

trať Poříčany – Nymburk (č. 060)

Nymburk

*„Výstavba PZS na přejezdech P4945 v km 10.216 a P4947 v km 11.714 v trati
Nymburk hl. n. - Poříčany“*

Geotechnický průzkumu pro žel. přejezd P4947 v km 11.714

zpracoval: Ing. Alexandr Kačora, p. Martin Jech



objednatel: PROJEKT SERVIS s.r.o., U Elektry 830/2b, 198 00 Praha 9 - Hloubětín

Praha, duben 2018

OBSAH

1. Úvod	str. 1
2. Metodika průzkumných prací	str. 1
3. Železniční přejezd P4947 v km 11.714	str. 2
4. Mechanicko-fyzikální parametry zastižených geotechnických prostředí	str. 5
5. Návrh ZKPP	str. 7
6. Stanovení koeficientu vsaku nálevovou zkouškou dle ČSN 75 9010	str. 10

Příloha č. 1	Situace průzkumných prací
Příloha č. 2	Dokumentace sondy KS3
Příloha č. 3	Výsledky statické zatěžovací zkoušky
Příloha č. 4	Vyhodnocení vsakovací zkoušky
Příloha č. 5	Fotodokumentace

1. Úvod

Na základě objednávky společnosti Projekt servis spol. s r.o. byl zpracován geotechnický průzkum pro potřeby objednatele (zpracování projektové dokumentace stavby „*Výstavba PZS na přejezdech P4945 v km 10.216 a P4947 v km 11.714 v trati Nymburk hl. n. - Poříčany.*“). Předmětem předkládané závěrečné zprávy je ověření typu a geotechnické kvality základové půdy (pražcového podloží) železničního přejezdu P4947 v km 11.714 na trati Poříčany - Nymburk. Jako podklad byly objednatelem poskytnuty situace s kilometrickou polohou a zákresem požadovaného místa provedení sondáže (formát *.pdf). V případě žel. přejezdu P4947 v km 11.714 tvoří svrchní (přejezdovou) část konstrukce betonové panely a dřevěné pražce, navazující část je tvořena nezpevněným povrchem (hlinitý štěrk). Z toho důvodu nebylo možné provést sondáž v ose koleje (přejezdu). Realizace proběhla za hlavami pražců.

2. Metodika průzkumných prací

Terénní etapě předcházela část v podobě studia dostupných archivních materiálů převážně z databáze ČGS a Geofondu ČR.

Pro návrh ZKPP následovala etapa inženýrské činnosti tj. vyhledání železničního přejezdu, ověření přístupu, dále kontakt se zástupci dopravy (dopravní kancelář žel. stanice Nymburk), získání časového harmonogramu pro provádění prací (práce probíhaly na nevyložené koleji). Pro ověření skladby a kvality pražcového podloží byla provedena kopaná sonda KS3 (ručně) do úrovně zemní pláně. Následně byla realizována statická zatěžovací zkouška ve smyslu Přílohy č. 5 k předpisu S4 SŽDC. Poté byla kopaná sonda prohloubena ručně zaráženou sondou $\phi 6\text{cm}$. Její popis je uveden v rámci Přílohy č. 2 (popis profilu je prováděn od úložné plochy pražců). Umístění sondy bylo závislé na konstrukci přejezdu a možnosti nájezdu protizávaží.

Dále byla provedena ručně vrtaná sonda V3 ($\phi 150\text{mm}$) pro realizaci vsakovací zkoušky dle ČSN 75 9010 jako prostředku pro ověření možnosti likvidace srážkových vod vsakováním do podloží (součást řešení odvodnění železničního spodku). Cílem bylo zhodnocení možnosti likvidace srážkových vod v souladu s ČSN 75 9010 "Vsakovací zařízení srážkových vod", které bude potřeba zasakovat do místního geologického prostředí. Jádrová sonda V3 byla provedena technologií ručního vrtání soupravou McCulloch. Realizaci, dokumentaci a vyhodnocení vsakovacích zkoušek provedl zpracovatel průzkumu. Po ukončení vsakovací zkoušky byla sonda řádně likvidována zpětným záhozem.

3. Železniční přejezd P4947 v km 11.714

Jedná se o úrovnňový železniční přejezd přes účelovou pozemní komunikaci - polní cesta hlavní (cca 1000m jižně od města Nymburk, cca 900m západně letiště Nymburk).



