F6 pevné konzistence.

Kvartérní deluviální sedimenty v podobě hnědých písků a štěrků byly zastiženy v sondách P10-2 a P16-1 od povrchu, v případě sond P10-1 od hloubky 0,3 m a P10-3 od hloubky 0,2 m, až po báze vrtaných sond v hloubce 2,0 m. Na základě laboratorních zkoušek dle normy ČSN 73 6133 odpovídaly středně uhlým pískům s příměsí jemnozrnné zeminy třídy S3 a hlinitým pískům třídy S4 a středně uhlým hlinitým štěrkům třídy G4.



V průběhu vrtných prací nebyla v sondách zastižena hladina podzemní vody. V následující tabulce č. 3 je uveden přehled s mocností jednotlivých horizontů.

Tabulka č. 3 Přehled sond s hloubkami geologických rozhraní

Číslo sondy	Hloubka [m]	Nadmořská výška [m n. m.]	Mocnost antropogenní navážky [m]	Nadmořská výška báze antropogenní navážky [m n. m.]	Mocnost půdního pokryvu [m]	Nadmořská výška báze půdního pokryvu [m n. m.]	Mocnost deluviofluviálních sedimentů [m]	Mocnost deluviálních sedimentů [m]	Nadmořská výška báze vrtu [m n. m.]
P1-1	2,0	198,49	0,3	198,19	-	-	1,7*	-	196,49
P1-2	2,0	195,93	-	-	-	-	2,0*	-	193,93
P1-3	2,0	191,49	-	-	-	-	2,0*	-	189,49
P6-1	2,0	198,58	-	-	-	-	2,0*	-	196,58
P10-1	2,0	231,86	0,3	231,56	-	-	-	1,7*	229,86
P10-2	2,0	248,63	-	-	-	-	-	2,0*	246,63
P10-3	2,0	256,98	-	-	0,2	256,78	-	1,8*	254,98
P16-1	2,0	226,39	-	-	-	-	-	2,0*	224,39

Poznámky:

\* sedimenty zastiženy po bázi sondy

### 4.3 Shrnutí výsledků laboratorních prací

Zastižené zeminy byly klasifikovány dle ČSN EN ISO 14688-2 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování“ a dle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“, přílohy A.

Zeminy, které byly zastiženy při terénních pracích, řadíme dle normy ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ do I. třídy rozpojitelnosti a těžitelnosti. Těžba v I. třídě je prováděna běžnými výkopovými mechanismy (buldozery, rypadla, ručně prováděné výkopy).

Výsledky provedených laboratorních zkoušek na odebraných vzorcích zemin jsou podrobně uvedeny v příloze 5 a přehledně v následující tabulce č. 4.

Stupeň konzistence byl v případě písčitých zemin třídy F4 přepočten na tzv. redukovaný dle Herštuse [2], který pro stanovení přesnějších charakteristik zemin zohledňuje frakci nad 0,5 mm. Jedná se tak o konzistenci jemnozrnné složky menší jak 0,5 mm.

V případě redukovaných zemin nedošlo ke změně třídy konzistence, pouze ke změně hodnoty stupně konzistence (viz tabulka č. 4).

Tabulka č. 4 Základní charakteristiky odebraných vzorků zemin

Číslo sondy	Hloubka [m]	Číslo vzorku	Typ vzorku	Vlhkost [%]	Konzistence dle ČSN 73 6133	Stupeň konzistence $I_c$	Konzistence dle ČSN 73 6133 (redukovaná)	Stupeň konzistence $I_{CR}$ (redukovaný)	Klasifikace dle ČSN 73 6133	Klasifikace dle 14688-2	Geotechnický typ
P1-1	0,4-1,6	13773	P	14,05	pevná	1,13	pevná	1,03	F4 CS	sasiCl	3
P1-2	0,5-1,0	13774	P	6,15	pevná	1,89	pevná	1,87	F4 CS	sasiCl	3
P1-2	1,6-2,0	13775	P	6,79	pevná	2,29	pevná	2,22	F4 CS	saCl	3
P1-3	0,6-1,7	13776	P k T	9,81	pevná	1,80	-	-	F6 CI	sasiCl	3
P6-1	0,8-2,0	13777	P k T	11,20	pevná	1,19	pevná	1,15	F4 CS	sasiCl	3
P10-1	0,9-2,0	13778	P	4,08	-	-	-	-	S3 S-F	grSa	4
P10-2	1,2-2,0	13779	P k T	4,34	-	-	-	-	S4 SM	clSa	4
P10-3	0,5-2,0	13780	P	4,48	-	-	-	-	G4 GM	saclGr	4
P16-1	0,5-2,0	13781	P k T	5,57	-	-	-	-	S4 SM	grclSa	4

Legenda:

P.....porušený vzorek

T.....technologický vzorek

P k T.....porušený vzorek k technologickému vzorku

Technologické vzorky zemin byly odebrány z důvodu provedení zkoušek Proctor-standard dle ČSN EN 13286-2 pro zjištění zhutnitelnosti zemin a zkoušky pro stanovení kalifornského poměru únosnosti (CBR) dle ČSN EN 13286-47.

Výsledky provedených laboratorních zkoušek na technologických vzorcích zemin jsou podrobně uvedeny v příloze 6 a přehledně v tabulce č. 5 níže. Na technologických vzorcích zemin byla provedena zkouška Proctor-standard, sloužící ke zjištění  $w_{opt}$  - optimální vlhkosti pro hutnění (tedy vlhkosti, při které dosáhne zemina maximální objemové hmotnosti). Dle dosažené maximální objemové hmotnosti zemin se porovnává výsledná míra zhutnění v terénu s požadavky na míru zhutnění zemní plně.

Tabulka č. 5 Výsledky laboratorních rozborů technologických vzorků zemin

Číslo sondy	Hloubka [m]	Číslo vzorku	Klasifikace dle ČSN 73 6133	Klasifikace dle ČSN EN ISO 14688-2	Maximální objemová hmotnost $\rho_{d\max}$ [Mg.m <sup>-3</sup> ]	Zhutnitelnost dle Proctor – A $w_{opt}$ [%]	CBR sat (2,5 mm) [%]	CBR sat (5 mm) [%]	Geotechnický typ
P1-3	0,6-1,7	13776	F6 CI	sasiCl	1,81	13	4,0	4,5	3
P6-1	0,8-2,0	13777	F4 CS	sasiCl	1,93	9,3	4,0	3,5	3
P10-2	1,2-2,0	13779	S4 SM	clSa	1,97	10	23	27	4
P16-1	0,5-2,0	13781	S4 SM	grclSa	1,87	12	6,0	6,5	4
<b>Vzorek ze sondy P6-1 po zlepšení 2 % CaO a době zrání 3 dny</b>									
P6-1	0,8-2,0	13777	F4 CS	sasiCl	1,77	15	40	40	3
<b>Vzorek ze sondy P16-1 po zlepšení 3 % geosolu a době zrání 3 dny</b>									
P16-1	0,5-2,0	13781	S4 SM	grclSa	1,90	13	21	24	4

Z výsledků zkoušek na vzorcích deluviofluviálních zemin GT 3 vyplývá, že maximální objemová hmotnost těchto sedimentů třídy F4 a F6 činí 1,93 Mg.m<sup>-3</sup> až 1,81 Mg.m<sup>-3</sup> a optimální vlhkost zeminy potřebná pro dosažení maximální objemové hmotnosti je 9,3 % až 13 %. Zkouškou CBR<sub>sat</sub> byly na vzorcích stanoveny hodnoty od 3,5 % do 4,5 %.

Maximální objemová hmotnost, zjištěná na vzorcích z deluviálních zemin GT 4 třídy S4 činí 1,87 Mg.m<sup>-3</sup> až 1,97 Mg.m<sup>-3</sup> a optimální vlhkost zeminy potřebná pro dosažení maximální objemové hmotnosti je 10 % až 12%. Zkouškou CBR<sub>sat</sub> byla stanovena hodnota od 6,0 % do 27 %.

Vzorek sedimentu ze sondy P6-1 byl upraven přidáním 2 % CaO. Po třech dnech zrání byla stanovena hodnota maximální objemové hmotnosti 1,77 Mg.m<sup>-3</sup> a optimální vlhkost zeminy potřebná pro dosažení maximální objemové hmotnosti 15 %. Hodnota CBR<sub>sat</sub> byla po zlepšení 40 %. Výsledky neupravených technologických vzorků zemin jsou obsahem přílohy 6.

Vzorek sedimentu ze sondy P16-1 byl upraven přidáním 3 % geosolu. Po třech dnech zrání byla stanovena hodnota maximální objemové hmotnosti 1,90 Mg.m<sup>-3</sup>, optimální vlhkost zeminy 13 % a hodnota CBR<sub>sat</sub> byla 24 %. Výsledky upravených technologických vzorků zemin jsou obsahem přílohy 7.

Dle odstupňované nomenklatury propustnosti hornin [3] byly zeminy zastižené v zájmovém území zařazeny do tříd propustnosti, dle nichž jim byl přiřazen stupeň propustnosti. Řády filtračních součinitelů  $k_f$  [m.s<sup>-1</sup>] stanovené z křivek zrnitosti a propustnosti zastižených zemin jsou uvedeny v následující tabulce č. 6.

Tabulka č. 6 Filtrační součinitel  $k_f$  [ $\text{m.s}^{-1}$ ] a propustnost hornin

Číslo sondy	Hloubka [m]	Číslo vzorku	Klasifikace dle 73 6133	Klasifikace dle 14688-2	Filtrační součinitel v řádech [ $\text{m.s}^{-1}$ ]	Třída propustnosti	Označení hornin dle stupně propustnosti
P1-1	0,4-1,6	13773	F4 CS	sasiCl	$10^{-7}$	VI	slabě propustné
P1-2	0,5-1,0	13774	F4 CS	sasiCl	$10^{-7}$	VI	slabě propustné
P1-2	1,6-2,0	13775	F4 CS	saCl	$10^{-6}$	V	dosti slabě propustné
P1-3	0,6-1,7	13776	F6 CI	sasiCl	$10^{-8}$	VII	velmi slabě propustné
P6-1	0,8-2,0	13777	F4 CS	sasiCl	$10^{-7}$	VI	slabě propustné
P10-1	0,9-2,0	13778	S3 S-F	grSa	$10^{-5}$	IV	mírně propustné
P10-2	1,2-2,0	13779	S4 SM	clSa	$10^{-5}$	IV	mírně propustné
P10-3	0,5-2,0	13780	G4 GM	saclGr	$10^{-4}$	III	dosti silně propustné
P16-1	0,5-2,0	13781	S4 SM	grclSa	$10^{-5}$	IV	mírně propustné

Zastižené zeminy třídy F6 se vyznačují propustností s hodnotou filtračních součinitelů v řádu  $10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$ , čímž spadají do třídy propustnosti VII, která definuje prostředí velmi slabě propustné. Zeminy třídy F4 mají filtrační součinitele v řádech od  $10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$  do  $10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ , čímž spadají do tříd propustnosti VI a V, které definují prostředí slabě propustné a dosti slabě propustné. Zeminy třídy S3 a S4 se vyznačují propustností s hodnotou filtračních součinitelů v řádu  $10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ , čímž spadají do třídy propustnosti IV, která definuje prostředí mírně propustné. Zeminy třídy G4 se vyznačují propustností s hodnotou filtračních součinitelů v řádu  $10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ , čímž spadají do třídy propustnosti III, která definuje prostředí dosti silně propustné.

#### 4.4 Zatřídění zemin z hlediska jejich dalšího použití

Zeminy byly zatříděny dle normy ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ v tabulce č. 7.

Vzorky zemin byly klasifikovány z hlediska vhodnosti do násypu, pro podloží vozovky. Na základě granulometrického složení (upravené Scheibleho kritérium) byla klasifikována také namrzavost zemin.

Tabulka č. 7 Zařazení zemin z hlediska vhodnosti pro podloží dle normy ČSN 73 6133

Číslo sondy	Hloubka [m]	Číslo vzorku	Klasifikace dle 73 6133	Klasifikace dle 14688-2	Vhodnost do násypu	Vhodnost pro podloží vozovky	Namrzavost
P1-1	0,4-1,6	13773	F4 CS	sasiCl	PV	PV	1
P1-2	0,5-1,0	13774	F4 CS	sasiCl	PV	PV	1
P1-2	1,6-2,0	13775	F4 CS	saCl	PV	PV	1
P1-3	0,6-1,7	13776	F6 CI	sasiCl	PV	N	1
P6-1	0,8-2,0	13777	F4 CS	sasiCl	PV	PV	1
P10-1	0,9-2,0	13778	S3 S-F	grSa	V	PV	4
P10-2	1,2-2,0	13779	S4 SM	clSa	PV	PV	2
P10-3	0,5-2,0	13780	G4 GM	sacIGr	PV	PV	3
P16-1	0,5-2,0	13781	S4 SM	grclSa	PV	PV	3

#### LEGENDA:

##### Vhodnost do násypu/podloží vozovky:

N – nevhodné

PV – podmíněčně vhodné

V – vhodné

##### Namrzavost:

1 – vysoce namrzavé

2 – nebezpečně namrzavé

3 – namrzavé

4 – mírně namrzavé

5 – nenamrzavé

6 – nenamrzavé, příliš hrubozrnné

7 – namrzavé dle průběhu  
zrnitostní křivky

Z hlediska vhodnosti zemin pro použití do násypu jsou dle ČSN 73 6133 zastižené zeminy třídy S4, G4, F4 a F6 definovány jako podmíněčně vhodné a zeminy třídy S3 jsou definovány jako vhodné. Z hlediska vhodnosti zemin pro použití pro podloží vozovky jsou dle ČSN 73 6133 zastižené zeminy třídy S3, S4, G4 a F4 definovány jako podmíněčně vhodné a zeminy třídy F6 jsou definovány jako nevhodné.

Z hlediska namrzavosti jsou dle křivky zrnitosti zastižené zeminy třídy F4 a F6 hodnoceny jako vysoce namrzavé, zeminy třídy S4 hodnoceny jako nebezpečně namrzavé až namrzavé, zeminy třídy G4 hodnoceny jako namrzavé a zeminy třídy S3 hodnoceny jako mírně namrzavé.



## 4.5 Geotechnické vlastnosti zemin

S přihlédnutím ke stratigrafii, litologii a výsledkům fyzikálně-mechanických charakteristik odebraných vzorků byly pro vyhodnocení základových poměrů stanoveny vrstvy zemin s podobnými geotechnickými vlastnostmi. Zeminy, zastižené v zájmovém území, byly rozčleněny na 4 skupin reprezentující zeminy s rozdílnými geotechnickými vlastnostmi, které jsou označené jako geotechnické typy (GT). Pro jednotlivé GT jsou uváděny reprezentativní hodnoty pro celou popisovanou vrstvu.

Obecný geologický profil zkoumaného území je uveden v tabulce č. 8.

Tabulka č. 8 Schematický přehled vrstevního sledu geotechnických typů (GT)

Stáří	Petrografický popis	Klasifikace dle 73 6133	Klasifikace dle 14688-2	Označení GT
antropogén	navážka	Y/(G4, G5)	Mg	1
kvartér	půdní pokryv	(F5)	-	2
	deluviofluviální jílovito-písčité sedimenty	F4 CS, F6 CI	sasiCl, saCl,	3
	deluviální písčito-štěrkovité sedimenty	S3 S-F, S4 SM, G4 GM	grSa, clSa, saclGr, grclSa	4

Vysvětlivky: (F5).....zatřídění na základě makroskopického popisu dle normy ČSN 73 6133  
F4 CS.....zatřídění na základě laboratorních zkoušek dle normy ČSN 73 6133

Přehled fyzikálně-mechanických, případně i přetvárných charakteristik je uveden v samostatných tabulkách u jednotlivých typů níže.

### 4.5.1 Navážka (GT 1)

V geologickém profilu sond P1-1 a P10-1 byla od povrchu do hloubky 0,3 m zastižena antropogenní navážka. Materiál navážky v sondách odpovídal na základě makroskopického popisu materiálu charakteru zemin třídy G4 pevné konzistence (P10-1) a charakteru zemin třídy G5 tuhé až pevné konzistence. V sondě P1-1 byl při povrchu zastižen kryt vozovky ve formě asfaltu do hloubky 0,15 m.

### 4.5.2 Půdní pokryv (GT 2)

V sondě P10-3 byla od povrchu do hloubky 0,2 m zachycena vrstva půdního pokryvu, která byla tvořena černohnědou hlínou.

Zastižené vrstvy odpovídaly, na základě makroskopického popisu dle normy ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“, přílohy A, zeminám třídy F5 tuhé až pevné konzistence.

### 4.5.3 Deluviofluviální jílovito-písčité sedimenty (GT 3)

Deluviofluviální sedimenty byly zachyceny v sondách pro polní cesty P1-1, P1-2, P1-3 a P6-1. V sondě P1-1 byly zastiženy pod vrstvou antropogenní navážky od hloubky 0,3 m až po bázi sondy. Ve zbylých sondách byly deluviofluviální sedimenty zastiženy v celém profilu až po jejich bázi o hloubce 2,0 m.

Deluviofluviální sedimenty odpovídají na základě laboratorních zkoušek dle normy ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“, přílohy A, jílu písčité třídy F4 pevné konzistence až jílu se střední plasticitou třídy F6 pevné konzistence.

Hodnoty řádů filtračních součinitelů  $k_f$  [ $\text{m.s}^{-1}$ ], zjištěné odečtem z křivek zrnitosti, se u těchto zemin třídy F4 a F6 pohybují v řádech  $10^{-8}$   $\text{m.s}^{-1}$  až  $10^{-6}$   $\text{m.s}^{-1}$ . Dle odstupňované nomenklatury propustnosti hornin [3] spadají zastižené sedimenty do třídy propustnosti VII až V, které definují prostředí velmi slabě propustné až dosti slabě propustné.

Pro zeminy geotechnického typu GT 3 jsou v tabulce č. 9 uvedeny průkazné geotechnické parametry a orientační hodnoty dle normy ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“ [01.04.2010 ukončena platnost].

U zemin geotechnického typu GT 3 dosahuje hodnota tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt}$ , pro šířku základu  $\leq 3$  m a hloubku založení 0,8 až 1,5 m, pro zeminy třídy F4 hodnoty 250 kPa pro konzistenci pevnou. Pro zeminy třídy F6 je hodnota tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt}$  200 kPa pro pevnou konzistenci.

Tabulka č. 9 Geotechnické charakteristiky zemin GT 3 třídy F4 a F6 pevné konzistence

	Veličina	Jednotka	Rozmezí hodnot F4, F6	Ø hodnota F4, F6
Objemová tíha <sup>*)</sup>	$\gamma_n$	[ $\text{kN.m}^{-3}$ ]	18,5 – 21,0	<b>19,8</b>
Přirozená vlhkost pro zeminy třídy F4	$w_n$	[%]	6,2 – 14,1	<b>9,6</b>
Koeficient filtrace (z křivky zrnitosti)	$k_f$	[ $\text{m.s}^{-1}$ ]	$4 \times 10^{-8}$ – $4 \times 10^{-6}$	<b><math>9 \times 10^{-7}</math></b>
Stupeň konzistence (redukovaný) pro zeminy třídy F4	$I_{CR}$	[1]	1,03 – 2,22	<b>1,6</b>
Stupeň konzistence pro zeminy třídy F6	$I_C$	[1]	1,80	-
Index plasticity	$I_P$	[%]	13,7 – 17,5	<b>15,6</b>
Efektivní úhel vnitřního tření <sup>*)</sup> pro zeminy třídy F4	$\varphi_{ef}$	[°]	22 – 27	<b>24,5</b>
Efektivní úhel vnitřního tření <sup>*)</sup> pro zeminy třídy F6	$\varphi_{ef}$	[°]	17 – 21	<b>19</b>
Efektivní soudržnost <sup>*)</sup>	$c_{ef}$	[kPa]	12 – 22	<b>17</b>
Totální úhel vnitřního tření <sup>*)</sup>	$\varphi_u$	[°]	0 – 5	<b>2,5</b>
Totální soudržnost <sup>*)</sup>	$c_u$	[kPa]	70 – 80	<b>75</b>
Deformační modul <sup>*)</sup>	$E_{def}$	[MPa]	5 – 8	<b>6,8</b>
Převodní součinitel <sup>*)</sup> pro zeminy třídy F4	$\beta$	[1]	0,62	-
Převodní součinitel <sup>*)</sup> pro zeminy třídy F6	$\beta$	[1]	0,47	-
Poissonovo číslo <sup>*)</sup>	$\nu$	[1]	0,35 – 0,40	<b>0,38</b>
Tabulková výpočtová únosnost <sup>*)</sup>	$R_{dt}$	[kPa]	200 – 250	<b>225</b>

Vysvětlivky: <sup>\*)</sup> směrné normové charakteristiky dle normy ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“ [01.04.2010 ukončena platnost]

#### 4.5.4 Deluviální písčito-šterkovité sedimenty (GT 4)

Deluviální sedimenty byly zachyceny v sondách pro polní cesty P10-1, P10-2, P10-3 a P16-1. V sondě P10-1 byly zastiženy pod vrstvou antropogenní navážky od hloubky 0,3 m až po bázi sondy a v sondě P10-3 od hloubky 0,2 m pod vrstvou půdního pokryvu. V sondách P10-2 a P16-1 byly deluviální sedimenty zastiženy v celém profilu sond až po jejich bázi v hloubce 2,0 m.

Deluviální sedimenty odpovídají na základě laboratorních zkoušek dle normy ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“, přílohy A, středně ulehlým pískům s příměsí jemnozrnné zeminy třídy S3 a hlinitým pískům třídy S4 a středně ulehlým hlinitým šterkům třídy G4.

Hodnoty řádů filtračních součinitelů  $k_f$  [ $\text{m.s}^{-1}$ ], zjištěné odečtem z křivek zrnitosti, se u těchto zemin třídy S3, S4 a G4 pohybují v řádech  $10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$  až  $10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ . Dle odstupňované nomenklatury propustnosti hornin [3] spadají zastižené sedimenty do tříd propustnosti IV až III, které definují prostředí mírně propustné až dosti silně propustné.

Pro zeminy geotechnického typu GT 4 jsou v tabulkách č. 10 a 11 uvedeny průkazné geotechnické parametry a orientační hodnoty dle normy ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“ [01.04.2010 ukončena platnost].

Pro středně ulehlé zeminy třídy GT 4 třídy S3 je hodnota tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt}$  dle normy ČSN 73 1001 při hloubce založení 1,0 m, pro šířku základu 0,5 m 146 kPa, pro šířku základu 1,0 m 179 kPa, pro šířku základu 3,0 m 260 kPa a pro šířku základu 6,0 m 211 kPa. Hodnota  $R_{dt}$  se tak pohybuje dle šířky základu v rozmezí 146 kPa až 260 kPa.

Pro středně ulehlé zeminy třídy GT 4 třídy S4 je hodnota tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt}$  dle normy ČSN 73 1001 při hloubce založení 1,0 m, pro šířku základu 0,5 m 175 kPa, pro šířku základu 1,0 m 225 kPa, pro šířku základu 3,0 m 300 kPa a pro šířku základu 6,0 m 250 kPa. Hodnota  $R_{dt}$  se tak pohybuje dle šířky základu v rozmezí 175 kPa až 300 kPa.

Středně ulehlé zeminy třídy GT 4 třídy G4 dosahují orientační hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt}$ , dle normy ČSN 73 1001 při hloubce založení 1,0 m, pro šířku základu 0,5 m 250 kPa, pro šířku základu 1,0 m a 6,0 m 300 kPa a pro šířku základu 3,0 m 400 kPa. Hodnota  $R_{dt}$  se tak pohybuje dle šířky základu v rozmezí 250 kPa až 400 kPa.

