

ČÁST E.1.10

VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	-	-
02	-	-
03	-	-

Objednatel:



Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
Dlážděná 1003/7
110 00 Praha 1

Generální projektant:



SUDOP PRAHA a.s.
Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
tel.: +420 267 094 111
fax: +420 224 230 316
e-mail: praha@sudop.cz

Hlavní inženýr projektu:

ING. ZBYNĚK MUSIL

Garant profese:

JAKUB KOHÚT, DIS.

Zpracovatel části:



IKP Consulting Engineers, s.r.o.
Jankovcova 1037/49, 170 00 Praha 7
telefon: +420 255 733 111
fax: +420 255 733 605
e-mail: info@ikpce.com

Vedoucí střediska:

ING. MARKÉTA HAMPLOVÁ

Odpovědný projektant SO, IO, PS:

JAKUB KOHÚT, DIS.
ING. JANA DANKO

Vypracoval:

JAKUB KOHÚT, DIS.
ING. JANA DANKO

Kontroloval:

ING. JOSEF BEDNÁŘ

Název akce:

**OPTIMALIZACE TRATI
Černošice (včetně) - Beroun (mimo)**

Číslo smlouvy:

12-060.202

Projektový stupeň:

NÁVRH TECH.ŘEŠ.PD

Část:

PROTIHLUKOVÉ OBJEKTY
Technická zpráva

Datum:

03/2013

Číslo části:

E.1.10

Technická zpráva

Protihlukové stěny (PHS)

a

individuální protihlukové objekty (IPO)

OBSAH:

1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	3
2	ROZSAH ŘEŠENÍ.....	3
3	PODKLADY	4
4	SOUČASNÝ STAV – PRITIHLUKOVÉ STĚNY	4
5	POPIS A ZDŮVODNĚNÍ ŘEŠENÍ – PRITIHLUKOVÉ STĚNY	4
5.1	SO 04-45-51 Černošice - Dobřichovice, protihlukové stěny.....	5
5.2	SO 08-45-01 Řevnice - Zadní Třebaň, protihlukové stěny	5
6	ORGANIZACE VÝSTAVBY – PROTIHLUKOVÉ STĚNY	5
7	POPIS A ZDŮVODNĚNÍ ŘEŠENÍ – INDIVIDUÁLNÍ PROTIHLUKOVÁ OPATŘENÍ (IPO)	6
7.1	SO 04-45-52 Černošice - Dobřichovice, IPO	6
7.2	SO 05-45-02 žst. Dobřichovice, IPO	6
7.3	SO 07-45-02 žst. Řevnice, IPO	6
7.4	SO 09-45-02 žst. Zadní Třebaň, IPO.....	6
7.5	SO 11-45-02 žst. Karlštejn, IPO	6
8	VÝJIMKY	7
9	PŘÍLOHY	7

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název stavby:	Optimalizace trati Černošice (včetně) - Beroun (mimo)
Stupeň dokumentace:	Přípravná dokumentace (PD)
Objednatel:	Správa železniční dopravní cesty, s.o. Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1, Nové město IČ: 70994234, DIČ: CZ70994234
Generální projektant:	SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 1a, 130 80 Praha 3
Zhotovitel části:	IKP Consulting Engineers, s.r.o. Jankovcova 1037/49, 170 00 Praha 7 IČ: 45799016, DIČ: CZ45799016
Hlavní inženýr projektu:	Ing. Zbyněk Musil
Část dokumentace:	E.1.10
Odpovědný projektant části:	Jakub Kohút, DiS.
Zpracovatelé části:	Jakub Kohút, DiS., Ing. Jana Danko, Ing. Vladimír Prajzler

2 ROZSAH ŘEŠENÍ

Protihluková opatření (protihluková stěna a individuální protihluková opatření) jsou zpracována v rozsahu předepsaném Hlukovou studií (část B.3).

V rámci protihlukových stěn jsou navrženy 2 protihlukové stěny situované podél trati:

- **SO 04-45-51 Černošice - Dobřichovice, protihlukové stěny** v km 17,404 (st. km 17,450) – km 17,554 (st. km 17,600) vpravo
- **SO 08-45-01 Řevnice - Zadní Třebáň, protihlukové stěny** v km 25,426 (st. km 25,470) – km 25,669 (st. km 25,713) vlevo.

V rámci individuálních protihlukových opatření je předběžně navrženo celkem 5 objektů, kde se budou měnit výplně stávajících oken. Převážně se jedná o výpravní budovy v obvodu zastávek a železničních stanic na trati a 2 soukromé objekty. Konkrétně:

- zast. Černošice – Mokropsy (**SO 04-45-52 Černošice - Dobřichovice, IPO**)
- ŽST Dobřichovice (**SO 05-45-02 žst. Dobřichovice, IPO**)
- ŽST Řevnice (**SO 07-45-02 žst. Řevnice, IPO**)
- ŽST Zadní Třebáň (**SO 09-45-02 žst. Zadní Třebáň, IPO**)
- ŽST Karlštejn (**SO 11-45-02 žst. Karlštejn, IPO**)

Veškerá polohová orientace se váže na nové stavební staničení vedené osou koleje č.1, vlevo a vpravo se rozlišuje při pohledu ve směru staničení.

Koordinační situace stavby jsou obsaženy v části C.2 a zápisy z profesních porad jsou obsaženy v části H.3.

3 PODKLADY

Základním podkladem pro zpracování části projektu týkající se ochrany před hlukem je Hluková studie (část B.3) s přehledovým posouzením výhledové akustické situace skládající se z technické zprávy a z map s vyznačením úrovní hluku v jednotlivých lokalitách bez opatření a následně s opatřeními proti hluku, tak jak jsou uvažována. Z toho podkladu pak vyplývá poloha, výška, typ protihlukových stěn a stavební pozemní objekty, ve kterých budou vyměněna nevhodné výplně oken.

Další podklady:

- ČSN 73 63 01 Projektování železničních drah
- ČSN 73 00 35 Zatížení stavebních konstrukcí
- ČSN 73 10 01 Základová půda pod plošnými základy
- ČSN 73 10 02 Pilotové základy
- Metodický pokyn ČD pro protihlukové stěny a valy
- Vzorové listy železničního spodku
- Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah
- OTP – Protihlukové stěny
- Katalogy výrobců
- Místní šetření a rekognoskace terénu
- Fotodokumentace
- Mapové podklady a údaje o vlastnictví nemovitostí z Katastrálních úřadů v rozsahu stavby
- Mapové podklady, M 1:10 000, 1:50 000
- Jednotné železniční mapy JŽM, M 1:1 000
- Průzkum inženýrských sítí
- Geotechnický a stavebnětechnický průzkum – GeoTec – GS, a.s. Praha, zpracovaný v dubnu 2004
- Posouzení geotechnického a stavebnětechnického průzkumu – Stavební geologie Geotechnika, a.s., z května 2004
- Korozní průzkum – První korozní, spol. s r.o. Praha, zpracovaný v červnu 2004
- Zadávací dokumentace pro zadání veřejné zakázky na zhotovení investičního záměru a přípravné dokumentace stavby „Praha Smíchov - Beroun, 1. fáze, 3. stavba (Karlštejn - Beroun)“ 9/2011

4 SOUČASNÝ STAV – PRITIHLUKOVÉ STĚNY

V současnosti protihlukové stěny podél žel. trati neexistují. Jak vyplývá z Hlukové studie (část B. 3), bez provedení navrhovaných protihlukových opatření by byla situace z hlediska zatížení hlukem nevyhovující.

5 POPIS A ZDŮVODNĚNÍ ŘEŠENÍ – PRITIHLUKOVÉ STĚNY

Jako opatření zabraňující šíření hluku a snížení jeho úrovně jsou na trati navrhovány protihlukové stěny skládající se ze svislých prvků – sloupy, které jsou vyráběny v délkách od 1,5 do 6,5 m s dělením po 50 mm a mající příčný průřez ve tvaru písmene H. Mezi jednotlivé sloupy jsou později osazovány vodorovné prvky – železobetonové soklové panely a vlastní protihlukové oboustranně pohltivé panely.

Založení protihlukové stěny bude do vrtaných pilot průměru 630 mm. Osová vzdálenost pilot bude 4,1 m. Délka a tvar vyztužení pilot bude stanovena na základě statického výpočtu založení protihlukové stěny a geologických podmínkách (viz příloha TZ č. 7 a 8).

Základní osová vzdálenost protihlukových stěn ve vztahu k ose přilehlých kolejí je 3,5 m. U SO 08-45-01 je z důvodu změny terénu (přechod z náspu do zářezu) v km 25,624 konec (dl. 41,0 m) protihlukové stěny odsazen do vzdálenosti 4,45 m od osy přilehlé koleje. Skladba a osová vzdálenost protihlukových stěn je zřejmá z přílohy č. 03 a 04 (Vzorové řezy).

U trakčních stožárů jsou navrženy výklenky. Osová vzdálenost protihlukových stěn a trakčních stožárů se liší dle typu trakčního stožáru v rozmezích od 1,0 m do 1,5 m. Také stavební výška protihlukové stěny se mění dle osově vzdálenosti v závislosti na terénu, tak aby byla dodržena předepsaná výška 2,0 m nad přilehlou TK.

Únikové východy nejsou vzhledem k délce jednotlivých protihlukových stěn navrhovány. Únikové cesty vedou na začátcích/koncích protihlukových stěn a jsou vyvedeny na přilehlé pozemní komunikace. V intervalu po 50 m jsou v protihlukových stěnách navrženy prostupné panely umožňující prostup protihlukovou stěnou do 2 minut za použití běžných technických prostředků používaných jednotkami požární ochrany (např. dřevěná konstrukce opláštěná štěpkocementovými deskami). Panely prostupné pro zásah složek IZS budou pro toto použití odsouhlaseny GŘ SŽDC (na základě vyjádření HZS) a barevně označeny. Součástí protihlukových stěn bude i značení směrů k nejbližšímu konci protihlukové stěny (v souladu s NV č. 11/2002 Sb.).

Protihluková stěna musí být v době realizace stavby vyrobena jako konstrukce schválena SŽDC a musí mít vydáno „Osvědčení SŽDC...“.

Protihluková stěna musí být v souladu s kapitolou č. 16 Technických kvalitativních podmínek staveb státních drah (TKP) a ostatními souvisejícími kapitolami.

Materiál oboustranně pohltivých protihlukových panelů není stanoven, ale je požadována zvuková pohltivost 7 – 8 dB (kategorie A2-A3 dle ČSN EN 1793-1).

5.1 SO 04-45-51 Černošice - Dobřichovice, protihlukové stěny

Protihluková stěna začíná v km 17,404 (st. km 17,450) – km 17,554 (st. km 17,600) a je umístěn vpravo 3,5 m od osy přilehlé koleje. Délka protihlukové stěny je 150,0 m.

Základní výška protihlukové stěny je navržena 2,0 m nad TK. Celková stavební výška protihlukové stěny je 3,1 m až 3,7 m (dle velikosti výklenků trakčních stožárů). Základní skladba protihlukové stěny je 2 x 1,2 m vysoký oboustranně pohltivý panel a soklový odrazivý železobetonový panel výšky 0,7 m, popřípadě vyšší (dle velikosti výklenků u trakčních stožárů). Délka sloupů a pilot je závislá na stavební výšce protihlukové stěny.

5.2 SO 08-45-01 Řevnice - Zadní Třebaň, protihlukové stěny

Protihluková stěna začíná v km 25,426 (st. km 25,470) – km 25,669 (st. km 25,713) a je umístěn vlevo 3,5 m od osy přilehlé koleje. Konec protihlukové stěny (km 25,624 – km 25,669) je z důvodu změny terénu vzdálena protihlukové stěny 4,45 m od osy přilehlé koleje. Délka protihlukové stěny je 243,0 m a výška 2,0 m nad přilehlou TK.

Základní výška protihlukové stěny je navržena 2,0 m nad TK. Celková stavební výška protihlukové stěny je 3,0 m až 3,6 m (dle velikosti výklenků trakčních stožárů). Základní skladba protihlukové stěny je 2 x 1,2 m vysoký oboustranně pohltivý panel a soklový odrazivý železobetonový panel výšky 0,5 m, popřípadě vyšší (dle velikosti výklenků u trakčních stožárů). Délka sloupů a pilot je závislá na stavební výšce protihlukové stěny.

