



GEODRILL s.r.o.
Laboratoř mechaniky zemín a hornin
K Bukovinám 169/45, 635 00 Brno
Zkušební laboratoř č. 1596 akreditovaná ČIA
podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018



PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK č.: 307/24

Název zakázky: **Brno, FN Bohunice, GPK, IG**
Číslo zakázky: **5071/24**
Objednatel: **GEOtest, a.s., Šmahova 112, 627 00 Brno**
Odběr vzorků*: **objednatel**
Datum odběru*: **-**
Datum převzetí vzorků: **3.9.2024**
Zkoušel: **Mgr. Králová M., Mgr. Bc. Talafová M.**
Datum zpracování zakázky: **3.9.-1.10.2024**
Celkový počet stran: **4**

Identifikace zkušebních postupů prováděných v rozsahu akreditace:

Stanovení vlhkosti ČSN EN ISO 17892-1

Stanovení zrnitosti ČSN EN ISO 17892-4

Stanovení meze tekutosti a meze plasticity ČSN EN ISO 17892-12, mimo čl. 4.3

Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic ČSN EN ISO 17892-3

Stanovení objemové hmotnosti ČSN EN ISO 17892-2

Místo provádění laboratorních činností je totožné s adresou uvedenou v záhlaví.

Nejistota měření:

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. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem ILAC-G17:01. Vliv odběru a nehomogenity vzorku není v nejistotách zohledněn.

Protokol: 307/24

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 je stanoviskem a interpretací z křivky zrnitosti dle Klasifikace zemin pro dopravní stavby ČSN 72 1002:1993**.
- 3) Určení kapilární vztlakovosti je stanoviskem a interpretací z křivky zrnitosti dle Klasifikace zemin pro silniční komunikace ČSN 72 1002:1971**.
- 4) Výrokem o shodě je klasifikace a posouzení vhodnosti materiálu dle ČSN 73 6133 "Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací" a dle ČSN EN ISO 14688-2:2005** "Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování", ze získaných hodnot stanovených na základě postupu dle ČSN EN ISO 17892-4.

Pro výrok o shodě je použito rozhodovací pravidlo, kde je zanedbána nejistota měření, v souladu s dokumentem ILAC-G08:09.

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 a za správnost údajů dodaných zákazníkem (*) vztahujících se ke zkoušenému vzorku. Výsledky zkoušek se vztahují na vzorky, jak byly přijaty.

** Normě byla ukončena platnost.

Datum vystavení protokolu: 1.10.2024

Protokol vystavil a schválil:



Ing. Lenka Smetanová
vedoucí laboratoře

Zkušební laboratoř prohlašuje, že protokol o zkoušce může být reprodukován jako celek, jinak jen s písemným souhlasem laboratoře.

List: 3/4
Protokol: 307/24

Protokol: 307/24

Sonda	J4
Hloubka	1,0-4,0
Číslo vzorku	38329
Typ vzorku	—
Klasifikace	F6 Cl
Klasifikace	sICl
Vlhkost	14,9
Mez tekutosti	38
Mez plasticity	20
Index plasticity	18
Stupeň konzistence	1,28
Filtrační součinitel	pevná
Zdánlivá hustota zeminy	1,391·10 ⁻³
Obj. hmot. vlhké zeminy	—
Obj. hmot. suché zeminy	—
Pórovitost	—
Stupeň nasycení	—
Vhodnost do násypu	PV
Vhodnost pro podloží voz.	N
Schůblého kr. namrzavosti	2
Kapilární vzlínavost	H _s [m] H _{max} [m]
Index koloidní aktivity	I _A [-]
Číslo nestejnozmětnosti	C _U [-]
Číslo křivosti	C _c [-]

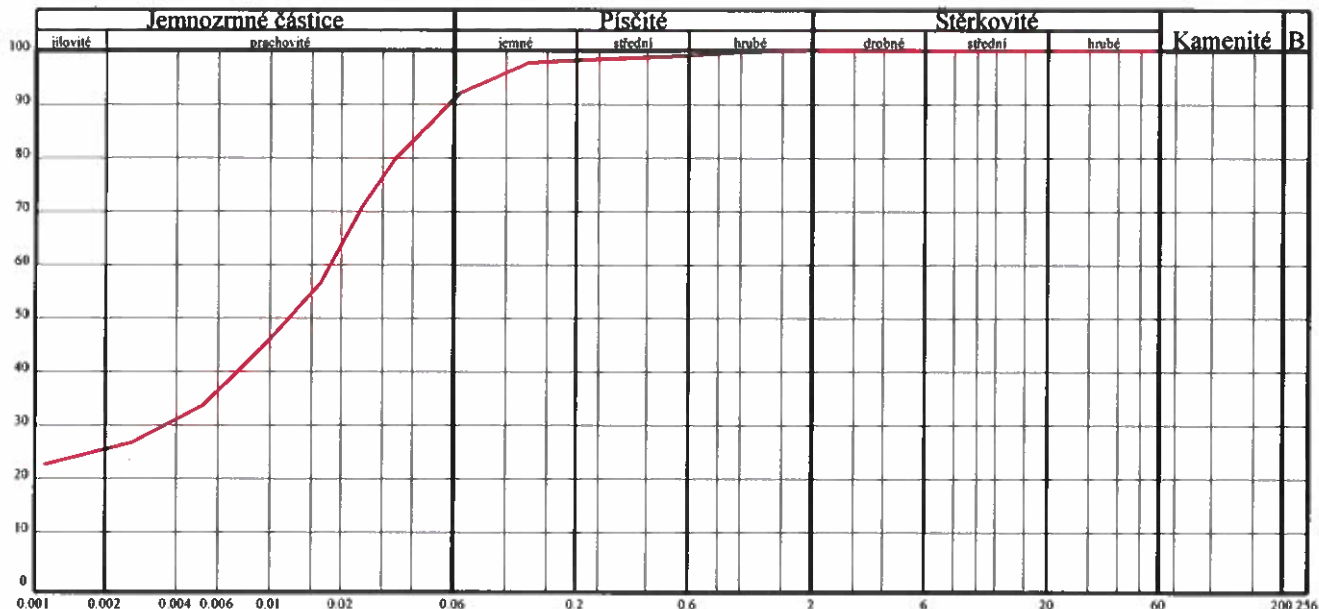
KŘIVKA ZRNITOSTI ZEMINY

Název akce: Brno, FN Bohunice, GPK, IG

Sonda: J4

Hloubka: 1,0-4,0

Vzorek: 38329



Klasifikace	ČSN 73 6133	F6 CI
Název zeminy		jíl se střední plasticitou
Klasifikace	ČSN EN ISO 14688-2	siCl
Název zeminy		prachovitý jíl
Vlhkost	ČSN EN ISO 17892-1	w [%] 14,9
Mez tekutosti	ČSN EN ISO 17892-12	w_L [%] 38
Mez plasticity		w_p [%] 20
Index plasticity	Výpočet dle ČSN EN ISO 17892-12	I_p [%] 18
Stupeň konzistence	Posouzení dle ČSN 73 6133	I_c [-] 1,28 pevná
Podíl zrn > 0,5 mm	Stanovení dle křivky zrnitosti	g [%] 1,03
Filtrační součinitel dle Jákyho		k [m/s] $1,391 \cdot 10^{-8}$
Zdánlivá hustota zeminy	ČSN EN ISO 17892-3	ρ_s [Mg.m ⁻³] ---
Obj. hmot. vlhké zeminy	ČSN EN ISO 17892-2	ρ [Mg.m ⁻³] ---
Obj. hmot. suché zeminy		ρ_d [Mg.m ⁻³] ---
Pórovitost		n [%] ---
Stupeň nasycení		S_r [%] ---
Vhodnost do násypu	ČSN 73 6133	PV Podmínečně vhodná
Vhodnost pro podloží vozovky		N Nevhodná
Scheibleho kritérium namrzavosti	Odhad z křivky zrnitosti	skupina 2 Nebezpečně namrzavé
Kapilární vztlakovost	Posouzení	H_s [m] 3,59 H_{max} [m] 15,38 Vysoká
Index koloidní aktivity		I_A [-] 0,68
Číslo nestejnozrnatosti		C_u [-] 16,41
Číslo křivosti		C_c [-] 0,57

KONEC PROTOKOLU

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

č.: 307/24/PS

Název zakázky: **Brno, FN Bohunice, GPK, IG**
Číslo zakázky: **5071/24**
Objednatel: **GEOtest, a.s., Šmahova 112, 627 00 Brno**
Odběr vzorků*: **objednatel**
Datum odběru*: **-**
Datum převzetí vzorků: **3.9.2024**
Zkoušel: **Hrozek J.**
Datum zpracování zakázky: **3.9.-1.10.2024**
Celkový počet stran: **5**

Identifikace zkušebních postupů prováděných v rozsahu akreditace:

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

Stanovení vlhkosti ČSN EN ISO 17892-1

Místo provádění laboratorních činností je totožné s adresou uvedenou v záhlaví.