Tabulka č. 10 Geotechnické charakteristiky středně ulehlých zemin GT 4 třídy S3 a S4

	Veličina	Jednotka	Rozmezí hodnot S3,S4	Ø hodnota S3,S4
Objemová tíha <sup>*)</sup>	$\gamma_h$	[ $\text{kN.m}^{-3}$ ]	17,5 – 18,0	<b>17,8</b>
Přirozená vlhkost	$w_n$	[%]	4,1 – 5,6	<b>4,7</b>
Koeficient filtrace (z křivky zrnitosti)	$k_f$	[ $\text{m.s}^{-1}$ ]	$1 \times 10^{-5}$ – $8 \times 10^{-5}$	<b><math>4 \times 10^{-5}</math></b>
Efektivní úhel vnitřního tření <sup>*)</sup>	$\varphi_{ef}$	[°]	28 – 31	<b>29,3</b>
Efektivní soudržnost <sup>*)</sup>	$c_{ef}$	[kPa]	0 – 10	<b>3,3</b>
Deformační modul <sup>*)</sup>	$E_{def}$	[MPa]	5 – 19	<b>12,8</b>
Převodní součinitel <sup>*)</sup>	$\beta$	[1]	0,74	-
Poissonovo číslo <sup>*)</sup>	$\nu$	[1]	0,30	-
Tabulková výpočtová únosnost <sup>*)</sup> zeminy třídy S3	$R_{dt}$	[kPa]	146 – 260	-
Tabulková výpočtová únosnost <sup>*)</sup> zeminy třídy S4	$R_{dt}$	[kPa]	175 – 300	-

Vysvětlivky: <sup>\*)</sup> směrné normové charakteristiky dle normy ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“  
[01.04.2010 ukončena platnost]

Tabulka č. 11 Geotechnické charakteristiky středně uhlých zemin GT 4 třídy G4

	Veličina	Jednotka	Rozmezí hodnot G4	Ø hodnota G4
Objemová tíha <sup>*)</sup>	$\gamma_n$	[kN.m <sup>-3</sup> ]	19,0	-
Přirozená vlhkost	$w_n$	[%]	4,5	-
Koeficient filtrace (z křivky zrnitosti)	$k_f$	[m.s <sup>-1</sup> ]	6×10 <sup>-4</sup>	-
Efektivní úhel vnitřního tření <sup>*)</sup>	$\varphi_{ef}$	[°]	30 – 35	<b>32,5</b>
Efektivní soudržnost <sup>*)</sup>	$c_{ef}$	[kPa]	0 – 8	<b>4</b>
Deformační modul <sup>*)</sup>	$E_{def}$	[MPa]	60 – 80	<b>70</b>
Převodní součinitel <sup>*)</sup>	$\beta$	[1]	0,74	-
Poissonovo číslo <sup>*)</sup>	$\nu$	[1]	0,30	-
Tabulková výpočtová únosnost <sup>*)</sup>	$R_{dt}$	[kPa]	250 – 400	-

Vysvětlivky: <sup>\*)</sup> *směrné normové charakteristiky dle normy ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“*  
[01.04.2010 ukončena platnost]

**Poznámky:**

Je-li základová spára v hloubce větší než hloubka založení, je možné u základových půd skupiny S a G zvýšit hodnoty o 2,5násobek a u základové půdy skupiny F o 1násobek efektivního napětí od tíhy základové půdy ležící mezi skutečnou a předpokládanou základovou spárou.

Lze-li očekávat, že nejvyšší hladina podzemní vody bude pod základovou spárou v hloubce menší než je šířka základu, tabulková hodnota výpočtové únosnosti se sníží o 30 %.

Je-li pod základovou spárou pevnější a méně stlačitelná vrstva základové půdy v hloubce menší než poloviční šířka základu, je možné tabulkové hodnoty výpočtové únosnosti zvýšit o 20 %.

#### 4.6 Hydrogeologické poměry

Hydrogeologické poměry v zájmovém území jsou určovány kvartérními jílovitými deluviofluviálními a deluviálními písčitými a štěrkovitými sedimenty, usazenými na neogenních nepropustných sedimentech.

Jednotlivé vrstvy na lokalitě lze z hydrogeologického hlediska charakterizovat následovně:

- **Navázka GT 1** – štěrkovitý materiál s různým podílem hlinité a jílovité příměsi charakteru štěrkovitých hlín je pro vodu mírně až silně propustný v závislosti na podílu hrubozrnné frakce a plní tak funkci poloizolátoru až kolektoru. Při vyšším podílu štěrkovité frakce se bude propustnost zvyšovat.
- **Půdní pokryv GT 2** – hlinitý materiál s různým podílem písčité příměsi je pro vodu mírně až málo propustný v závislosti na podílu hrubozrnné frakce a plní tak funkci poloizolátoru.
- **Deluviofluviální jílovito-písčité sedimenty GT 3** – jílovito-písčité sedimenty třídy F4 a F6 jsou z hydrogeologického hlediska pro vodu zpravidla slabě propustné až nepatrně propustné v závislosti na podílu písčité frakce, čímž plní spíše funkci izolátoru až poloizolátoru, který zpomaluje infiltraci dešťových vod do podložních vrstev nebo tvoří až téměř nepropustné podloží. Filtrační součinitelé těchto sedimentů se pohybují v řádech  $n.10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$  až  $n.10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ .
- **Deluviální písčito-štěrkovité sedimenty GT 4** – písky s příměsí jemnozrnné zeminy, písky hlinité a štěrky hlinité tříd S3, S4 a G4 jsou z hydrogeologického hlediska pro vodu mírně až dosti silně propustné a v závislosti na podílu jemnozrnné frakce tvoří poloizolátory až kolektory. Při vyšším podílu štěrkovité frakce se bude propustnost zvyšovat. Filtrační součinitelé těchto sedimentů se pohybují v řádech  $n.10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$  až  $n.10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ .

V sondách nebyla během vrtných prací zastižena hladina podzemní vody. Během kalendářního roku bude hladina podzemní vody kolísat v závislosti na dotacích z atmosférických srážek. Dosažení dlouhodobých maxim se předpokládá v období jarního tání a v podzimním období.



## ZÁVĚR

Účelem prací realizovaných společností GEODRILL s.r.o. bylo provedení inženýrsko-geologického průzkumu, jehož výsledky budou sloužit pro rekonstrukci polních cest v k.ú. Pravlov.

K ověření základové půdy bylo v zájmovém území realizováno 8 vrtaných sond do hloubky 2,0 m. Sondy byly umístěny na základě podkladů dodaných objednatelem a dle možností v terénu.

Při povrchu vrtaných sond P1-1 a P10-1 byla od povrchu do hloubky 0,3 m zastižena antropogenní navážka. Materiál navážky odpovídal na základě makroskopického popisu dle normy ČSN 73 6133 středně uhlým zeminám třídy G4 a G5 s příměsí stavebních materiálů. Svrchní partie navážky v sondě P1-1 byla do hloubky 0,15 m tvořena asfaltovým krytem vozovky. V sondě P10-3 byla od povrchu do hloubky 0,2 m zachycena vrstva půdního pokryvu odpovídající na základě makroskopického popisu dle normy ČSN 73 6133 zeminám třídy F5 tuhé až pevné konzistence. V sondách P1-1, P1-2, P1-3 a P6-1 byly zastiženy kvartérní deluviofluviální sedimenty až po báze vrtaných sond v hloubce 2,0 m, které na základě laboratorních zkoušek dle normy ČSN 73 6133 odpovídaly zeminám třídy F4, případně třídy F6 (P1-3) pevné konzistence. V sondách P10-1, P10-2, P10-3 a P16-1 se až po jejich báze v hloubce 2,0 m nacházely kvartérní deluviální sedimenty, které odpovídaly na základě laboratorních zkoušek dle normy ČSN 73 6133 středně uhlým zeminám třídy S3 a S4 až štěrům třídy G4 (P10-3).

Z provedených sond byly odebrány vzorky zemin k laboratorním zkouškám. Výsledky laboratorních rozborů odebraných vzorků zemin jsou přehledně shrnuty v tabulkách č. 5 až 7.

Z inženýrsko-geologického hlediska byly na základě obdobných litologických a geomechanických vlastností vyčleněny 4 geotechnické typy zemin:

- *Navážka*..... GT 1
- *Půdní pokryv*..... GT 2
- *Deluviofluviální jílovito-písčité sedimenty* ..... GT 3
- *Deluviální písčito-šterkovité sedimenty* ..... GT 4

Zeminy, které byly zastiženy při terénních pracích, řadíme dle normy ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ do I. třídy rozpojitelnosti a těžitelnosti. Těžba je prováděna běžnými výkopovými mechanismy (buldozery, rypadla, ručně prováděné výkopy).

Pro zastižené zeminy jsou v tabulkách č. 9 až 11 uvedeny průkazné geotechnické parametry a orientační hodnoty dle normy 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“ [01.04.2010 ukončena platnost] dle různých geotechnických typů (GT).

Pro zeminy geotechnického typu GT 3 třídy F4 je hodnota tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt}$ , pro šířku základu  $\leq 3$  m a hloubku založení 0,8 až 1,5 m, 250 kPa pro konzistenci pevnou. Pro zeminy třídy F6 pevné konzistence je hodnota 200 kPa.

Pro zeminy geotechnického typu GT 4 třídy S3 se orientační hodnota tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt}$  dle normy ČSN 73 1001 při hloubce založení 1,0 m, pohybuje dle šířky základu od 146 kPa do 260 kPa. Pro zeminy třídy S4 se orientační hodnota tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt}$  pohybuje dle šířky základu od 175 kPa do 300 kPa a pro zeminy třídy G4 od 250 kPa do 400 kPa.

Na lokalitě byly zastižené zeminy klasifikovány dle normy ČSN 73 6133 z hlediska vhodnosti zemin pro pozemní komunikace. Zeminy třídy S4, G4, F4 a F6 jsou definovány jako podmíněčně vhodné a zeminy třídy S3 jsou definovány jako vhodné z hlediska použití do

násypu. Z hlediska vhodnosti zemín pro použití pro podloží vozovky jsou zastižené zeminy třídy S3, S4, G4 a F4 definovány jako podmíněčně vhodné a zeminy třídy F6 jsou definovány jako nevhodné.

Z hlediska namrzavosti jsou dle křivky zrnitosti zastižené zeminy třídy F4 a F6 hodnoceny jako vysoce namrzavé, zeminy třídy S4 hodnoceny jako nebezpečně namrzavé až namrzavé, zeminy třídy G4 hodnoceny jako namrzavé a zeminy třídy S3 hodnoceny jako mírně namrzavé.

Z výsledků laboratorních zkoušek realizovaných na odebraných technologických vzorcích zemín vyplývá, že maximální objemová hmotnost zemín GT 3 třídy F4 a F6 se pohybuje od  $1,81 \text{ Mg.m}^{-3}$  do  $1,93 \text{ Mg.m}^{-3}$  a optimální vlhkost zeminy potřebná pro dosažení maximální objemové hmotnosti je 9,3 % až 13 %. Zkouškou  $\text{CBR}_{\text{sat}}$  byly na vzorcích stanoveny hodnoty od 3,5 % do 4,5 %.

Maximální objemová hmotnost, zjištěná na vzorcích z deluviálních zemín GT 4 třídy S4 činí  $1,87 \text{ Mg.m}^{-3}$  až  $1,97 \text{ Mg.m}^{-3}$  a optimální vlhkost zeminy potřebná pro dosažení maximální objemové hmotnosti je 10 % až 12 %. Zkouškou  $\text{CBR}_{\text{sat}}$  byla stanovena hodnota od 6,0 % do 27 %.

Vlastnosti materiálu zemního tělesa pozemních komunikací jsou uvedeny v ČSN 73 6133. Kritérium použitelnosti zemín pro stavbu zemního tělesa uvádí nutnost úpravy v případě maximální objemové hmotnosti  $\rho_{d \text{ max.}} \text{ zeminy} < 1,60 \text{ Mg.m}^{-3}$ . V případě kritéria použití do aktivní zóny je uvedena hodnota CBR (po 96 hodinách sycení) pro typ podloží P III minimálně 15 %. Pokud není dosaženo této hodnoty, je vhodné aplikovat úpravu zemín.

Vzorek ze sondy P6-1 byl upraven přidáním 2 % CaO. Po třech dnech zrání byla stanovena hodnota maximální objemové hmotnosti  $1,77 \text{ Mg.m}^{-3}$  a optimální vlhkost zeminy potřebná pro dosažení maximální objemové hmotnosti 15 %. Hodnota  $\text{CBR}_{\text{sat}}$  byla po zlepšení 40 %.

Vzorek sedimentu ze sondy P16-1 byl upraven přidáním 3 % Geosolu. Po třech dnech zrání byla stanovena hodnota maximální objemové hmotnosti  $1,90 \text{ Mg.m}^{-3}$  a optimální vlhkost zeminy potřebná pro dosažení maximální objemové hmotnosti 13 %. Hodnota  $\text{CBR}_{\text{sat}}$  byla po zlepšení 24 %, resp. 21 %.

Podle řádů hodnot filtračních součinitelů  $k_f [\text{m.s}^{-1}]$ , zjištěných odečtem z křivky zrnitosti, spadají zastižené zeminy třídy F6 dle odstupňované nomenklatury propustnosti hornin [3], do třídy propustnosti VII, která definuje prostředí velmi slabě propustné. Zeminy třídy F4 spadají do tříd propustnosti VI a V, definující prostředí slabě propustné a dosti slabě propustné. Zeminy třídy S3, S4 a G4 spadají do tříd propustnosti IV až III, které definují prostředí mírně propustné až dosti silně propustné.

V rámci geologických profilů, ověřených do hloubky 2,0 m, nebyla hladina podzemní vody zastižena. Svrchní část geologického profilu je v sondách P1-1 a P10-1 tvořena antropogenní navázkou štěrkovitého charakteru, která bude z hydrogeologického hlediska pro vodu tvořit mírně až silně propustné prostředí a bude plnit tak funkci poloizolátoru až kolektoru. V sondě P10-3 je svrchní část profilu tvořena půdním pokryvem hlinitého charakteru, který bude z hydrogeologického hlediska pro vodu tvořit slabě až mírně propustné prostředí a plnit tak funkci poloizolátoru, který zpomaluje infiltraci dešťové vody do podloží. Deluviofluviální sedimenty třídy F4 a F6 jsou z hydrogeologického hlediska pro vodu nepatrně až slabě propustné a plní tak funkci poloizolátoru až izolátoru, který zpomaluje infiltraci dešťových vod do podloží, případně tvoří až nepropustné podloží. Deluviální sedimenty třídy S3, S4 a G4 jsou pro vodu mírně až dosti silně propustné a v závislosti na podílu jemnozrnné frakce tvoří poloizolátory až kolektory. Při vyšším podílu štěrkovité frakce se bude propustnost zvyšovat.

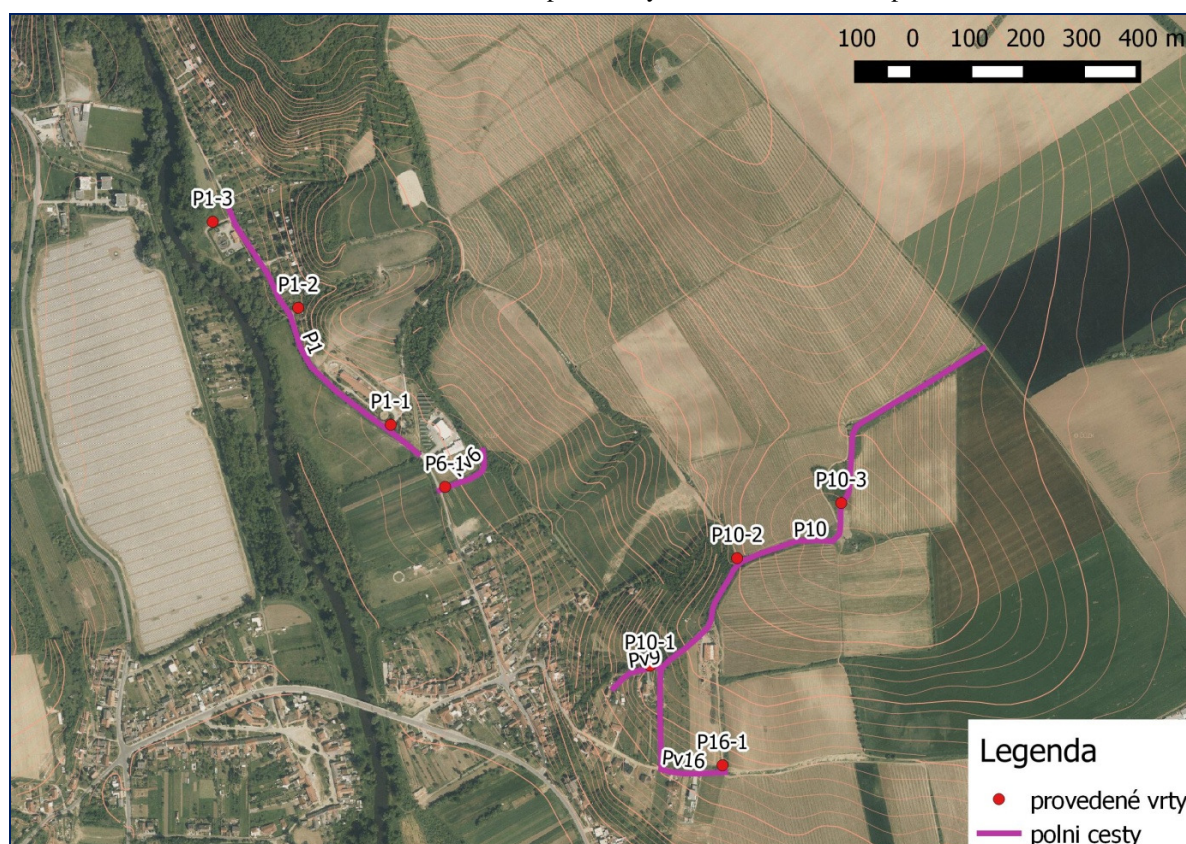
## DOPORUČENÍ

Inženýrsko-geologický průzkum byl proveden za účelem zajištění podkladů pro zpracování dokumentace technického řešení v rámci zpracování plánu společných zařízení při komplexních pozemkových úpravách v k.ú. Pravlov. Bylo provedeno 8 sond pro rekonstrukci polních cest. Jejich základní přehled je uveden v tabulce č. 12 a na obrázku č. 6.

Tabulka č. 12 Seznam polních cest a vodo hospodářských opatření

Sonda	Účel	Objekt
P1-1	polní cesta	P1
P1-2	polní cesta	P1
P1-3	polní cesta	P1
P6-1	polní cesta	Pv6
P10-1	polní cesta	Pv9, P10
P10-2	polní cesta	P10
P10-3	polní cesta	P10
P16-1	polní cesta	Pv16

Obrázek č. 6 Celková situace provedených sond a návrhu sítě polních cest





## Polní cesty

Budoucí staveniště polních cest lze, dle nám známých údajů, zpravidla zařadit do 1. geotechnické kategorie s výškou násypu, případně hloubkou zářezu do 3,0 m [7]. V podloží se nesmí vyskytovat velmi stlačitelné zeminy (např. organické náplavy, bahno, rašelina), prosedavé zeminy a území by nemělo být poddolováno nebo postiženo sesouváním. Do násypu není možné použít zeminy upravené pojivy, druhotné materiály, lehké materiály a zemní těleso nebude vyztuženo, nebo bude tvořeno vrstevnatým násypem. Sklon původního terénu pod násypy nesmí být větší než 10 %. Zemní těleso cesty nesmí být v kontaktu s povrchově tekoucí vodou [7].

### Polní cesta P1

Pro návrh polní cesty P1 lze využít sondy P1-1, P1-2, P1-3 a P6-1 do hloubky 2,0 m.

V předpokládané úrovni aktivní zóny byly v sondách P1-1, P1-2 a P6-1 zastiženy zeminy třídy F4 CS a v sondě P1-3 zeminy třídy F6 CI.

Hladina podzemní vody nebyla zastižena. Index konzistence jemnozrnných zemin ( $I_c$ ) dosahoval hodnot od 1,13 (sonda P1-1) do 1,89 (sonda P1-2), případně u zemin třídy F4 jeho redukovaná hodnota ( $I_{CR}$ ) od 1,03 (sonda P1-1) po 1,87 (sonda P1-2), proto lze považovat vodní režim za difuzní (tj. příznivý).

Z výsledků provedených laboratorních zkoušek na zastižených zeminách a z porovnání s normou ČSN 73 6133 vyplývá, že zeminy třídy F6 jsou podmíněčně vhodné k přímému použití bez úpravy do násypu a nevhodné pro použití do aktivní zóny. Zeminy třídy F4 jsou podmíněčně vhodné jak pro použití do násypu, tak i do aktivní zóny.

Zkouškou  $CBR_{sat}$  byly na zeminách třídy F6 ze sondy P1-3 zjištěny hodnoty 4,0 %, resp. 4,5 %, maximální objemová hmotnost zjištěná zkouškou Proctor-standard činila  $1,81 \text{ Mg.m}^{-3}$ .

Zkouškou  $CBR_{sat}$  byly na zeminách třídy F4 ze sondy P6-1 zjištěny hodnoty 4,0 %, resp. 3,5 % a maximální objemová hmotnost činila  $1,93 \text{ Mg.m}^{-3}$ . Po úpravě zeminy přidáním 2 % CaO byla dosažena hodnota  $CBR_{sat}$  40 %.

**Doporučení:** Vzhledem k zastiženým zeminám a k výsledku  $CBR_{sat}$  pod 15 %, bude nutné zastižené zeminy upravovat přidáním pojiva CaO v množství cca 2-3 % dle TP94 v závislosti na aktuální vlhkosti zeminy. Tloušťku úpravy doporučujeme volit mezi 400 až 500 mm, nebo provést výměnu zeminy, i jen lokálně, za zeminu vhodnou k použití do aktivní zóny v obdobné mocnosti. Při výměně zeminy nutno dbát na kriteria filtrace, nestejnozrnnosti a propustnosti, je vhodné i počítat s možností použití geosyntetik [7].

### Polní cesta Pv6

Pro návrh polní cesty Pv6 lze využít sondu P6-1 do hloubky 2,0 m.

V předpokládané úrovni aktivní zóny byly v sondě P6-1 zastiženy zeminy třídy F4 CS. Hladina podzemní vody nebyla zastižena. Index konzistence jemnozrnných zemin ( $I_c$ ) je 1,19, případně jeho redukovaná hodnota ( $I_{CR}$ ) je 1,15, proto lze považovat vodní režim za difuzní (tj. příznivý).

Z výsledků provedených laboratorních zkoušek na zastižených zeminách a z porovnání s normou ČSN 73 6133 vyplývá, že zeminy třídy F4 jsou podmíněčně vhodné jak pro použití do násypu, tak i do aktivní zóny.



Zkouškou  $CBR_{sat}$  byly na zeminách třídy F4 ze sondy P6-1 zjištěny hodnoty 4,0 %, resp. 3,5 %, maximální objemová hmotnost zjištěná zkouškou Proctor-standard činila  $1,93 \text{ Mg.m}^{-3}$ . Po úpravě zeminy přidáním 2 % pojiva CaO byla dosažena hodnota  $CBR_{sat}$  40 %.

**Doporučení:** Vzhledem k zastiženým zeminám a k výsledku  $CBR_{sat}$  pod 15 %, bude nutné zeminu upravovat přidáním pojiva CaO v množství cca 2 % dle TP94 v závislosti na aktuální vlhkosti zeminy. Tloušťku úpravy doporučujeme volit mezi 400 až 500 mm, nebo provést výměnu zeminy, i jen lokálně, za zeminu vhodnou k použití do aktivní zóny v obdobné mocnosti. Při výměně zeminy nutno dbát na kriteria filtrace, nestejnoznosti a propustnosti, je vhodné i počítat s možností použití geosyntetik [7].

### Polní cesta Pv9

Pro návrh polní cesty Pv9 lze využít sondu P10-2 do hloubky 2,0 m.

V předpokládané úrovni aktivní zóny byla v sondě P10-2 zastižena zemina třídy S4 SM. Hladina podzemní vody nebyla zastižena, vodní režim tak lze považovat za difuzní (tj. příznivý).

Z výsledků provedených laboratorních zkoušek na zastižených zeminách a z porovnání s normou ČSN 73 6133 vyplývá, že zeminy třídy S4 jsou podmíněčně vhodné jak pro použití do násypu, tak i do aktivní zóny.

Zkouškou  $CBR_{sat}$  byly na zeminách třídy S4 ze sondy P10-2 zjištěny hodnoty 23,0 %, resp. 27 %, maximální objemová hmotnost zjištěná zkouškou Proctor-standard činila  $1,97 \text{ Mg.m}^{-3}$ .