6 ORGANIZACE VÝSTAVBY – PROTIHLUKOVÉ STĚNY

Výstavba bude probíhat v jednotlivých fázích. Nejprve budou vyvrtány piloty a zality betonem (souběžně s pracemi na železničním spodku), potom uložení sloupů do hlav pilot a následné zalití hlav pilot (souběžně s dokončováním železničního spodku) a pak bude

probíhat montáž (zasouvání) soklových a protihlukových panelů (souběžně s dokončováním železničního svršku v rámci výluky).

7 POPIS A ZDŮVODNĚNÍ ŘEŠENÍ – INDIVIDUÁLNÍ PROTIHLUKOVÁ OPATŘENÍ (IPO)

Ochrana před hlukem vyplývá ze zákona č.258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů Pro dopravní hluk je významný především § 30 a § 31 tohoto zákona, který hovoří o povinnosti správců pozemních komunikací či železnic technickými opatřeními zajistit, aby hluk nepřekračoval hygienické limity stanovené prováděcím předpisem.

Podrobně ochranu před hlukem upravuje Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Toto nařízení vlády zapracovává příslušné předpisy Evropských společenství a upravuje hygienické limity hluku pro chráněný vnitřní prostor staveb, chráněný venkovní prostor staveb a chráněný venkovní prostor.

Po realizaci protihlukových stěn a bokovnic dojde jednoznačně ke zlepšení akustického klimatu v okolí trati, kde dnes jsou hygienické limity pro starou hlukovou zátěž překročeny. Tyto limity budou po dokončení stavby v denní i noční době dodrženy.

Drážní domky a byty ve výpravních budovách (ve vlastnictví ČD a.s. a SŽDC s.o.) v bezprostřední blízkosti tratě, které jsou hlukem zatíženy nejvíce, doporučujeme dle možností vlastníka objektu využít k jiným než bytovým účelům. Pokud to není možné, budou na těchto objektech realizována odpovídající individuální protihluková opatření (výměny oken za okna s dostatečnou vzduchovou neprůzvučností).

Výměna oken proběhne pouze u obytných místností.

Předběžně byly k IPO vytipovány tyto objekty:

7.1 SO 04-45-52 Černošice - Dobřichovice, IPO

Na zast. Černošice – Mokropsy

- Výpravní budova č.p. 505 - 1x byt - 2NP 2 okna ke kolejišti a 1 boční

7.2 SO 05-45-02 žst. Dobřichovice, IPO

V Žst. Dobřichovice

- Výpravní budova č.p. 108. - 2x byt - 2NP všech 8 oken ke kolejišti

7.3 SO 07-45-02 žst. Řevnice, IPO

V Žst. Řevnice

- Výpravní budova č.p. 150. - 4x byt - 2NP 9 oken ke kolejišti. Při rekonstrukci v roce 2006, osazena nová okna s vakuovanými skly. V rámci stavby budou prověřeny akustické vlastnosti těchto oken

7.4 SO 09-45-02 žst. Zadní Třebáň, IPO

V Žst. Zadní Třebáň

- Výpravní budova č.p. 35. - 1x byt - 2NP 2 okna ke kolejišti

7.5 SO 11-45-02 žst. Karlštejn, IPO

V Žst. Karlštejn

- Výpravní budova č.p. 194. - 4x byt - 2NP 4 okna ke kolejišti a 3 okna boční
- 3NP 3 okna ke kolejišti a 3 okna boční

- Obytný dům č.p.190. - 3x byt - 1NP 7 oken
- Rodinný dům č.p. 189 - 1 okno ke kolejišti a 1 okno boční

Seznam objektů k ochraně IPO koresponduje s rozsahem demolic dle části E.2.4 – Demolice.

Skutečná potřeba IPO bude vyhodnocena po dokončení stavebních prací a zahájení zkušebního provozu. Ve vhodných referenčních bodech bude provedeno kontrolní měření hladiny hluku a porovnáno s výsledky Hlukové studie. Pouze v případě, že naměřené hodnoty budou skutečně převyšovat přípustné hladiny hluku ve smyslu uvedených vyhlášek, bude u daných objektů přistoupeno k dodatečné realizaci IPO.

8 VÝJIMKY

Navržené řešení nevyžaduje výjimek.

9 PŘÍLOHY

Příloha č. 1 SO 04-45-51 Černošice - Dobřichovice, protihlukové stěny – situace M 1:1 000

Příloha č. 2 SO 08-45-01 Řevnice - Zadní Třeboň, protihlukové stěny – situace M 1:1 000

Příloha č. 3 SO 04-45-51 Černošice - Dobřichovice, protihlukové stěny – příčný řez M 1:50

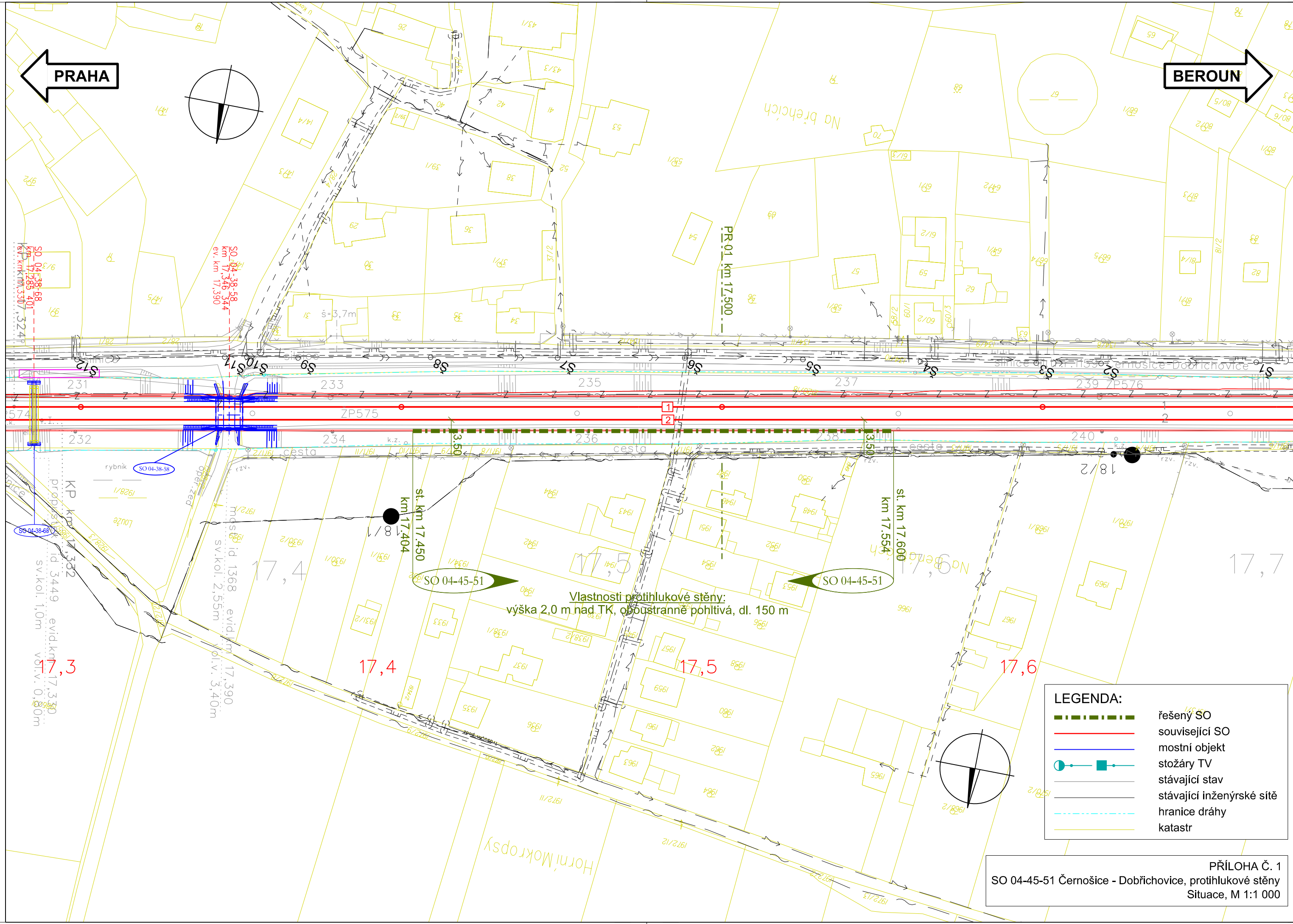
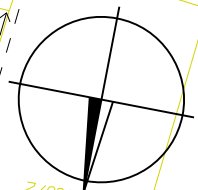
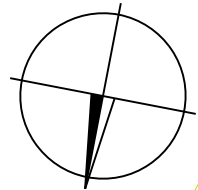
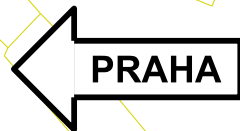
Příloha č. 4 SO 08-45-01 Řevnice - Zadní Třeboň, protihlukové stěny – příčný řez M 1:50

Příloha č. 5 SO 04-45-51 Černošice - Dobřichovice, protihlukové stěny – výkaz kubatur

Příloha č. 6 SO 08-45-01 Řevnice - Zadní Třeboň, protihlukové stěny – výkaz kubatur

Příloha č. 7 SO 04-45-51 Statický výpočet založení protihlukové stěny

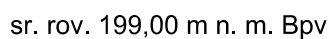
Příloha č. 8 SO 08-45-01 Statický výpočet založení protihlukové stěny



LEGENDA:

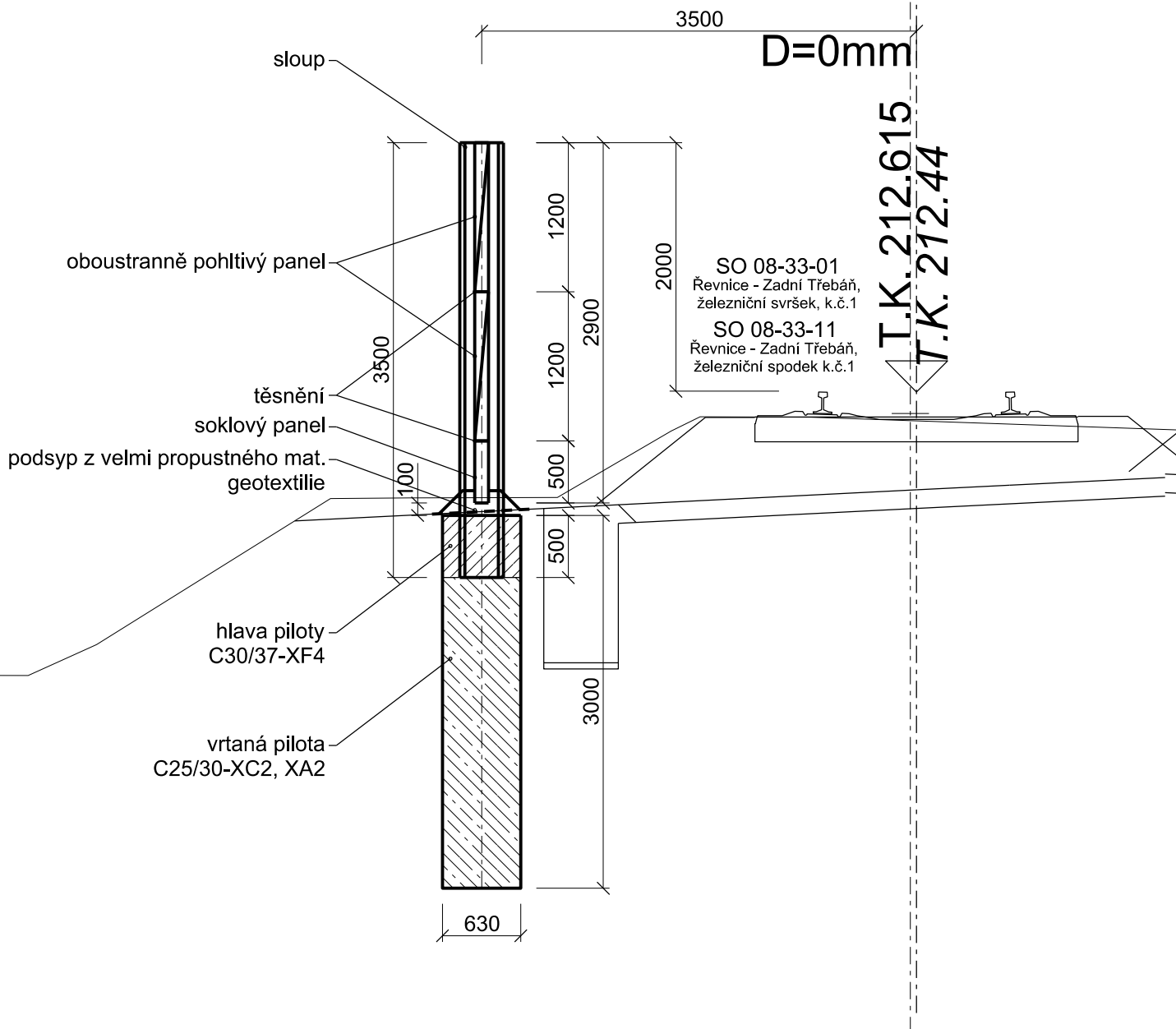
- řešený SO
- související SO
- mostní objekt
- stožáry TV
- stávající stav
- stávající inženýrské sítě
- hranice dráhy
- katastr