Nejistota měření:

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. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem ILAC-G17:01. Vliv odběru a nehomogenity vzorku není v nejistotách zohledněn.

Poznámky:

Laboratoř neodpovídá za odběr vzorků a za správnost údajů dodaných zákazníkem (*) vztahujících se ke zkoušenému vzorku. Výsledky zkoušek se vztahují na vzorky v dodaném stavu.

Datum vystavení protokolu: **1.10.2024**

Protokol vystavil a schválil:



Ing. Lenka Smetanová
vedoucí laboratoře

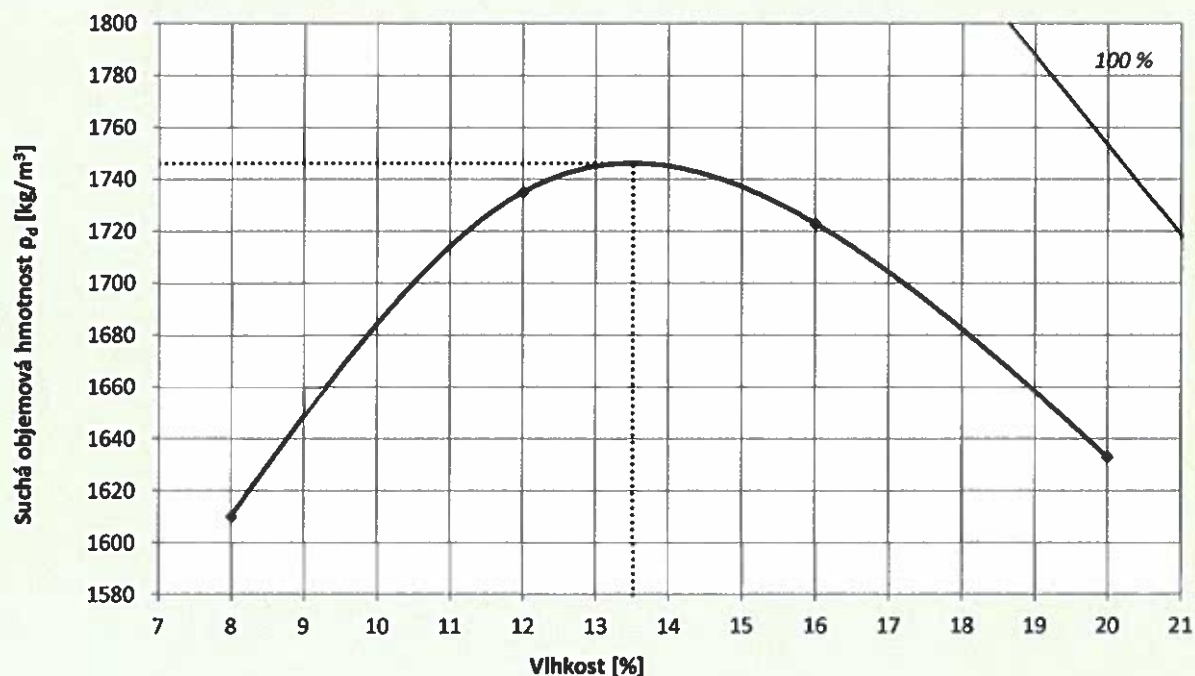
Zkušební laboratoř prohlašuje, že protokol o zkoušce může být reprodukován jako celek, jinak jen s písemným souhlasem laboratoře.

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

č. : 307/24/PS

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice: technologický vzorek zeminy
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: F6 CI
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: siCl
 Zdánlivá hustota zeminy: 2700 [kg/m³] odhadnutá
 Použitá metoda: 1
 Poznámky:



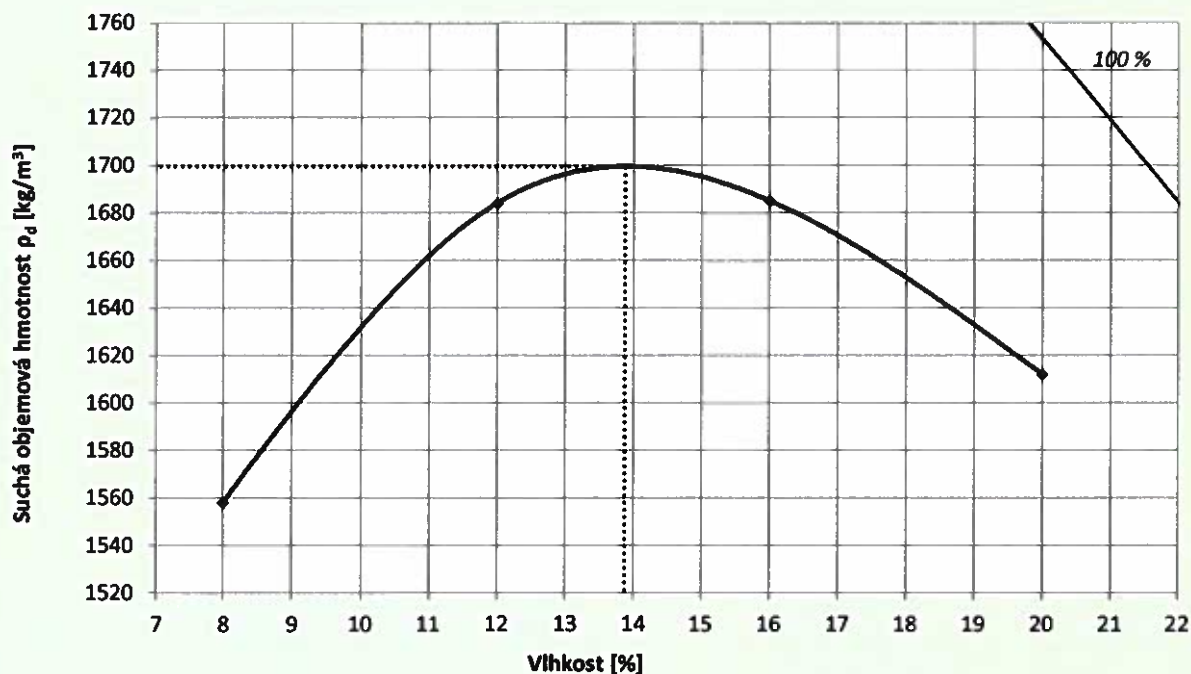
Objemová hmotnost suché zeminy	$\rho_{d max}$	1750	[kg/m ³]
Optimální vlhkost	w_{opt}	14	[%]

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

č. : 307/24/PS

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice: technologický vzorek zeminy
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: F6 CI
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14688-2: siCI
 Zdánlivá hustota zeminy: 2700 [kg/m³] odhadnutá
 Použitá metoda: 1
 Poznámky: 2%SM70



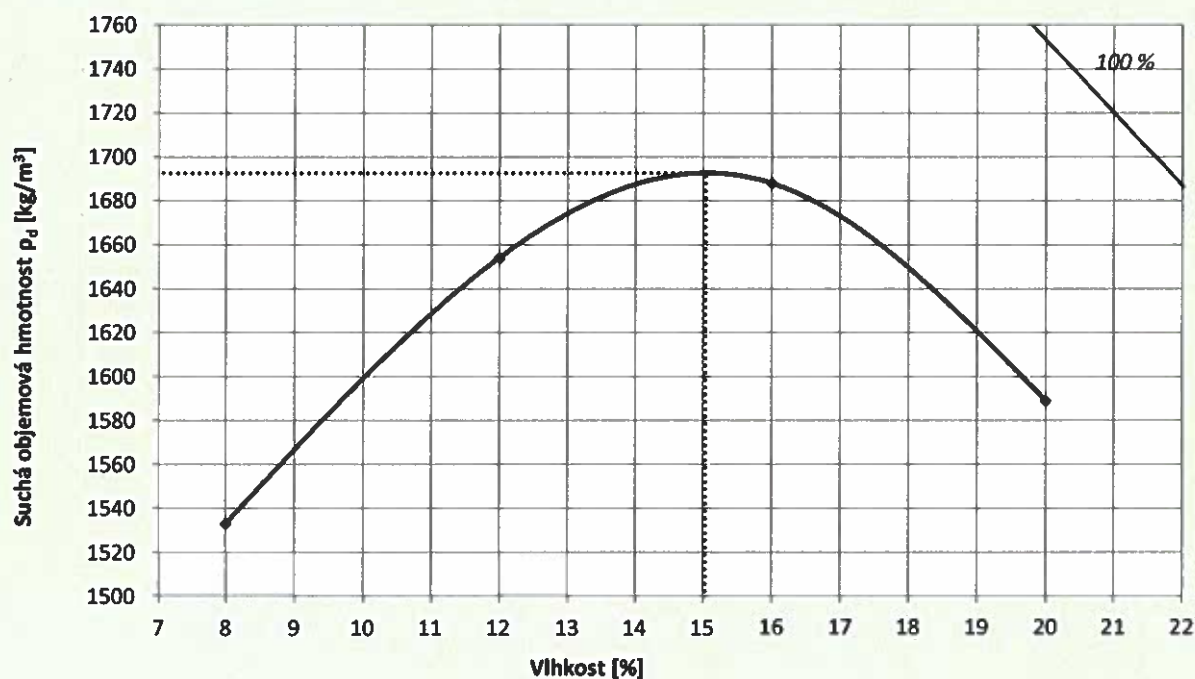
Objemová hmotnost suché zeminy	$\rho_{d \max}$	1700	[kg/m ³]
Optimální vlhkost	w_{opt}	14	[%]