**Doporučení:** Vzhledem k zastiženým zeminám a k výsledku zkoušky  $CBR_{sat}$  nad 15 %, nemusí být nutná úprava zastižených zemin. Jedná se ovšem o zeminy podmíněčně vhodné jak pro použití do násypu, tak i do aktivní zóny, proto doporučujeme po okrytí zemní pláň provést její rekognoskaci, případně kontrolní zkoušky a dle toho rozhodnout o jejich případné úpravě. V případě nutnosti úpravy těchto zemin, doporučujeme volit úpravu tloušťky 300-400 mm.

### Polní cesta P10

Pro návrh polní cesty P10 lze využít sondy P10-1, P10-2, P10-3 a P16-1 do hloubky 2,0 m.

V předpokládané úrovni aktivní zóny byly v sondě P10-1 zastiženy zeminy třídy S3 S-F, v sondách P10-2 a P16-1 zeminy třídy S4 SM a v sondě P10-3 zeminy třídy G4-GM. Hladina podzemní vody nebyla vrtanými sondami zastižena, vodní režim tak lze považovat za difuzní (tj. příznivý).

Z výsledků provedených laboratorních zkoušek na zastižených zeminách a z porovnání s normou ČSN 73 6133 vyplývá, že zeminy třídy S3 jsou vhodné pro použití do násypu a podmíněčně vhodné pro použití do aktivní zóny, zastižené zeminy třídy S4 a G4 jsou podmíněčně vhodné jak pro použití do násypu, tak do aktivní zóny.

Zkouškou  $CBR_{sat}$  byly na zeminách třídy S4 ze sondy P10-2 zjištěny hodnoty 23,0 %, resp. 27 %, maximální objemová hmotnost zjištěná zkouškou Proctor-standard činila  $1,97 \text{ Mg.m}^{-3}$ . Naopak na zeminách ze sondy P16-1 byly na obdobné zemině třídy S4 zjištěny hodnoty  $CBR_{sat}$  6,0 %, resp. 6,5 % a maximální objemová hmotnost činila  $1,87 \text{ Mg.m}^{-3}$ . Tento rozdíl je pravděpodobně způsoben podílem různým štěrkovité frakce (u P10-2 obsah štěrkové frakce 18,3 %, u P16-1 obsah štěrkové frakce 30,0 %).

**Doporučení:** Vzhledem k zastiženým zeminám a k výsledku  $CBR_{sat}$  u některých zemin pod 15 %, bude nutné zeminy upravovat přidáním pojiva Geosol v množství cca 3 % dle TP94 v závislosti na aktuální vlhkosti zeminy. Tloušťku úpravy doporučujeme volit mezi 300 až 400 mm, nebo provést výměnu zeminy, i jen lokálně, za zeminu vhodnou k použití do aktivní zóny v obdobné mocnosti. Při výměně zeminy nutno dbát na kriteria filtrace, nestejnozrnnosti a propustnosti, je vhodné i počítat s možností použití geosyntetik [7].

## Polní cesta Pv16

Pro návrh polní cesty Pv16 lze využít sondu P16-1 do hloubky 2,0 m.

V předpokládané úrovni aktivní zóny byla v sondě P16-1 zastižena zemina třídy S4 SM. Hladina podzemní vody nebyla zastižena, vodní režim tak lze považovat za difuzní (tj. příznivý).

Z výsledků provedených laboratorních zkoušek na zastižených zeminách a z porovnání s normou ČSN 73 6133 vyplývá, že zeminy třídy S4 jsou podmíněčně vhodné jak pro použití do násypu, tak i do aktivní zóny.

Zkouškou  $CBR_{sat}$  byly na zeminách třídy S4 ze sondy P16-1 zjištěny hodnoty 6,0 %, resp. 6,5 %, maximální objemová hmotnost zjištěná zkouškou Proctor-standard činila  $1,87 \text{ Mg.m}^{-3}$ . Po úpravě zeminy přidáním 3 % pojiva Geosol byla dosažena hodnota  $CBR_{sat}$  21,0 %, resp. 24,0 %.

**Doporučení:** Vzhledem k zastiženým zeminám a k výsledku  $CBR_{sat}$  pod 15 %, bude nutné zeminu upravovat přidáním pojiva Geosol v množství cca 3 až 4 % dle TP94 v závislosti na aktuální vlhkosti zeminy. Tloušťku úpravy doporučujeme volit mezi 300 až 400 mm, nebo provést výměnu zeminy, i jen lokálně, za zeminu vhodnou k použití do aktivní zóny v obdobné mocnosti. Při výměně zeminy nutno dbát na kriteria filtrace, nestejnozrnnosti a propustnosti, je vhodné i počítat s možností použití geosyntetik [7].

V Brně dne 11. 09. 2018

## LITERATURA

- [1] DEMEK, J. a kol. *Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny*. Praha: Československá akademie věd, 1987.
- [2] HERŠTUS, J. Upřesnění postupu v zařizování zemin podle 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy. Inženýrské stavby, ročník 28, Praha: 1980.
- [3] JETEL, J. *Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech*. Praha: ČAV, 1982.
- [4] MASOPUST, Jan. *Navrhování základových a pažicích konstrukcí: příručka k ČSN EN 1997*. 1. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2012, 208 s. ISBN 978-80-87438-31-2.
- [5] KRÁSNÝ, J. et al. *Podzemní vody České republiky: regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod*. Praha: Česká geologická služba, 2012.
- [6] QUITT, E. *Klimatologické oblasti Československa*. Brno: Československá akademie věd – geografický ústav, 1971.
- [7] ZAJÍČEK, Jan. *Technologie stavby vozovek*. 1. vyd. Praha: ČKAIT, 2014, 392 s. ISBN 978-80-87438-59-6.

## DALŠÍ POUŽITÉ PODKLADY

- [8] Česká geologická služba. *GeoDATA. Mapový server* [online]. [citováno 2018-8-17]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>
- [9] Národní geoportál Inspire verze 1.0. [online]. [citováno 2018-8-17]. Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/home>
- [10] Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. *Hydroekologický informační systém VÚV T. G. M.* [online]. [citováno 2018-3-19]. Dostupné z: [www.heis.vuv.cz](http://www.heis.vuv.cz).
- [11] Geoportál ČÚZK. *Geoprohlížeč ČÚZK* [online]. [citováno 2018-9-4]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/32>
- [12] Česká geologická služba *Svahové nestability* [online]. [citováno 2018-9-4]. Dostupné z: [http://mapy.geology.cz/svahove\\_nestability/](http://mapy.geology.cz/svahove_nestability/)
- [13] Česká geologická služba *Surovinový informační systém* [online]. [citováno 2018-9-4]. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/GISViewer/?mapProjectId=10000>
- [14] Česká geologická služba *Poddolovaná území* [online]. [citováno 2018-9-4]. Dostupné z: [http://mapy.geology.cz/dulni\\_dila\\_poddolovani/](http://mapy.geology.cz/dulni_dila_poddolovani/)
- [15] Technické podmínky Ministerstva dopravy: *TP 94 Úprava zemin*. Praha: MD ČR – OPK, 2013.

## POUŽITÉ NORMY

ČSN EN ISO 14688-1. *Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemín – Část 1: Pojmenování a popis*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

ČSN EN ISO 14688-2. *Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemín – Část 2: Zásady pro zařídování*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

ČSN EN ISO 17892-1. *Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín – Část 1: Stanovení vlhkosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.

ČSN EN ISO 17892-4. *Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín – Část 4: Stanovení zrnitosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.

ČSN CEN ISO/TS 17982-12. *Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín – Část 12: Stanovení konzistenčních mezí*. Praha: Český normalizační institut, 2005.

ČSN EN 13286-2. *Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy – Část 2: Zkušební metody pro stanovení laboratorní srovnávací objemové hmotnosti a vlhkosti – Proctorova zkouška*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

ČSN EN 13286-47. *Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy – Část 47: Zkušební metody pro stanovení kalifornského poměru únosnosti, okamžitého indexu únosnosti a lineárního bobtnání*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

ČSN 73 6133. *Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací*. Praha: Český normalizační institut, 2010.

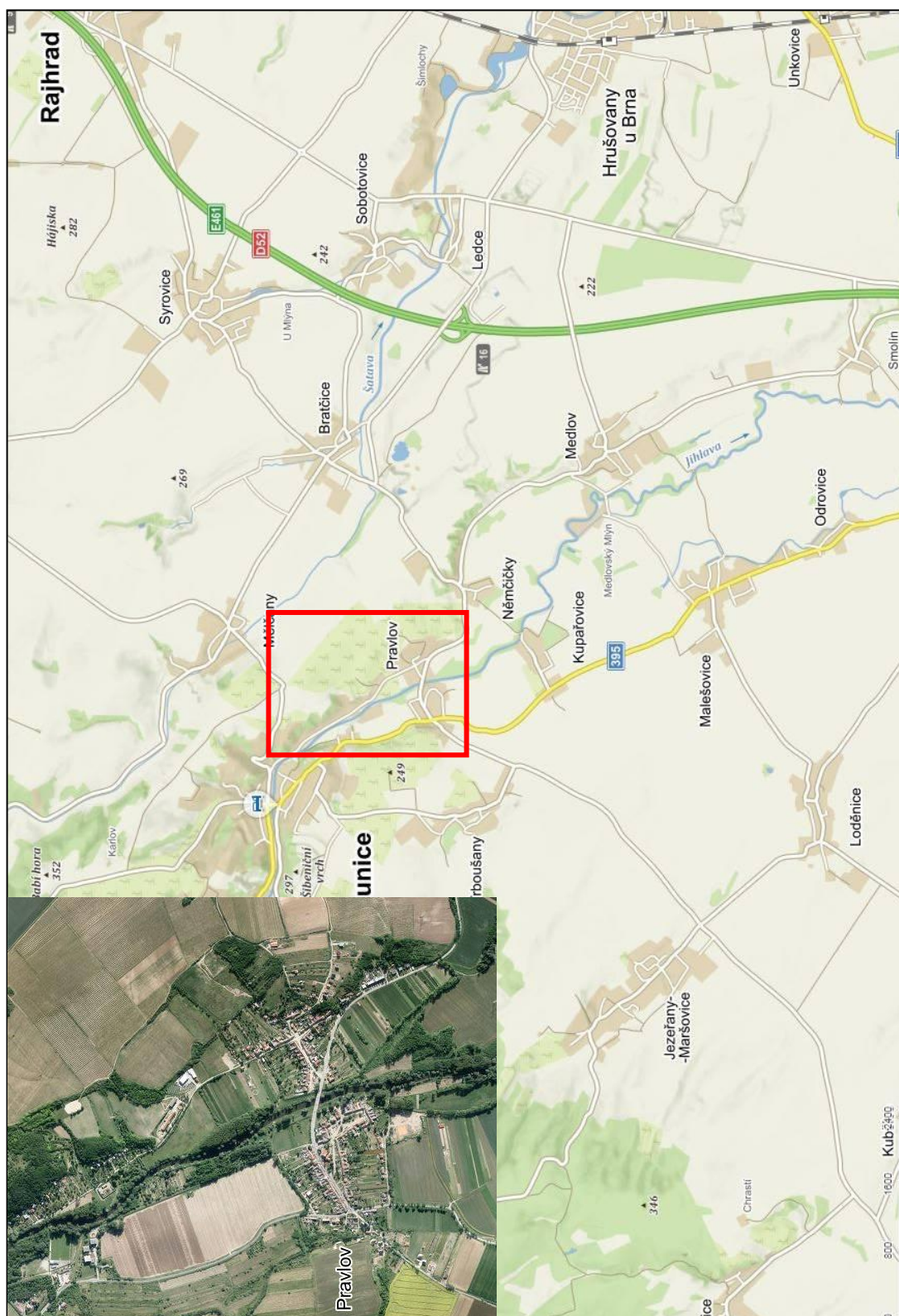
ČSN 73 1001. *Základová půda pod plošnými základy*. Praha: Český normalizační institut, 1987 [01.04.2010 ukončena platnost].

ČSN EN 1998-1. Eurokód 8: *Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 2006.

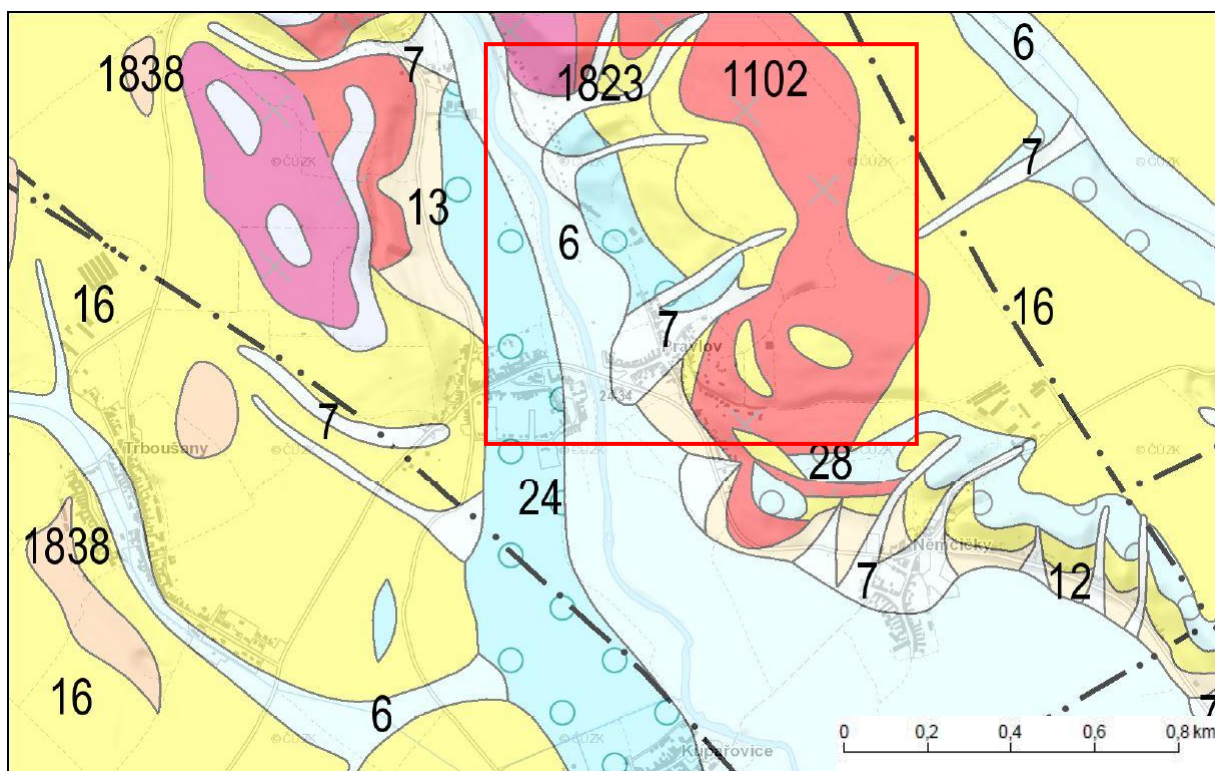
ČSN EN 1997-2. Eurokód 7: *Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy*. Praha: Český normalizační institut, 2008.



## PŘÍLOHA 1 Přehledná situace zájmového území



Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)



Zdroj: [www.geology.cz](http://www.geology.cz)

Legenda:

## Horniny GeoČR50

### Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity

- 12 písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment
- 7 smíšený sediment
- 28 písek, štěrk
- 13 kamenitý až hlinito-kamenitý sediment
- 16 spraš a sprašová hlína
- 6 nivní sediment

### Karpaty

- 1823 klastika - písky, štěrky se zpevněnými polohami pískovce, slepence
- 1838 křemenné štěrky, jemnozrné písky
- 1824 vápnitý jíl (šlír), s polohami vápnitých písků a štěrků

### Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum

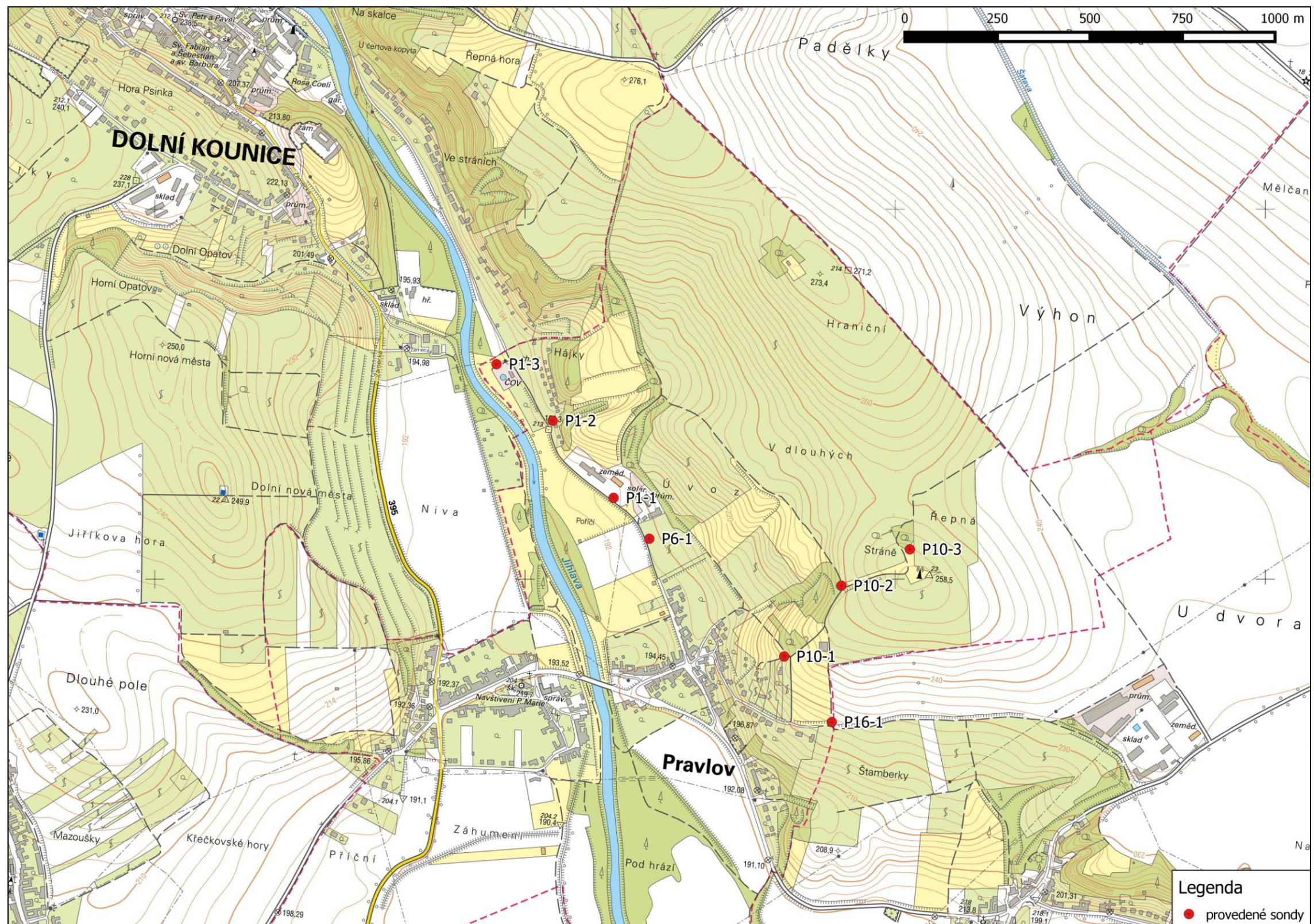
- 2479 biotit-amfibolický granodiorit až diorit
- 1102 biotitický granodiorit





Mapový podklad: [www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz)





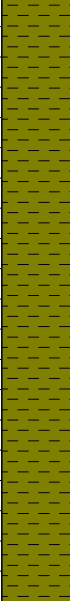
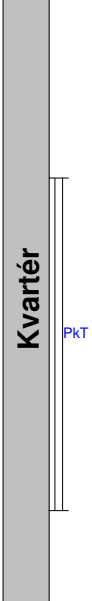
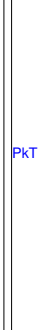
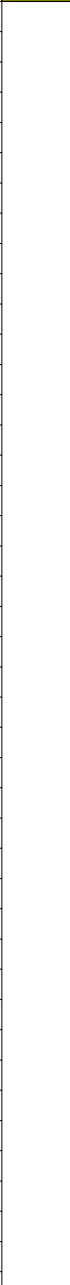


Mapový podklad: [www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz)

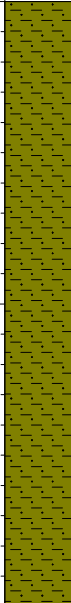


GEODRILL s.r.o. K Bukovinám 169/45, 635 00 Brno					Objekt						
GEOLOGICKÁ DOKUMENTACE					P1-1						
Hloubka [m]	Geologický profil	Stratigrafie	Odběry vzorků	Podzemní voda	Popisy polohy	Norma					
						736133	14688-2				
1	2	3	4	5	6	7	8				
1		Antropogén			0.00-0.15 : asfalt (kryt vozovky)	-	-				
					0.15-0.30 : štěrk jílovitý s příměsí stavebního materiálu (cihly, beton), hnědý, tuhý až pevný (antropogenní navážka)	Y/(G5)	Mg				
					0.30-1.60 : jíl písčitý, hnědý, pevný (deluviofluviální sediment)	F4 CS	sasiCI				
2		Kvartér		Hladina podzemní vody nebyla zastižena							
2											
2											
3					1.60-2.00 : jíl písčitý, tmavě hnědý, tuhý až pevný (deluviofluviální sediment)	(F4)	-				
3											
3											
4											
4											
4											
5											
5											
5											
6											
6											
6											
						Měřítko : 1 : 25					
						ID_OBJ : 1					
						Projekt : 1779/18					
						Zpracoval : Mgr. Urban					
						Datum : 10.9.2018					
						Příloha : 4					



GEODRILL s.r.o. K Bukovinám 169/45, 635 00 Brno						Objekt <b>P1-2</b>	
<b>GEOLOGICKÁ DOKUMENTACE</b>						Souřadnice X : 1174577.07 Y : 608926.20 Nadmožská výška : 195.93 Lokalita Pravlov Mapa 1:25.000 24-343	
Hloubka [m]	Geologický profil	Stratigrafie	Odběry vzorků	Podzemní voda	Popisy polohy	Norma 736133 14688-2	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Q22	Kvartér	P	Hladina podzemní vody nebyla zastižena	0.00-1.60 : jíl písčitý, světle hnědý, pevný (deluviofluviální sediment)	F4 CS	sasiCl
2							
2							
4							
6							
8							
1							
2							
4							
6							
2					1.60-2.00 : jíl písčitý, hnědý, pevný (deluviofluviální sediment)		saCl
2							
2							
4							
6							
8							
3							
2							
4							
6							
8							
4							
6							
8							
5							
2							
4							
6							
8							
6							
8							
						Měřitko : 1 : 25 ID_OBJ : 2 Projekt : 1779/18 Zpracoval : Mgr. Urban Datum : 10.9.2018 Příloha : 4	

GEODRILL s.r.o. K Bukovinám 169/45, 635 00 Brno						Objekt		
<b>GEOLOGICKÁ DOKUMENTACE</b>						<b>P1-3</b>		
Hloubka [m]	Geologický profil	Stratigrafie	Odběry vzorků	Podzemní voda	Popisy polohy	Norma 736133 14688-2	Souřadnice X : 1174414.44 Y : 609074.47 Nadmořská výška : 191.49 Lokalita Pravlov Mapa 1:25.000 24-343	
1	2	3	4	5	6	7	8	
2				Hladina podzemní vody nebyla zastižena	0.00-2.00 : jíl se střední plasticitou, světle hnědý, pevný (deluviofluviální sediment)	F6 CI	sasiCI	<b>POPISNÁ DATA</b>
4								Datum zahájení vrtání 26.6.2018
6								Datum ukončení vrtání 26.6.2018
8								Vrtná souprava Hyndaga
1								Vrtná technologie jádrová
2								Jméno vrtmistra Nagy
4								Vrtná společnost GEODRILL
6								Dokumentoval Mgr. Urban
8								<b>INTERVALY VRTÁNÍ</b> PRŮMĚR
1								[ m ] [ mm ]
2	0.00 - 2.00 156							
4	<b>PODZEMNÍ VODA</b>							
6	Hladina podzemní vody nebyla zastižena							
8	<b>VZORKY ZEMIN</b>							
1	interval odběru [m] typ číslo							
2	0.60 - 1.70 PkT							
2								Měřitko : 1 : 25
4								ID_OBJ : 3
6								Projekt : 1779/18
8								Zpracoval : Mgr. Urban
1								Datum : 10.9.2018
2								Příloha : 4
4								
6								
8								
1								