PŘÍČNÝ ŘEZ km 17,500
M 1:50



1

PŘÍČNÝ ŘEZ km 25,550
M 1:50



sr. rov. 207,00 m n. m. Bpv

SO 04-45-51 Černošice - Dobřichovice, protihlukové stěny
Protihluková stěna km 17.404 - km 17.554

Typ protihlukové stěny	Staničení	Výška nad TK (m)	Oboustranně pohltivá stěna - délka (m)	Transparentní stěna - délka (m)	Stavební výška (m)	Oboustranně pohltivá stěna - plocha (m2)	Transparentní stěna - plocha (m2)
Oboustranně pohltivá	17,404 - 17,554	2,0	155		3,15	488,2	
Celkem			155,0	0,0		488,2	0,0

Rekapitulace:	
Délka protihlukové stěny oboustranně pohltivé	155,0 m
Plocha protihlukové stěny oboustranně pohltivé	488,2 m2
Délka transparentní protihlukové stěny	0,0 m
Plocha transparentní protihlukové stěny	0,0 m2
Výkopy z vrtaných pilot	41,2 m3
z toho odpad (100%)	41,2 m3
Podsyp z velmi propustného materiálu	139,5 m3
Geotextilie	155,0 m2

SO 08-45-01 Řevnice - Zadní Třebaň, protihlukové stěny
Protihluková stěna km 25.426 - km 25.669

Typ protihlukové stěny	Staničení	Výška nad TK (m)	Oboustranně pohltivá stěna - délka (m)	Transparentní stěna - délka (m)	Stavební výška (m)	Oboustranně pohltivá stěna - plocha (m2)	Transparentní stěna - plocha (m2)
Oboustranně pohltivá	25,426 - 25,669	2,0	248		3,00	744,0	
Celkem			248,0	0,0		744,0	0,0

Rekapitulace:	
Délka protihlukové stěny oboustranně pohltivé	248,0 m
Plocha protihlukové stěny oboustranně pohltivé	744,0 m2
Délka transparentní protihlukové stěny	0,0 m
Plocha transparentní protihlukové stěny	0,0 m2
Výkopy z vrtaných pilot	66,0 m3
z toho odpad (100%)	66,0 m3
Podsyp z velmi propustného materiálu	223,2 m3
Geotextilie	248,0 m2

Příloha č. 7

SO 04-45-51 Statický výpočet založení protihlukové stěny

OBSAH:

1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	4
2	ÚVOD	4
3	PODKLADY	4
4	POUŽITÉ NORMY A LITERATURA	4
4.1	Normy	4
4.2	Předpisy	5
4.3	Literatura	5
5	SOFTWARE	5
6	ZÁKLADNÍ PARAMETRY KONSTRUKCE PHS	5
7	MATERIÁLY ZÁKLADOVÝCH PILOT A JEJICH PARAMETRY	5
7.1	Beton: C 25/30	5
7.2	Výztužná ocel: B500 B	5
8	IG, HG a GT POMĚRY	6
9	VÝPOČETNÍ MODEL	6
10	ZATÍŽENÍ	7
10.1	Zatížení účinky větru	7
10.2	Zatížení aerodynamickými účinky jedoucího vlaku	7
11	KOMBINACE ZATÍŽENÍ	7
11.1	Kombinace pro mezní stav únosnosti (MSÚ)	7
11.2	Kombinace pro mezní stav použitelnosti (MSP)	8
12	VÝPOČETNÍ PROFILY	8
13	POSOUZENÍ	8
13.1	Mezní stav únosnosti pilot (MSÚ)	8
13.2	Mezní stav použitelnosti pilot (MSP)	8
14	ZÁVĚR	8

PŘÍLOHY:

- 1. Geotechnické podklady**
- 2. Příčné řezy**
- 3. Výpočet zatížení od větru a od projíždějícího vlaku (Excel)**
- 4. Výpočet účinků zatížení na piloty (Excel)**
- 5. Posouzení deformací pilot (Excel)**
- 6. Výpočet pilot dle MSÚ a MSP (program GEO5 – Pilota)**

1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Optimalizace trati Černošice (včetně) - Beroun (mimo)
SO 04-45-51 Černošice – Dobřichovice, protihlukové stěny
Statický výpočet založení PHS

2 ÚVOD

Tento statický výpočet je součástí projektové dokumentace „Optimalizace trati Černošice (včetně) - Beroun (mimo)“ ve stupni přípravné dokumentace stavby. Ve výpočtu je řešeno založení protihlukové stěny SO 04-45-51 v km 17,404-17,554 o celkové délce 150,0 m vpravo od koleje č. 2 v obci Všenory. Předmětem výpočtu není samotná horní konstrukce protihlukové stěny (dále PHS).

PHS je založena v celém svém úseku na pilotách. Ve výpočtu se uvažuje působení vodorovného zatížení na PHS, tj. vodorovná únosnost piloty a vodorovné deformace piloty ve vztahu k deformacím horní konstrukce PHS.

Výpočty jsou provedeny dle systému evropských norem EC.

3 PODKLADY

[1] ČD DDC, Optimalizace trati Praha Smíchov – Řevnice, II. část, Praha Radotín – Dobřichovice, Geotechnický a stavebnětechnický průzkum (GeoTec-GS, a.s., 05/2003)

- Část A – Souhrnná zpráva
- Část B – Geotechnický průzkum pražcového podloží
- C8 Most ev. km 17,390

[2] Průběžně zpracovávaná dokumentace SO 04-45-51

4 POUŽITÉ NORMY A LITERATURA

4.1 Normy

Číslo	Název	Účinnost
(72 1003) ČSN EN ISO 14688-1	Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zatřídění zemin - Část 1: Pojmenování a popis	07/2003
(73 0002) ČSN EN 1990	EC 0: Zásady navrhování konstrukcí	04/2004
(73 0035) ČSN EN 1991-1-1	EC 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb	04/2004
(73 0035) ČSN EN 1991-1-4	EC 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem (+ dodatky)	05/2007
(73 1000) ČSN EN 1997-1	EC 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla	10/2006
(73 1000) ČSN EN 1997-2	EC 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 2: Průzkum a zkoušení zákledové půdy	04/2008
(73 1031) ČSN EN 1536	Provádění speciálních geotechnických prací - Vrtané piloty	04/2011
(73 1201) ČSN EN 1992-1-1	EC 2: Navrhování beton.kcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby	12/2006
(73 2403) ČSN EN 206-1	Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda (+ změny)	10/2001
(73 6203) ČSN EN 1991-2	EC 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou	08/2005
(73 7061) ČSN EN 1794-1	Zařízení pro snížení hluku silničního provozu - Neakustické vlastnosti - Část 1: Mechanické vlastnosti a požadavky na stabilitu	09/2011

Použité dříve platné normy:

ČSN 73 1001	Základová půda pod plošnými základy
ČSN 73 1002	Pilotové základy
ČSN 73 1002	KOMENTÁŘ k normě Pilotové základy
ČSN 73 1004	Velkopřůměrové piloty

4.2 Předpisy

SŽDC S3 - Železniční svršek a SŽDC S4 - Železniční spodek

Technické kvalitativní podmínky staveb Českých drah:

- Kapitola 3 - Zemní práce
- Kapitola 6 - Konstruktivní vrstvy tělesa železničního spodku
- Kapitola 7 - Kolejové lože
- Kapitola 16 - Protihluková opatření
- Kapitola 18 - Betonové mosty a konstrukce

ČD Metodický pokyn - Protihlukové stěny a valy (DDC, 09/2000)

SŽDC - Obecné technické podmínky (OTP) - Protihlukové stěny (01/08/2011)

4.3 Literatura

Jílek, A., Grenčík, L., Novák, V.: Betonové konstrukce I (Praha, 1976)

Myslivec, A., Eichler, J., Jesenák, J.: Mechanika zemin (Praha, 1970)

Hořejší, J., Šafka, J. a kol.: Statické tabulky, TP 51 (Praha, 1987)

Procházka, J. a kol.: Navrhování betonových konstrukcí 1 (dle EC) (ČBS, Praha 2005)

5 SOFTWARE

GEO5, verze 9 – Piloty (FINE, spol. s r.o., Praha)

6 ZÁKLADNÍ PARAMETRY KONSTRUKCE PHS

V předmětném úseku je navržena PHS následujících základních parametrů:

Rozměry:

výška PHS	hs = 3,15 m
vzdálenost sloupků – základní modul	L = 4,10 m
vzdál. osy koleje a osy PHS	ag = 3,50 m
sloupky betonové – profil H	h = 350 mm; b = 250 mm
základy pilotové – průměr	D = 630 mm

Materiály:

stěna – sloupky a panely C 30/37

piloty C 25/30 XC2, XA2, ve zhlaví C 30/37 XF4

7 MATERIÁLY ZÁKLADOVÝCH PILOT A JEJICH PARAMETRY

7.1 Beton: C 25/30

objemová tíha betonu (žlb.)	$\gamma = 25,0 \text{ kN/m}^3$
modul pružnosti	$E_p = 31,0 \text{ GPa}$
charakteristická pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$
dílčí součinitel materiálu – beton	$\gamma_c = 1,5$
návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}$

7.2 Výztužná ocel: B500 B

charakteristická mez kluzu	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
dílčí součinitel materiálu – betonářská ocel	$\gamma_s = 1,15$

návrhová mez kluzu

$f_{yk} = 435 \text{ MPa}$

8 IG, HG a GT POMĚRY

Inženýrskogeologické, hydrogeologické a geotechnické poměry v zájmové lokalitě jsou podrobně popsány v [1].

Většina délky PHS je umístěna ve stávajícím tělese žel. trati výšky cca 3 m od okolního terénu k T.K. Ve stávajícím náspu žel. trati budou zastiženy variabilní navážky charakteru překopaných místních zemin, s příměsí kameniva, dále konstrukční štěrkovité vrstvy stávající žel. trati. Vzhledem k předpokládané hloubce pilot budou paty pilot zasahovat do kvartérních pokryvů pod náspem tvořených fluvialními sedimenty - štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy (G3/G-F), jíly se střední plasticitou (F6/Cl) - a deluviálními štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy (G3/G-F).

Pro výpočty založení PHS na pilotách byly použity následující geotechnické parametry vyskytujících se zemních materiálů:

Navážky Y (stávající násep), převážně G3, S4

Štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy, písek hlinitý

objemová tíha	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
objemová tíha satureovaná	$\gamma_{\text{sat}} = 20,0 \text{ kN/m}^3$
úhel vnitřního tření	$\phi_{\text{ef}} = 31 \text{ deg}$
soudržnost	$c_{\text{ef}} = 0 \text{ kPa}$
modul přetvárnosti	$E_{\text{def}} = 50 \text{ MPa}$
Poissonova konstanta	$\nu = 0,25$

Kvartérní podklad, G3, F6

Štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy, jíly se střední plasticitou

objemová tíha	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
objemová tíha satureovaná	$\gamma_{\text{sat}} = 20,0 \text{ kN/m}^3$
úhel vnitřního tření	$\phi_{\text{ef}} = 28 \text{ deg}$
soudržnost	$c_{\text{ef}} = 0 \text{ kPa}$
modul přetvárnosti	$E_{\text{def}} = 10 \text{ MPa}$
Poissonova konstanta	$\nu = 0,30$

9 VÝPOČETNÍ MODEL

V tomto statickém výpočtu je proveden výpočet založení PHS. Předmětem není výpočet horní konstrukce PHS. Výpočty jsou provedeny v souladu se systémem Eurokódů (EC).

Vzhledem k druhům převažujících zatížení působících na PHS je počítáno pouze s vodorovnými s účinky, zatímco zatížení svislá jsou v porovnání se svislou únosností pilotových základů zanedbatelná. Pilotový základ je počítán pomocí programu Pilota z programového balíku GEO5 metodou MKP. Železobetonový prvek piloty je přitom uložen v zemním prostředí, charakterizovaným svými přetvárnými a pevnostními vlastnostmi.