Obr. 1 Pohled na místo provádění sondáže

Geomorfologické poměry - dle regionálního členění ČR náleží zájmové území do provincie Česká vysočina, soustavy (subprovincie) Česká tabule, oblasti (podsoustavy) Středočeská tabule, celku Středolabská tabule, podcelku Nymburská kotlina a okrsku Sadská rovina.

Jedná se o erozně-akumulační rovinu na levém břehu Labe vytvořenou Labem a jeho přítoky. Leží na turonských slínovcích, vápnitých prachovcích a pískovcích jizerského souvrství svrchní křídly. Jsou zde rozsáhlé plošiny nižších středopleistocenních (převážně risských) a mladopleistocenních (würmských) teras, s pokryvy a přesypy vátých písků a široké nivy labských přítoků. Nadmořská výška konstrukce je přibližně 185.8 m n.m.

Podle klimatické klasifikace leží dotčená lokalita v teplé klimatické oblasti T2. Pro zájmové území je charakteristické dlouhé, teplé a suché léto, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem i podzimem a krátká, mírně teplá, suchá až velmi suchá zima s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky.

Nejteplejším měsícem v roce je červenec s průměrnou teplotou 18 až 19°C, naopak nejchladnějším měsícem je leden s průměrnými teplotami -2 až -3°C (Quitt, 1971). Index I_{mn} 400 °C.den.

Vybrané charakteristiky klimatické oblasti T2

Počet letních dní	50 - 60
Počet dní s prům.teplotou 10°C a více	160 - 170
Počet dní s mrazem	100 - 110
Počet ledových dní	30 - 40
Průměrná lednová teplota	-2 - -3
Průměrná červencová teplota	18 - 19
Průměrná dubnová teplota	8 - 9
Průměrná říjnová teplota	7 - 9
Prům.počet dní se srážkami 1 mm a více	90 - 100
Suma srážek ve vegetačním období	350 - 400
Suma srážek v zimním období	200 - 300
Počet dní se sněhovou pokrývkou	40 - 50
Počet zatažených dní	120 - 140
Počet jasných dní	40 - 50

Geologické poměry – z regionálně-geologického hlediska lze posuzované území zařadit do soustavy Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, oblasti křída, regionu česká křídová pánev, jednotky lužický vývoj.

Skalní podklad je dle archivních údajů Geofondu ČR tvořen sedimentárními horninami křídového stáří, zastoupenými především slínovci s polohami či konkrécemi vápenců, rytmy či cykly slínovec - vápenec (jílovito vápnité prachovce -lužický vývoj) jizerského souvrství.

Povrch skalního podkladu se dle archivních údajů nachází cca 0,5-1,5m pod povrchem stávajícího terénu. V místě provádění prací je překryt vrstvou kvartérního pokryvu v přirozeném uložení – písčité jíl a vrstvou navážek, v jejichž charakteru převažuje písčité hlína.

Kvartérní pokryv je zde obecně zastoupen eolickými sedimenty charakteru navátých písků, který je v místě přejezdu překryt vrstvou navážek (písčité hlína s obsahem drážního šterku – násypové těleso nezpevněné pozemní komunikace).

Obecné hydrogeologické poměry zájmové oblasti závisí zejména na litologickém charakteru pevného prostředí, tj. především na jeho propustnosti, dále na morfologii terénu, potenciálních zdrojích podzemní vody a na antropogenních vlivech urbanizované oblasti.

V zájmovém území dominuje hydrogeologický kolektor vázaný puklino-průlinový kolektor pískovců s polohami slepenců korycanských vrstev, které tvoří přímé podloží regionálního izolátoru – písčitých slínovců jizerského souvrství). Tento typ kolektoru se vyznačuje nízkou propustností.

Hladina podzemní vody nebyla nově realizovanými pracemi zastižena (do hl. 1,5m pod povrchem okolního terénu). Pohyb proudění podzemní vody hlubšího podpovrchového kolektoru je v zájmovém území shodný se směrem toku místních občasných vodotečí příp. Kopanického potoka, tj. odehrává se severozápadním směrem k toku řeky Labe. Podzemní voda proudí kolektorovými vrstvami ve větší hloubce a neovlivňuje poměry a kvalitu základové půdy v úrovni zemní pláně drážního tělesa. I při sezónním kolísání hladiny podzemní vody nebude tato negativně ovlivňovat poměry pražcového podloží.