GEODRILL s.r.o. K Bukovinám 169/45, 635 00 Brno						Objekt <b>P6-1</b>		
<b>GEOLOGICKÁ DOKUMENTACE</b>						Souřadnice X : 1174896.60 Y : 608668.09 Nadmořská výška : 198.58 Lokalita Pravlov Mapa 1:25.000 24-343		
Hloubka [m]	Geologický profil	Stratigrafie	Odběry vzorků	Podzemní voda	Popisy polohy	Norma 736133 14688-2		
1	2	3	4	5	6	7	8	
1		Q22	<b>Kvartér</b>	PKT	Hladina podzemní vody nebyla zastižena	F4 CS	sasiCI	<b>POPISNÁ DATA</b>
2								Datum zahájení vrtání 26.6.2018
4								Datum ukončení vrtání 26.6.2018
6								Vrtná souprava Hyndaga
8								Vrtná technologie jádrová
1								Jméno vrtmistra Nagy
2								Vrtná společnost GEODRILL
4								Dokumentoval Mgr. Urban
6	<b>INTERVALY VRTÁNÍ</b>		<b>PRŮMĚR</b>					
8	[ m ]		[ mm ]					
2	0.00 - 2.00		156					
4	<b>PODZEMNÍ VODA</b>							
6	Hladina podzemní vody nebyla zastižena							
8	<b>VZORKY ZEMIN</b>							
1	interval odběru [m]		typ číslo					
2	0.80 - 2.00		PKT					
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								
60								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
67								
68								
69								
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								
81								
82								
83								
84								
85								
86								
87								
88								
89								
90								
91								
92								
93								
94								
95								
96								
97								
98								
99								
100								
101								
102								
103								
104								
105								
106								
107								
108								
109								
110								
111								
112								
113								
114								
115								
116								
117								
118								
119								
120								
121								
122								
123								
124								
125								
126								
127								
128								
129								
130								
131								
132								
133								
134								
135								
136								
137								
138								
139								
140								
141								
142								
143								
144								
145								
146								
147								
148								
149								
150								
151								
152								
153								
154								
155								
156								
157								
158								
159								
160								
161								
162								
163								
164								
165								
166								
167								
168								
169								
170								
171								
172								
173								
174								
175								
176								
177								
178								
179								
180								
181								
182								
183								
184								
185								
186								
187								
188								
189								
190								
191								
192								
193								
194								
195								
196								
197								
198								
199								
200								
201								
202								
203								
204								
205								
206								
207								
208								
209								
210								
211								
212								
213								
214								
215								
216								
217								
218								
219								
220								
221								
222								
223								
224								
225								
226								
227								
228								
229								
230								
231								
232								
233								
234								
235								
236								
237								
238								
239								
240								
241								
242								
243								
244								
245								
246								
247								
248								
249								
250								
251								
252								
253								
254								
255								
256								
257								
258								
259								
260								
261								
262								
263								
264								
265								
266								
267								
268								
269								
270								
271								
272								
273								
274								
275								
276								
277								
278								
279								
280								
281								
282								
283								
284								
285								
286								
287								
288								
289								
290								
291								
292								
293								
294								
295								
296								
297								
298								
299								
300								
301								
302								
303								
304								
305								
306								
307								
308								
309								
310								
311								
312								
313								
314								
315								
316								
317								
318								
319								
320								
321								
322								
323								
324								
325								
326								
327								
328								
329								
330								
331								
332								
333								
334								
335								
336								
337								
338								
339								
340								
341								
342								
343								
344								
345								
346								
347								
348								
349								
350								
351								
352								
353								
354								
355								
356								
357								
358								
359								
360								
361								
362								
363								
364								
365								
366								
367								
368								
369								
370								
371								
372								
373								
374								
375								
376								
377								
378								
379								
380								
381								
382								
383								
384								
385								
386								
387								
388								
389								
390								
391								
392								
393								
394								
395								
396								
397								
398								
399								
400								
401								
402								
403								
404								
405								
406								
407								
408								
409								
410								
411								
412								
413								
414								
415								
416								
417								
418								
419								
420								
421								
422								
423								
424								
425								
426								
427								
428								
429								
430								
431								
432								
433								
434								
435								
436								
437								
438								
439								
440								
441								
442								
443								
444								
445								
446								
447								
448								
449								
450								
451								
452								
453								
454								
455								
456								
457								
458								
459								
460								
461								
462								
463								
464								
465								
466								
467								
468								
469								
470								
471								
472								
473								
474								
475								
476								
477								
478								
479								
480								
481								
482								
483								
484								
485								
486								
487								
488								
489								
490								
491								
492								
493								
494								
495								
496								
497								
498								
499								
500								
501								
502								
503								
504								
505								
506								
507								
508								
509								
510								
511								
512								
513								
514								
515								
516								
517								
518								
519								
520								
521								
522								
523								
524								
525								
526								
527								
528								
529								
530								
531								
532								
533								
534								
535								
536								
537								
538								
539								
540								
541								
542								
543								
544								
545								
546								
547								
548								
549								
550								
551								
552								
553								
554								
555								
556								
557								
558								
559								
560								
561								
562								
563								
564								
565								
566								
567								
568								
569								
570								
571								
572								
573								
574								
575								
576								
577								
578								
579								
580								
581								
582								
583								
584								
585								
586								
587								
588								
589								
590								
591								
592								
593								
594								
595								
596								
597								
598								
599								
600								
601								
602								
603								
604								
605								
606								
607								
608								
609								
610								
611								













GEODRILL s.r.o.  
Laboratoř mechaniky zemin a hornin  
K Bukovinám 169/45, 635 00 Brno  
Zkušební laboratoř č. 1596 akreditovaná ČIA podle ČSN EN  
ISO/IEC 17025: 2005



## PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK č.: 96/18

Název zakázky: **Pravlov**  
Číslo zakázky: 1779/18  
Objednatel: GEOTest, a.s., Šmahova 1244/112, 627 00 Brno  
Odběr vzorků: Mgr. Urban M.  
Datum odběru: 26.-27.6.2018  
Datum převzetí vzorků: 3.7.2018  
Zkoušel: Košanová M., Bc. Petříková L., Mgr. Stožická J..  
Datum zpracování zakázky: 9.7.-5.9.2018  
Celkový počet stran: 12

### Identifikace zkušebních postupů prováděných v rozsahu akreditace:

Stanovení vlhkosti ČSN EN ISO 17892-1: 2015

Stanovení zrnitosti ČSN EN ISO 17892-4: 2017

Stanovení konzistenčních mezí ČSN CEN ISO/TS 17892-12: 2005

Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic ČSN EN ISO 17892-3: 2016

Stanovení objemové hmotnosti ČSN EN ISO 17892-2: 2015, metodou přímého měření

Výše uvedené zkušební postupy jsou prováděny v rozsahu akreditace udělené laboratoři GEODRILL s.r.o. Laboratoř mechaniky zemin a hornin pod číslem 1596.

### Nejistota měření:

$\pm 2 \%$  vlhkost,  $\pm 4 \%$  zdánlivá hustota,  $\pm 2 \%$  zrnitost,  $\pm 2 \%$  mez tekutosti,  $\pm 5 \%$  mez plasticity,  $\pm 2 \%$  objemová hmotnost zeminy,  $\pm 3 \%$  objemová hmotnost sušiny.

Rozšířená nejistota odpovídá úrovni spolehlivosti 95% a je uvedena v relativním tvaru. Rozšířená nejistota je stanovena pro koeficient rozšíření  $k = 2$  podle EA 4/02. Výrok o shodě je založen na pravděpodobnosti pokrytí 95% v souladu s dokumentem ILAC-G08:03.

Protokol: 96/18

### Související dokumenty:

Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování ČSN EN ISO 14688-2: 2005\*

Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací ČSN 73 6133 + Z1

Klasifikace zemin pro dopravní stavby ČSN 72 1002: 1993\*

Klasifikace zemin pro silniční komunikace ČSN 72 1002: 1971\*

### Poznámky:

Výpočtové parametry mimo rozsah akreditace:

- 1) Filtrační součinitel byl stanoven výpočtem dle Jákyho.
- 2) Určení upraveného Scheibleho kritéria namrzavosti bylo provedeno dle Klasifikace zemin pro dopravní stavby ČSN 72 1002: 1993\*.
- 3) Určení kapilární vztlácnosti bylo provedeno dle Klasifikace zemin pro silniční komunikace ČSN 72 1002: 1971\*.
- 4) Součástí protokolu jsou křivky zrnitosti zemin, získané z hodnot stanovených na základě postupu dle ČSN EN ISO 17892-4, včetně klasifikace dle ČSN 73 6133 "Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací" a dle ČSN EN ISO 14688-2 "Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování".

Pokud není uvedena hodnota zdánlivé hustoty pevných částic, byla do výpočtu použita odhadnutá hodnota:  $2,7 \text{ Mg.m}^{-3}$  pro jemnozrnné zeminy /  $2,65 \text{ Mg.m}^{-3}$  pro hrubozrnné zeminy.

Laboratoř neodpovídá za odběr vzorků. Výsledky zkoušek se vztahují na vzorky v dodaném stavu.

\* Normě byla ukončena platnost.

Datum vystavení protokolu: 5.9.2018

Protokol vystavil a schválil:



Mgr. Radka Drápalová  
zástupce vedoucího laboratoře

Zkušební laboratoř prohlašuje, že protokol o zkoušce může být reprodukován jako celek, jinak jen s písemným souhlasem laboratoře. Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků.

# VÝSLEDKY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

Název akce: Pravlov

List: 3/12  
Protokol: 96/18

Sonda				P1-1	P1-2	P1-2	P1-3	P6-1	P10-1	P10-2	P10-3	P16-1	
Hloubka				0,4-1,6	0,5-1,0	1,6-2,0	0,6-1,7	0,8-2,0	0,9-2,0	1,2-2,0	0,5-2,0	0,5-2,0	
Číslo vzorku				13773	13774	13775	13776	13777	13778	13779	13780	13781	
Klasifikace	ČSN 73 6133			F4 CS	F4 CS	F4 CS	F6 CI	F4 CS	S3 S-F	S4 SM	G4 GM	S4 SM	
Klasifikace	ČSN EN ISO 14688-2			sasiCl	sasiCl	saCl	sasiCl	sasiCl	grSa	clSa	sacIGr	grclSa	
Vlhkost	ČSN EN ISO 17892-1	$w$	[%]	14.05	6.15	6.79	9.81	11.20	4.08	4.34	4.48	5.57	
Mez tekutosti	ČSN CEN ISO/TS 17892-12	$w_L$	[%]	33.89	34.90	38.04	36.60	31.36	---	---	---	---	
Mez plasticity		$w_P$	[%]	16.37	19.69	24.39	21.73	14.48	---	---	---	---	
Index plasticity		$I_P$	[%]	17.52	15.21	13.65	14.87	16.88	---	---	---	---	
Stupeň konzistence		$I_C$	[-]	1.13	1.89	2.29	1.80	1.19	---	---	---	---	
Podíl zrn > 0,5 mm		$g$	[%]	21.23	20.86	35.88	6.28	17.22	63.47	40.76	69.25	49.66	
Filtrační součinitel		$k$	[m/s]	$1.694 \cdot 10^{-7}$	$1.477 \cdot 10^{-7}$	$3.867 \cdot 10^{-6}$	$3.689 \cdot 10^{-8}$	$2.974 \cdot 10^{-7}$	$8.318 \cdot 10^{-5}$	$1.155 \cdot 10^{-5}$	$6.467 \cdot 10^{-4}$	$2.406 \cdot 10^{-5}$	
Zdánlivá hustota zeminy	ČSN EN ISO 17892-3	$\rho_S$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Obj. hmot. vlhké zeminy	ČSN EN ISO 17892-2	$\rho$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Obj. hmot. suché zeminy		$\rho_d$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Pórovitost		$n$	[%]	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Stupeň nasycení		$S_r$	[%]	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Vhodnost do násypu	ČSN 73 6133			PV	PV	PV	PV	PV	V	PV	PV	PV	
Vhodnost pro podloží voz.				PV	PV	PV	N	PV	PV	PV	PV	PV	
Scheibleho kr. namrzavosti	Odhad z křivky zrnitosti			1	1	1	1	1	4	2	3	3	
Kapilární vzlinavost	Posouzení	$H_s$	[m]	2.20	2.20	2.26	2.79	2.19	0.87	1.35	1.10	1.23	
		$H_{max}$	[m]	6.61	6.60	6.84	9.32	6.56	1.48	4.08	3.10	3.67	
Index koloidní aktivity		$I_A$	[-]	0.99	0.96	0.52	0.82	0.88	---	---	---	---	
Číslo nestejnozrnatosti		$C_U$	[-]	119.18	91.26	367.90	30.46	167.62	16.16	174.83	804.51	180.79	
Číslo křivosti		$C_c$	[-]	0.96	1.34	0.02	1.58	0.48	1.15	8.18	7.03	7.47	



## KŘIVKA ZRNITOSTI ZEMINY

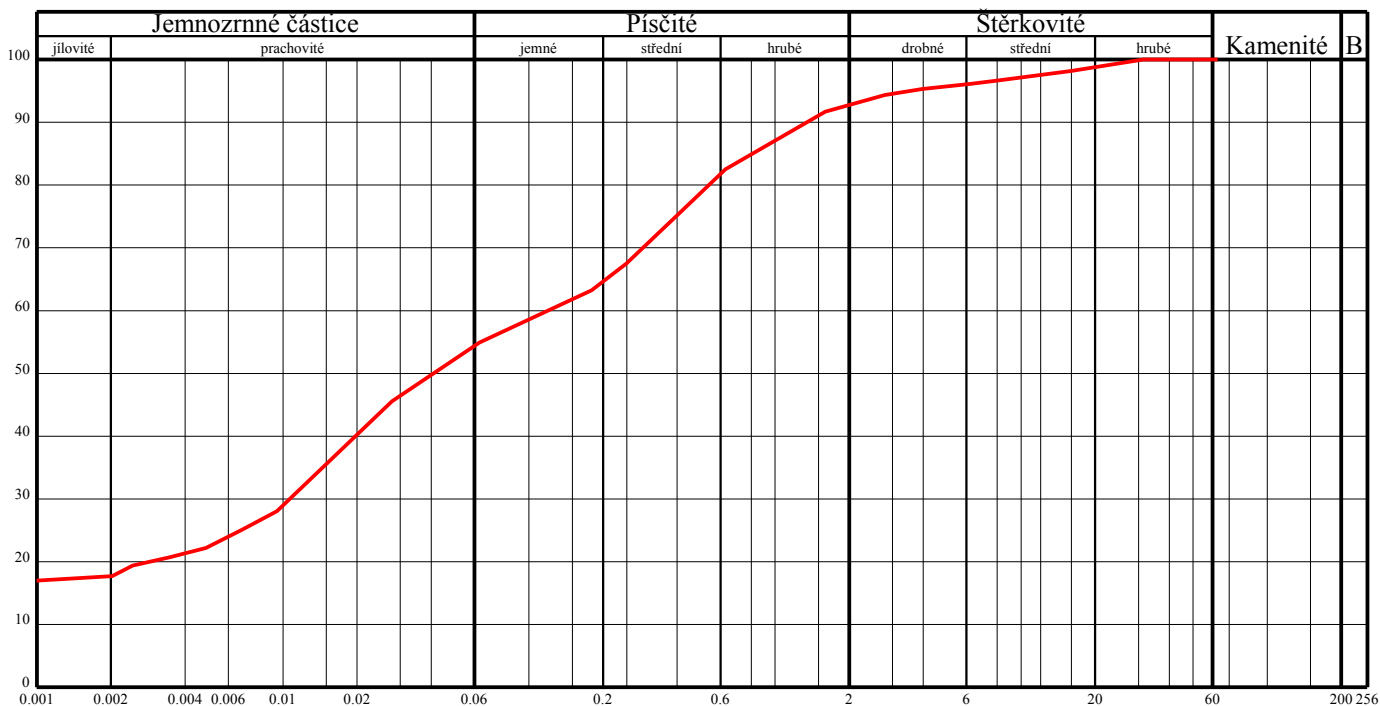
Název akce: Pravlov

Lokalita: Pravlov

Sonda: P1-1

Hloubka: 0,4-1,6

Vzorek: 13773



Klasifikace	ČSN 73 6133			F4 CS
Název zeminy				jíl písčitý
Klasifikace	ČSN EN ISO 14688-2			sasiCl
Název zeminy				písčitý prachovitý jíl
Vlhkost	ČSN EN ISO 17892-1	$w$	[%]	14.05
Mez tekutosti	ČSN CEN ISO/TS 17892-12	$w_L$	[%]	33.89
Mez plasticity		$w_P$	[%]	16.37
Index plasticity		$I_P$	[%]	17.52
Stupeň konzistence		$I_C$	[-]	1.13
Podíl zrn > 0,5 mm		$g$	[%]	21.23
Filtrační součinitel dle Jákyho		$k$	[m/s]	$1.694 \cdot 10^{-7}$
Zdánlivá hustota zeminy	ČSN EN ISO 17892-3	$\rho_s$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Obj. hmot. vlhké zeminy	ČSN EN ISO 17892-2	$\rho$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Obj. hmot. suché zeminy		$\rho_d$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Pórovitost		$n$	[%]	---
Stupeň nasycení		$S_r$	[%]	---
Vhodnost do násypu	ČSN 73 6133	PV		Podmínečně vhodná
Vhodnost pro podloží vozovky		PV		Podmínečně vhodná
Scheibleho kritérium namrzavosti	Odhad z křivky zrnitosti		skupina	1 Vysoce namrzavé
Kapilární vztlakovost	Posouzení	$H_s$	[m]	2.20
		$H_{max}$	[m]	6.61
Index koloidní aktivity		$I_A$	[-]	0.99
Číslo nestejnozrnatosti		$C_u$	[-]	119.18
Číslo křivosti		$C_c$	[-]	0.96

## KŘIVKA ZRNITOSTI ZEMINY

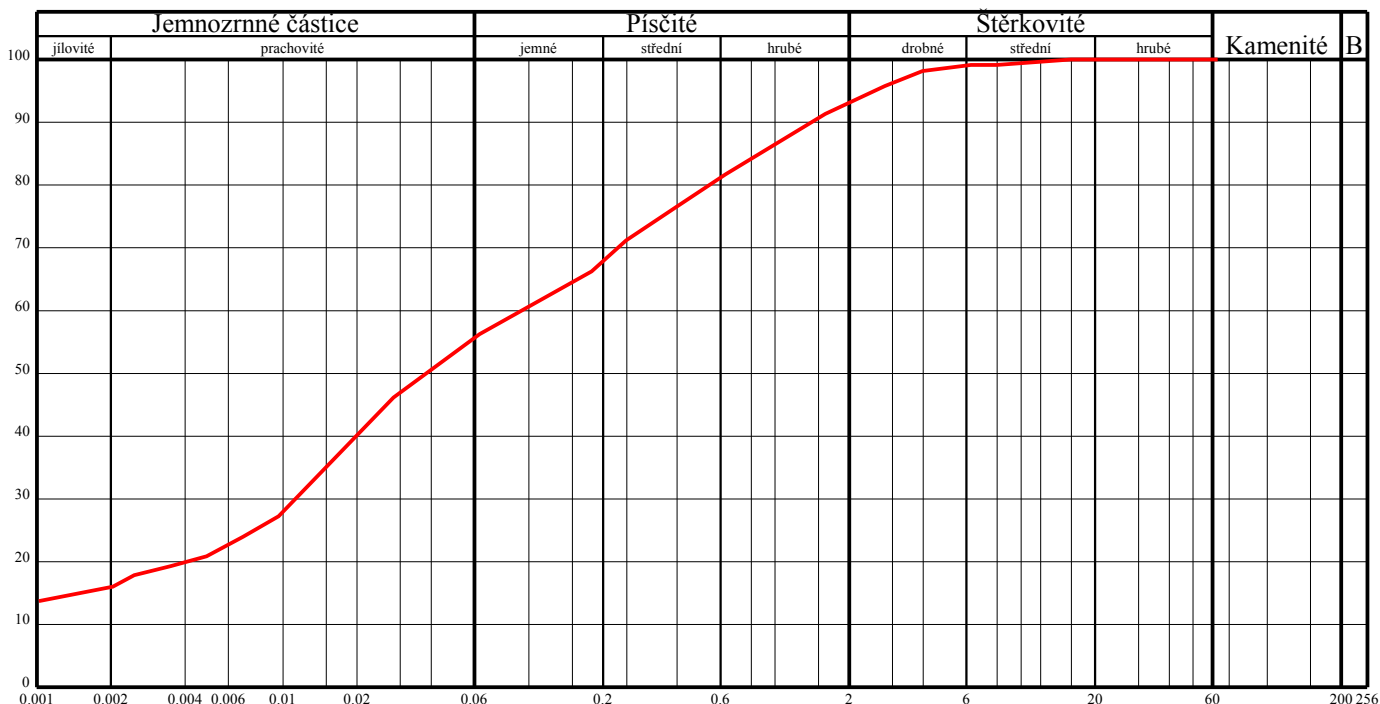
Název akce: Pravlov

Lokalita: Pravlov

Sonda: P1-2

Hloubka: 0,5-1,0

Vzorek: 13774



Klasifikace	ČSN 73 6133			F4 CS
Název zeminy				jíl písčitý
Klasifikace	ČSN EN ISO 14688-2			sasiCl
Název zeminy				písčitý prachovitý jíl
Vlhkost	ČSN EN ISO 17892-1	w	[%]	6.15
Mez tekutosti	ČSN CEN ISO/TS 17892-12	w <sub>L</sub>	[%]	34.90
Mez plasticity		w <sub>P</sub>	[%]	19.69
Index plasticity		I <sub>P</sub>	[%]	15.21
Stupeň konzistence		I <sub>C</sub>	[-]	1.89
Podíl zrn > 0,5 mm		g	[%]	20.86
Filtrační součinitel dle Jákyho		k	[m/s]	1.477.10 <sup>-7</sup>
Zdánlivá hustota zeminy	ČSN EN ISO 17892-3	ρ <sub>s</sub>	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Obj. hmot. vlhké zeminy	ČSN EN ISO 17892-2	ρ	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Obj. hmot. suché zeminy		ρ <sub>d</sub>	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Pórovitost		n	[%]	---
Stupeň nasycení		S <sub>r</sub>	[%]	---
Vhodnost do násypu	ČSN 73 6133	PV		Podmínečně vhodná
Vhodnost pro podloží vozovky		PV		Podmínečně vhodná
Scheibleho kritérium namrzavosti	Odhad z křivky zrnitosti	skupina		1 Vysoce namrzavé
Kapilární vztlakovost	Posouzení	H <sub>s</sub>	[m]	2.20
		H <sub>max</sub>	[m]	6.60
Index koloidní aktivity		I <sub>A</sub>	[-]	0.96
Číslo nestejnozrnatosti		C <sub>u</sub>	[-]	91.26
Číslo křivosti		C <sub>c</sub>	[-]	1.34