Tuhost prostředí je popsána modulem reakce podloží s fyzikálním rozměrem $[\text{MN/m}^3]$. Tato veličina je závislá nejen na vlastnostech zemního prostředí, ale i na rozměrech zatlačované konstrukce. Její určení pro prostředí náspu bylo ověřeno několika dostupnými způsoby, z nichž některé vycházejí i z dříve platných norem ČSN 73 1002 Pilotové základy (Komentář) a ČSN 73 1004 Velkopřůměrové piloty. V zásadě je uvažován lineární průběh veličiny v závislosti na hloubce pro nesoudržné zeminy a konstantní průběh po výšce pro soudržné materiály.

Při stanovení modulu reakce podloží k_h pro nesoudržné materiály je užito vztahu dle ČSN 73 1004 (lineární průběh):

$$k_h = n_h * \frac{z}{D},$$

kde D ... průměr piloty;

zhloubka pod terénem;
nh ...modul horizontální stlačitelnosti.

Hodnoty modulu reakce prostředí kh jsou vypočteny pro parametr nh , který je pro násyp uvažován

$$n_h = 5,0 \text{ MN/m}^3;$$

Zatížení působící na horní konstrukci PHS je přepočítáno k úrovni hlavy piloty, hlava piloty je pak zatížena vodorovnou silou H a momentem M .

Délka piloty je navržena tak, aby po deformaci základu byla splněna deformační kritéria předepsaná pro horní konstrukci (dle předpisů vydaných Českými drahami):

$$v_{\max} = L / 75 \quad \text{kde } L \text{ je šířka prvku.}$$

10 ZATÍŽENÍ

10.1 Zatížení účinky větru

Zatížení větrem je stanoveno dle normy ČSN EN 1991-1-4. Zatížení je považováno za hlavní proměnné zatížení ve smyslu normy.

Výchozí základní rychlost větru dle přílohy ČSN EN 1991-1-4 - Mapa v.o. – Berounka:

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

Součinitel expozice dle kategorie terénu:

kategorie terénu	III - les, vesnice
$c_e(z)$	1,30

V krajních polích PHS je uvažována zvýšená hodnota aerodynamického součinitele výsledného tlaku $C_{p,net}$ na rozdíl od polí vnitřních.

Výpočet charakteristických hodnot zatížení je v Příloze č. 3.

10.2 Zatížení aerodynamickými účinky jedoucího vlaku

Zatížení větrem je stanoveno dle normy ČSN EN 1991-2. Zatížení je považováno za vedlejší proměnné zatížení ve smyslu normy. Zatížení působí na max. výšku 5,0 m od TK (v našem případě na celou výšku PHS), délku 5,0 m, a to střídavě jako tlak či sání.

Hlavní parametry potřebné pro určení intenzity zatížení, jsou následující:

maximální (návrhová) rychlost vlaku: 160 km/hod
vzdálenost osy koleje od PHS: 3,50 m

charakteristická hodnota zatížení dle obr. 6.22

$$q_{1k} = 0,25$$

V krajních polích je hodnota charakteristické intenzity zatížení zvýšena prostřednictvím dynamického součinitele $\delta = 2,0$, pro potřeby přípravné dokumentace je posouzena pouze stěna v širé trati.

Výpočet charakteristických hodnot zatížení pilot je v Příloze č. 3.

11 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

11.1 Kombinace pro mezní stav únosnosti (MSÚ)

Pro výpočet návrhových účinků zatížení a vodorovné únosnosti pilotového základu byla určena návrhová kombinace zatížení dle rovnice (6.10), tab. A1.2(B) normy ČSN EN 1990. Přitom je dílčí součinitel pro zatížení stálé 1,35

dílčí součinitel pro zatížení proměnné 1,50
součinitel kombinace 0,70 (hodnota dle doporučení OTP SŽDC).

11.2 Kombinace pro mezní stav použitelnosti (MSP)

Pro výpočet deformací pilotového základu a horní konstrukce byla stanovena charakteristická kombinace zatížení dle rovnice (6.14), tab. A1.4 normy ČSN EN 1990 Přitom jsou

dílčí součinitelé pro všechna zatížení 1,00
součinitel kombinace 0,70 (hodnota dle doporučení OTP SŽDC).

Charakteristické zatížení od AED účinku vlaku obsahuje dynamický součinitel, je-li různý od hodnoty 1,0.

12 VÝPOČETNÍ PROFILY

V trase PHS se vyskytují úseky, které se liší výškou PHS, vzdáleností PHS od osy koleje (konfigurací příčného řezu trati) a polohou úseku ve zdi (okrajová oblast / běžný úsek). Pro potřeby přípravné dokumentace je posouzena pouze stěna v širé trati.

13 POSOUZENÍ

13.1 Mezní stav únosnosti pilot (MSÚ)

Pro všechny výpočetní profily byl pro MSÚ podle normy ČSN EN 1992-1-1 posouzen kruhový žlb. průřez C25/30 piloty průměru $D = 630$ mm. Pro návrhovou kombinaci zatížení je navržena výztuž $8 \times D16$ mm, ocel B500 B. Krytí podélné nosné výztuže je 80 mm.

13.2 Mezní stav použitelnosti pilot (MSP)

Pro všechny výpočetní profily byly pro charakteristickou kombinaci zatížení vypočteny vodorovné deformace pilot.

Návrh pilot plyne z požadavku, aby nebyla překročena požadovaná kritéria pro přetvoření horní konstrukce PHS, jehož jednou složkou je i deformace samotného pilotového základu.

Přípustná vodorovná deformace stěny PHS od charakteristického zatížení je dle podkladu „ČD - Metodický pokyn - Protihlukové stěny“ stanovena hodnotou $1/75$ rozpětí pole L . V základním modulu $L = 4,1$ m činí tato deformace $v_{\max} = 54,7$ mm.

Výpočet účinků zatížení pro MSÚ a MSP pilot je v Příloze 6.

14 ZÁVĚR

Pro protihlukovou stěnu (PHS) SO 04-45-51 v úseku trati Radotín – Dobřichovice byl proveden statický výpočet pilotových základů konstrukce.

Výpočty byly provedeny dle systému evropských norem EC pro výpočetní profily pro různé vzdálenosti PHS od osy koleje a výšku stěny. Uvažována jsou vodorovná zatížení od tlaku větru a aerodynamických účinků projíždějících vlaků.

V předmětném úseku (širá trať) jsou navrženy žlb. piloty průměru $D 630$ mm v délce $L_p = 3,0$ m.

Navržené pilotové základy vyhovují pro uvažovaná zatížení v rámci mezního stavu únosnosti (MSÚ) dle EC a v rámci mezního stavu použitelnosti (MSP) deformačním kritériím pro horní konstrukci PHS, předepsaným předpisy ČD.

Navržené délky pilot vyhovují pro daná zatížení PHS v předpokládaných geologických poměrech a za předpokladu jejich správného provedení podle projektové dokumentace a dle předepsaných technologických postupů.

PŘÍLOHY

GEOLOGICKÁ A HYDROGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

Geomorfologie

Z hlediska regionálního geomorfologického členění (Czudek et al. 1972, 1973) náleží zájmové území k Pražské plošině (k její nižší geomorfologické jednotce *Říčanské plošině*), a k Hořovické pahorkatině (k její nižší geomorfologické jednotce *Hořovické brázdě*) které jsou dílčími částmi Poberounské soustavy.

Morfologie terénu širšího okolí je poměrně výrazná. Nadmořská výška v trase trati kolísá v rozmezí cca 202 - 210 m n. m., přičemž generelně ve směru staničení trati stoupá, v širším okolí trati dosahuje až 490 m n.m.

Předkvartérní podklad

Předkvartérní podklad patří k barrandienskému paleozoiku (ordovik).

Ordovické uloženiny jsou zastoupeny ve směru od podloží souvrstvím letenským a bohdaleckým až kosovským. Jedná se jednak o monotónní souvrství jílových nebo prachových břidlic (např. vrstvy královské nebo vinické), nebo se jedná o uloženiny s flyšovou cyklickou sedimentací vrstev různé zrnitosti (jílové břidlice až pískovce) - např. vrstvy letenské nebo zahořanské.

Na pravém břehu Berounky je předkvartérní podloží tvořeno pouze letenským souvrstvím - střídáním šedočerných prachových slídnatých břidlic, prachovců, drob a křemitých pískovců.

Kvartérní pokryv

Kvartérní pokryv je dán vedením železniční trati při patě levého a po překonání řeky pravého svahu údolí Berounky. Převažují svahové sedimenty, říční uloženiny a navážky.

Výskyt fluviálních sedimentů je v zájmovém území vázán na hlavní říční tok (Berounku), resp. na jeho hlavní levostranné přítoky (Radotínský potok a potok Švarcava) a pravostranný přítok - Všenorský potok. Sedimenty jsou většinou budovány písčítými, hlinitými a jílovitými holocénními náplavy, pod kterými jsou písčité a štěrkovité sedimenty údolní terasy, dosahující mocnosti místy 12 až 15 m. V prostoru Horních Mokropes a Dobřichovic je zastižen rovněž vyšší terasový stupeň (riss).

Deluviální sedimenty jsou většinou zastoupené hlinitými a hlinitokamenitými zeminami. Řadíme k nim veškeré gravitační sedimenty bez ohledu na délku transportu a vytríděnost materiálu. V zájmovém území dosahují mocnosti 1,5 až 5 m. U vyústění se kratších strmých vodotečí nebo větších strží se nalézají výplavové (dejekční) kužely, které jsou charakteristické střídáním poloh hrubozrnných a jemnozrnných materiálů.

Navážky o větších mocnostech se vyskytují v železničních stanicích a náspech trati ČD (popř. jiných komunikací) a dále v místech záhozů opěr, v zastavěném území, apod.

Navážky jsou různorodé, v tělesech násypů se do hloubek sondování většinou vyskytovaly navážky z místního horninového materiálu, případně z výzisku a škváry.

Podzemní voda

V kvartérních sedimentech je průlinová zvodeň vyvinuta v propustných polohách deluviálních a fluviálních sedimentů. Zvodeň ve svahovinách je závislá na množství atmosférických srážek. Kolektor ve fluviálních sedimentech je v hydraulické spojitosti s úrovní hladiny v řece. Propustnost kolísá v závislosti na faciálních změnách v zrnitostním složení zemin.

Puklinový kolektor ve svazích nad železniční tratí s malými periodickými zásobami podzemní vody je většinou odvodňován procezováním přes deluviální sedimenty.

Dokumentace kopané sondy v pražcovém podloží

DOKUMENTACE KOPANÉ SONDY			Staničení km : 17,450	
			kolej č. : 2	
Mezistaniční úsek (žst.) :		Praha Radotín - Dobřichovice		
Lokalizace sondy :		vpravo ve směru staničení	Kolejový svršek :	R65/SB6
Morfologie trati :		násep cca 4 m	Datum hloubení :	19.3.2003
Nulová úroveň :		temeno kolejnice	Dokumentoval :	Ing. Mikunda
Hloubka [m] od - do		Makroskopický popis		
0,00 - 0,40		Svršek		
0,20 - 0,50		Štěrkové lože – čisté		
0,50 - 1,20		Štěrkové lože – zcela zanesené škvárou, drtí a hlínou písčitou		
1,20 - 1,40		Štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy – hnědý, středně uhlý, valounky vel. 1 – 5 cm, obsahu cca 50 %, místy s ostrohrannými kameny vel. do 10 cm		
1,40 - 1,80		Písek hlinitý – středně uhlý, světle hnědý, místy s valounky vel. do 1 cm, obsahu cca 10 %, v polohách až písek s příměsí jemnozrnné zeminy		
		G3 G-FY		
		S4 SMY		
Odebrané vzorky :		---	Hloubka zatěžovací zkoušky :	
Hladina podzemní vody :		nezastižena	Dynamická penetrační zk. v intervalu :	
			1,40 m	
			1,40 – 3,40 m	

Geotechnická charakteristika základových půd

Geotechnický typ	Geologické stáří	Třída / symbol ČSN 73 1001	Objemová tíha γ [kN.m ⁻³] *)	Relativní hutnost I_r	Stupeň konzistence I_c	E_{def} [MPa]	Poissonovo číslo ν	ϕ_{ef} [°] **)	c_{ef} [kPa] **)	ϕ_u [°]	c_u [kPa]	Tabulková výpočtová únosnost R_d [kPa]	Těžitelost ČSN 73 3050
I.	Q	F6/CI	21,0	-	0,5 - 0,8	5	0,40	18	15	2	50	80	3.
II.	Q	G3/G-F	19,0	0,5	-	80	0,25	30	0	-	-	400	3.
III.	Q	G3/G-F	19,0	0,6	-	90	0,25	35	0	-	-	500	3.
IV.	O	R5 - R3	23,0	-	-	200	0,25	35	100	-	-	500	4.- 5.