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

č. : 307/24/PS

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice: technologický vzorek zeminy
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: F6 CI
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: siCl
 Zdánlivá hustota zeminy: 2700 [kg/m³] odhadnutá
 Použitá metoda: 1
 Poznámky: 3%SM70



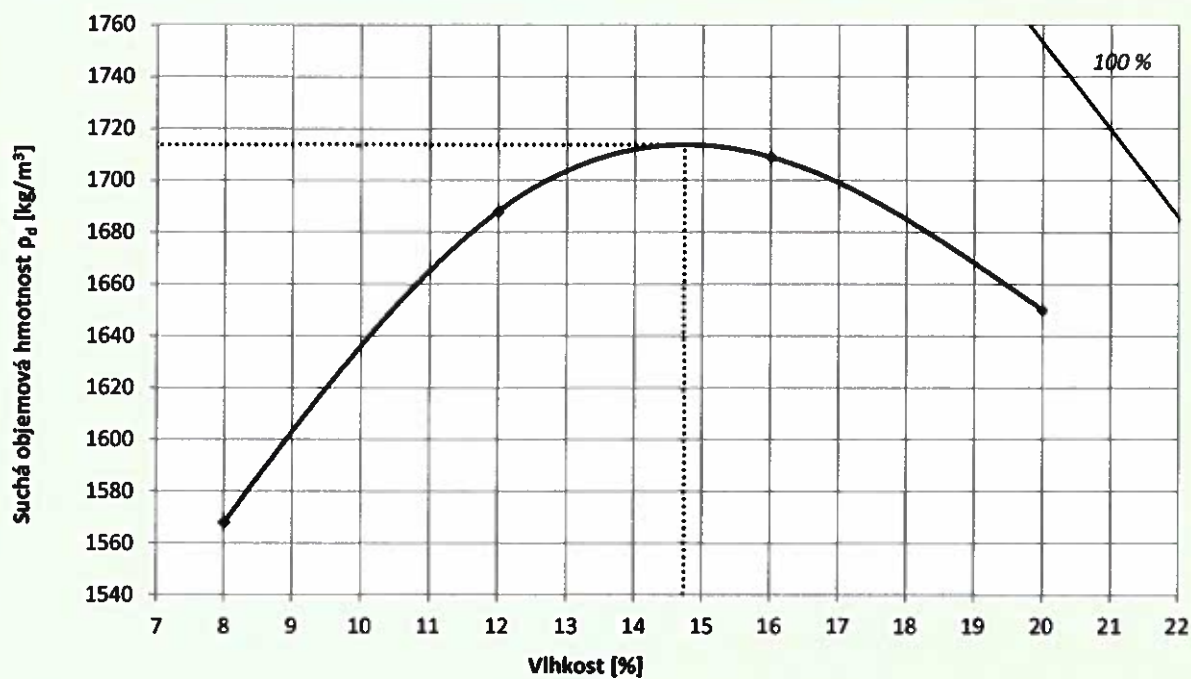
Objemová hmotnost suché zeminy	$\rho_{d \max}$	1690	[kg/m ³]
Optimální vlhkost	w_{opt}	15	[%]

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

č. : 307/24/PS

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice: technologický vzorek zeminy
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: F6 CI
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: siCl
 Zdánlivá hustota zeminy: 2700 [kg/m³] odhadnutá
 Použitá metoda: 1
 Poznámky: 2%CaO



Objemová hmotnost suché zeminy	$\rho_{d \max}$	1710	[kg/m ³]
Optimální vlhkost	w_{opt}	15	[%]

KONEC PROTOKOLU

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

č.: 307/24/C

Název zakázky: **Brno, FN Bohunice, GPK, IG**
Číslo zakázky: **5071/24**
Objednatel: **GEOtest, a.s., Šmahova 112, 627 00 Brno**
Odběr vzorků*: **objednatel**
Datum odběru*: **-**
Datum převzetí vzorků: **3.9.2024**
Zkoušel: **Hrozek J.**
Datum zpracování zakázky: **3.9.-1.10.2024**
Celkový počet stran: **9**

Identifikace zkušebních postupů prováděných v rozsahu akreditace:

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

Stanovení vlhkosti ČSN EN 1097-5

Místo provádění laboratorních činností je totožné s adresou uvedenou v záhlaví.

Nejistota měření:

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. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem ILAC-G17:01. Vliv odběru a nehomogenity vzorku není v nejistotách zohledněn.

Poznámky:

Laboratoř neodpovídá za odběr vzorků a za správnost údajů dodaných zákazníkem (*) vztahujících se ke zkoušenému vzorku. Výsledky zkoušek se vztahují na vzorky v dodaném stavu.

Datum vystavení protokolu: **1.10.2024**

Protokol vystavil a schválil:



Ing. Lenka Smetanová
vedoucí laboratoře

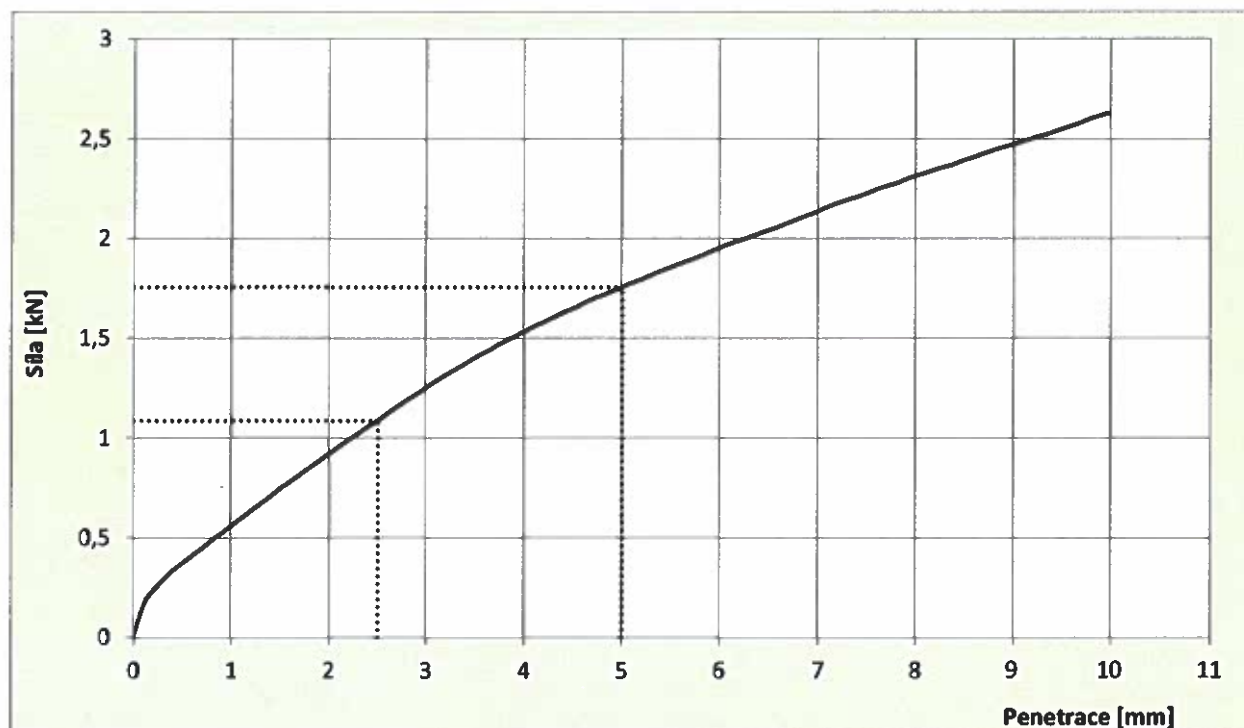
Zkušební laboratoř prohlašuje, že protokol o zkoušce může být reprodukován jako celek, jinak jen s písemným souhlasem laboratoře.