## KŘIVKA ZRNITOSTI ZEMINY

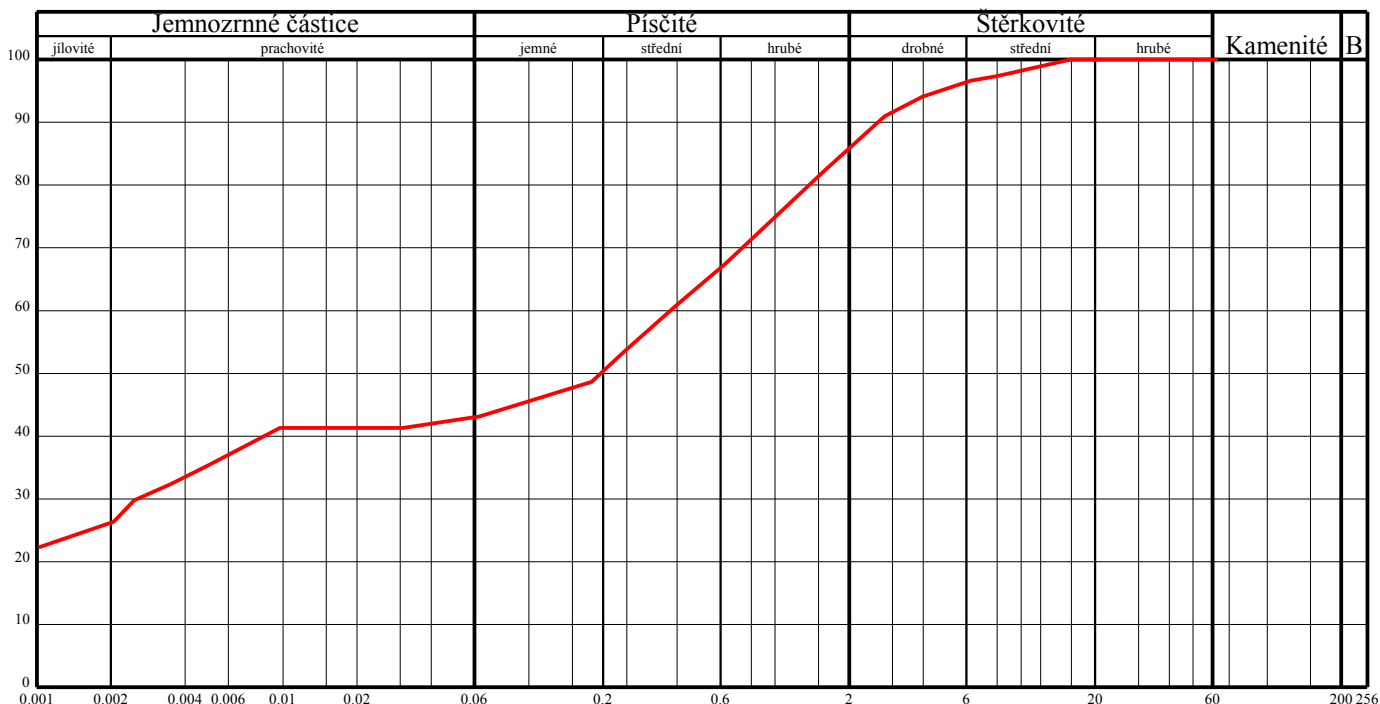
Název akce: Pravlov

Lokalita: Pravlov

Sonda: P1-2

Hloubka: 1,6-2,0

Vzorek: 13775



Klasifikace	ČSN 73 6133			F4 CS
Název zeminy				jíl písčítý
Klasifikace	ČSN EN ISO 14688-2			saCl
Název zeminy				písčítý jíl
Vlhkost	ČSN EN ISO 17892-1	$w$	[%]	6.79
Mez tekutosti	ČSN CEN ISO/TS 17892-12	$w_L$	[%]	38.04
Mez plasticity		$w_P$	[%]	24.39
Index plasticity		$I_P$	[%]	13.65
Stupeň konzistence		$I_C$	[-]	2.29
Podíl zrn > 0,5 mm		$g$	[%]	35.88
Filtrační součinitel dle Jákyho		$k$	[m/s]	$3.867 \cdot 10^{-6}$
Zdánlivá hustota zeminy	ČSN EN ISO 17892-3	$\rho_s$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Obj. hmot. vlhké zeminy	ČSN EN ISO 17892-2	$\rho$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Obj. hmot. suché zeminy		$\rho_d$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Pórovitost		$n$	[%]	---
Stupeň nasycení		$S_r$	[%]	---
Vhodnost do násypu	ČSN 73 6133	PV		Podmínečně vhodná
Vhodnost pro podloží vozovky		PV		Podmínečně vhodná
Scheibleho kritérium namrzavosti	Odhad z křivky zrnitosti	skupina		1 Vysoce namrzavé
Kapilární vztlakovost	Posouzení	$H_s$	[m]	2.26
		$H_{max}$	[m]	6.84
Index koloidní aktivity		$I_A$	[-]	0.52
Číslo nestejnozrnatosti		$C_u$	[-]	367.90
Číslo křivosti		$C_c$	[-]	0.02

## KŘIVKA ZRNITOSTI ZEMINY

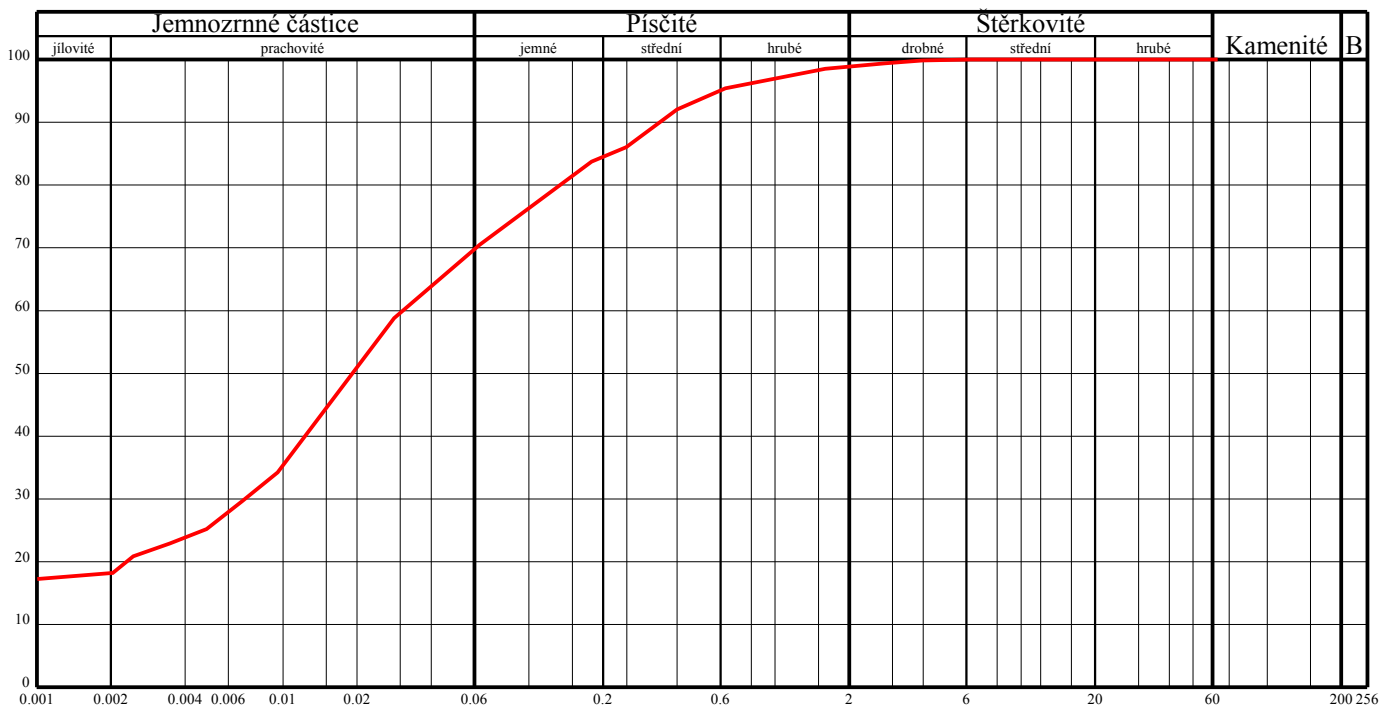
Název akce: Pravlov

Lokalita: Pravlov

Sonda: P1-3

Hloubka: 0,6-1,7

Vzorek: 13776



Klasifikace	ČSN 73 6133			F6 CI
Název zeminy				jíl se střední plasticitou
Klasifikace	ČSN EN ISO 14688-2			sasiCl
Název zeminy				písčitý prachovitý jíl
Vlhkost	ČSN EN ISO 17892-1	w	[%]	9.81
Mez tekutosti	ČSN CEN ISO/TS 17892-12	w <sub>L</sub>	[%]	36.60
Mez plasticity		w <sub>P</sub>	[%]	21.73
Index plasticity		I <sub>P</sub>	[%]	14.87
Stupeň konzistence		I <sub>C</sub>	[-]	1.80
Podíl zrn > 0,5 mm		g	[%]	6.28
Filtrační součinitel dle Jákyho		k	[m/s]	3.689.10 <sup>-8</sup>
Zdánlivá hustota zeminy	ČSN EN ISO 17892-3	ρ <sub>s</sub>	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Obj. hmot. vlhké zeminy	ČSN EN ISO 17892-2	ρ	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Obj. hmot. suché zeminy		ρ <sub>d</sub>	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Pórovitost		n	[%]	---
Stupeň nasycení		S <sub>r</sub>	[%]	---
Vhodnost do násypu	ČSN 73 6133	PV	Podmínečně vhodná	
Vhodnost pro podloží vozovky		N	Nevhodná	
Scheibleho kritérium namrzavosti	Odhad z křivky zrnitosti	skupina	1	Vysoce namrzavé
Kapilární vztlakovost	Posouzení	H <sub>s</sub>	[m]	Vysoká
		H <sub>max</sub>	[m]	
Index koloidní aktivity		I <sub>A</sub>	[-]	0.82
Číslo nestejnozrnatosti		C <sub>u</sub>	[-]	30.46
Číslo křivosti		C <sub>c</sub>	[-]	1.58

## KŘIVKA ZRNITOSTI ZEMINY

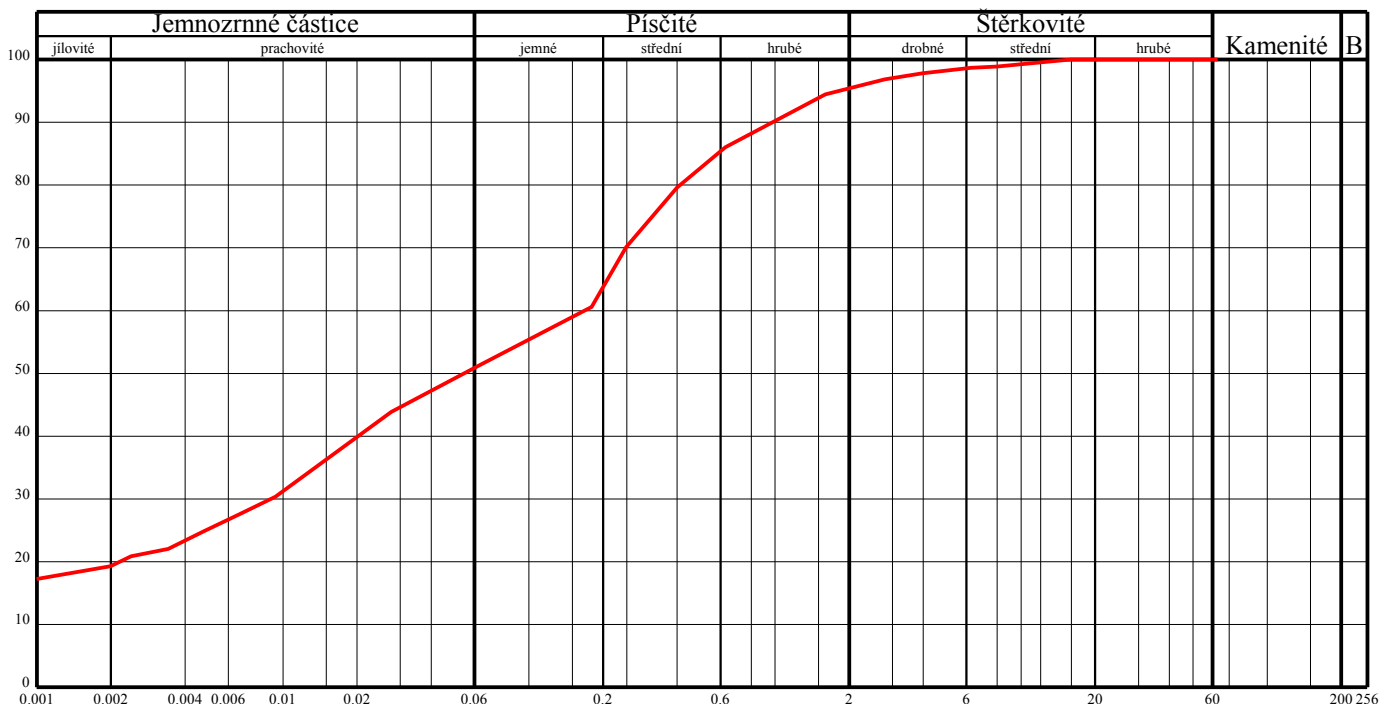
Název akce: Pravlov

Lokalita: Pravlov

Sonda: P6-1

Hloubka: 0,8-2,0

Vzorek: 13777



Klasifikace	ČSN 73 6133			F4 CS
Název zeminy				jíl písčitý
Klasifikace	ČSN EN ISO 14688-2			sasiCl
Název zeminy				písčitý prachovitý jíl
Vlhkost	ČSN EN ISO 17892-1	w	[%]	11.20
Mez tekutosti	ČSN CEN ISO/TS 17892-12	w <sub>L</sub>	[%]	31.36
Mez plasticity		w <sub>P</sub>	[%]	14.48
Index plasticity		I <sub>P</sub>	[%]	16.88
Stupeň konzistence		I <sub>C</sub>	[-]	1.19
Podíl zrn > 0,5 mm		g	[%]	17.22
Filtrační součinitel dle Jákyho		k	[m/s]	2.974.10 <sup>-7</sup>
Zdánlivá hustota zeminy	ČSN EN ISO 17892-3	ρ <sub>s</sub>	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Obj. hmot. vlhké zeminy	ČSN EN ISO 17892-2	ρ	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Obj. hmot. suché zeminy		ρ <sub>d</sub>	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---
Pórovitost		n	[%]	---
Stupeň nasycení		S <sub>r</sub>	[%]	---
Vhodnost do násypu	ČSN 73 6133	PV		Podmínečně vhodná
Vhodnost pro podloží vozovky		PV		Podmínečně vhodná
Scheibleho kritérium namrzavosti	Odhad z křivky zrnitosti	skupina		1 Vysoce namrzavé
Kapilární vztlakovost	Posouzení	H <sub>s</sub>	[m]	2.19
		H <sub>max</sub>	[m]	6.56
Index koloidní aktivity		I <sub>A</sub>	[-]	0.88
Číslo nestejnozrnatosti		C <sub>u</sub>	[-]	167.62
Číslo křivosti		C <sub>c</sub>	[-]	0.48



## KŘIVKA ZRNITOSTI ZEMINY

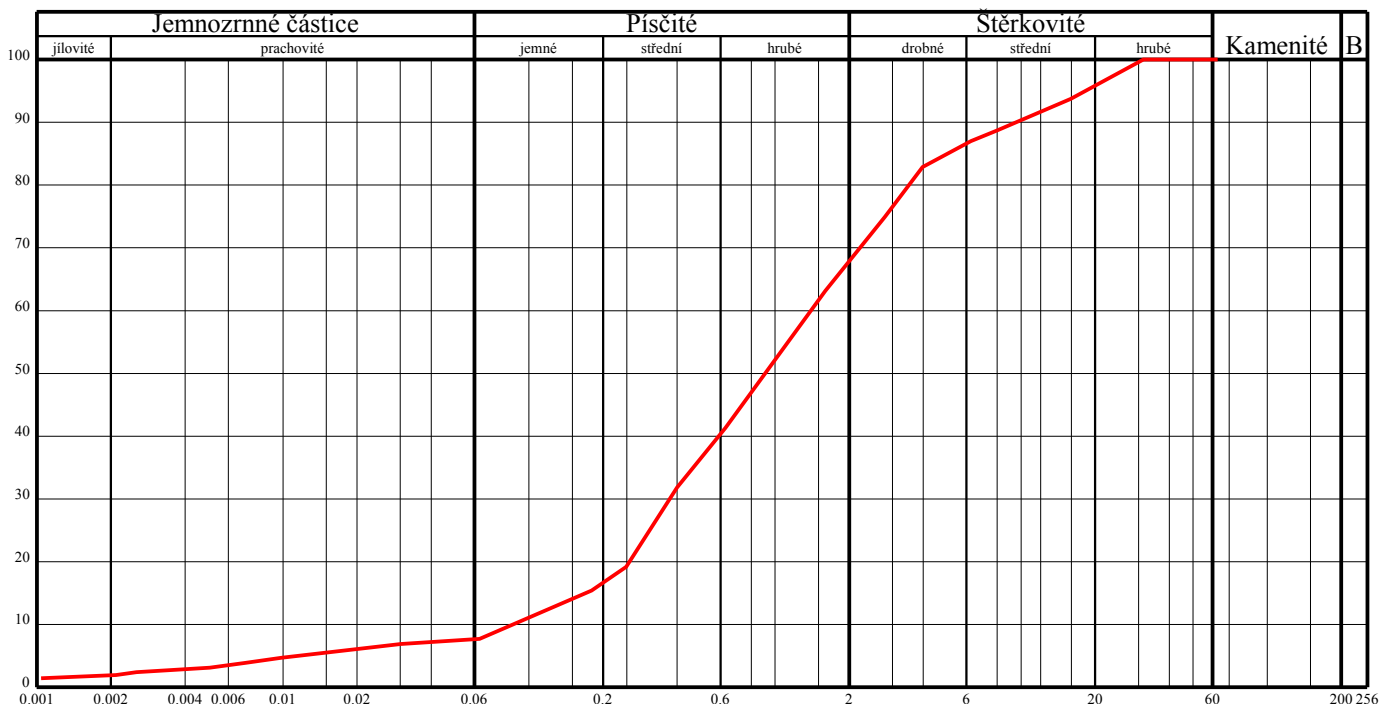
Název akce: Pravlov

Lokalita: Pravlov

Sonda: P10-1

Hloubka: 0,9-2,0

Vzorek: 13778



Klasifikace	ČSN 73 6133			S3 S-F	
Název zeminy				písek s příměsí jemn.zeminy	
Klasifikace	ČSN EN ISO 14688-2			grSa	
Název zeminy				mírně jílovitý štěrkovitý písek	
Vlhkost	ČSN EN ISO 17892-1	w	[%]	4.08	
Mez tekutosti	ČSN CEN ISO/TS 17892-12	w <sub>L</sub>	[%]	---	
Mez plasticity		w <sub>P</sub>	[%]	---	
Index plasticity		I <sub>P</sub>	[%]	---	
Stupeň konzistence		I <sub>C</sub>	[-]	---	
Podíl zrn > 0,5 mm		g	[%]	63.47	
Filtrační součinitel dle Jákyho		k	[m/s]	8.318.10 <sup>-5</sup>	
Zdánlivá hustota zeminy	ČSN EN ISO 17892-3	ρ <sub>S</sub>	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	
Obj. hmot. vlhké zeminy	ČSN EN ISO 17892-2	ρ	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	
Obj. hmot. suché zeminy		ρ <sub>d</sub>	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	
Pórovitost		n	[%]	---	
Stupeň nasycení		S <sub>r</sub>	[%]	---	
Vhodnost do násypu	ČSN 73 6133	V		Vhodná	
Vhodnost pro podloží vozovky		PV		Podmínečně vhodná	
Scheibleho kritérium namrzavosti	Odhad z křivky zrnitosti	skupina		4	Mírně namrzavé
Kapilární vzlínavost	Posouzení	H <sub>s</sub>	[m]	0.87	Nepatrná až žádná
		H <sub>max</sub>	[m]	1.48	
Index koloidní aktivity		I <sub>A</sub>	[-]	---	
Číslo nestejnozrnatosti		C <sub>U</sub>	[-]	16.16	
Číslo křivosti		C <sub>c</sub>	[-]	1.15	

## KŘIVKA ZRNITOSTI ZEMINY

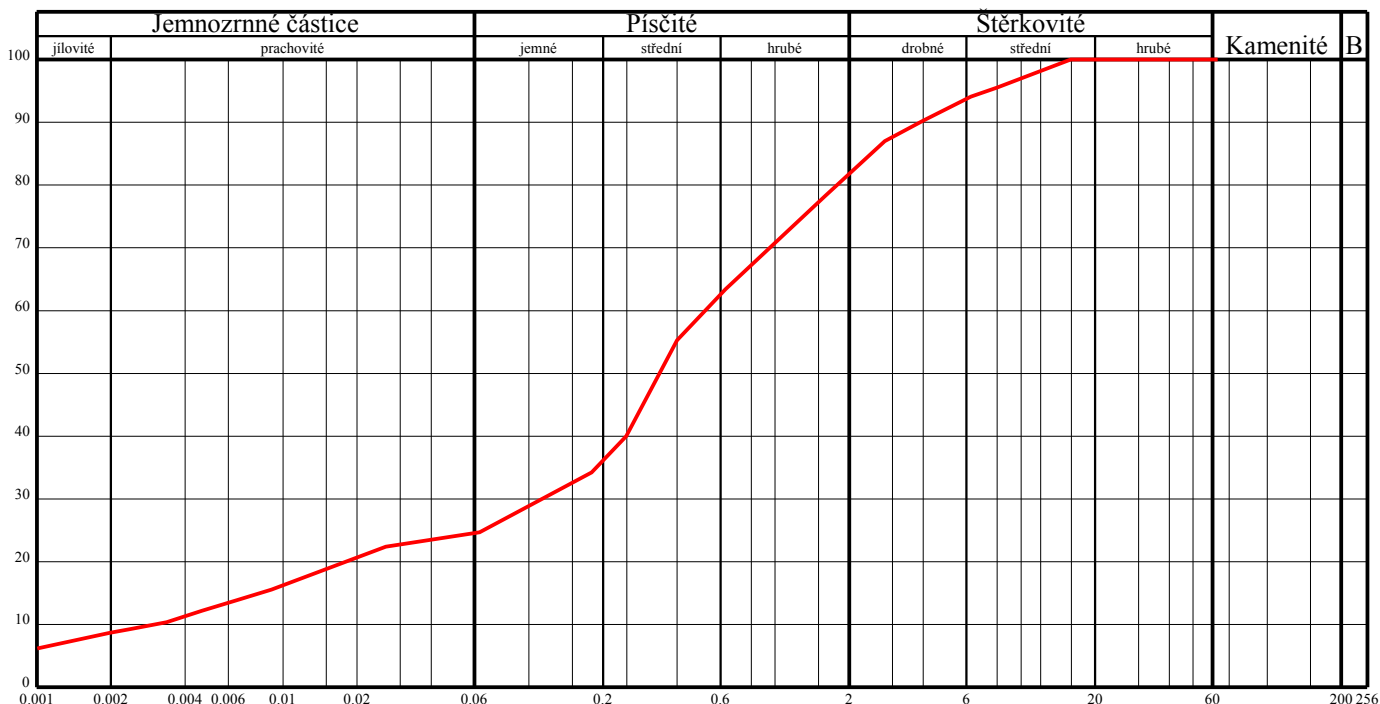
Název akce: Pravlov

Lokalita: Pravlov

Sonda: P10-2

Hloubka: 1,2-2,0

Vzorek: 13779



Klasifikace	ČSN 73 6133			S4 SM	
Název zeminy				písek hlinitý	
Klasifikace	ČSN EN ISO 14688-2			clSa	
Název zeminy				jílovitý písek	
Vlhkost	ČSN EN ISO 17892-1	$w$	[%]	4.34	
Mez tekutosti	ČSN CEN ISO/TS 17892-12	$w_L$	[%]	---	
Mez plasticity		$w_P$	[%]	---	
Index plasticity		$I_P$	[%]	---	
Stupeň konzistence		$I_C$	[-]	---	
Podíl zrn > 0,5 mm		$g$	[%]	40.76	
Filtrační součinitel dle Jákyho		$k$	[m/s]	$1.155 \cdot 10^{-5}$	
Zdánlivá hustota zeminy	ČSN EN ISO 17892-3	$\rho_s$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	
Obj. hmot. vlhké zeminy	ČSN EN ISO 17892-2	$\rho$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	
Obj. hmot. suché zeminy		$\rho_d$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	
Pórovitost		$n$	[%]	---	
Stupeň nasycení		$S_r$	[%]	---	
Vhodnost do násypu	ČSN 73 6133	PV		Podmínečně vhodná	
Vhodnost pro podloží vozovky		PV		Podmínečně vhodná	
Scheibleho kritérium namrzavosti	Odhad z křivky zrnitosti	skupina		2	Nebezpečně namrzavé
Kapilární vzlínavost	Posouzení	$H_s$	[m]	1.35	Střední
		$H_{max}$	[m]	4.08	
Index koloidní aktivity		$I_A$	[-]	---	
Číslo nestejnozrnatosti		$C_U$	[-]	174.83	
Číslo křivosti		$C_c$	[-]	8.18	