Obr. 2 Výřez letecké a geologické mapy 1:50 000 – list 13-14 Nymburk (zdroj GEOFOND ČR)

4. Mechanicko-fyzikální parametry zastižených geotechnických prostředí

Níže v tabulce jsou popsány mechanicko-fyzikální parametry zeminy zemní pláně zastižené v místě železničního přejezdu. Zatřídění bylo provedeno na základě makroskopického popisu ve smyslu ČSN 73 6133 Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací (klasifikace odpovídá dnes již neplatné, ale osvědčené normě ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy). Současně proběhla klasifikace ve smyslu ČSN EN ISO 14688-1 a ČSN EN ISO 14688-2.

Mechanickofyzikální vlastnosti exponovaných zemin jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tab. č. 1

geneze (stratigrafie)	eolický sediment (kvartér)
petrografické složení	jemnozrnný navátý písek s příměsí
geotyp	geotyp 1
ČSN 731001 „Základová půda pod plošnými základy“ – třída/symbol	S2/SP
ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	Sa
konzistence, ulehlost	středně ulehlý
tabulková výpočtová únosnost (orientační hodnoty) R_{dt} /kPa/	155*
objemová tíha v přirozeném uložení /kN/m ³ /	18,5
modul deformace E_{def} /MPa/	16
Poissonova konstanta ν	0,28
soudržnost efektivní c_{ef} /kPa/ soudržnost zdánlivá c' /kPa/	0 -
úhel vnitřního tření efektivní j_{ef} /°/ úhel pevnosti j' /°/	32 -

* platí pro šířku základu 0,5m při hloubce založení 1.0m

Součástí geotechnického hodnocení je posouzení těžitelnosti zeminy v základové spáře včetně její vhodnosti do násypů a zásypů. Klasifikace tříd těžitelnosti vychází z obecných kritérií dnes již neplatné ČSN 73 3050 „Zemní práce“, kterou uvádíme pro přehlednost a úplnost. Současně je exponovaná zemina klasifikována do třídy těžitelnosti dle aktuálně platného normativu ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“. Vhodnost materiálu do násypů a zásypů je posuzována na základě pravidel citovaných v ČSN 73 6133.

Klasifikace těžitelnosti, vhodnosti do násypu a zásypu je uvedena níže v tabulce č. 2.

Tab. č. 2

geneze (stratigrafie)	eolický sediment (kvartér)
petrografické složení	jemnozrnný navátý písek s příměsí
geotyp	geotyp 1
ČSN 73 3050 „Zemní práce“ třída těžitelnosti	1-2
ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	I.
ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	podmínečně vhodná
vhodnost do násypu	
ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	podmínečně vhodná
vhodnost pro podloží (aktivní zónu)	
ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa a pozemních komunikací“	nenamrzavá
namrzavost	
vodní režim	příznivý

Dále byla ve dně kopané části sondy provedena statická zatěžovací zkouška za účelem ověření (stanovení) statického modulu přetvárnosti zemní pláně E_{or} . Výsledky jsou níže v textu, záznam z provedené zkoušky tvoří vázanou přílohu této zprávy (Příloha č. 3).

Posouzení únosnosti (níže v tabulce č. 3).

Tab. č. 3

sonda	modul přetvárnosti $E_{def,2} = E_0$ /MPa/	redukovaný modul přetvárnosti zeminy zemní pláně E_{or} /MPa/
KS 3	25,4	25,4 (opravný součinitel „z“ ve smyslu tab. 3 Přílohy 6 k SŽDC S4) není uvažován

5. Návrh ZKPP

V rámci návrhu pražcového podloží je nutné zdůraznit, že se jedná o úrovňový jednokolejný přejezd s vnitřní přejezdovou konstrukcí z betonových panelů a dřevěných pražců. Navazující části tvoří nezpevněný povrch místní komunikace vedené v mírném násypu. Přejezd je situovaný v úrovni terénu, jehož charakter je v daném místě rovinný. Průzkumnými pracemi bylo zastiženo znečištěné štěrkové lože bez štěrkodrti fr. 0/32.