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

č. : 307/24/C

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice: technologický vzorek zeminy
 Přetížení povrchu: 2,0 [kg]
 Zhutňovací energie: Proctor standard
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: F6 CI
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: siCl
 Vlhkost před zkouškou: 14,0 [%]
 Objemová hmotnost vlhká před zkouškou: 1,99 [Mg/m³]
 Objemová hmotnost suchá před zkouškou: 1,74 [Mg/m³]
 Poznámky: -



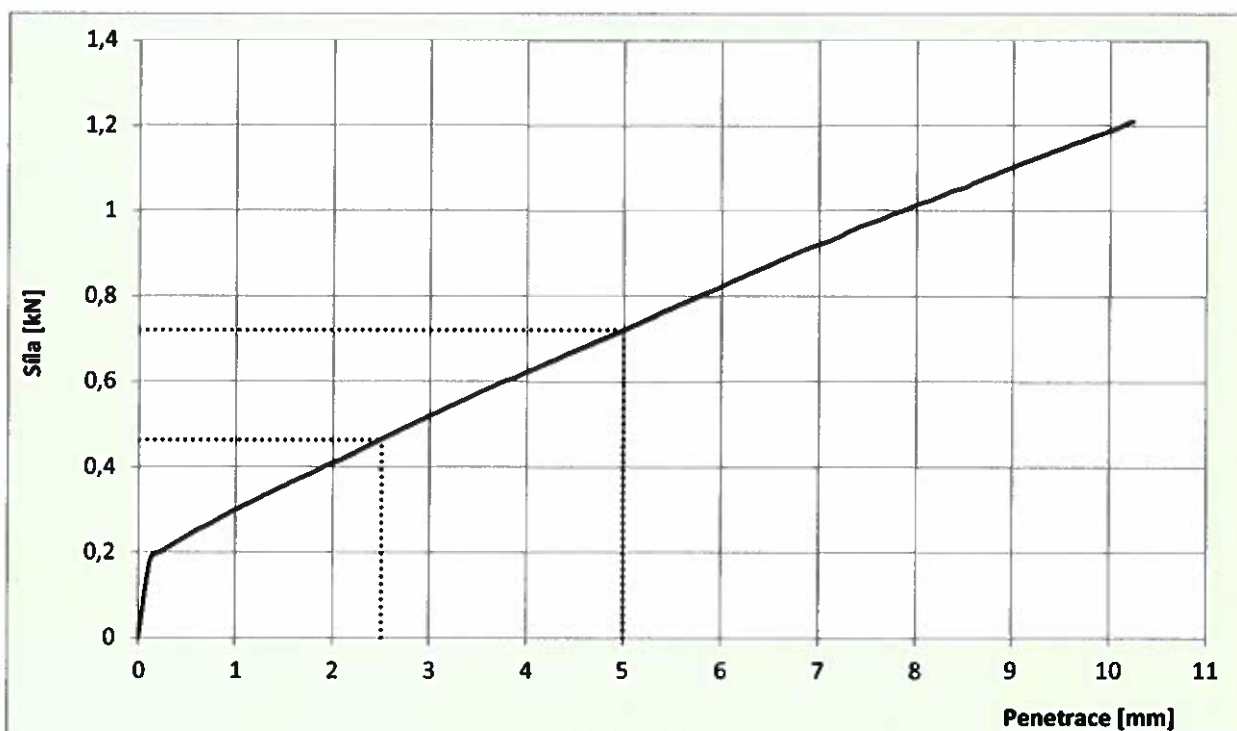
Penetrace	Síla [kN]	CBR [%]
2,5 mm	1,1	8,0
5,0 mm	1,8	9,0

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

č. : 307/24/C

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice:	technologický vzorek zeminy	Okolní teplota:	21 ± 2	[°C]
Přilížení povrchu:	2,0	[kg]	Doba sycení:	96
			[hod]	
Zhuňňovací energie:	Proctor standard	Bobtnání:	-	[%]
Třída zeminy dle ČSN 73 6133:	F6 Cl			
Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2:	siCl			
Vlhkost před zkouškou:	14,0	[%]		
Objemová hmotnost vlhká před zkouškou:	1,99	[Mg/m ³]		
Objemová hmotnost suchá před zkouškou:	1,74	[Mg/m ³]		
Vlhkost po zkoušce:	17,1	[%]		
Objemová hmotnost vlhká po sycení:	2,04	[Mg/m ³]		
Objemová hmotnost suchá po sycení:	1,74	[Mg/m ³]		
Poznámky:	-			



Hodnoty po saturaci		
Penetrace	Síla [kN]	CBR [%]
2,5 mm	0,5	3,5
5,0 mm	0,7	3,5

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

č. : 307/24/C

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice: technologický vzorek zeminy
 Příklad povrchu: 2,0 [kg]
 Zhutňovací energie: Proctor standard
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: F6 CI
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: siCl
 Vlhkost před zkouškou: 14,0 [%]
 Objemová hmotnost vlhká před zkouškou: 1,94 [Mg/m³]
 Objemová hmotnost suchá před zkouškou: 1,70 [Mg/m³]
 Poznámky: 2%SM70



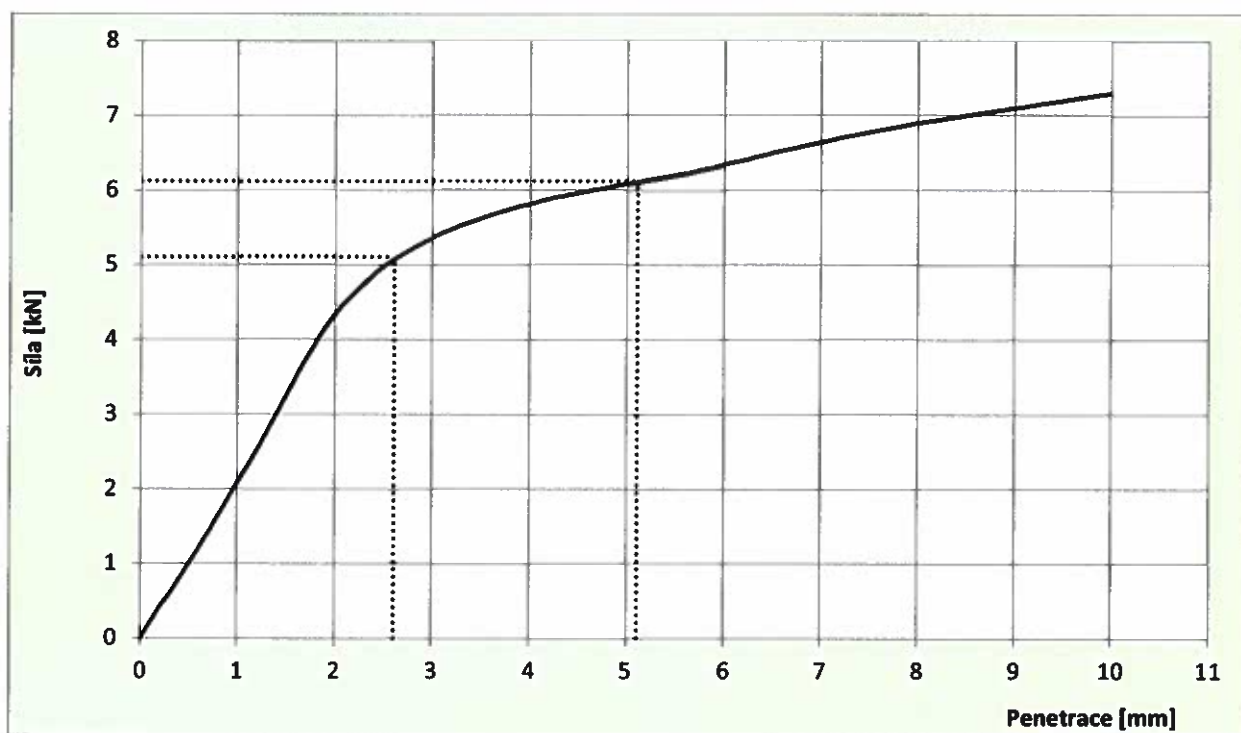
Opravená hloubka penetrace	Síla [kN]	CBR [%]
4,6 mm	4,0	30
7,1 mm	7,1	35

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

č. : 307/24/C

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice:	technologický vzorek zeminy	Okolní teplota:	21 ± 2	[°C]
Přilížení povrchu:	2,0	[kg]	Doba sycení:	96
Zhutňovací energie:	Proctor standard	Bobtnání:	-	[%]
Třída zeminy dle ČSN 73 6133:	F6 CI			
Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2:	siCI			
Vlhkost před zkouškou:	14,0	[%]		
Objemová hmotnost vlhká před zkouškou:	1,94	[Mg/m ³]		
Objemová hmotnost suchá před zkouškou:	1,70	[Mg/m ³]		
Vlhkost po zkoušce:	17,7	[%]		
Objemová hmotnost vlhká po sycení:	2,00	[Mg/m ³]		
Objemová hmotnost suchá po sycení:	1,70	[Mg/m ³]		
Poznámky:	2%SM70			