Tabulka č. 1 - pokračování

Staničení [km]	Uroveň zatěžovací zkoušky [m]	Zatřídění zeminy	Konzistence (ulehlý)	Kvalita do podloží	Vodní režim	Namrzavost	Modul přetvárnosti E_0 [MPa]	Opravný součinitel z	Redukovaný modul přetvárnosti E_{or} [MPa]
Kolej č.2									
14,600	1,00	F4 CS	pevná	klesá	příznivý	neb. namrzavá	24	0,6	14
14,800	1,15	F6 CL	tuhá	klesá	nepříznivý	neb. namrzavá	31	0,6	19
15,000	1,05	F4 CS	pevná	roste	příznivý	neb. namrzavá	27	0,6	16
15,195	1,10	S5 SC	tuhá	roste	příznivý	namrzavá	27	0,9	24
15,400	0,95	F4 CS	tuhá	klesá	nepříznivý	neb. namrzavá	43	0,8	34
15,580	0,95	F4 CS	tuhá	klesá	nepříznivý	neb. namrzavá	18	0,8	14
15,800	0,85	G3 G-FY	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	58	1,0	58
16,000	1,15 *)	G3 G-FY	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	---	---	---
16,200	1,30	G3 G-F	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	90	1,0	90
16,400	0,80	S2 SP	ulehlý	roste	příznivý	nenamrzavá	66	1,0	66
16,600	1,00 *)	R3	---	roste	---	namrzavá	---	---	---
16,810	0,90	G4 GMY	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	48	1,0	48
17,000	1,40	S3 S-FY	středně ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	27	0,9	24
17,200	1,30	F4 CSY	tuhá	klesá	nepříznivý	neb. namrzavá	38	0,8	30
17,450	1,40	S4 SMY	středně ulehlý	klesá	příznivý	namrzavá	38	0,9	34
17,600	1,15	G3 G-FY	středně ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	50	1,0	50
17,800	1,20	G3 G-FY	středně ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	34	1,0	34
18,000	1,00	G3 G-FY	středně ulehlý	klesá	příznivý	namrzavá	46	1,0	46
18,190	1,05	S3 S-FY	středně ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	46	0,9	41
18,400	1,00	S4 SMY	středně ulehlý	klesá	příznivý	namrzavá	45	0,9	41
18,600	0,80 *)	CbY	---	roste	příznivý	namrzavá	---	---	---
18,800	1,05	G1 GWY	středně ulehlý	roste	příznivý	nenamrzavá	51	1,0	51

pozn. - *) - hloubka dosažená kopanou sondou



GeoTec GS®**Geologická dokumentace vrtané sondy****Sonda : J 1****Most ev. km 17,390**

Souřadnice : Y = 752 537,14 X = 1 058 733,38 Z = 201,42 m n.m. (Bpv)

Dokumentoval / datum : Ondřej Prosický / 19.5.2003

Souprava / průměr : UGB 1VS / 175 – 220 mm

Hloubka [m] od - do	Geologická dokumentace	ČSN	
		73 1001	73 3050
0,00 - 0,80	Navážka – hlinitokamenitá, valouny vel. do 6 cm	Y	3.
0,80 - 3,20	Jíl se střední plasticitou – tuhý (Op = 80 - 120 kPa), světle hnědý, šedě skvrnitý, v polohách až měkký	F6 CI	3.
3,20 - 4,80	Štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy – středně ulehý, uloženy polozaoblené úlomky až kameny vel. 2 – 13 cm, obsahu 60 – 70 %, zvodnělý - deluvium	G3 G-F	3.
kvartér			
4,80 - 5,50	Prachovec silně zvětralý – rozpad na zeminu charakteru štěrku s příměsí jemnozrnné zeminy, šedočerná, ploché úlomky lze v prstech snadno lámat, výplň hlinitá, obsah štěrku do 50 %, vel. do 5 cm, Ø 3 cm	R4-R5	4.
5,50 - <u>6,00</u>	Prachovec navětralý – světle šedý, uloženy úlomky a kusy vel. 5 – 14 cm, které lze kladivem obtížně rozbít, s tmavě šedou výplní silně zvětralého prachovce	R3	5.
ordovik			

Vrt ukončen v hloubce 6,00 m

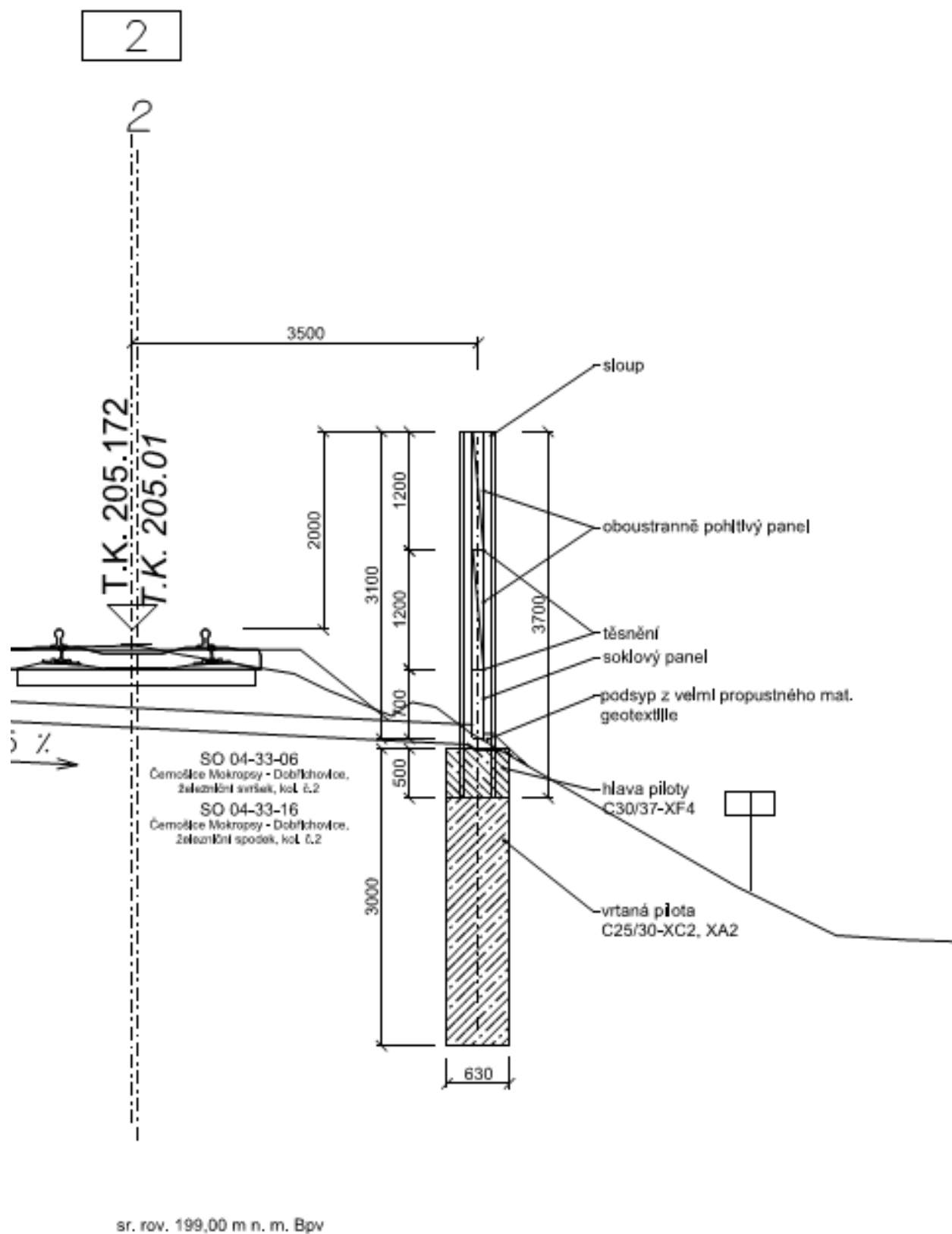
Hladina podzemní vody : naražená v hloubce 2,20 m pod terénem
ustálená v hloubce 0,20 m pod terénem

Odebrané vzorky : V 0,20 m

Název zakázky : Praha Radotín - Dobřichovice, průzkum

Zakázkové číslo : 2003 - 010

PŘÍČNÝ ŘEZ km 17,500



CHARAKTERISTICKÉ ZATÍŽENÍ TLAKEM VĚTRU NA KONSTRUKCI PHS

dle ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení - Zatížení větrem

Základní rychlost větru

větrná oblast ČR (Příloha ČSN EN 1991-1-4 - Mapa v.o. - Berounka)			I
výchozí základní rychlost větru $v_{b,0}$	$v_{b,0}$	[m/s]	22,50
souč. směru větru c_{dir} a souč. ročního období $c_{season} = 1,0$ (v ČR)		[-]	1,00
základní rychlost větru $v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0}$	v_b	[m/s]	22,50

Maximální dynamický tlak

měrná hmotnost vzduchu R_0	R_0	[kg/m ³]	1,25
základní dynamický tlak větru $q_b = 1/2 * R_0 * v_b^2$	q_b	[kPa]	0,316
referenční výška z_e (= výška konstrukce h_s)	z_e	[m]	3,80
kategorie terénu			II
pro: souč. orografie $c_{o(z)} = 1,0$			
pro: souč. turbulence $k_l = 1,0$ (v ČR)			
součinitel expozice $c_{e(z)}$ (nomogram - zahrnuje drsnost ter. a výšku)	c_e	[-]	1,30
charakteristický maximální dynamický tlak $q_p(z) = c_e(z) * q_b$	q_p	[kPa]	0,411

Součinitel výsledného tlaku větru

aerodynamický součinitel VÝSLEDNĚHO tlaku $c_{p,net}$, - zóna A	$c_{p, net}$	[-]	3,40
aerodynamický součinitel VÝSLEDNĚHO tlaku $c_{p,net}$, - zóna B	$c_{p, net}$	[-]	2,10
aerodynamický součinitel VÝSLEDNĚHO tlaku $c_{p,net}$, - zóna C	$c_{p, net}$	[-]	1,70
aerodynamický součinitel VÝSLEDNĚHO tlaku $c_{p,net}$, - zóna D	$c_{p, net}$	[-]	1,20

Výsledný tlak větru

charakt. výsledný tlak větru na stěnu $w_k = q_p(z_e) * c_{p,net}$ (zóna A)	w_k	[kPa]	1,40
charakt. výsledný tlak větru na stěnu $w_k = q_p(z_e) * c_{p,net}$ (zóna B)	w_k	[kPa]	0,86
charakt. výsledný tlak větru na stěnu $w_k = q_p(z_e) * c_{p,net}$ (zóna C)	w_k	[kPa]	0,70
charakt. výsledný tlak větru na stěnu $w_k = q_p(z_e) * c_{p,net}$ (zóna D)	w_k	[kPa]	0,49

CHARAKTERISTICKÉ AERODYNAMICKÉ ZATÍŽENÍ (AED) PHS OD PROJÍŽDĚJÍCÍHO VLAKU

dle ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí - Zatížení mostů dopravou

1. Standardní profil

vzdálenost PHS od osy koleje a_g	a_g	[m]	3,50
maximální (návrhová) rychlost vlaku v	v	[km/h]	160
charakteristické zatížení (tlak / sání) +/- $q_{a,k}$ *)	$q_{a,k}$	[kPa]	0,25

VÝPOČET NÁVRHOVÝCH ÚČINKŮ ZATÍŽENÍ

VÝPOČETNÍ PROFIL			1
popis			šířka trat'
stanícení reprezentativního profilu		[km]	17,500

VÝPOČET NÁVRHOVÝCH ÚČINKŮ ZATÍŽENÍ PHS NA HLAVY PILOT PRO MSÚ (Mezní stav únosnosti)

Geometrie PHS

zatěžovací šířka PHS pro sloupek a pilotu (ve směru PHS) L_s	L_s	[m]	4,10
vzdálenost PHS od osy koleje a_g	a_g	[m]	3,50
výška PHS světlá (nad upraveným terénem) h_s (návrhová hodnota)	h_s	[m]	3,15
výška PHS vystavená tlaku zeminy h_z	h_z	[m]	0,00
výška PHS vystavená tlaku větru $h_v = h_s - h_z$	h_v	[m]	3,15
výška PHS vystavená aerodynam. účinku (AED) vlaku $h_a (= h_s)$ *)	h_a	[m]	3,15