## KŘIVKA ZRNITOSTI ZEMINY

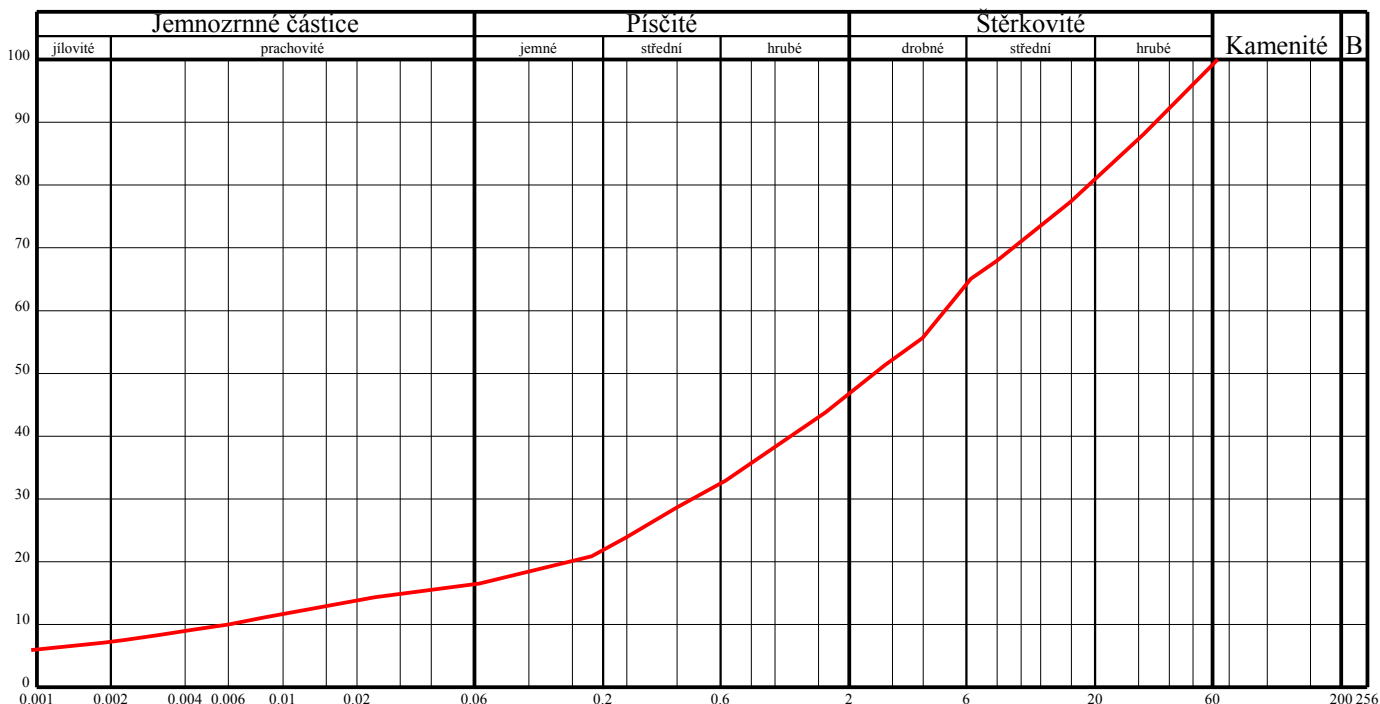
Název akce: Pravlov

Lokalita: Pravlov

Sonda: P10-3

Hloubka: 0,5-2,0

Vzorek: 13780



Klasifikace	ČSN 73 6133			G4 GM	
Název zeminy				štěrk hlinitý	
Klasifikace	ČSN EN ISO 14688-2			sacGr	
Název zeminy				písčitý jílovitý štěr	
Vlhkost	ČSN EN ISO 17892-1	$w$	[%]	4.48	
Mez tekutosti	ČSN CEN ISO/TS 17892-12	$w_L$	[%]	---	
Mez plasticity		$w_P$	[%]	---	
Index plasticity		$I_P$	[%]	---	
Stupeň konzistence		$I_C$	[-]	---	
Podíl zrn > 0,5 mm		$g$	[%]	69.25	
Filtrační součinitel dle Jákyho		$k$	[m/s]	$6.467 \cdot 10^{-4}$	
Zdánlivá hustota zeminy	ČSN EN ISO 17892-3	$\rho_s$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	
Obj. hmot. vlhké zeminy	ČSN EN ISO 17892-2	$\rho$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	
Obj. hmot. suché zeminy		$\rho_d$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	
Pórovitost		$n$	[%]	---	
Stupeň nasycení		$S_r$	[%]	---	
Vhodnost do násypu	ČSN 73 6133	PV		Podmínečně vhodná	
Vhodnost pro podloží vozovky		PV		Podmínečně vhodná	
Scheibleho kritérium namrzavosti	Odhad z křivky zrnitosti	skupina		3	Namrzavé
Kapilární vzlínavost	Posouzení	$H_s$	[m]	1.10	Střední
		$H_{max}$	[m]	3.10	
Index koloidní aktivity		$I_A$	[-]	---	
Číslo nestejnozrnatosti		$C_U$	[-]	804.51	
Číslo křivosti		$C_c$	[-]	7.03	

## KŘIVKA ZRNITOSTI ZEMINY

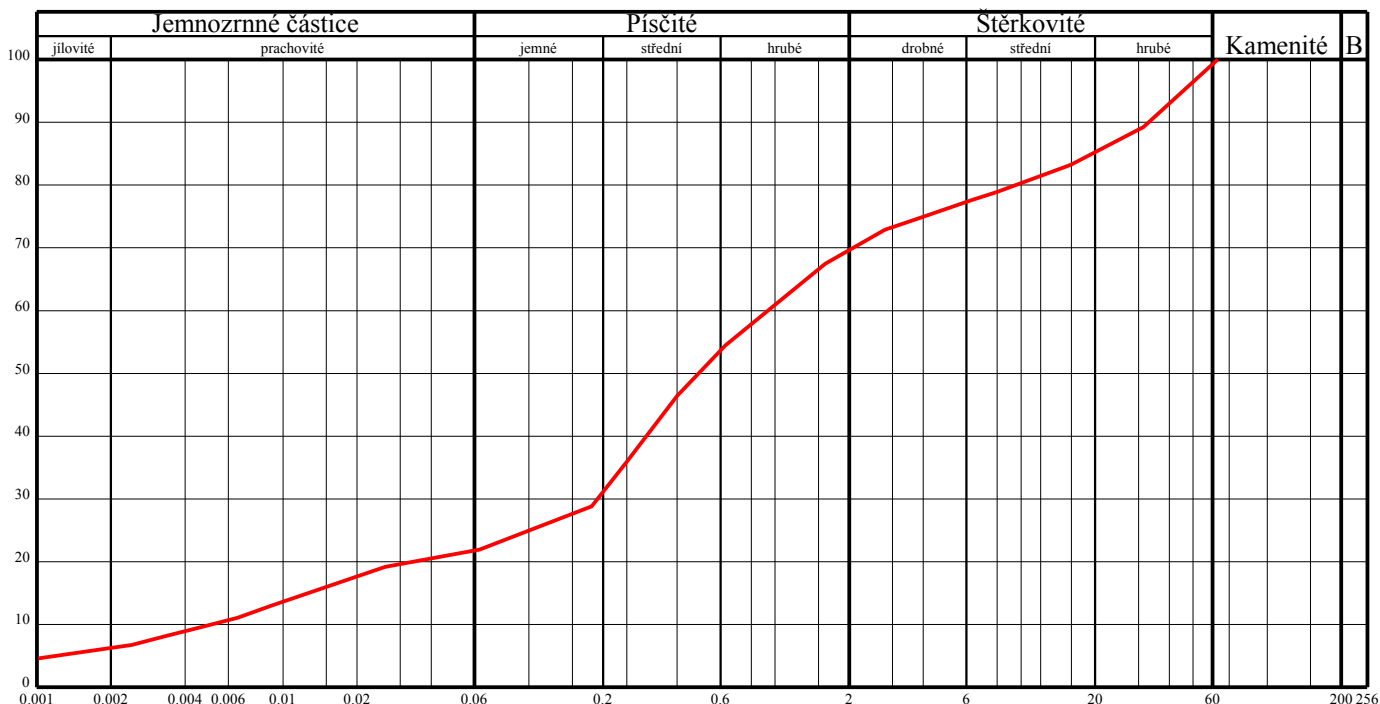
Název akce: Pravlov

Lokalita: Pravlov

Sonda: P16-1

Hloubka: 0,5-2,0

Vzorek: 13781



Klasifikace	ČSN 73 6133			S4 SM	
Název zeminy				písek hlinitý	
Klasifikace	ČSN EN ISO 14688-2			grclSa	
Název zeminy				štěrkovitý jílovitý písek	
Vlhkost	ČSN EN ISO 17892-1	$w$	[%]	5.57	
Mez tekutosti	ČSN CEN ISO/TS 17892-12	$w_L$	[%]	---	
Mez plasticity		$w_P$	[%]	---	
Index plasticity		$I_P$	[%]	---	
Stupeň konzistence		$I_C$	[-]	---	
Podíl zrn > 0,5 mm		$g$	[%]	49.66	
Filtrační součinitel dle Jákyho		$k$	[m/s]	$2.406 \cdot 10^{-5}$	
Zdánlivá hustota zeminy	ČSN EN ISO 17892-3	$\rho_s$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	
Obj. hmot. vlhké zeminy	ČSN EN ISO 17892-2	$\rho$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	
Obj. hmot. suché zeminy		$\rho_d$	[Mg.m <sup>-3</sup> ]	---	
Pórovitost		$n$	[%]	---	
Stupeň nasycení		$S_r$	[%]	---	
Vhodnost do násypu	ČSN 73 6133	PV		Podmínečně vhodná	
Vhodnost pro podloží vozovky		PV		Podmínečně vhodná	
Scheibleho kritérium namrzavosti	Odhad z křivky zrnitosti	skupina		3	Namrzavé
Kapilární vztlínavost	Posouzení	$H_s$	[m]	1.23	Střední
		$H_{max}$	[m]	3.67	
Index koloidní aktivity		$I_A$	[-]	---	
Číslo nestejnozrnosti		$C_U$	[-]	180.79	
Číslo křivosti		$C_c$	[-]	7.47	



GEODRILL s.r.o.  
Laboratoř mechaniky zemin a hornin  
K Bukovinám 169/45, 635 00 Brno  
Zkušební laboratoř č. 1596 akreditovaná ČIA podle ČSN EN  
ISO/IEC 17025: 2005



## PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK PROCTOROVA ZKOUŠKA STANDARDNÍ

č.: 96/18/PS

Název zakázky: **Pravlov**  
Číslo zakázky: 1779/18  
Objednatel: GEOTest, a.s., Šmahova 1244/112, 627 00 Brno  
Odběr vzorků: Mgr. Urban M.  
Datum odběru: 26.-27.6.2018  
Datum převzetí vzorků: 3.7.2018  
Zkoušel: Mgr. Urban M., Ing. Adamík V.  
Datum zpracování zakázky: 9.7.-5.9.2018  
Celkový počet stran: 5

### Identifikace zkušebních postupů prováděných v rozsahu akreditace:

Proctorova zkouška – stanovení zhutnitelnosti ČSN EN 13286-2: 2011, mimo čl. 7.3 a 7.6

Stanovení vlhkosti ČSN EN ISO 17892-1: 2015

Výše uvedené zkušební postupy jsou prováděny v rozsahu akreditace udělené laboratoři GEODRILL s.r.o. Laboratoř mechaniky zemin a hornin pod číslem 1596.

### Nejistota měření:

$\pm 2 \%$  vlhkost,  $\pm 3 \%$  objemová hmotnost sušiny.

Rozšířená nejistota odpovídá úrovni spolehlivosti 95% a je uvedena v relativním tvaru. Rozšířená nejistota je stanovena pro koeficient rozšíření  $k = 2$  podle EA 4/02. Výrok o shodě je založen na pravděpodobnosti pokrytí 95% v souladu s dokumentem ILAC-G08:03.

### Poznámky:

Laboratoř neodpovídá za odběr vzorků. Výsledky zkoušek se vztahují na vzorky v dodaném stavu.

Datum vystavení protokolu: 5.9.2018

Protokol vystavil a schválil:



Mgr. Radka Drápalová

zástupce vedoucího laboratoře

Zkušební laboratoř prohlašuje, že protokol o zkoušce může být reprodukován jako celek, jinak jen s písemným souhlasem laboratoře. Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků.

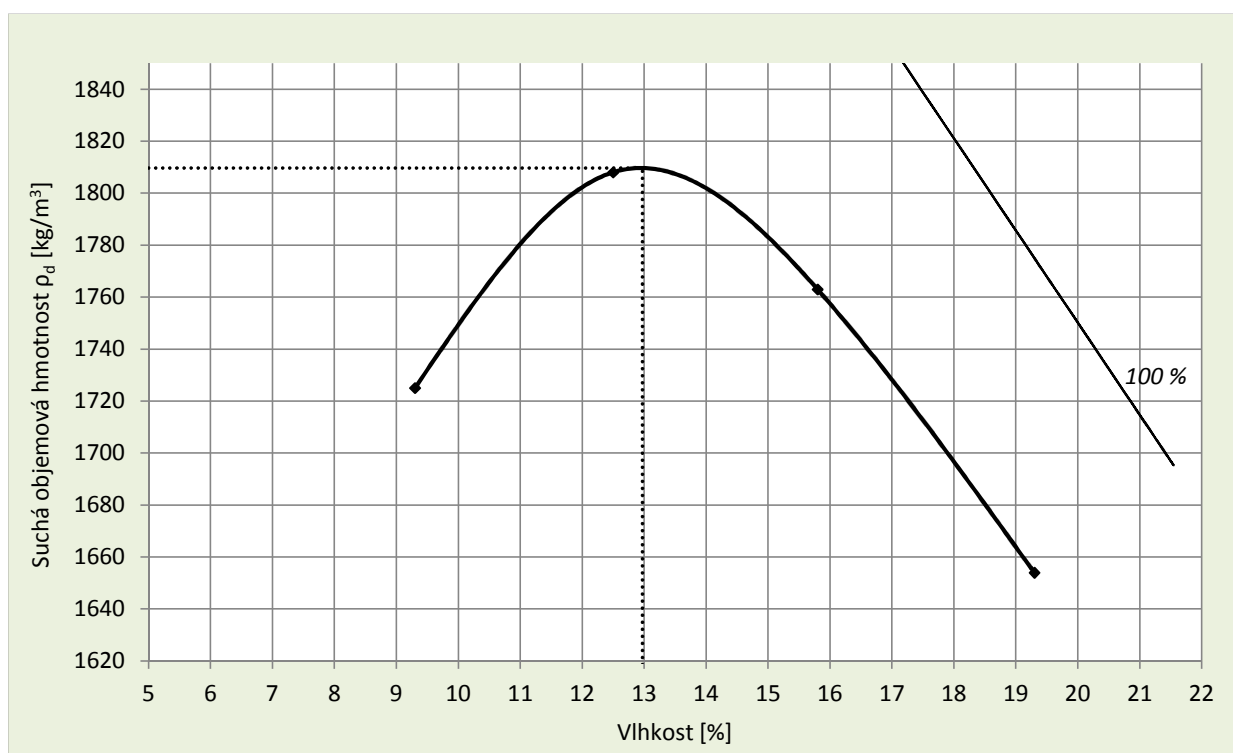


# **PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK** **PROCTOROVA ZKOUŠKA STANDARDNÍ**

č. : 96/18/PS

Název zakázky: **Pravlov**  
 Označení sondy: **P1-3**  
 Hloubka odběru: **0,6-1,7** [m]  
 Číslo vzorku: **13776**

Matrice: technologický vzorek zeminy  
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: F6 CI  
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: sasiCI  
 Zdánlivá hustota zeminy: 2700 [kg/m<sup>3</sup>] odhadnutá  
 Použitá metoda: 1  
 Poznámky: odstraněna zrna větší než 5 mm (0 % frakce)



Objemová hmotnost suché zeminy	$\rho_{dmax}$	1810	kg/m <sup>3</sup>
Optimální vlhkost	$w_{opt}$	13	%

# **PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK** **PROCTOROVA ZKOUŠKA STANDARDNÍ**

č. : 96/18/PS

Název zakázky: **Pravlov**  
 Označení sondy: **P6-1**  
 Hloubka odběru: **0,8-2,0** [m]  
 Číslo vzorku: **13777**

Matrice: technologický vzorek zeminy  
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: F4 CS  
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: sasiCl  
 Zdánlivá hustota zeminy: 2650 [kg/m<sup>3</sup>] odhadnutá  
 Použitá metoda: 1  
 Poznámky: odstraněna zrna větší než 5 mm (0 % frakce)



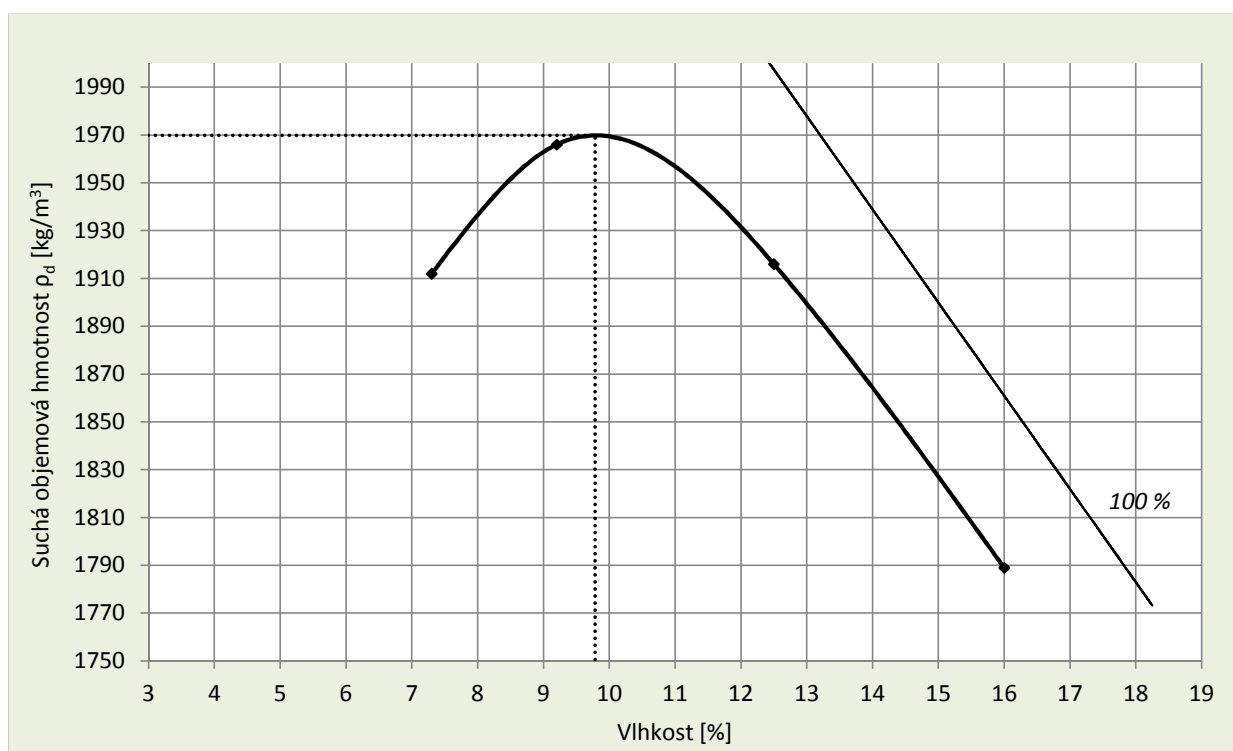
Objemová hmotnost suché zeminy	$\rho_{dmax}$	1930	kg/m <sup>3</sup>
Optimální vlhkost	$w_{opt}$	9,3	%

# **PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK** **PROCTOROVA ZKOUŠKA STANDARDNÍ**

č. : 96/18/PS

Název zakázky: **Pravlov**  
 Označení sondy: **P10-2**  
 Hloubka odběru: **1,2-2,0** [m]  
 Číslo vzorku: **13779**

Matrice: technologický vzorek zeminy  
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: S4 SM  
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: cISa  
 Zdánlivá hustota zeminy: 2650 [kg/m<sup>3</sup>] odhadnutá  
 Použitá metoda: 1  
 Poznámky: odstraněna zrna větší než 5 mm (0 % frakce)



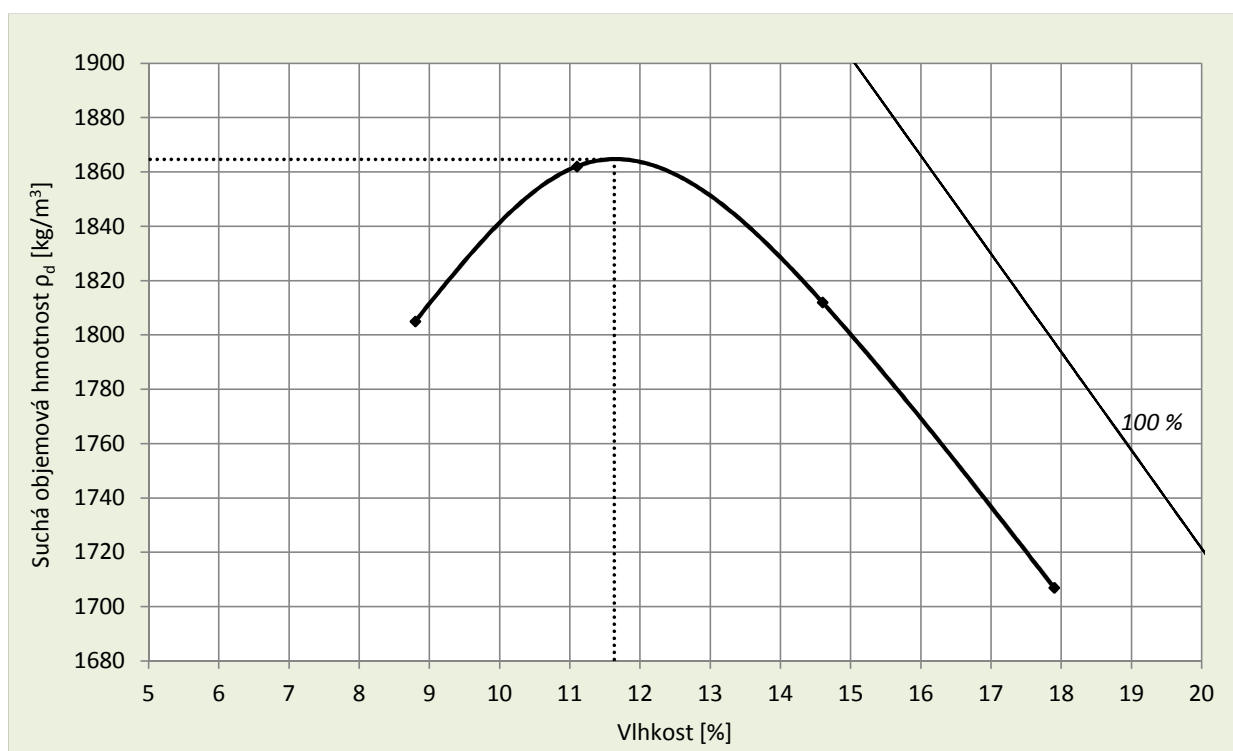
Objemová hmotnost suché zeminy	$\rho_{dmax}$	1970	kg/m <sup>3</sup>
Optimální vlhkost	$w_{opt}$	10	%

# **PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK** **PROCTOROVA ZKOUŠKA STANDARDNÍ**

č. : 96/18/PS

Název zakázky: **Pravlov**  
 Označení sondy: **P16-1**  
 Hloubka odběru: **0,5-2,0** [m]  
 Číslo vzorku: **13781**

Matrice: technologický vzorek zeminy  
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: S4 SM  
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: grclSa  
 Zdánlivá hustota zeminy: 2650 [kg/m<sup>3</sup>] odhadnutá  
 Použitá metoda: 1  
 Poznámky: odstraněna zrna větší než 5 mm (0 % frakce)



Objemová hmotnost suché zeminy	$\rho_{dmax}$	1870	kg/m <sup>3</sup>
Optimální vlhkost	$w_{opt}$	12	%

**PROTOKOL O VÝSLEDKÁCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK  
KALIFORNSKÝ POMĚR ÚNOSNOSTI (CBR)**

č.: 96/18/C

Název zakázky: **Pravlov**  
Číslo zakázky: 1779/18  
Objednatel: GEOTest, a.s., Šmahova 1244/112, 627 00 Brno  
Odběr vzorků: Mgr. Urban M.  
Datum odběru: 26.-27.6.2018  
Datum převzetí vzorků: 3.7.2018  
Zkoušel: Mgr. Urban M., Ing. Adamík V.  
Datum zpracování zakázky: 9.7.-5.9.2018  
Celkový počet stran: 5

**Identifikace zkušebních postupů prováděných v rozsahu akreditace:**

Stanovení kalifornského poměru únosnosti (CBR), okamžitého indexu únosnosti (IBI) a lineárního bobtnání ČSN EN 13286-47: 2012

Stanovení vlhkosti kameniva ČSN EN 1097-5: 2008

Výše uvedené zkušební postupy jsou prováděny v rozsahu akreditace udělené laboratoři GEODRILL s.r.o. Laboratoř mechaniky zemin a hornin pod číslem 1596.