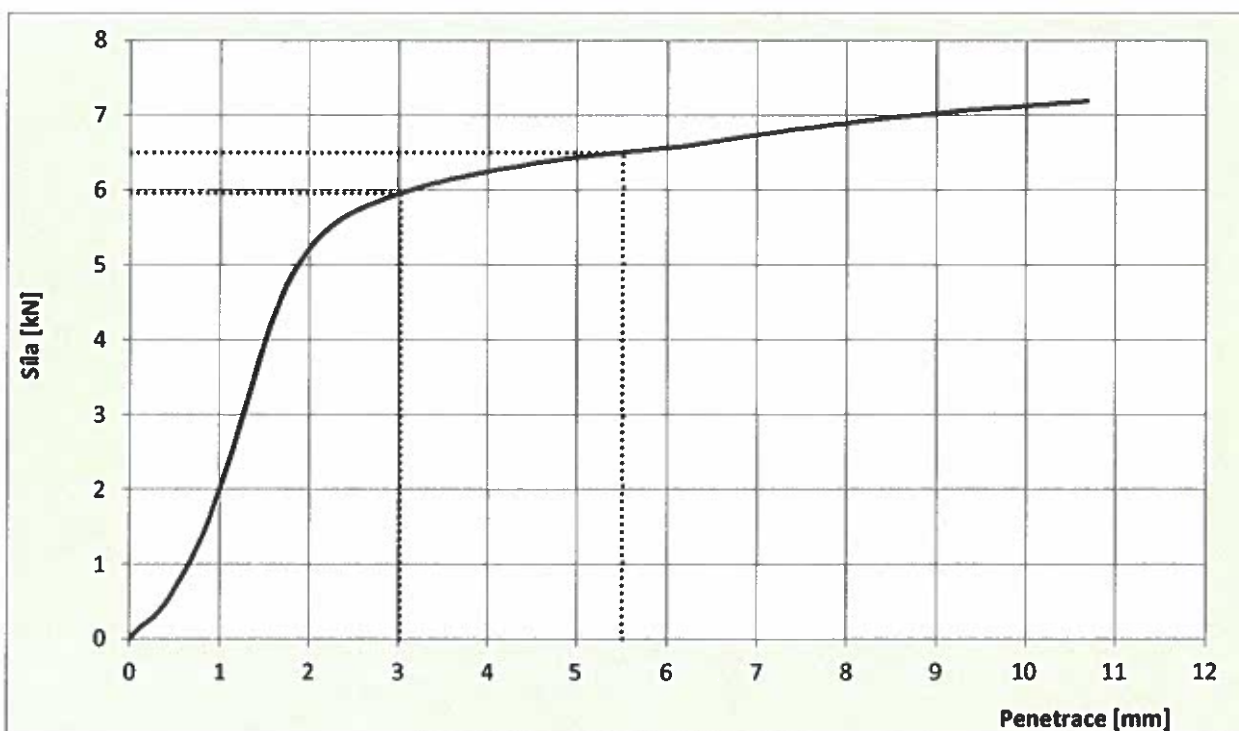
Hodnoty po saturaci		
Opravená hloubka penetrace	Síla [kN]	CBR [%]
2,6 mm	5,1	40
5,1 mm	6,1	30

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

č. : 307/24/C

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice: technologický vzorek zeminy
 Přetížení povrchu: 2,0 [kg]
 Zhutňovací energie: Proctor standard
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: F6 CI
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: siCl
 Vlhkost před zkouškou: 15,0 [%]
 Objemová hmotnost vlhká před zkouškou: 1,94 [Mg/m³]
 Objemová hmotnost suchá před zkouškou: 1,68 [Mg/m³]
 Poznámky: 3%SM70



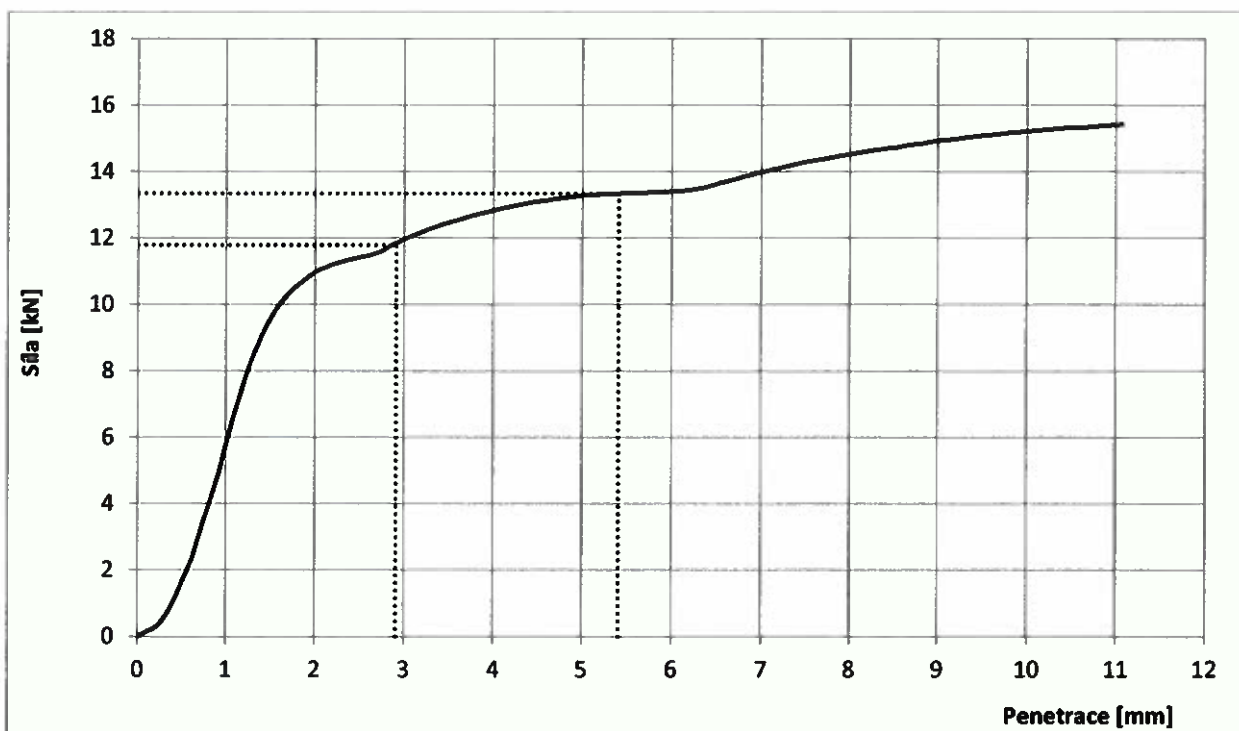
Opravená hloubka penetrace	Síla [kN]	CBR [%]
3,0 mm	6,0	45
5,5 mm	6,5	35

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

č. : 307/24/C

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

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:	F6 Cl			
Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2:	siCl			
Vlhkost před zkouškou:	15,0	[%]		
Objemová hmotnost vlhká před zkouškou:	1,94	[Mg/m ³]		
Objemová hmotnost suchá před zkouškou:	1,68	[Mg/m ³]		
Vlhkost po zkoušce:	18,1	[%]		
Objemová hmotnost vlhká po sycení:	1,99	[Mg/m ³]		
Objemová hmotnost suchá po sycení:	1,68	[Mg/m ³]		
Poznámky:	3%SM70			



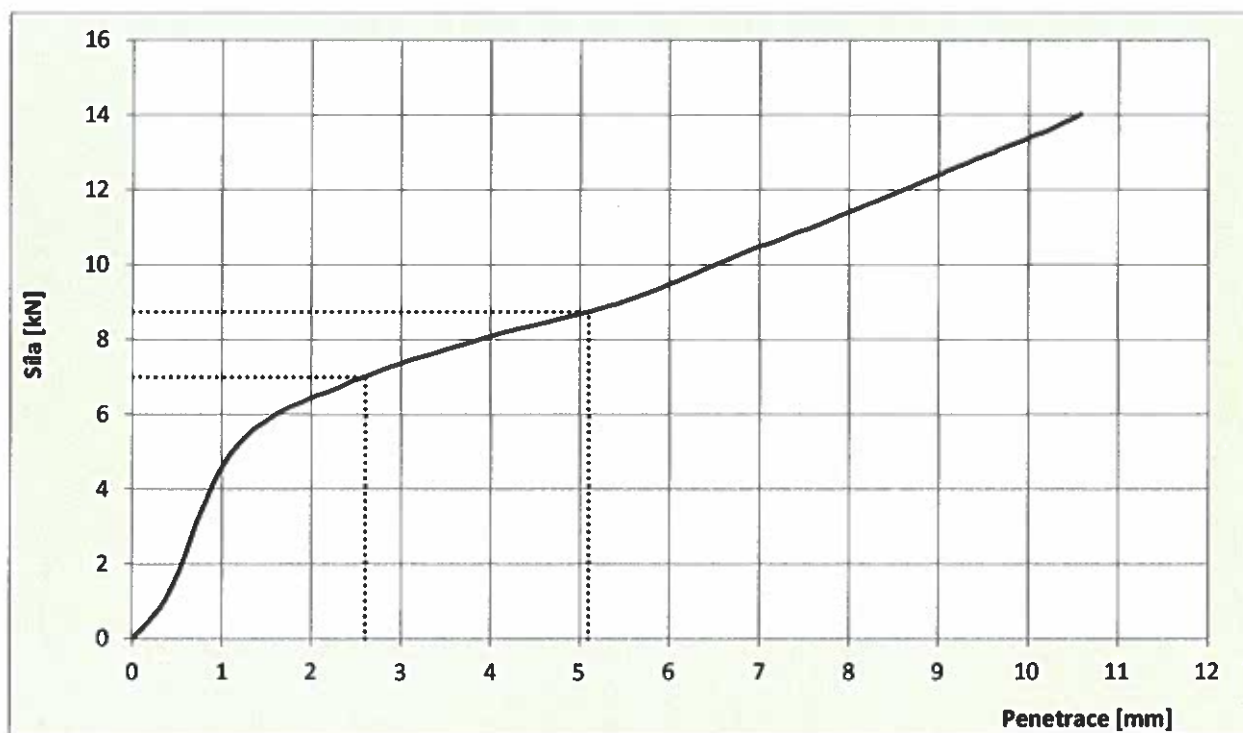
Hodnoty po saturaci		
Opravená hloubka penetrace	Síla [kN]	CBR [%]
2,9 mm	11,8	90
5,4 mm	13,3	65