Návrhové účinky tlaku větru (zatížení hlavní proměnné)

charakteristický výsledný tlak větru na PHS w_k (dle polohy v úseku PHS)	w_k	[kPa]	0,49
dílčí součinitel zatížení pro tlak větru $\gamma_{a,fv}$	$\gamma_{a,fv}$	[-]	1,50
návrhový výsledný tlak větru na PHS $w_d = \gamma_{a,fv} * w_k$	w_d	[kPa]	0,74
návrhová vodorovná síla od tlaku větru na 1bm PHS $H_{v1,d} = w_d * h_v$	$H_{v1,d}$	[kN/m]	2,33
návrhový moment od tl. větru k hlavě pil. na 1bm PHS $M_{v1,d} = w_d * h_v * (h_s - h_v / 2)$	$M_{v1,d}$	[kNm/m]	3,67
návrhová vodorovná síla od tlaku větru v hlavě piloty $H_{v,d} = H_{v1,d} * L_s$	$H_{v,d}$	[kN]	9,56
návrhový moment od tlaku větru v hlavě piloty $M_{v,d} = M_{v1,d} * L_s$	$M_{v,d}$	[kNm]	15,06

Návrhové aerodynamické účinky (AED) projíždějícího vlaku (zatížení vedlejší proměnné)

charakteristické zatížení (tlak/sání) $\pm q_{a,k}$	$q_{a,k}$	[kPa]	0,25
dílčí součinitel zatížení pro aerodyn. účinek $\gamma_{a,fa}$	$\gamma_{a,fa}$	[-]	1,50
dynamický součinitel δ	δ	[-]	1,00
kombinační součinitel $\psi_{i,o}$ (hodnota dle MP ČD)	$\psi_{i,o}$	[-]	0,70
návrhové zatížení (tlak / sání) $\pm q_{a,d} = \gamma_{a,fa} * \delta * q_{a,k}$	$q_{a,d}$	[kPa]	0,38
návrhová vodorovná síla od AED na 1bm PHS $H_{a1,d} = q_{a,d} * h_a$	$H_{a1,d}$	[kN/m]	1,18
návrhový moment od AED k hlavě pil. na 1bm PHS $M_{a1,d} = 1/2 * q_{a,d} * h_a^2$	$M_{a1,d}$	[kNm/m]	1,86
návrhová vodorovná síla od AED v hlavě piloty $H_{a,d} = H_{a1,d} * L_s$	$H_{a,d}$	[kN]	4,84
návrhový moment od AED v hlavě piloty $M_{a,d} = M_{a1,d} * L_s$	$M_{a,d}$	[kNm]	7,63

Návrhový účinek kombinace zatížení na 1bm PHS

návrhová vodor. síla celková na 1bm: $H_{1,d} = H_{v1,d} + \psi_{i,o} * H_{a1,d} + H_{z1,d}$	$H_{1,d}$	[kN/m]	3,16
návrhový moment celk. k hlavě pil. na 1bm: $M_{1,d} = M_{v1,d} + \psi_{i,o} * M_{a1,d} + M_{z1,d}$	$M_{1,d}$	[kNm/m]	4,98

Návrhová kombinace zatížení působící v hlavě piloty

návrhová vodorovná síla celková v hlavě piloty $H_d = H_{1,d} * L_s$	H_d	[kN]	12,95
návrhový moment celkový v hlavě piloty $M_d = M_{1,d} * L_s$	M_d	[kNm]	20,40

NÁVRH PILOTY průměr = 630 mm, délka $L_p =$	L_p	[m]	3,00
--	-------	-----	------

VÝPOČET NÁVRHOVÝCH ÚČINKŮ ZATÍŽENÍ PHS NA HLAVY PILOT PRO MSP (Mezní stav použitelnosti)

Návrhový účinek charakteristické kombinace zatížení na 1bm PHS

charakteristická vodor. síla celková na 1bm: $H_{1,k} = H_{v1,d} / \gamma_{a,fv} + \psi_{i,o} * H_{a1,d} / \gamma_{a,fa} + H_{z1,d} / \gamma_{a,fz}$	$H_{1,k}$	[kN/m]	2,11
charakteristický moment celkový k hlavě pil. na 1bm: $M_{1,k} = M_{v1,d} / \gamma_{a,fv} + \psi_{i,o} * M_{a1,d} / \gamma_{a,fa} + M_{z1,d} / \gamma_{a,fz}$	$M_{1,k}$	[kNm/m]	3,32

Návrhové zatížení od charakteristické komb. působící v hlavě piloty

charakteristická vodorovná síla celková v hlavě piloty $H_k = H_{1,k} * L_s$	H_k	[kN]	8,63
charakteristický moment celkový v hlavě piloty $M_k = M_{1,k} * L_s$	M_k	[kNm]	13,60

POSOUZENÍ DEFORMACÍ PILOTOVÉHO ZÁKLADU PHS

VÝPOČETNÍ PROFIL			1
popis			šířá trať
staničení reprezentativního profilu		[km]	17,500

rozpětí základního modulu PHS L	L	[m]	4,10
vzdálenost sloupků v úseku Ls	Ls	[m]	4,10
výška PHS světlá (nad upraveným terénem) hs (návrhová hodnota)	hs	[m]	3,15
charakt. zatížení od tlaku větru wk	wk	[kPa]	0,49
charakt. zatížení od AED qa,k	qa,k	[kPa]	0,25
dynamický součinitel pro zatížení AED delta	delta	[-]	1,00

Vodorovný průhyb horního panelu (profil obdélník)

panel - příčné rozměry - b	b	[m]	1,200
panel - příčné rozměry - h (= tloušťka)	h	[m]	0,110
modul pružnosti - beton C30/37	E	[MPa]	33000
moment setrvačnosti $I_z = 1/12 \cdot b \cdot h^3$	Iz	[m4]	1,331E-04

char. vodor. zatížení na 1bm 1 panelu $q_{k,1p} = (wk + \delta \cdot qa,k) \cdot b$	$q_{k,1p}$	[kN/m]	0,892
vodorovný průhyb horního panelu $v_1 = 5/384 \cdot q_{k,1p} \cdot L_s^4 / (E \cdot I_z)$	v1	[mm]	0,7

Vodorovný průhyb sloupku (konzola, profil H - betonový)

sloupek - příčné rozměry - b	b	[m]	0,250
sloupek - příčné rozměry - h (=výška)	h	[m]	0,350
sloupek - v oblasti stojiny zeslabeno o - 2 x bs	bs	[m]	0,050
sloupek - výška stojiny - hs	hs	[m]	0,140
modul pružnosti - beton C30/37	E	[MPa]	33000
moment setrvačnosti $I_z = 1/12 \cdot (b \cdot h^3 - 2 \cdot bs \cdot hs^3)$	Iz	[m4]	8,704E-04

char. vodor. zatížení na 1bm sloupku $q_{k,1s} = (wk + \delta \cdot qa,k) \cdot L_s$	$q_{k,1s}$	[kN/m]	3,049
vodorovný průhyb sloupku $v_2 = 1/8 \cdot q_{k,1s} \cdot hs^4 / (E \cdot I_z)$	v2	[mm]	1,306

Posun vrcholu sloupku PHS od deformací pilotového základu (pro char. zatížení)

modul pružnosti piloty - beton C25/30	Ep	[MPa]	31000
délka piloty Lp	Lp	[m]	3,00
délka sledovaného úseku piloty v hlavě $L_{pu} = L_p/20$ (dělení MKP)	Lpu	[m]	0,150
posun hlavy piloty (ve směru zatížení je (+)) vph	vph	[mm]	6,05
posun dolního bodu sledovaného úseku vpb	vpb	[mm]	5,56
posun paty piloty vpp	vpp	[mm]	-3,54
náklon piloty $tg(\alpha') = (vph - vpp) / L_p$	$tg(\alpha')$	[-]	0,00320
sklon tečny k ohybové čáře v hlavě pil. $tg(\alpha) = (vph - vpb) / L_{pu}$	$tg(\alpha)$	[-]	0,00327

posun vrcholu sloupku PHS od def. piloty $v_3 = tg(\alpha) \cdot hs + vph$	v3	[mm]	16,340
--	----	------	--------

Celková maximální vodorovná deformace v polovině rozpětí pole PHS

$v = v_1 + v_2 + v_3$	v	[mm]	18,394
-----------------------	---	------	--------

Max. přípustný vodorovný průhyb stěnového prvku PHS

$v_{max} = L / 75$ (dle Metodického pokynu ČD)	vmax	[mm]	54,667
--	------	------	--------

POSOUZENÍ $v \leq v_{max}$			VYHOVUJE!
----------------------------	--	--	------------------

Posouzení piloty

Vstupní data

Projekt

Akce : Optimalizace trati Černošice (včetně) - Beroun (mimo)
Část : E.1.10 Protihlukové objekty
Popis : SO 04-45-51 Černošice - Dobřichovice, protihlukové stěny
Autor : Ing. Vladimír Prajzler
Odběratel : SŽDC
Datum : 18.3.2013

Parametry zemín

násep Y (G3, S4)

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 31,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,25$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 50,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

podloží (G3,F6)

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 28,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,30$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 10,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie konstrukce

Geometrie piloty

Profil piloty: kruhová

Rozměry

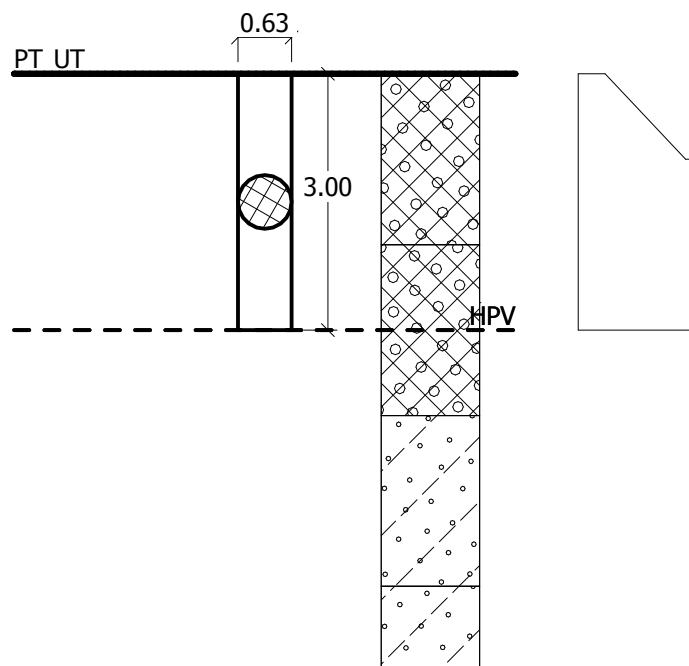
Průměr $d = 0.63 \text{ m}$
Délka $l = 3.00 \text{ m}$

Umístění

Vysazení $h = 0.00 \text{ m}$
Hloubka upraveného terénu $h_z = 0.00 \text{ m}$

Technologie

Piloty s těžněním zeminy z vrtu
Typ piloty: uživatelská
Redukce odporu na patě = 1.00
Redukce odporu na plášti = 1.00

Název : Geometrie
Fáze : 1
Popis : Lp = 4,0 m

Průběh modulu reakce podloží

Hloubka [m]	Kh [MN/m³]
0.00	2.00
1.00	8.00
1.00	9.00
3.00	9.00

Materiál konstrukce

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992 1-1 (EC2).

Beton : C 25/30

Ocel podélná : B500

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2.00	násep Y (G3, S4)	
2	2.00	násep Y (G3, S4)	
3	2.00	podloží (G3,F6)	
4	-	podloží (G3,F6)	

Zatížení

Číslo	Zatížení nové	Zatížení změna	Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
1	ANO		Zatížení NÁVRHOVÉ h = 3,15 m	Výpočtové	0.00	0.00	-20.40	12.95	0.00
2	ANO		Zatížení CHARAKTERIST	Výpočtové	0.00	0.00	-13.60	8.63	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 3.00 m od původního terénu.

Nastavení výpočtu

Výpočet proveden podle teorie mezních stavů s redukcí vstupních parametrů zemin.