**Nejistota měření:**

± 6 % vlhkost, ± 2,4 % CBR.

Rozšířená nejistota odpovídá úrovni spolehlivosti 95% a je uvedena v relativním tvaru. Rozšířená nejistota je stanovena pro koeficient rozšíření  $k = 2$  podle EA 4/02. Výrok o shodě je založen na pravděpodobnosti pokrytí 95% v souladu s dokumentem ILAC-G08:03.

**Poznámky:**

Laboratoř neodpovídá za odběr vzorků. Výsledky zkoušek se vztahují ke vzorkům v daném stavu.

Datum vystavení protokolu: 5.9.2018

Protokol vystavil a schválil:



Mgr. Radka Drápalová

zástupce vedoucího laboratoře

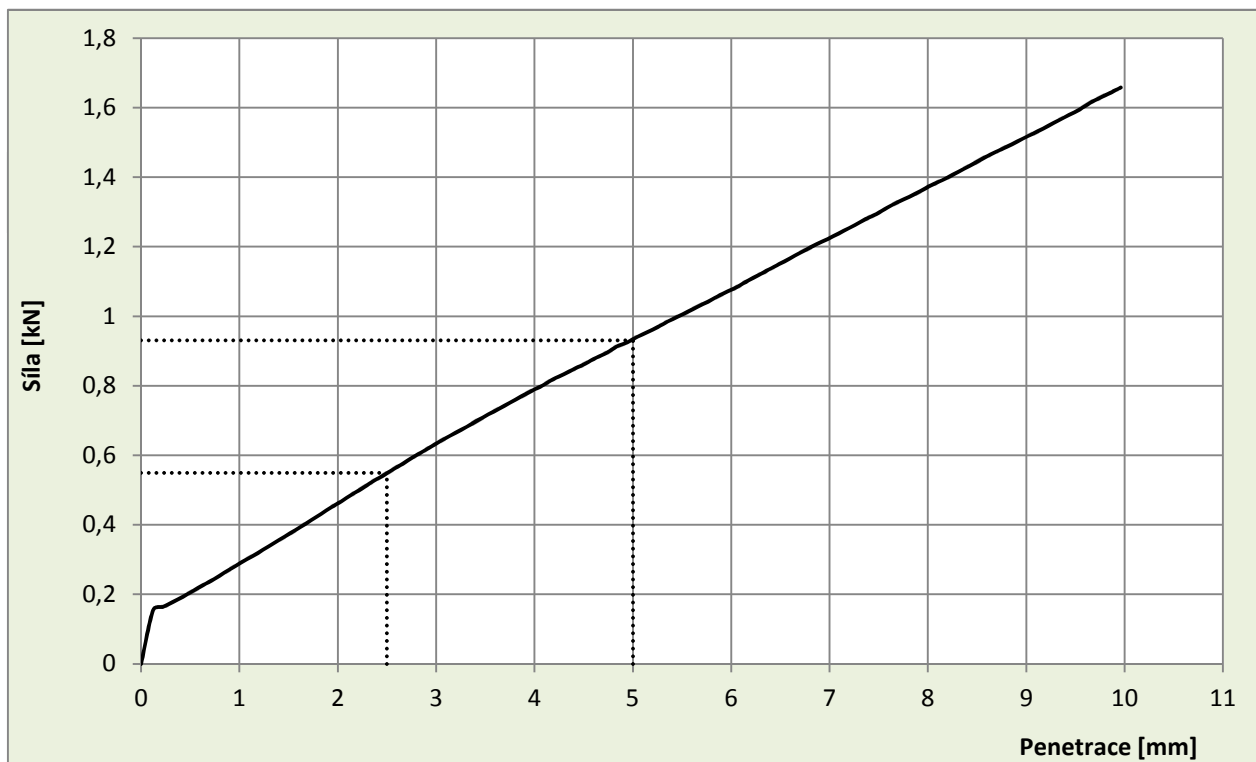
Zkušební laboratoř prohlašuje, že protokol o zkoušce může být reprodukován jako celek, jinak jen s písemným souhlasem laboratoře. Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků.

# **PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK** **KALIFORNSKÝ POMĚR ÚNOSNOSTI (CBR)**

č. : 96/18/C

Název zakázky: **Pravlov**  
 Označení sondy: **P1-3**  
 Hloubka odběru: **0,6-1,7** [m]  
 Číslo vzorku: **13776**

Matrice:	technologický vzorek zeminy	Okolní teplota:	21 ± 2	[°C]
Přetížení povrchu:	2,0 [kg]	Doba syčení:	96	[hod]
Zhutňovací energie:	Proctor standard	Bobtnání:	-	[%]
Třída zeminy dle ČSN 73 6133:	F6 CI			
Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2:	sasiCI			
Vlhkost před zkouškou:	12,8			[%]
Objemová hmotnost vlhká před zkouškou:	2,01			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Objemová hmotnost suchá před zkouškou:	1,79			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Vlhkost po zkoušce:	18,7			[%]
Objemová hmotnost vlhká po syčení:	2,12			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Objemová hmotnost suchá po syčení:	1,78			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Poznámky:	-			



Hodnoty po saturaci		
Penetrace	Síla [kN]	CBR [%]
2,5 mm	0,5	4,0
5,0 mm	0,9	4,5

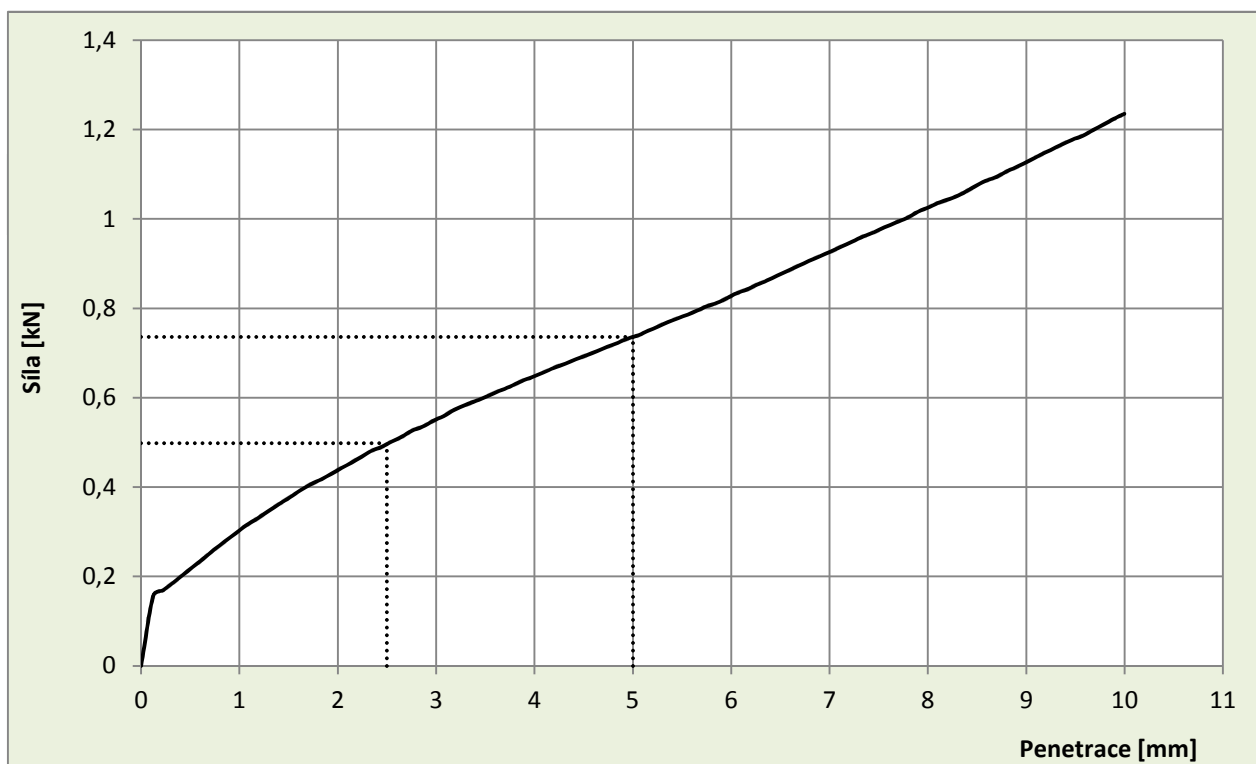


# **PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK** **KALIFORNSKÝ POMĚR ÚNOSNOSTI (CBR)**

č. : 96/18/C

Název zakázky: **Pravlov**  
 Označení sondy: **P6-1**  
 Hloubka odběru: **0,8-2,0** [m]  
 Číslo vzorku: **13777**

Matrice:	technologický vzorek zeminy	Okolní teplota:	21 ± 2	[°C]
Přetížení povrchu:	2,0 [kg]	Doba sycení:	96	[hod]
Zhutňovací energie:	Proctor standard	Bobtnání:	-	[%]
Třída zeminy dle ČSN 73 6133:	F4 CS			
Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2:	sasiCl			
Vlhkost před zkouškou:	8,6			[%]
Objemová hmotnost vlhká před zkouškou:	2,02			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Objemová hmotnost suchá před zkouškou:	1,86			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Vlhkost po zkoušce:	15,7			[%]
Objemová hmotnost vlhká po sycení:	2,14			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Objemová hmotnost suchá po sycení:	1,85			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Poznámky:	-			



Hodnoty po saturaci

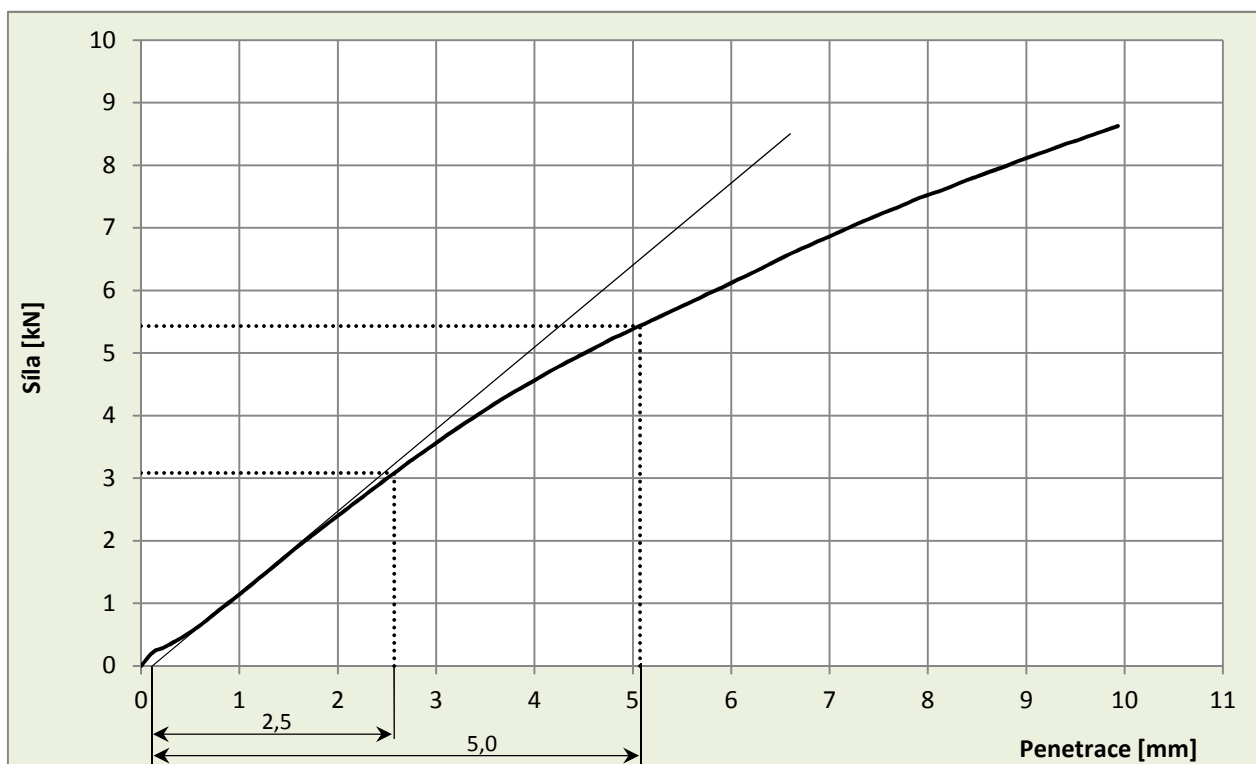
Penetrace	Síla [kN]	CBR [%]
2,5 mm	0,5	4,0
5,0 mm	0,7	3,5

# **PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK** **KALIFORNSKÝ POMĚR ÚNOSNOSTI (CBR)**

č. : 96/18/C

Název zakázky: **Pravlov**  
 Označení sondy: **P10-2**  
 Hloubka odběru: **1,2-2,0** [m]  
 Číslo vzorku: **13779**

Matrice:	technologický vzorek zeminy	Okolní teplota:	21 ± 2	[°C]
Přetížení povrchu:	2,0 [kg]	Doba sycení:	96	[hod]
Zhutňovací energie:	Proctor standard	Bobtnání:	-	[%]
Třída zeminy dle ČSN 73 6133:	S4 SM			
Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2:	clSa			
Vlhkost před zkouškou:	9,6			[%]
Objemová hmotnost vlhká před zkouškou:	2,22			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Objemová hmotnost suchá před zkouškou:	2,02			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Vlhkost po zkoušce:	11,3			[%]
Objemová hmotnost vlhká po sycení:	2,26			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Objemová hmotnost suchá po sycení:	2,03			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Poznámky:	-			



Hodnoty po saturaci

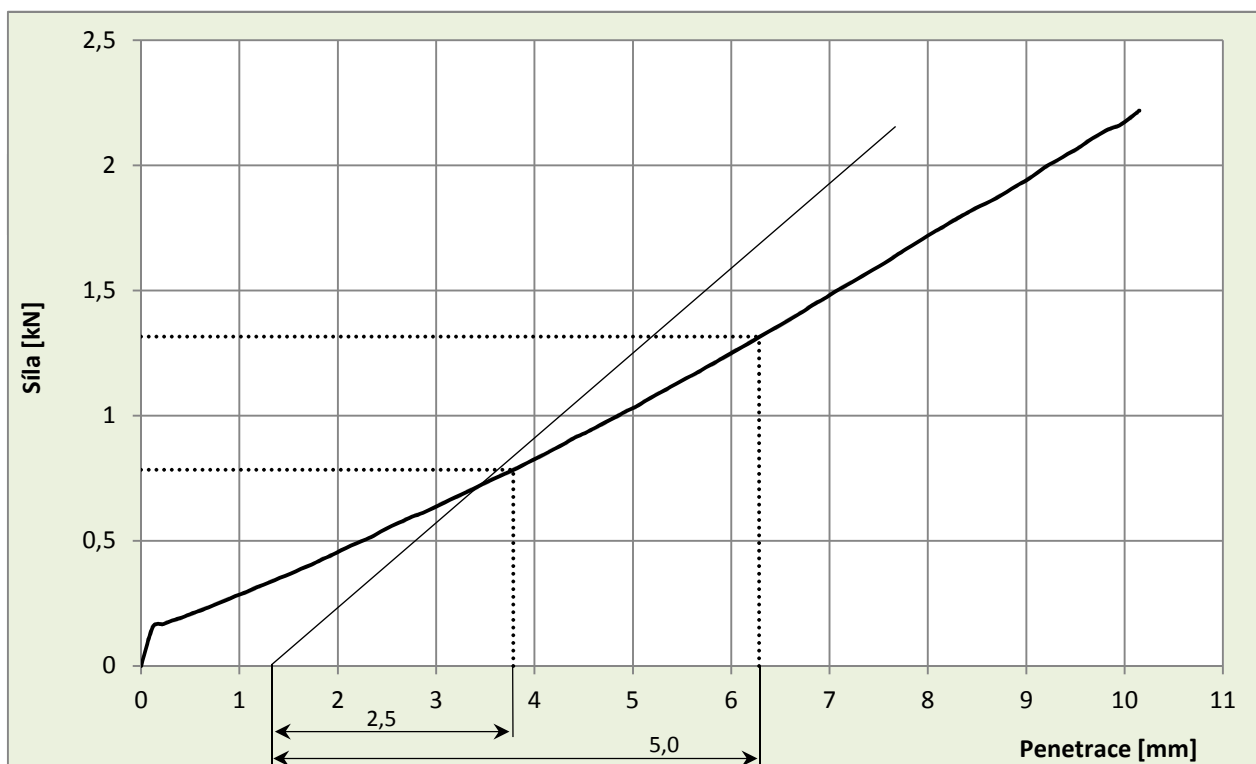
Penetrace	Síla [kN]	CBR [%]
2,5 mm	3,1	23
5,0 mm	5,4	27

# **PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK** **KALIFORNSKÝ POMĚR ÚNOSNOSTI (CBR)**

č. : 96/18/C

Název zakázky: **Pravlov**  
 Označení sondy: **P16-1**  
 Hloubka odběru: **0,5-2,0** [m]  
 Číslo vzorku: **13781**

Matrice:	technologický vzorek zeminy	Okolní teplota:	21 ± 2	[°C]
Přetížení povrchu:	2,0 [kg]	Doba sycení:	96	[hod]
Zhutňovací energie:	Proctor standard	Bobtnání:	-	[%]
Třída zeminy dle ČSN 73 6133:	S4 SM			
Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2:	grclSa			
Vlhkost před zkouškou:	11,5			[%]
Objemová hmotnost vlhká před zkouškou:	2,21			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Objemová hmotnost suchá před zkouškou:	1,98			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Vlhkost po zkoušce:	13,1			[%]
Objemová hmotnost vlhká po sycení:	2,22			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Objemová hmotnost suchá po sycení:	1,96			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Poznámky:	-			



Hodnoty po saturaci

Penetrace	Síla [kN]	CBR [%]
2,5 mm	0,8	6,0
5,0 mm	1,3	6,5



GEODRILL s.r.o.  
Laboratoř mechaniky zemin a hornin  
K Bukovinám 169/45, 635 00 Brno  
Zkušební laboratoř č. 1596 akreditovaná ČIA podle ČSN EN  
ISO/IEC 17025: 2005



## PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK PROCTOROVA ZKOUŠKA STANDARDNÍ

č.: 96/18/PS/z

Název zakázky: **Pravlov**  
Číslo zakázky: 1779/18  
Objednatel: GEOTest, a.s., Šmahova 1244/112, 627 00 Brno  
Odběr vzorků: Mgr. Urban M.  
Datum odběru: 26.-27.6.2018  
Datum převzetí vzorků: 3.7.2018  
Zkoušel: Mgr. Urban M., Ing. Adamík V.  
Datum zpracování zakázky: 9.7.-5.9.2018  
Celkový počet stran: 3

### Identifikace zkušebních postupů prováděných v rozsahu akreditace:

Proctorova zkouška – stanovení zhutnitelnosti ČSN EN 13286-2: 2011, mimo čl. 7.3 a 7.6

Stanovení vlhkosti ČSN EN ISO 17892-1: 2015

Výše uvedené zkušební postupy jsou prováděny v rozsahu akreditace udělené laboratoři GEODRILL s.r.o. Laboratoř mechaniky zemin a hornin pod číslem 1596.

### Nejistota měření:

$\pm 2 \%$  vlhkost,  $\pm 3 \%$  objemová hmotnost sušiny.

Rozšířená nejistota odpovídá úrovni spolehlivosti 95% a je uvedena v relativním tvaru. Rozšířená nejistota je stanovena pro koeficient rozšíření  $k = 2$  podle EA 4/02. Výrok o shodě je založen na pravděpodobnosti pokrytí 95% v souladu s dokumentem ILAC-G08:03.

### Poznámky:

Laboratoř neodpovídá za odběr vzorků. Výsledky zkoušek se vztahují na vzorky v uvedeném stavu.

Datum vystavení protokolu: 5.9.2018

Protokol vystavil a schválil:



Mgr. Radka Drápalová

zástupce vedoucího laboratoře

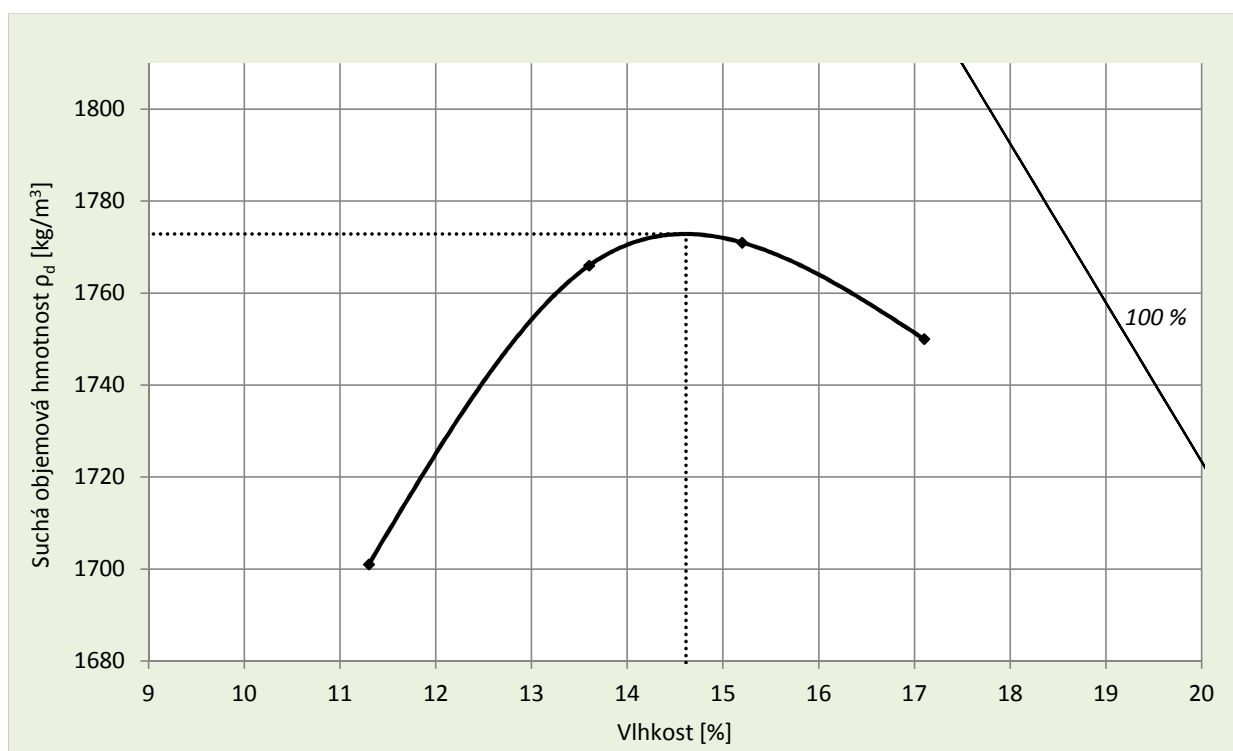
Zkušební laboratoř prohlašuje, že protokol o zkoušce může být reprodukován jako celek, jinak jen s písemným souhlasem laboratoře. Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků.