Trať Poříčany – Nymburk (č. 060), v jízdním řádu pro cestující označená číslem 060 - náleží do kategorie hlavních tratí celostátních ostatních pro rychlost menší než 120km/hod. Předpis SŽDC S4 (Příloha 6, Tab. 1) stanovuje pro hlavní traťové koleje na tratích celostátních ostatních pro rychlost menší než 120km/hod minimální hodnotu modulu přetvárnosti na zemní pláni $E_0 = 20\text{MPa}$ (při I_D min. 80 a PS 100%) a na pláni tělesa železničního spodku min. hodnotu $E_{pl} = 40\text{MPa}$.

Pro konstrukci ZKPP je v souladu s Přílohou č. 24 k SŽDC S4 požadovaná délka přechodové oblasti v délce 10,0m + přechodový klín 5,0m ukončený ve sklonu 1:1. Minimální hodnota modulu přetvárnosti na pláni tělesa žel. spodku v prostoru ZKPP činí $E_{pl} = 60\text{MPa}$ při $E_{pl} = 40\text{MPa}$ navazující tratě.

Naměřená hodnota modulu přetvárnosti $E_0 =$ činí 25,4MPa. Opravný součinitel „z“ není ve smyslu Přílohy č.6 předpisu SŽDC S4 uvažován. Redukovaný modul přetvárnosti tedy odpovídá $E_{or} = E_0 = 25,4\text{MPa}$. Tato hodnota redukovaného modulu přetvárnosti nesplňuje požadavek na minimální hodnotu modulu přetvárnosti na pláni tělesa železničního spodku (vyhovuje pouze požadavku na minimální hodnotu modulu přetvárnosti zemní pláně. Z toho důvodu je ZKPP navržena ve variantě ZKPP typ 4 (ve smyslu SŽDC Ž.4.2) s přechodem na KPP typ 1.

Skladba ZKPP je stanovena:

- kolejové lože

- podkladní vrstva štěrkodrt' fr 0/32 tř. A, tl. 0.5m ($ID = 0.80$, $E_{sd} = 60\text{MPa}$) tl. 0.20cm

- štěrkodrt' stabilizovaná cementem (KSC I.) tl. 0.30cm

- zemní pláň

Pro splnění požadavku předpisu SŽDC S4 a vzorových listů žel. spodku (Ž 4.2) bude nutný zásah do stávající úrovně zemní pláně. V rámci navrhovaného řešení bude nutné provést odkop na požadovanou úroveň zemní pláně tj. snížit její niveletu tak, aby bylo možné v rámci rekonstrukce provést štěrkové lože v požadované tloušťce včetně podkladních vrstev v min. požadovaných tloušťkách. Směrem do podloží lze očekávat nárůst modulu přetvárnosti. Při sondáži nebyla ověřena min. požadovaná tl. štěrkového lože 0,30m (skutečnost 0,25m). Očekávaná hodnota E_{pl} konstrukční vrstvy ze štěrkodrti na vrstvě štěrkodrti stabilizované cementem (KSC I.) činí min. 70-80MPa.

Tato hodnota vyhovuje požadavku na hodnotu modulu přetvárnosti E_{pl} min. 60MPa pro daný druh ZKPP.

Zajištění dostatečné únosnosti vyžaduje do budoucna i nutné provedení dostatečného odvodnění v podobě příčného spádu zemní pláně, doplněné o odvodňovací zařízení (pravděpodobně trativod příp. vsakovací objekt). Pro tento účel lze využít otevřený příkop pravděpodobně občasné vodoteče (levostranný přítok Kopaninského potoka).



Obr. 3 Pohled na propustek pod žel. tratí

Posouzení ochrany zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu

Zemina (jemnozrnný křemenný písek) není namrzavá. S hledem na možnost proměnlivého obsahu jemnozrnné frakce v okolí je v rámci posouzení ochrany zemní pláně před mrazovými účinky uvažováno s její mírnou namrzavostí.

Nutná ochrana zemní páně před nepříznivými účinky mrazu se vyjadřuje tloušťkou ochranné štěrkopískové vrstvy. Pro zajištění ochrany zemní páně před nepříznivými účinky mrazu platí:

$$h_{pr} \leq h_k + h_{sp} + h_{zdov}$$

Index mrazu (dle předpisu SŽDC S4 – Železniční spodek, Příloha 7, obr.1 $I_{mn} = 400^\circ\text{C}.\text{den}$).