Součinitel redukce úhlu vnitřního tření

$$\gamma_{m\phi} = 1.10$$

Součinitel redukce soudržnosti

$$\gamma_{mc} = 1.40$$

Posouzení čís. 1

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 1.(Zatížení NÁVRHOVÉ h = 3,15 m)

Vodorovná únosnost posouzena ve směru X.

Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	2.00	-9.07	4.92	22.23	-12.95	20.40
0.15	2.90	-8.33	4.91	24.17	-10.94	22.19
0.15	2.90	-8.33	4.91	24.17	-10.94	22.19
0.30	3.80	-7.60	4.89	28.88	-8.41	23.64
0.30	3.80	-7.60	4.89	28.88	-8.41	23.64
0.45	4.70	-6.87	4.88	32.27	-5.51	24.68
0.45	4.70	-6.87	4.88	32.27	-5.51	24.68
0.60	5.60	-6.14	4.86	34.36	-2.34	25.26
0.60	5.60	-6.14	4.86	34.36	-2.34	25.26
0.75	6.50	-5.41	4.85	35.15	0.96	25.36
0.75	6.50	-5.41	4.85	35.15	0.96	25.36
0.90	7.40	-4.68	4.83	35.47	4.27	24.96
0.90	7.40	-4.68	4.83	35.47	4.27	24.96
1.00	8.00	-4.20	4.82	34.52	6.50	24.36
1.00	9.00	-4.20	4.82	34.52	6.50	24.36
1.05	9.00	-3.96	4.82	34.05	7.62	24.06
1.05	9.00	-3.96	4.82	34.05	7.62	24.06
1.20	9.00	-3.24	4.80	29.14	10.68	22.68
1.20	9.00	-3.24	4.80	29.14	10.68	22.68
1.35	9.00	-2.52	4.79	22.67	13.13	20.89
1.35	9.00	-2.52	4.79	22.67	13.13	20.89
1.50	9.00	-1.80	4.77	16.21	14.96	18.78
1.50	9.00	-1.80	4.77	16.21	14.96	18.78
1.65	9.00	-1.09	4.76	9.78	16.19	16.43
1.65	9.00	-1.09	4.76	9.78	16.19	16.43

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
1.80	9.00	-0.37	4.75	3.35	16.81	13.95
1.80	9.00	-0.37	4.75	3.35	16.81	13.95
1.95	9.00	0.34	4.75	-3.06	16.82	11.42
1.95	9.00	0.34	4.75	-3.06	16.82	11.42
2.10	9.00	1.05	4.74	-9.46	16.23	8.93
2.10	9.00	1.05	4.74	-9.46	16.23	8.93
2.25	9.00	1.76	4.73	-15.86	15.04	6.58
2.25	9.00	1.76	4.73	-15.86	15.04	6.58
2.40	9.00	2.47	4.73	-22.25	13.24	4.45
2.40	9.00	2.47	4.73	-22.25	13.24	4.45
2.55	9.00	3.18	4.73	-28.63	10.83	2.64
2.55	9.00	3.18	4.73	-28.63	10.83	2.64
2.70	9.00	3.89	4.73	-35.02	7.82	1.23
2.70	9.00	3.89	4.73	-35.02	7.82	1.23
2.85	9.00	4.60	4.73	-41.40	4.21	0.32
2.85	9.00	4.60	4.73	-41.40	4.21	0.32
3.00	9.00	5.31	4.73	-47.78	0.00	-0.00

Maximální vnitřní síly a deformace:

Deformace hlavy piloty = -9.1 mm
Max.deformace piloty = 9.1 mm
Max.posouvající síla = 16.82 kN
Maximální moment = 25.36 kNm

Dimenzace výztuže:

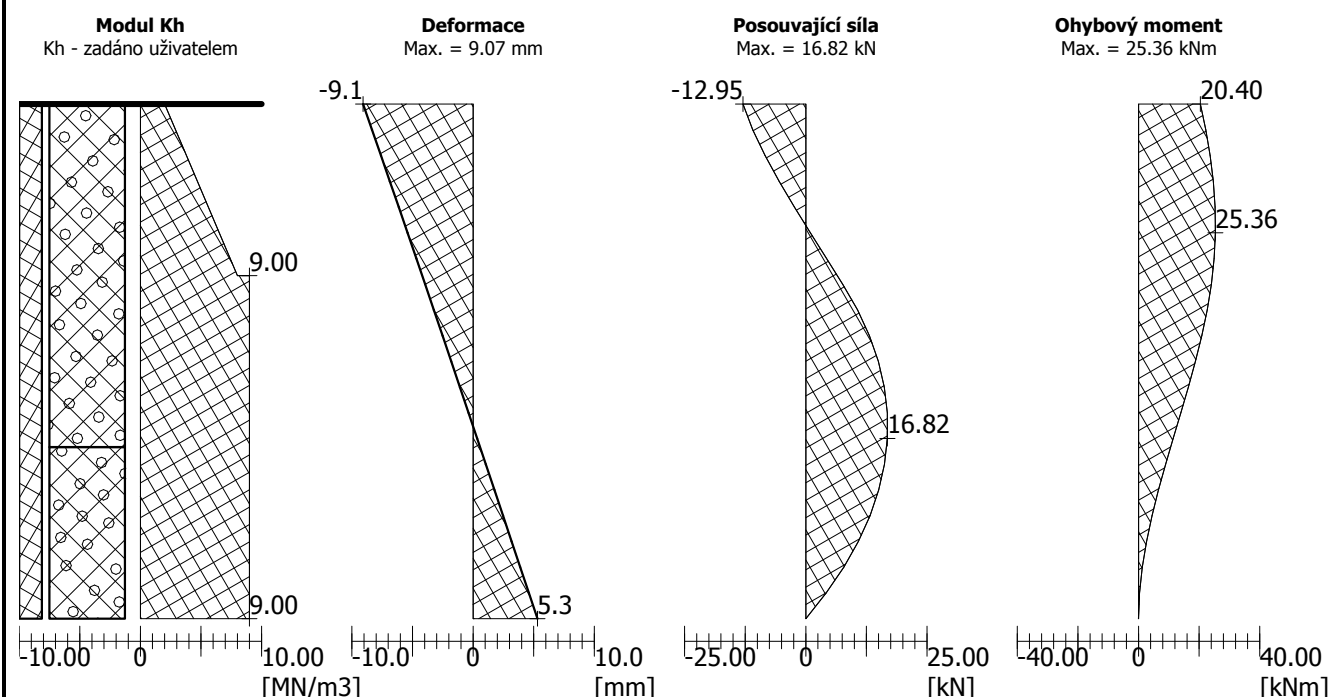
Vyztužení - 8 ks profil 16.0 mm; krytí 80.0 mm

Stupeň vyztužení $\rho = 0.258 \% > 0.133 \% = \rho_{\min}$

Zatížení : $N_{Ed} = 0.00$ kN (tah) ; $M_{Ed} = 25.36$ kNm

Únosnost : $N_{Rd} = 0.00$ kN; $M_{Rd} = 150.25$ kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Název : Vod. únosn.
Fáze : 1; Posouzení : 1
Popis : Lp = 4,0 m MSÚ


Posouzení čís. 2

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 2. (Zatížení CHARAKTERISTICKÉ)

Vodorovná únosnost posouzena ve směru X.

Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	2.00	-6.05	3.28	14.81	-8.63	13.60
0.15	2.90	-5.56	3.27	16.11	-7.29	14.79
0.15	2.90	-5.56	3.27	16.11	-7.29	14.79
0.30	3.80	-5.07	3.26	19.25	-5.61	15.76
0.30	3.80	-5.07	3.26	19.25	-5.61	15.76
0.45	4.70	-4.58	3.25	21.51	-3.67	16.45
0.45	4.70	-4.58	3.25	21.51	-3.67	16.45
0.60	5.60	-4.09	3.24	22.90	-1.56	16.84
0.60	5.60	-4.09	3.24	22.90	-1.56	16.84
0.75	6.50	-3.60	3.23	23.43	0.64	16.91
0.75	6.50	-3.60	3.23	23.43	0.64	16.91
0.90	7.40	-3.12	3.22	23.64	2.85	16.64
0.90	7.40	-3.12	3.22	23.64	2.85	16.64
1.00	8.00	-2.80	3.21	23.01	4.33	16.24
1.00	9.00	-2.80	3.21	23.01	4.33	16.24
1.05	9.00	-2.64	3.21	22.69	5.08	16.04
1.05	9.00	-2.64	3.21	22.69	5.08	16.04

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
1.20	9.00	-2.16	3.20	19.42	7.12	15.12
1.20	9.00	-2.16	3.20	19.42	7.12	15.12
1.35	9.00	-1.68	3.19	15.11	8.75	13.93
1.35	9.00	-1.68	3.19	15.11	8.75	13.93
1.50	9.00	-1.20	3.18	10.81	9.97	12.52
1.50	9.00	-1.20	3.18	10.81	9.97	12.52
1.65	9.00	-0.72	3.17	6.52	10.79	10.95
1.65	9.00	-0.72	3.17	6.52	10.79	10.95
1.80	9.00	-0.25	3.17	2.23	11.21	9.30
1.80	9.00	-0.25	3.17	2.23	11.21	9.30
1.95	9.00	0.23	3.16	-2.04	11.21	7.61
1.95	9.00	0.23	3.16	-2.04	11.21	7.61
2.10	9.00	0.70	3.16	-6.31	10.82	5.96
2.10	9.00	0.70	3.16	-6.31	10.82	5.96
2.25	9.00	1.17	3.16	-10.57	10.02	4.39
2.25	9.00	1.17	3.16	-10.57	10.02	4.39
2.40	9.00	1.65	3.15	-14.83	8.82	2.97
2.40	9.00	1.65	3.15	-14.83	8.82	2.97
2.55	9.00	2.12	3.15	-19.09	7.22	1.76
2.55	9.00	2.12	3.15	-19.09	7.22	1.76
2.70	9.00	2.59	3.15	-23.34	5.22	0.82
2.70	9.00	2.59	3.15	-23.34	5.22	0.82
2.85	9.00	3.07	3.15	-27.59	2.81	0.22
2.85	9.00	3.07	3.15	-27.59	2.81	0.22
3.00	9.00	3.54	3.15	-31.85	0.00	-0.00

Maximální vnitřní síly a deformace:

Deformace hlavy piloty = -6.0 mm
 Max.deformace piloty = 6.0 mm
 Max.posouvající síla = 11.21 kN
 Maximální moment = 16.91 kNm

Dimenzace výztuže:

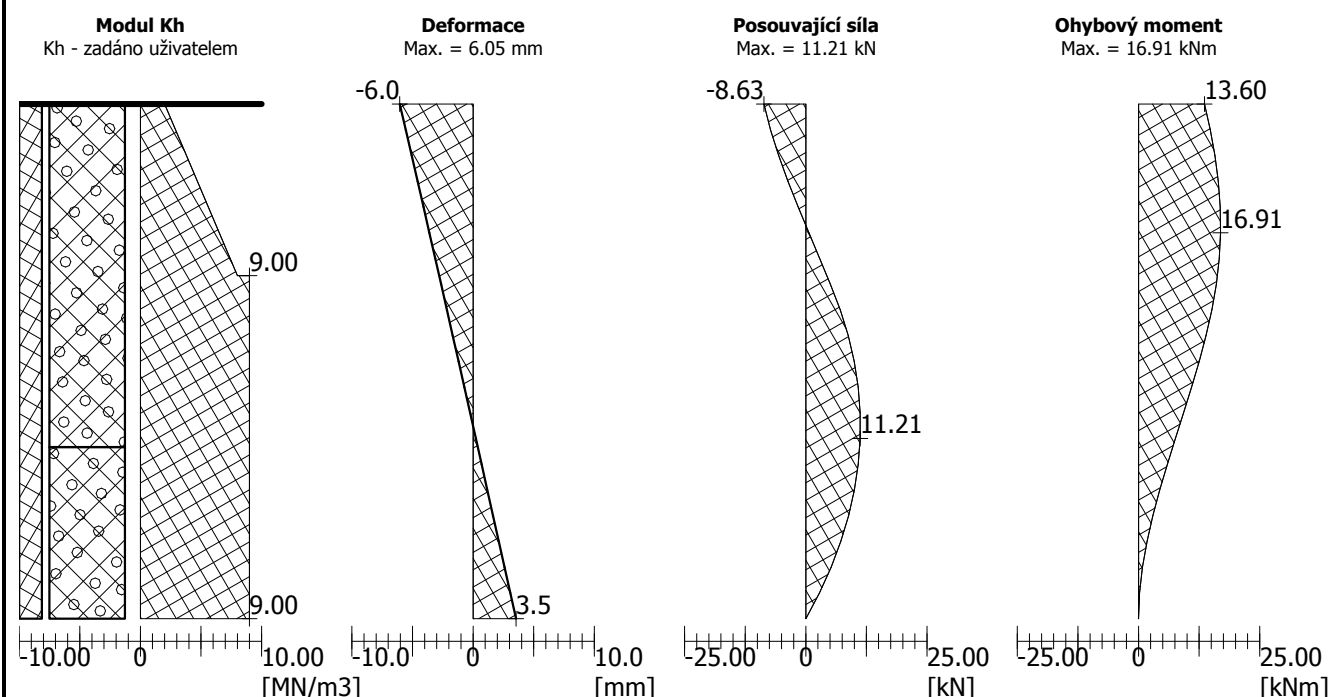
Vyztužení - 8 ks profil 16.0 mm; krytí 80.0 mm

Stupeň vyztužení $\rho = 0.258 \% > 0.133 \% = \rho_{\min}$

Zatížení : $N_{Ed} = 0.00$ kN (tah) ; $M_{Ed} = 16.91$ kNm

Únosnost : $N_{Rd} = 0.00$ kN; $M_{Rd} = 150.25$ kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Název : Vod. únosn.
Fáze : 1; Posouzení : 2
Popis : Lp = 4,0 m MSP


Posouzení čís. 1

Vstupní data

Maximální deformace 25.0 mm

Koef. zvětšení mezního pláště. tření vlivem technologie 1

Hloubka deformační zóny je dopočítána.