# **PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK** **PROCTOROVA ZKOUŠKA STANDARDNÍ**

č. : 96/18/PS/z

Název zakázky: **Pravlov**  
 Označení sondy: **P6-1**  
 Hloubka odběru: **0,8-2,0** [m]  
 Číslo vzorku: **13777**

Matrice: technologický vzorek zeminy  
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: -  
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: -  
 Zdánlivá hustota zeminy: 2650 [kg/m<sup>3</sup>] odhadnutá  
 Použitá metoda: 1  
 Poznámky: odstraněna zrna větší než 5 mm (0 % frakce)  
**F4 CS + 2% CaO**



Objemová hmotnost suché zeminy	$\rho_{dmax}$	1770	kg/m <sup>3</sup>
Optimální vlhkost	$w_{opt}$	15	%

# **PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK** **PROCTOROVA ZKOUŠKA STANDARDNÍ**

č. : 96/18/PS/z

Název zakázky: **Pravlov**  
 Označení sondy: **P16-1**  
 Hloubka odběru: **0,5-2,0** [m]  
 Číslo vzorku: **13781**

Matrice: technologický vzorek zeminy  
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: -  
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: -  
 Zdánlivá hustota zeminy: 2650 [kg/m<sup>3</sup>] odhadnutá  
 Použitá metoda: 1  
 Poznámky: odstraněna zrna větší než 5 mm (0 % frakce)  
**S4 SM + 3% Geosolu**



Objemová hmotnost suché zeminy	$\rho_{dmax}$	1900	kg/m <sup>3</sup>
Optimální vlhkost	$w_{opt}$	13	%



**PROTOKOL O VÝSLEDKÁCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK  
KALIFORNSKÝ POMĚR ÚNOSNOSTI (CBR)**

č.: 96/18/C/z

Název zakázky: **Pravlov**  
Číslo zakázky: 1779/18  
Objednatel: GEOTest, a.s., Šmahova 1244/112, 627 00 Brno  
Odběr vzorků: Mgr. Urban M.  
Datum odběru: 26.-27.6.2018  
Datum převzetí vzorků: 3.7.2018  
Zkoušel: Mgr. Urban M., Ing. Adamík V.  
Datum zpracování zakázky: 9.7.-5.9.2018  
Celkový počet stran: 3

**Identifikace zkušebních postupů prováděných v rozsahu akreditace:**

Stanovení kalifornského poměru únosnosti (CBR), okamžitého indexu únosnosti (IBI) a lineárního bobtnání ČSN EN 13286-47: 2012

Stanovení vlhkosti kameniva ČSN EN 1097-5: 2008

Výše uvedené zkušební postupy jsou prováděny v rozsahu akreditace udělené laboratoři GEODRILL s.r.o. Laboratoř mechaniky zemin a hornin pod číslem 1596.

**Nejistota měření:**

$\pm 6 \%$  vlhkost,  $\pm 2,4 \%$  CBR.

Rozšířená nejistota odpovídá úrovni spolehlivosti 95% a je uvedena v relativním tvaru. Rozšířená nejistota je stanovena pro koeficient rozšíření  $k = 2$  podle EA 4/02. Výrok o shodě je založen na pravděpodobnosti pokrytí 95% v souladu s dokumentem ILAC-G08:03.

**Poznámky:**

Laboratoř neodpovídá za odběr vzorků. Výsledky zkoušek se vztahují na vzorky v daném stavu.

Datum vystavení protokolu: 5.9.2018

Protokol vystavil a schválil:



Mgr. Radka Drápalová

zástupce vedoucího laboratoře

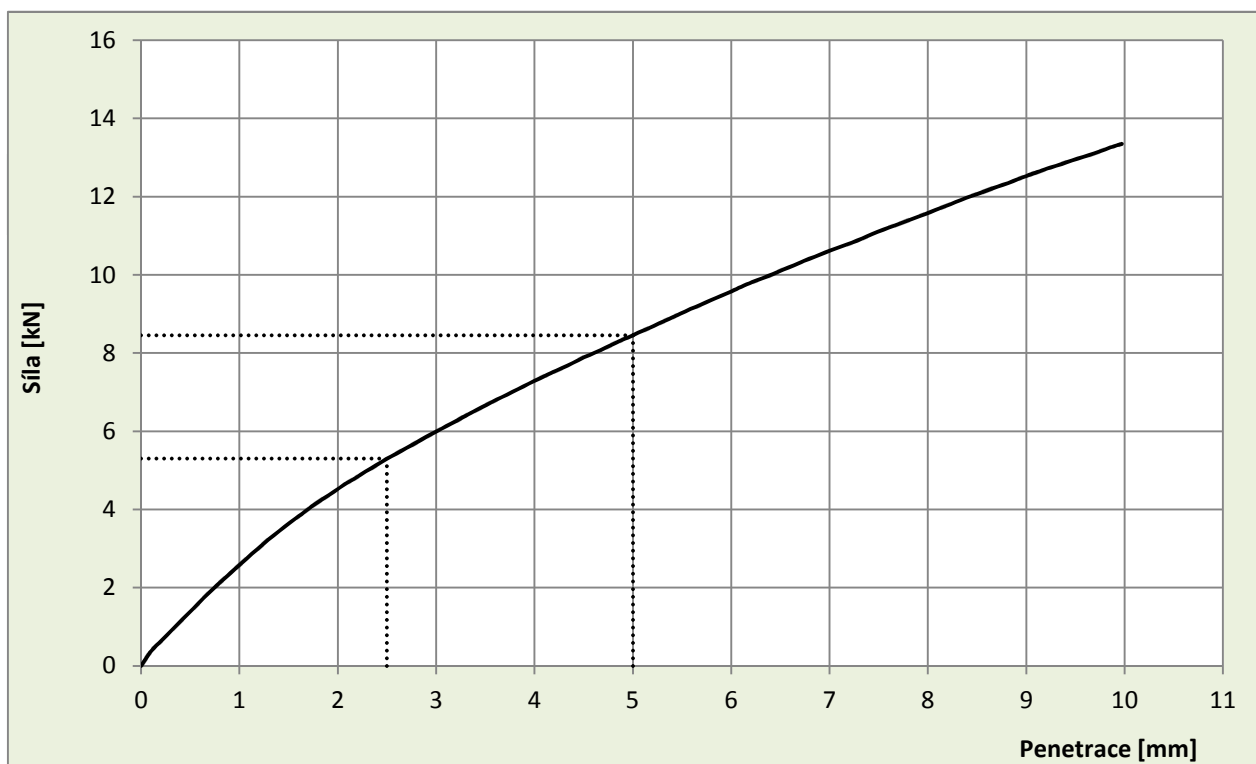
Zkušební laboratoř prohlašuje, že protokol o zkoušce může být reprodukován jako celek, jinak jen s písemným souhlasem laboratoře. Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků.

# **PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK** **KALIFORNSKÝ POMĚR ÚNOSNOSTI (CBR)**

č. : 96/18/C/z

Název zakázky: **Pravlov**  
 Označení sondy: **P6-1**  
 Hloubka odběru: **0,8-2,0** [m]  
 Číslo vzorku: **13777**

Matrice:	technologický vzorek zeminy	Okolní teplota:	21 ± 2	[°C]
Přetížení povrchu:	2,0 [kg]	Doba syčení:	96	[hod]
Zhutňovací energie:	Proctor standard	Bobtnání:	-	[%]
Třída zeminy dle ČSN 73 6133:	-			
Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2:	-			
Vlhkost před zkouškou:	16,0			[%]
Objemová hmotnost vlhká před zkouškou:	2,11			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Objemová hmotnost suchá před zkouškou:	1,82			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Vlhkost po zkoušce:	15,0			[%]
Objemová hmotnost vlhká po syčení:	2,12			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Objemová hmotnost suchá po syčení:	1,85			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Poznámky:	<b>F4 CS + 2% CaO</b>			



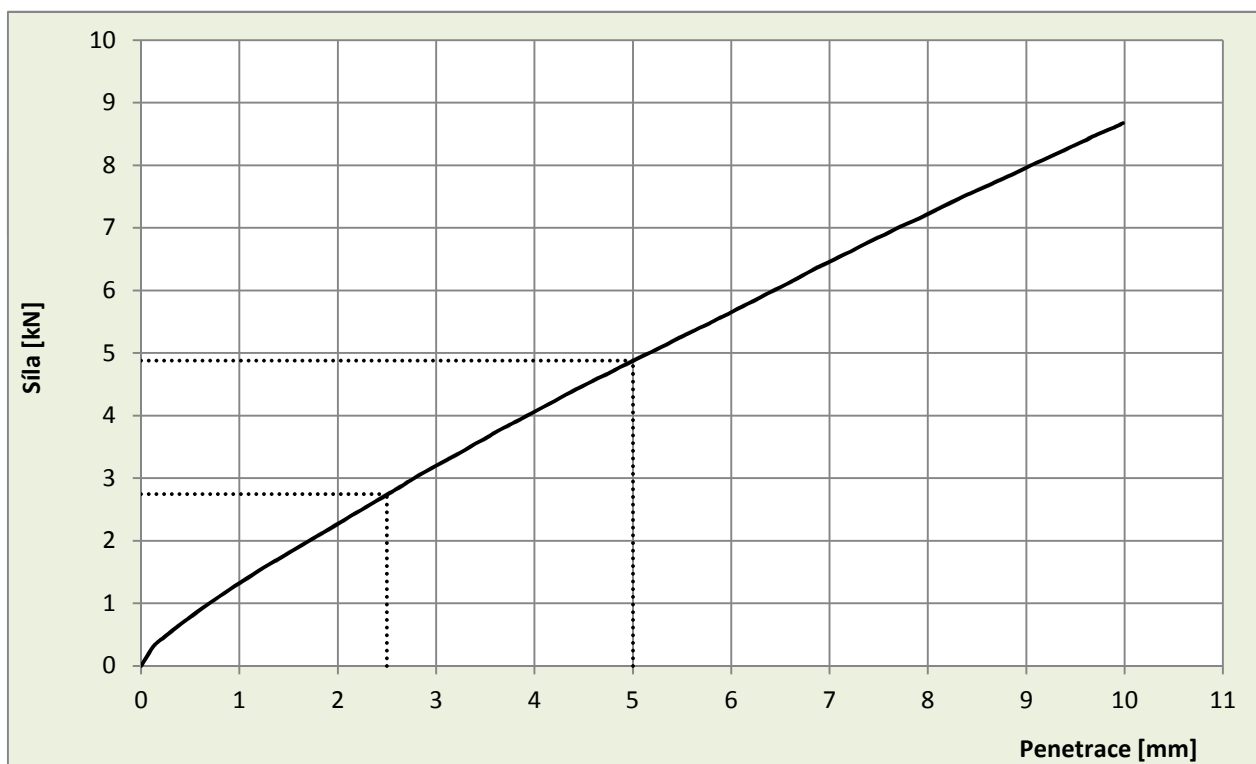
Hodnoty po saturaci		
Penetrace	Síla [kN]	CBR [%]
2,5 mm	5,3	40
5,0 mm	8,5	40

# **PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK** **KALIFORNSKÝ POMĚR ÚNOSNOSTI (CBR)**

č. : 96/18/C/z

Název zakázky: **Pravlov**  
 Označení sondy: **P16-1**  
 Hloubka odběru: **0,5-2,0** [m]  
 Číslo vzorku: **13781**

Matrice:	technologický vzorek zeminy	Okolní teplota:	21 ± 2	[°C]
Přetížení povrchu:	2,0 [kg]	Doba sycení:	96	[hod]
Zhutňovací energie:	Proctor standard	Bobtnání:	-	[%]
Třída zeminy dle ČSN 73 6133:	-			
Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2:	-			
Vlhkost před zkouškou:	15,0			[%]
Objemová hmotnost vlhká před zkouškou:	2,12			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Objemová hmotnost suchá před zkouškou:	1,85			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Vlhkost po zkoušce:	15,3			[%]
Objemová hmotnost vlhká po sycení:	2,13			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Objemová hmotnost suchá po sycení:	1,85			[Mg/m <sup>3</sup> ]
Poznámky:	<b>S4 SM + 3% Geosolu</b>			



Hodnoty po saturaci		
Penetrace	Síla [kN]	CBR [%]
2,5 mm	2,7	21
5,0 mm	4,9	24

## METODIKA LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

### VLHKOST $w$ (%)

– poměr hmotnosti vody v zemině k hmotnosti vysušené zeminy. Je stanovena dle normy ČSN EN ISO 17892-1 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín – Část 1: Stanovení vlhkosti“.

Zkušební vzorek se suší při teplotě 105 °C až 110 °C na ustálenou hmotnost.

Vlhkost se spočítá dle vzorce:  $w = \frac{m_w}{m_d} \times 100$

$m_w$  hmotnost vody odstraněné vysoušením (g)

$m_d$  hmotnost vysušeného zkušební vzorku (g)

### ZRNITOST

– hmotnostní podíl jednotlivých zrnitostních frakcí přítomných v dané zemině. Je stanovena dle ČSN EN ISO 17892-4 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín – Část 4: Stanovení zrnitosti“ kombinovanou metodou prosévání případně sedimentací (hustoměrnou zkouškou).

Vysušený zkušební vzorek se proseje na sadě sít až do minimální velikosti oka 0,063 mm. Zbytky na sítích po prosévání a materiál pod sítím 0,063 mm se zváží a vypočítá se kumulativní hmotnost zrn zachycených na každém sítě.

Pro hustoměrnou zkoušku se zkušební vzorek promyje přes síto o velikosti ok 0,063 mm a přelije do válce o objemu 1 litr. Do zkušební vzorku zeminy musí být přidáno 100 ml dispergačního roztoku. Vzniklá suspenze se promíchá a začíná se odečítat hustota v určených časových intervalech. Odečet probíhá v lázni s řízenou konstantní teplotou.

Granulometrické složení zeminy je graficky dokumentováno křivkou zrnitosti v semilogaritmickém grafu a zatříděním dle ČSN EN ISO 14688-2 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatřídění zemín – Část 2: Zásady pro zatřídění“ a dle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“, přílohy A.

#### **Poznámka:**

U vzorků č. 13773, 13775, 13778, 13779, 13780, 13781 byla použita menší než normovaná navážka z důvodu nedostatku dodaného materiálu.

### KONZISTENČNÍ MEZE

– zahrnují stanovení meze tekutosti a plasticity v souladu s normou ČSN CEN ISO/TS 17892-12 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín – Část 12: Stanovení konzistenčních mezí“

- **Mez tekutosti  $w_L$  (%)** – je vlhkost, při které zemina přechází ze stavu tekutého do stavu plastického. Stanovení probíhá kuželovou zkouškou ze zkušební vzorku získaného z přirozené zeminy nebo ze zeminy, u které byl odstraněn materiál zachycený na síť 0,5 mm.
- **Mez plasticity  $w_P$  (%)** – je nejnižší vlhkost zeminy, při které je zemina plastická. Princip stanovení spočívá v dosažení a stanovení vlhkosti, kdy se válečky zeminy o průměru 3 mm rozpadají v podélném i příčném směru.
- **Index plasticity  $I_P$**  – ukazuje, jak intenzivní jsou vazby vody v zemině. Vyšší hodnota indexu zpravidla poukazuje na jílovitější charakter zeminy a nižší propustnost. Vypočítá se jako rozdíl meze tekutosti a meze plasticity  $I_P = w_L - w_P$ .
- **Stupeň konzistence  $I_C$**  – je číselnou charakteristikou konzistenčního stavu.

Stupeň konzistence je stanoven výpočtem podle následujícího vzorce  $I_C = \frac{w_L - w}{I_P}$ .

- **Stupeň konzistence redukovaný  $I_{CR}$**  – používá se pro výpočet čísla konzistence u zemin s příměsí pískových zrn větších než 0,5 mm nebo štěrkových zrn.

$$\text{Výpočet dle Herštuse [1]} \quad I_C = \frac{w_L - w_{0,5}}{I_P} \quad w_{0,5} = \frac{100w - w_g \cdot g}{100 - g}$$

$w_{0,5}$  vlhkost zahrnující přepočet pro frakce nad 0,5 mm  
 $g$  zrna větší než 0,5 mm (odečet z křivky zrnitosti)  
 $w_g$  odhadovaná vlhkost frakce nad 0,5 mm (zpravidla 5–10 %)

Tabulka 1. – Rozlišení konzistence zemin

ČSN 73 6133		ČSN EN ISO 14 688-2	
Konzistence	Stupeň konzistence $I_C$	Konzistence hlín a jílu	Stupeň konzistence $I_C$
kašovitá	< 0,05	velmi měkká	< 0,25
měkká	0,05 až 0,50	měkká	0,25 až 0,50
tuhá	0,50 až 1,00	tuhá	0,50 až 0,75
pevná	> 1,00	pevná	0,75 až 1,00
tvrdá	-	velmi pevná	> 1,00

## STANDARDNÍ PROCTOROVA ZKOUŠKA (PS)

– laboratorní stanovení závislosti mezi vlhkostí a objemovou hmotností suché zeminy, kdy je standardní Proctorovou zkouškou stanovena maximální objemová hmotnost vysušené zeminy při optimální vlhkosti zeminy. Stanovení je provedeno dle normy ČSN EN 13286-2 „Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy – Část 2: Zkušební metody pro stanovení laboratorní srovnávací objemové hmotnosti a vlhkosti - Proctorova zkouška“.

Výsledek zkoušky je vyjádřen maximální objemovou hmotností suché zeminy ( $\rho_{dmax}$ ), které je dosaženo normovou hutnicí energií, při optimální vlhkosti ( $w_{opt}$ ), tj. vlhkosti zeminy odpovídající maximální objemové hmotnosti na zhutňovací křivce pro příslušnou hutnicí energii.



Po odstranění zrn nad 5 mm nebo zrn nad 16 mm jsou v moždíři o průměru 100 mm (případně 150 mm) postupně hutněny 3 vrstvy zeminy 25 údery (případně 56 úderů) pěstem o hmotnosti 2500 g, který dopadá z výšky 30,5 cm.

$\rho_{dmax}$  maximální objemová hmotnost suché zeminy ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $w_{opt}$  optimální vlhkost (%)

Hodnoty objemové hmotnosti suché zeminy jsou vyneseny na osu y a odpovídající vlhkosti na osu x. Vynesenými body je proložena spojitá křivka a je zjištěna poloha maxima na křivce, pro které jsou odečteny hodnota maximální objemové hmotnosti suché zeminy ( $\rho_{dmax}$ ) a hodnota optimální vlhkosti ( $w_{opt}$ ).

### • vlhkost $w$ (%)

Pro jednotlivé zhutněné vzorky se vlhkost spočítá dle vzorce:  $w = \frac{m_w}{m_d} \times 100$

$m_w$  hmotnost vody odstraněné vysoušením (g)  
 $m_d$  hmotnost vysušeného zkušební vzorku (g)

### • objemová hmotnost suché zeminy $\rho_d$ ( $\text{kg/m}^3$ )

Pro jednotlivé zhutněné vzorky se vypočítává objemová hmotnost vlhké zeminy  $\rho$  dle rovnice:

$$\rho = (m_1 - m_2) \times 1000 / V$$

$\rho$  objemová hmotnost zhutněné vlhké směsi ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $m_1$  hmotnost moždíře a základní desky (g)  
 $m_2$  hmotnost moždíře, základní desky a zhutněné směsi (g)  
 $V$  objem moždíře ( $\text{cm}^3$ )

Pro jednotlivé zhutněné vzorky se vypočítává objemová hmotnost suché zeminy  $\rho_d$  dle rovnice:

$$\rho_d = (100 \times \rho) / (100 + w)$$

$\rho_d$  objemová hmotnost zhutněné suché směsi ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $\rho$  objemová hmotnost zhutněné vlhké směsi ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $w$  vlhkost směsi (%)

## KALIFORNSKÝ POMĚR ÚNOSNOSTI – CBR (California Bearing Ratio), OKAMŽITÝ INDEX ÚNOSNOSTI – IBI (Initial Bearing Index)

- index užívaný pro stanovení charakteristik únosnosti zemin, stanovený ihned po zhutnění nebo po době zrání za použití přitěžovacího prstence (CBR) nebo bez něj (IBI). Stanovení je provedeno dle normy ČSN EN 13286-47 „Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy – Část 47: Zkušební metoda pro stanovení kalifornského poměru únosnosti, okamžitého indexu únosnosti a lineárního bobtnání“.

Účelem zkoušek CBR nebo IBI je stanovení vztahu mezi silou a penetrací (zatlačením) při pronikání válcového pístu standardního průřezu při dané rychlosti do zkušebního tělesa, které je uloženo v moždíři o průměru 150 mm.

Hodnoty CBR nebo IBI jsou vypočteny vyjádřením síly na píst pro danou penetraci jako procento standardní síly. Jedná se tedy o poměr síly, kterou lze vyvodit k zatlačení penetračního pístu do zeminy danou rychlostí ( $1,27 \pm 0,20 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ) k síle, kterou je třeba vyvodit k zatlačení téhož válce do normového materiálu, vyjádřené v %.

Ze zkušební křivky jsou přečteny síly v kN odpovídající penetraci 2,5 mm a 5,0 mm. Ty se vyjádří v procentech referenčních sil těchto penetrací, tj. 13,2 kN a 20 kN. Vyšší procento je hodnotou CBR a výsledná hodnota se zaznamená způsobem uvedeným v čl. 10.3 – tab. 1. Na základě objemových hmotností zjištěných standardní Proctorovou zkouškou jsou únosnosti ověřovány zkouškou CBR při optimální vlhkosti  $w_{\text{opt}}$ . Případně jsou stanoveny hodnoty po 96 hodinách sycení vzorku vodou ( $\text{CBR}_{\text{sat}}$ ). Hodnoty na stabilizovaných zeminách jsou ověřovány po 3 dnech (případně 7 dnech) zrání a po 4 denní saturaci.

### VLHKOST HORNIN $w$ (%)

– metoda sušením v sušárně, která umožňuje zjistit celkovou volnou vodu přítomnou ve zkušební navážce kameniva, při čemž voda může být z povrchu kameniva i z přístupných pórů kameniva. Je stanovena dle normy ČSN EN ISO 1097-5 „Zkoušení mechanických a fyzikálních vlastností kameniva – Část 5: Stanovení vlhkosti sušením v sušárně“.

Zkušební vzorek se suší při teplotě  $110 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  na ustálenou hmotnost.

Vlhkost se spočítá jako rozdíl hmotností mezi vlhkým a suchým vzorkem a je vyjádřen jako procento hmotnosti vysušené navážky dle vzorce:

$$w = \frac{M_1 - M_3}{M_3} \times 100$$

$M_1$  hmotnost zkušební navážky (g)

$M_3$  hmotnost vysušené zkušební navážky (g)

- [1] HERŠTUS, J. *Upřesnění postupu v zatřídování zemin podle 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy*. Inženýrské stavby, ročník 28, Praha: 1980.

Obrázek č. 1 Sonda P1-1: 0,0 – 2,0 m



Obrázek č. 2 Sonda P1-2: 0,0 – 2,0 m



Obrázek č. 3 Sonda P1-3: 0,0 – 2,0 m





Obrázek č. 4 Sonda P6-1: 0,0 – 2,0 m



Obrázek č. 5 Sonda P10-1: 0,0 – 2,0 m



Obrázek č. 6 Sonda P10-2: 0,0 – 2,0 m





Obrázek č. 7 Sonda P10-3: 0,0 – 2,0 m



Obrázek č. 8 Sonda P16-1: 0,0 – 2,0 m