Hloubka promrzání $h_{pr} = 0,045 \cdot \sqrt{I_{mn}} = 0,045 \cdot \sqrt{400} = 0,90\text{m}$.

h_{pr} hloubka promrzání (0,90m)

h_k tloušťka kolejového lože od úložné plochy betonových pražců $h_k = 0,55\text{m}$

h_{sp} tloušťka podkladních vrstev KSC. I (0,30m) + štěrkopísek 0/32 (0,20m) = 0,50m

h_{zdov} dovolené tloušťky promrznutí zemin v m (tabulka 2 Přílohy 7 předpisu SŽDC S4) = 0,60m

$$0,90 \leq 0,55 + (0,3 + 0,2) + 0,60 \leq 1,65 \text{ (splněno)}$$

V našem případě bude podkladní vrstva ze štěrkopísku nahrazena vrstvou štěrkodrtě SD 0/32. Je tedy nutné zajistit, aby tloušťka navrhované vrstvy měla stejný tepelný odpor jako tloušťka štěrkopískové vrstvy. Tloušťka navrhované vrstvy je určena vztahem:

$$h_n = \frac{h_{sp}}{\lambda_{sp}} \times \lambda_n = \frac{0,2}{2,3} \times 2,0 = 0,17m$$

Z výše uvedeného vyplývá, že při tloušťce podkladní vrstvy z SD 0/32 = 0,20m a KSC I. = 0,30m, situované na upravené a přehutněné zemní pláni, vyhovuje konstrukce tělesa žel. spodku z hlediska nutné ochrany zemní páně před nepříznivými účinky mrazu. V souladu s předpisem SŽDC S4, vzorovými listy žel. spodku však musí být zachována minimální požadovaná tloušťka podkladní vrstvy v ZKPP SD 0/32 v kombinaci s vrstvou KSC I. (0,30m), a to celkem 0,20m.

6. Stanovení koeficientu vsaku nálevovou zkouškou dle ČSN 75 9010

Vsakovací zkouška byla provedena v nevystrojeném vrtu (sonda V3) v podobě jednorázového nálevu formou tzv. zkoušky s proměnnou hladinou vody s následujícím měřením závislosti poklesu hladiny vody v čase (dle ČSN 75 9010). Výsledkem vsakovací zkoušky je stanovení koeficientu vsaku k_v ($m \cdot s^{-1}$), který byl spočten podle rovnice $k_v = Q_{zk} / A_{zk}$, kde Q_{zk} je přítok vody do průzkumného objektu během zkoušky v $m^3 \cdot s^{-1}$ a A_{zk} je zkušební vsakovací plocha během zkoušky v m^2 - podrobněji viz kapitola 4.10.7.1 citované normy. Vyhodnocení jsme provedli rovněž podle empirických vzorců metodou podle Maaga a V.Hálka (podrobněji viz např. Podzemní hydraulika, Grmela, A.) – viz příloha č. 4.

Takto byly vsakovací zkouškou realizovanou v sondě V3 ověřeny infiltrační parametry nesaturované zóny (do hl. 1.5m). Situace sondy V3 je znázorněna v příloze č. 1.

Na základě vyhodnocení vsakovací zkoušky realizované v sondě V3 byla v nesaturované zóně stanovena následující hodnota koeficientu vsaku:

- pro vsakování odehrávající se ve vrstvě vápnatého písčitého jílu byl určen koeficient vsaku v intervalu $k_v = 9,92 \cdot 10^{-7}$ až $4,71 \cdot 10^{-6} m \cdot s^{-1}$. Přijatá hodnota koeficientu vsaku činí $2,53 \cdot 10^{-6} m \cdot s^{-1}$. To znamená, že vsakovací plochou $1m^2$ se za dobu 24hod vsákne 218,6 l (bez uvažování součinitele bezpečnosti vsaku f). Dané prostředí lze považovat za málo propustné. Grafický záznam zkoušky a vyhodnocení tvoří přílohu č. 4.

V následující tabulce uvádíme vypočítané hodnoty infiltračních parametrů charakteristického geologického prostředí.