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

č. : 307/24/C

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice: technologický vzorek zeminy
 Přetížení povrchu: 2,0 [kg]
 Zhutňovací energie: Proctor standard
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: F6 CI
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: siCI
 Vlhkost před zkouškou: 15,0 [%]
 Objemová hmotnost vlhká před zkouškou: 1,94 [Mg/m³]
 Objemová hmotnost suchá před zkouškou: 1,71 [Mg/m³]
 Poznámky: 2%CaO



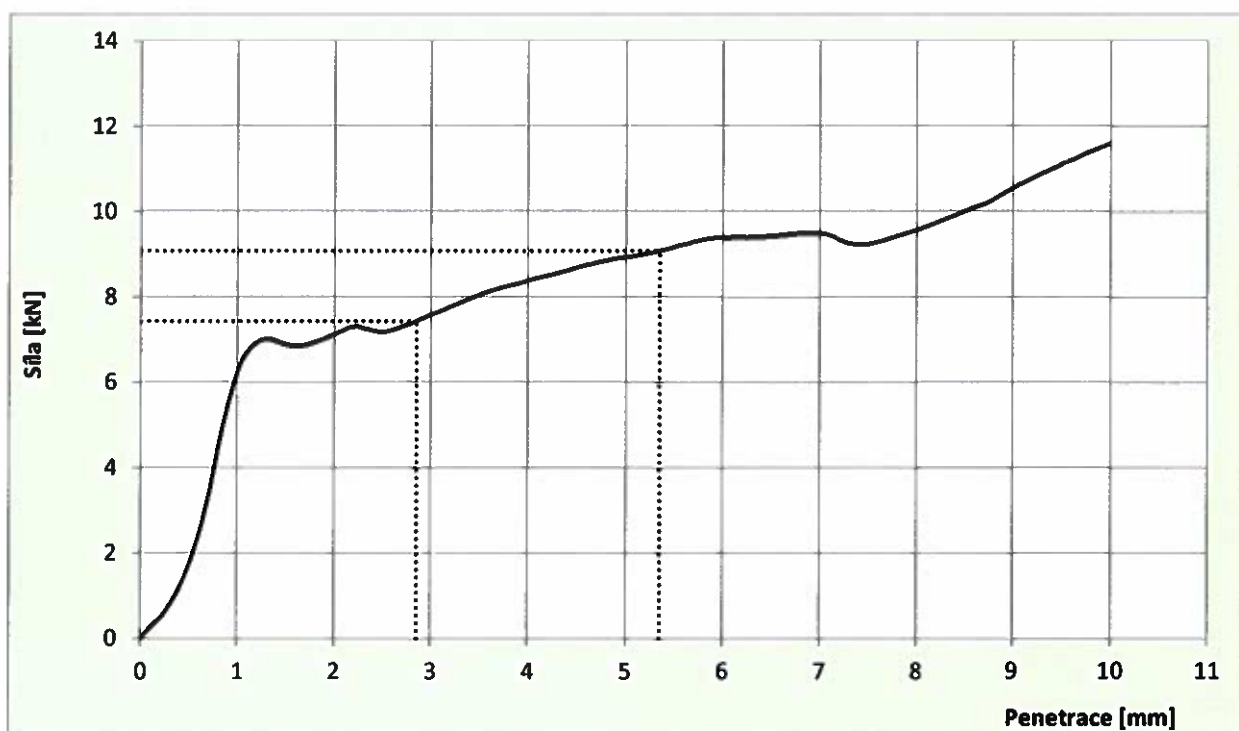
Opravená hloubka penetrace	Síla [kN]	CBR [%]
2,6 mm	7,0	55
5,1 mm	8,7	45

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

č. : 307/24/C

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice:	technologický vzorek zeminy	Okolní teplota:	21 ± 2	[°C]
Přítížení povrchu:	2,0 [kg]	Doba sycení:	96	[hod]
Zhutňovací energie:	Proctor standard	Bobtnání:	-	[%]
Třída zeminy dle ČSN 73 6133:	F6 Cl			
Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2:	siCl			
Vlhkost před zkouškou:	15,0			[%]
Objemová hmotnost vlhká před zkouškou:	1,94			[Mg/m ³]
Objemová hmotnost suchá před zkouškou:	1,71			[Mg/m ³]
Vlhkost po zkoušce:	17,3			[%]
Objemová hmotnost vlhká po sycení:	2,00			[Mg/m ³]
Objemová hmotnost suchá po sycení:	1,71			[Mg/m ³]
Poznámky:	2%CaO			



Hodnoty po saturaci		
Opravená hloubka penetrace	Síla [kN]	CBR [%]
2,8 mm	7,4	55
5,3 mm	9,1	45

KONEC PROTOKOLU

**PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK
OKAMŽITÝ INDEX ÚNOSNOSTI (IBI)**

č.: 307/24/I

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
Číslo zakázky: 5071/24
Objednatel: GEOTest, a.s., Šmahova 112, 627 00 Brno
Odběr vzorků*: objednatel
Datum odběru*: -
Datum převzetí vzorků: 3.9.2024
Zkoušel: Hrozek J.
Datum zpracování zakázky: 3.9.-1.10.2024
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

Stanovení vlhkosti ČSN EN 1097-5

Místo provádění laboratorních činností je totožné s adresou uvedenou v záhlaví.

Nejistota měření:

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. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem ILAC-G17:01. Vliv odběru a nehomogenity vzorku není v nejistotách zohledněn.

Poznámky:

Laboratoř neodpovídá za odběr vzorků a za správnost údajů dodaných zákazníkem (*) vztahujících se ke zkoušenému vzorku. Výsledky zkoušek se vztahují na vzorky v dodaném stavu.

Datum vystavení protokolu: 1.10.2024

Protokol vystavil a schválil:



Ing. Lenka Smetanová
vedoucí laboratoře

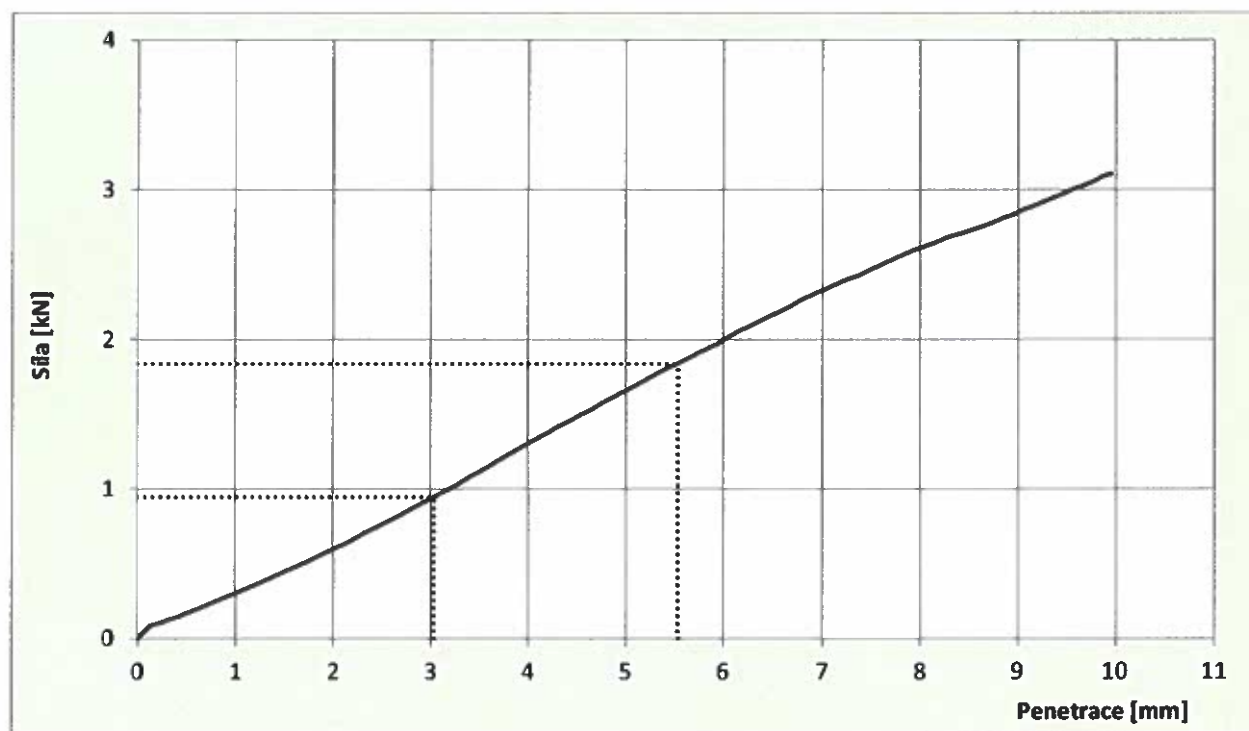
Zkušební laboratoř prohlašuje, že protokol o zkoušce může být reprodukován jako celek, jinak jen s písemným souhlasem laboratoře.

PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK **STANOVENÍ OKAMŽITÉHO INDEXU ÚNOSNOSTI (IBI)**

č. : 307/24/I

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice: technologický vzorek zeminy
 Zhutňovací energie: Proctor standard
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: F6 CI
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: siCI
 Vlhkost před zkouškou: 14,0 [%]
 Objemová hmotnost vlhká před zkouškou: 1,99 [Mg/m³]
 Objemová hmotnost suchá před zkouškou: 1,75 [Mg/m³]
 Poznámky: -



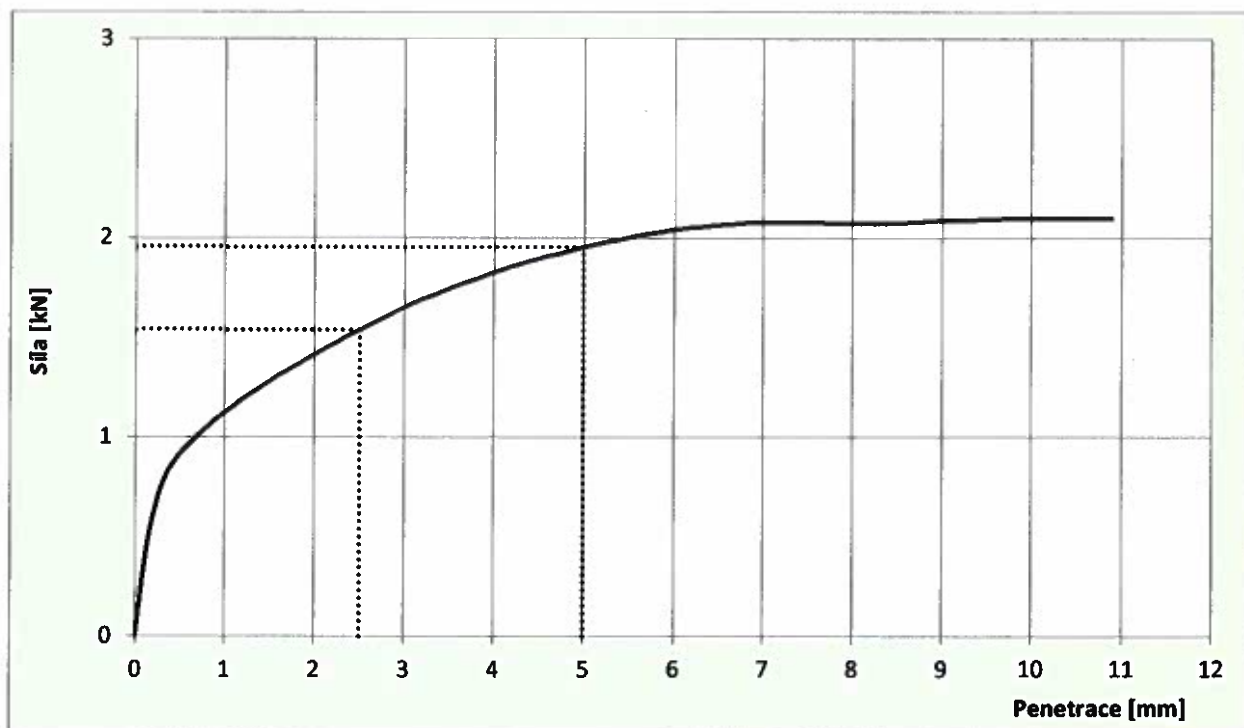
Opravená hloubka penetrace	Síla [kN]	IBI [%]
3,0 mm	0,9	7,0
5,5 mm	1,8	9,0

PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK **STANOVENÍ OKAMŽITÉHO INDEXU ÚNOSNOSTI (IBI)**

č. : 307/24/I

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice: technologický vzorek zeminy
 Zhutňovací energie: Proctor standard
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: F6 CI
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: sÍCI
 Vlhkost před zkouškou: 14,0 [%]
 Objemová hmotnost vlhká před zkouškou: 1,95 [Mg/m³]
 Objemová hmotnost suchá před zkouškou: 1,71 [Mg/m³]
 Poznámky: 2%SM70



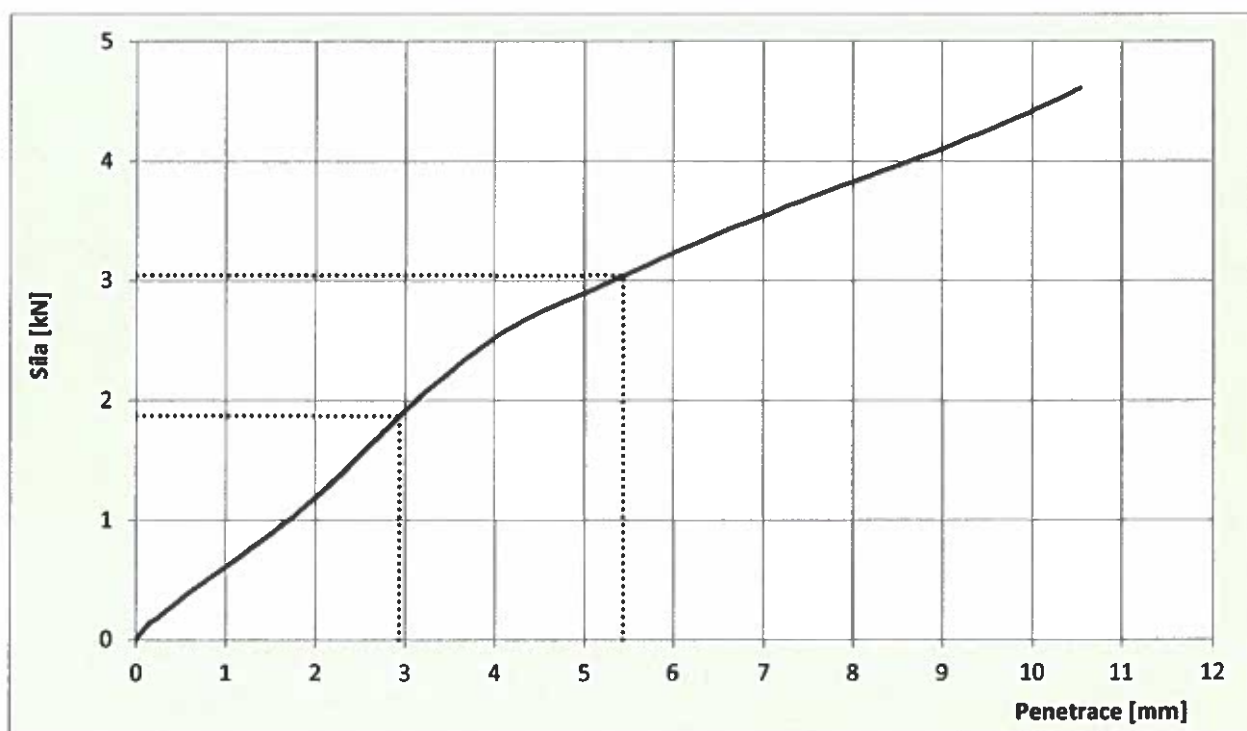
Penetrace	Síla [kN]	IBI [%]
2,5 mm	1,5	12
5,0 mm	2,0	10

PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK **STANOVENÍ OKAMŽITÉHO INDEXU ÚNOSNOSTI (IBI)**

č. : 307/24/I

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice: technologický vzorek zeminy
 Zhutňovací energie: Proctor standard
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: F6 CI
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: siCI
 Vlhkost před zkouškou: 15,0 [%]
 Objemová hmotnost vlhká před zkouškou: 1,94 [Mg/m³]
 Objemová hmotnost suchá před zkouškou: 1,69 [Mg/m³]
 Poznámky: 3%SM70



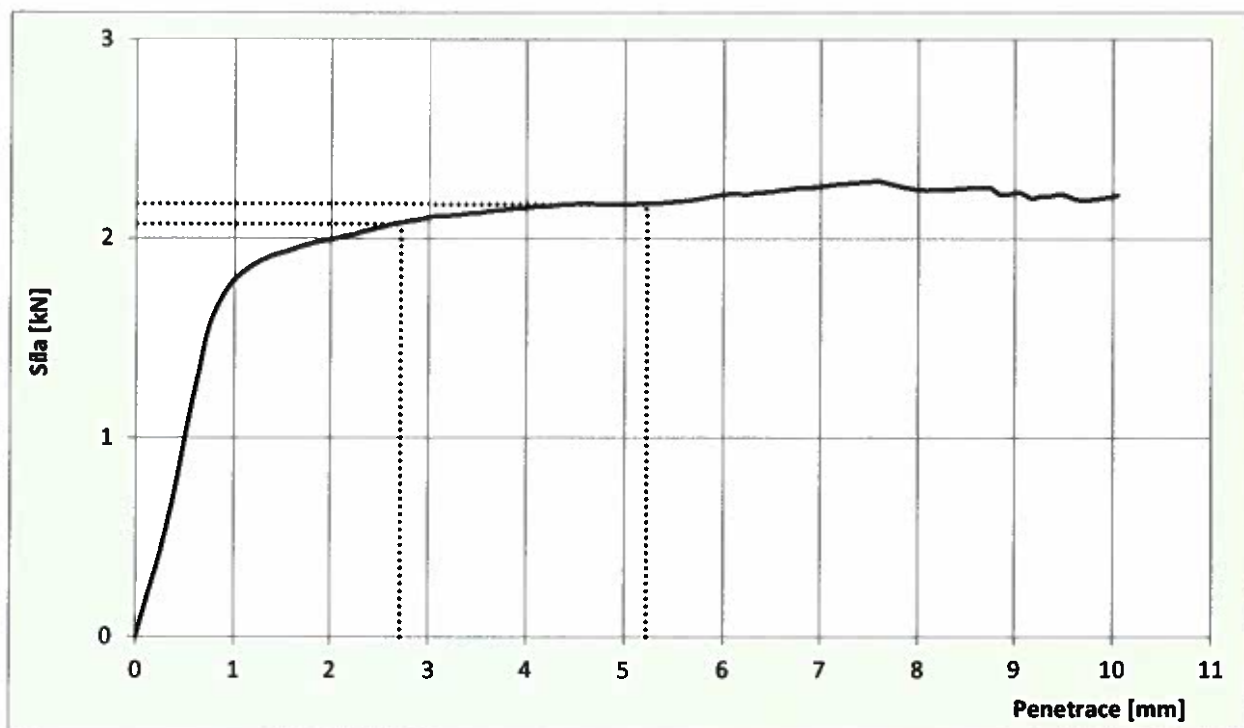
Opravená hloubka penetrace	Síla [kN]	IBI [%]
2,9 mm	1,9	14
5,4 mm	3,0	15

PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK **STANOVENÍ OKAMŽITÉHO INDEXU ÚNOSNOSTI (IBI)**

č. : 307/24/I

Název zakázky: Brno, FN Bohunice, GPK, IG
 Označení sondy: J4
 Hloubka odběru: 1,0-4,0 [m]
 Číslo vzorku: 38329

Matrice: technologický vzorek zeminy
 Zhutňovací energie: Proctor standard
 Třída zeminy dle ČSN 73 6133: F6 Cl
 Třída zeminy dle ČSN EN ISO 14668-2: sICl
 Vlhkost před zkouškou: 15,0 [%]
 Objemová hmotnost vlhká před zkouškou: 1,97 [Mg/m³]
 Objemová hmotnost suchá před zkouškou: 1,71 [Mg/m³]
 Poznámky: 2%CaO



Opravená hloubka penetrace	Síla [kN]	IBI [%]
2,7 mm	2,1	16
5,2 mm	2,2	11

KONEC PROTOKOLU

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 zemin – 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 zkušebního 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 zemin – 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 připraví zkušební vzorek do válce o objemu 1 litr. Do zkušebního vzorku zeminy je přidán dispergační roztok, vzniklá suspenze se promíchá a začíná se odečítat hustota v určených časových intervalech. Odečet probíhá v klimatizované místnosti tak, aby se během zkoušky nezměnila teplota uvnitř válců o více jak 3 °C.

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 zatřídování zemin – Část 2: Zásady pro zatřídování“ a dle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“, přílohy A.

KONZISTENČNÍ MEZE

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

- **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 síti 0,4 mm.
- **Mez plasticity w_P (%)** – je nejnížší 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 $I_C = \frac{w_L - w}{I_P}$.

Tabulka 1. – Rozlišení konzistence zemín

ČSN 73 6133		ČSN EN ISO 14 688-2	
Konzistence	Stupeň konzistence I_C	Konzistence hlín a jílů	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

ZDÁNLIVÁ HUSTOTA PEVNÝCH ČÁSTIC (ρ_s)

- *Zdánlivou hustotu (dříve měrnou hmotnost) určujeme jako poměr hmotnosti pevných částic zeminy (skeletu) k jejich objemu. Zkouška probíhá v souladu s ČSN EN ISO 17892-3 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín – Část 3: Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic“.*

Stanovení je provedeno pomocí 100 ml pyknometru typu „Gay-Lussac“, kalibrovaného při teplotě 20°C. Postup byl zvolen dle metody A, kdy zkušební vzorek je sušen v sušárně a uzavřený vzduch je odstraněn jemným povážením s občasným protřepáním po dobu nejméně 10 minut.

Hustota pevných částic je poté stanovena z rovnice:

$$\rho_s = \frac{m_4}{(m_1 - m_0) - (m_3 - m_2)} \times \rho_w$$

ρ_s	hustota pevných částic
m_0	hmotnost suchého pyknometru
m_1	hmotnost pyknometru zcela naplněného pomocnou kapalinou
m_2	hmotnost pyknometru s vysušeným vzorkem
m_3	hmotnost pyknometru, zcela naplněného saturovaným vzorkem a pomocnou kapalinou
m_4	hmotnost vysušeného zkušební vzorku
ρ_w	hustota odvězdušněné vody

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 (ρ_{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.

ρ_{dmax} maximální objemová hmotnost suché zeminy (kg/m³)

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 (ρ_{dmax}) a hodnota optimální vlhkosti (w_{opt}).

• vlhkost w (%)

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

m_w hmotnost vody odstraněné vysoušením (g)

m_d hmotnost vysušeného zkušebního vzorku (g)

• objemová hmotnost suché zeminy ρ_d (kg/m³)

Pro jednotlivé zhutněné vzorky se vypočítává objemová hmotnost vlhké zeminy ρ dle rovnice:

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

ρ objemová hmotnost zhutněné vlhké směsi (kg/m³)

m_1 hmotnost moždíře a základní desky (g)

m_2 hmotnost moždíře, základní desky a zhutněné směsi (g)

V objem moždíře (cm³)

Pro jednotlivé zhutněné vzorky se vypočítává objemová hmotnost suché zeminy ρ_d dle rovnice:

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

ρ_d objemová hmotnost zhutněné suché směsi (kg/m³)

ρ objemová hmotnost zhutněné vlhké směsi (kg/m³)

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 přítěžovacího prstence (CBR) nebo bez něj (IBI). Stanovení je provedeno dle normy ČSN EN 13286-47 „Nestmelené směsi a směsi smíšené hydraulickými pojivy – Část 47: Zkušební metoda pro stanovení kalifornského poměru únosnosti, okamžitého indexu únosnosti a lineárního bobtnání“.*

Na základě objemových hmotností zjištěných standardní Proctorovou zkouškou jsou únosnosti ověřovány zkouškou IBI a CBR při optimální vlhkosti *w_{opt}*. a následně stanoveny hodnoty po 96 hodinách sycení vzorku vodou (CBR_{sat}).

Účelem zkoušek CBR nebo IBI je stanovení vztahu mezi silou a penetrací (zatlačením) při pronikání válcového pístu standardního průřezu při dané rychlosti do zkušební tělesa, které je uloženo v mozdíku 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. 10.5 – tab. 1.

U křivek síly/penetrace, uvedených v příloze A2 a A3 normy, se použije korekce. Standardní typ křivky (rostoucí konvexní) korekci nevyžaduje.

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)