Označení sondy	Popis geologického prostředí - hydrogeologické poměry		Koeficient vsaku k_v ($m.s^{-1}$)			
			ČSN 75 9010	E. Maag (1944)	V. Hálek	přijatá hodnota
V3	jemnozrnný písek	nesaturovaná zóna	$1,31 \cdot 10^{-5}$	$4,59 \cdot 10^{-5}$	$2,11 \cdot 10^{-5}$	$2,67 \cdot 10^{-5}$

V Praze, dne 7.5.2018

zpracoval: Ing. Alexandr Kačora

Ing. Alexandr Kačora
Pod Nouzovem 970/7
197 00, Praha 9 - Kbely



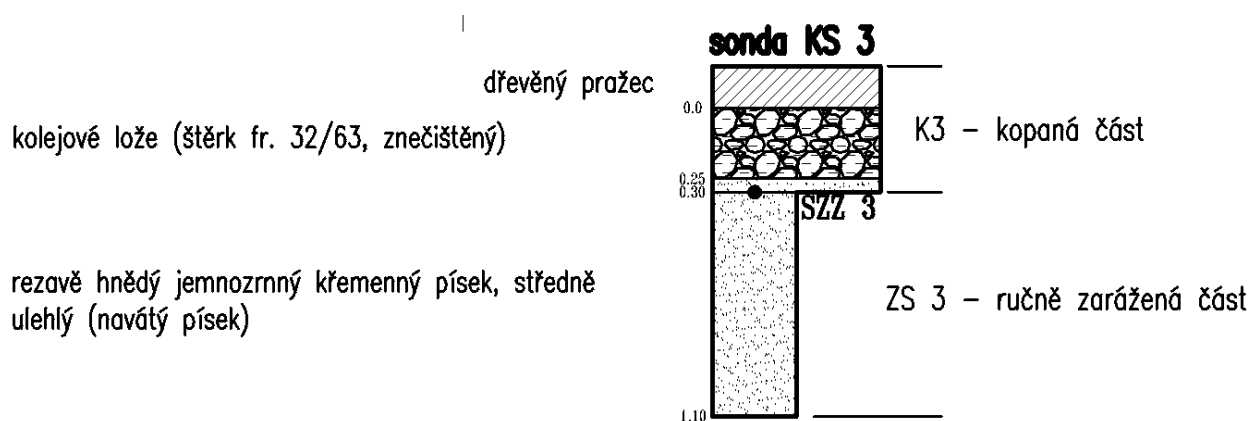
schválil: Martin Jech




Příloha č.1 Situace průzkumných prací



Příloha č.2 Dokumentace sondy KS3



realizace statické zatěžovací zkoušky SZZ 3

modul přetvárnosti $E_{\text{def},2} = E_0 = 25,4\text{MPa}$

opravný součinitel $z = -$ (ve smyslu předpisu SŽDC S4)

redukovaný modul přetvárnosti zeminy zemní pláně $E_{\text{or}} = E_0 = 25,4\text{MPa}$

HPV nezastižena

vodní režim: příznivý

Příloha č.3 Výsledky statických zatěžovacích zkoušek

STATICKÁ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKA

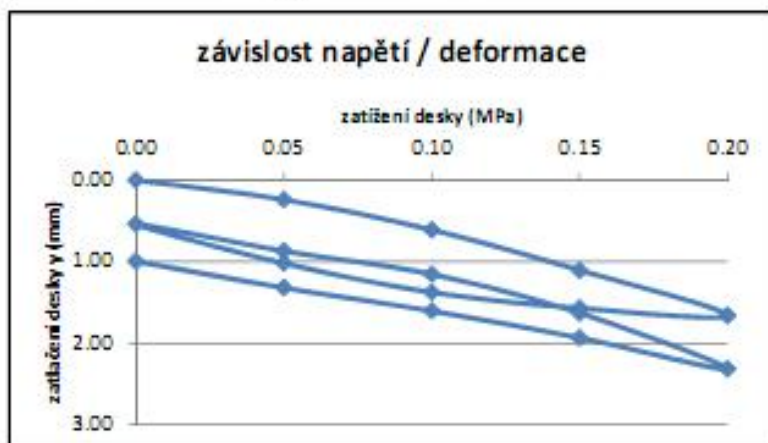
podle ČSN 72 1006, příloha B

kruhová deska průměru 30cm (dle DIN 18 134)

úkol:	Nymburk - Poříčany	číslo zkoušky:	SZZ 3
datum:	16.4.2018	zkouška provedena na:	zemní pláni
charakteristika podloží:	jemnozrnný písek		
počasí:	oblačno 15° C	km poloha:	11.714

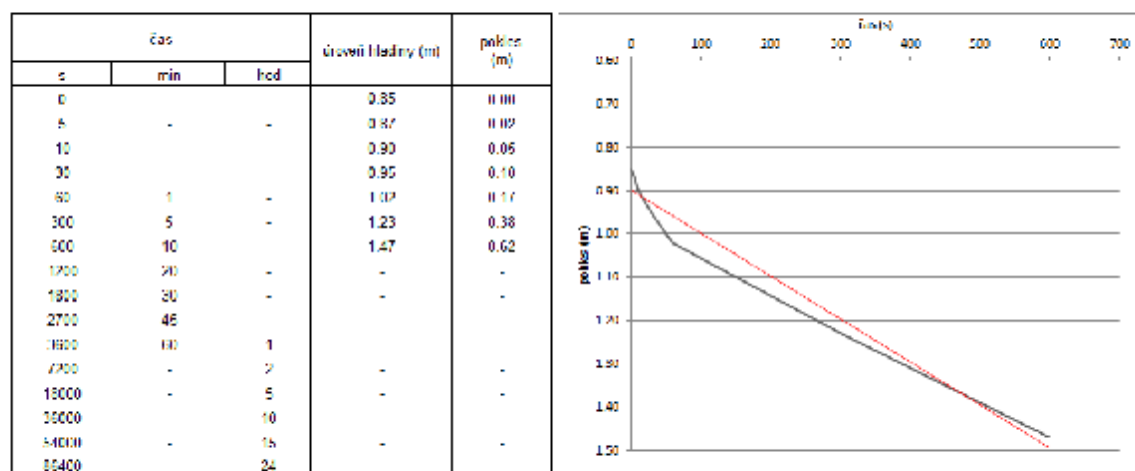
zatížení desky (MPa)	celková deformace y (mm)	převodní koeficient	zatlačení desky "y" (mm)	rozdíl Δy (mm)
0.00	0.00	2	0.00	0.00
0.05	0.48	2	0.24	0.24
0.10	1.22	2	0.61	0.61
0.15	2.21	2	1.11	1.11
0.20	3.32	2	1.66	1.66
0.15	3.14	2	1.57	1.57
0.10	2.75	2	1.38	1.38
0.05	2.04	2	1.02	1.02
0.00	1.08	2	0.54	0.54
0.05	1.74	2	0.87	0.87
0.10	2.31	2	1.16	1.16
0.15	3.26	2	1.63	1.63
0.20	4.63	2	2.32	2.32
0.15	3.87	2	1.94	1.94
0.10	3.21	2	1.61	1.61
0.05	2.64	2	1.32	1.32
0.00	1.99	2	1.00	1.00

Δ y =	0.00178 (m)	$E_0 = 1.5 \cdot \Delta p \cdot r / \Delta y$	■	25.4 MPa
Δ p =	0.200 (MPa)	z = -	opravný součinitel (předpis SŽDC 54, tab.3 Přílohy č.6)	
r =	0.15 (m)	$E_{0r} = E_0$	■	25.4 MPa



Příloha č.4 Vyhodnocení vsakovací zkoušky

Akce:	Nymburk - Poříčany (žel. přejezd P4946)
Sonda č.:	V3
Datum provedení:	16.4.2018
Zkoušku provedl:	Ing. A. Kaňák, p. M. Jech



hloubka sondy $l = 1,5 \text{ m}$
 počáteční úroveň hladiny $h_0 = 0,85 \text{ m}$
 zkušební vsakovací plocha $A_{vk} = 0,310 \text{ m}^2$
 objem infiltrované vody $Q_{ik} = 0,00000406 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
 koeficient vsaku $k_v = 0,0000181 \text{ m.s}^{-1}$

Příloha č.5 Fotodokumentace

železniční přejezd P4947



Detail výnosu zarážené sondy (zeminy zemní pláně)