Zatěžovací křivka

Číslo	Zatížení [kN]	Sednutí [mm]
1	0.00	0.0
2	38.45	0.4
3	76.91	0.8
4	115.36	1.3
5	153.82	2.2
6	192.27	4.3
7	230.73	8.7
8	269.18	14.0
9	307.64	19.6
10	346.09	24.9
11	346.45	25.0

Závislost smyku na deformaci v hloubce 3.00m

Číslo	Deformace [mm]	Smyk [kPa]
1	0.0	0.00
2	0.3	16.00

Číslo	Deformace [mm]	Smyk [kPa]
3	0.7	33.64
4	1.3	49.25
5	2.2	65.93
6	4.3	103.60
7	8.7	144.11
8	13.9	183.09
9	19.5	222.30
10	24.8	256.05
11	25.0	257.06

Výpočet pro zatížení $F = 38.45 \text{ kN}$

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	38.45	1.00	0.00	0.00
0.30	37.39	0.97	1.06	0.03
0.60	34.70	0.90	3.76	0.10
0.90	32.01	0.83	6.45	0.17
1.20	29.32	0.76	9.13	0.24
1.50	26.65	0.69	11.81	0.31
1.80	23.98	0.62	14.48	0.38
2.10	21.32	0.55	17.14	0.45
2.40	18.66	0.49	19.80	0.51
2.70	16.00	0.42	22.45	0.58
3.00	13.35	0.35	25.10	0.65

Výpočet pro zatížení $F = 76.91 \text{ kN}$

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	76.91	1.00	0.00	0.00
0.30	75.79	0.99	1.12	0.01
0.60	72.45	0.94	4.46	0.06
0.90	67.33	0.88	9.58	0.12
1.20	61.68	0.80	15.23	0.20
1.50	56.05	0.73	20.86	0.27
1.80	50.43	0.66	26.48	0.34
2.10	44.82	0.58	32.09	0.42
2.40	39.23	0.51	37.68	0.49
2.70	33.64	0.44	43.27	0.56
3.00	28.06	0.36	48.85	0.64

Výpočet pro zatížení $F = 115.36 \text{ kN}$

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	115.36	1.00	0.00	0.00
0.30	114.32	0.99	1.04	0.01
0.60	111.20	0.96	4.17	0.04
0.90	105.99	0.92	9.38	0.08
1.20	98.69	0.86	16.67	0.14

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
1.50	88.77	0.77	26.60	0.23
1.80	78.86	0.68	36.50	0.32
2.10	68.98	0.60	46.39	0.40
2.40	59.11	0.51	56.26	0.49
2.70	49.25	0.43	66.11	0.57
3.00	39.41	0.34	75.95	0.66

Výpočet pro zatížení F = 153.82 kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	153.82	1.00	0.00	0.00
0.30	152.71	0.99	1.11	0.01
0.60	149.37	0.97	4.45	0.03
0.90	143.80	0.93	10.02	0.07
1.20	136.01	0.88	17.81	0.12
1.50	125.98	0.82	27.84	0.18
1.80	113.73	0.74	40.09	0.26
2.10	99.25	0.65	54.57	0.35
2.40	82.58	0.54	71.24	0.46
2.70	65.93	0.43	87.89	0.57
3.00	49.29	0.32	104.52	0.68

Výpočet pro zatížení F = 192.27 kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	192.27	1.00	0.00	0.00
0.30	191.18	0.99	1.09	0.01
0.60	187.90	0.98	4.38	0.02
0.90	182.42	0.95	9.85	0.05
1.20	174.76	0.91	17.51	0.09
1.50	164.91	0.86	27.36	0.14
1.80	152.87	0.80	39.40	0.20
2.10	138.64	0.72	53.64	0.28
2.40	122.21	0.64	70.06	0.36
2.70	103.60	0.54	88.67	0.46
3.00	82.90	0.43	109.37	0.57

Výpočet pro zatížení F = 230.73 kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	230.73	1.00	0.00	0.00
0.30	229.66	1.00	1.07	0.00
0.60	226.45	0.98	4.28	0.02
0.90	221.10	0.96	9.62	0.04
1.20	213.62	0.93	17.11	0.07
1.50	204.00	0.88	26.73	0.12
1.80	192.23	0.83	38.49	0.17
2.10	178.33	0.77	52.40	0.23

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
2.40	162.29	0.70	68.44	0.30
2.70	144.11	0.62	86.62	0.38
3.00	123.89	0.54	106.84	0.46

Výpočet pro zatížení F = 269.18 kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	269.18	1.00	0.00	0.00
0.30	268.12	1.00	1.06	0.00
0.60	264.93	0.98	4.25	0.02
0.90	259.62	0.96	9.56	0.04
1.20	252.18	0.94	17.00	0.06
1.50	242.61	0.90	26.57	0.10
1.80	230.92	0.86	38.26	0.14
2.10	217.11	0.81	52.08	0.19
2.40	201.16	0.75	68.02	0.25
2.70	183.09	0.68	86.09	0.32
3.00	163.00	0.61	106.18	0.39

Výpočet pro zatížení F = 307.64 kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	307.64	1.00	0.00	0.00
0.30	306.58	1.00	1.05	0.00
0.60	303.42	0.99	4.21	0.01
0.90	298.16	0.97	9.48	0.03
1.20	290.78	0.95	16.85	0.05
1.50	281.30	0.91	26.34	0.09
1.80	269.71	0.88	37.92	0.12
2.10	256.02	0.83	51.62	0.17
2.40	240.21	0.78	67.42	0.22
2.70	222.30	0.72	85.33	0.28
3.00	202.39	0.66	105.25	0.34

Výpočet pro zatížení F = 346.09 kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	346.09	1.00	0.00	0.00
0.30	344.98	1.00	1.11	0.00
0.60	341.65	0.99	4.45	0.01
0.90	336.09	0.97	10.00	0.03
1.20	328.31	0.95	17.78	0.05
1.50	318.30	0.92	27.79	0.08
1.80	306.08	0.88	40.01	0.12
2.10	291.63	0.84	54.47	0.16
2.40	274.95	0.79	71.14	0.21
2.70	256.05	0.74	90.04	0.26

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
3.00	235.04	0.68	111.05	0.32

Výpočet pro zatížení F = 384.55 kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	384.55	1.00	0.00	0.00
0.30	383.45	1.00	1.10	0.00
0.60	380.15	0.99	4.39	0.01
0.90	374.66	0.97	9.88	0.03
1.20	366.98	0.95	17.57	0.05
1.50	357.09	0.93	27.45	0.07
1.80	345.01	0.90	39.53	0.10
2.10	330.74	0.86	53.81	0.14
2.40	314.26	0.82	70.28	0.18
2.70	295.59	0.77	88.95	0.23
3.00	274.83	0.71	109.71	0.29

Příloha č. 8

SO 08-45-01 Statický výpočet založení protihlukové stěny

OBSAH:

1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	4
2	ÚVOD	4
3	PODKLADY	4
4	POUŽITÉ NORMY A LITERATURA	4
4.1	Normy	4
4.2	Předpisy	5
4.3	Literatura	5
5	SOFTWARE	5
6	ZÁKLADNÍ PARAMETRY KONSTRUKCE PHS	5
7	MATERIÁLY ZÁKLADOVÝCH PILOT A JEJICH PARAMETRY	5
7.1	Beton: C 25/30	5
7.2	Výztužná ocel: B500 B	6
8	IG, HG a GT POMĚRY	6
9	VÝPOČETNÍ MODEL	6
10	ZATÍŽENÍ	7
10.1	Zatížení účinky větru	7
10.2	Zatížení aerodynamickými účinky jedoucího vlaku	7
11	KOMBINACE ZATÍŽENÍ	8
11.1	Kombinace pro mezní stav únosnosti (MSÚ)	8
11.2	Kombinace pro mezní stav použitelnosti (MSP)	8
12	VÝPOČETNÍ PROFILY	8
13	POSOUZENÍ	8
13.1	Mezní stav únosnosti pilot (MSÚ)	8
13.2	Mezní stav použitelnosti pilot (MSP)	8
14	ZÁVĚR	8

PŘÍLOHY:

- 1. Geotechnické podklady**
- 2. Příčné řezy**
- 3. Výpočet zatížení od větru a od projíždějícího vlaku (Excel)**
- 4. Výpočet účinků zatížení na piloty (Excel)**
- 5. Posouzení deformací pilot (Excel)**
- 6. Výpočet pilot dle MSÚ a MSP (program GEO5 – Pilota)**

1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Optimalizace trati Černošice (včetně) - Beroun (mimo)
SO 08-45-01 Řevnice – Zadní Třebáň, protihlukové stěny
Statický výpočet založení PHS

2 ÚVOD

Tento statický výpočet je součástí projektové dokumentace „Optimalizace trati Černošice (včetně) - Beroun (mimo)“ ve stupni přípravné dokumentace stavby. Ve výpočtu je řešeno založení protihlukové stěny SO 08-45-01 v km 25,426-25,669 o celkové délce 243,0 m vlevo od koleje č. 1 v Zadní Třebáni. Předmětem výpočtu není samotná horní konstrukce protihlukové stěny (dále PHS).

PHS je založena v celém svém úseku na pilotách. Ve výpočtu se uvažuje působení vodorovného zatížení na PHS, tj. vodorovná únosnost piloty a vodorovné deformace piloty ve vztahu k deformacím horní konstrukce PHS.

Výpočty jsou provedeny dle systému evropských norem EC.

3 PODKLADY

[1] Optimalizace trati Řevnice – Beroun, Geotechnický a stavebnětechnický průzkum (GeoTec-GS, a.s., 03/2004)

- Část A – Souhrnná zpráva
- Část B – Geotechnický průzkum pražcového podloží
- C.3 Most v km 25,398
- E.2 Protihlukové stěny

[2] Průběžně zpracovávaná dokumentace SO 08-45-01

4 POUŽITÉ NORMY A LITERATURA

4.1 Normy

Číslo	Název	Účinnost
(72 1003) ČSN EN ISO 14688-1	Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zatřídění zemin - Část 1: Pojmenování a popis	07/2003
(73 0002) ČSN EN 1990	EC 0: Zásady navrhování konstrukcí	04/2004
(73 0035) ČSN EN 1991-1-1	EC 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb	04/2004
(73 0035) ČSN EN 1991-1-4	EC 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem (+ dodatky)	05/2007
(73 1000) ČSN EN 1997-1	EC 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla	10/2006
(73 1000) ČSN EN 1997-2	EC 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy	04/2008
(73 1031) ČSN EN 1536	Provádění speciálních geotechnických prací - Vrtané piloty	04/2011
(73 1201) ČSN EN 1992-1-1	EC 2: Navrhování beton.kcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby	12/2006
(73 2403) ČSN EN 206-1	Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda (+ změny)	10/2001
(73 6203) ČSN EN 1991-2	EC 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou	08/2005
(73 7061) ČSN EN 1794-1	Zařízení pro snížení hluku silničního provozu - Neakustické vlastnosti - Část 1: Mechanické vlastnosti	09/2011

	a požadavky na stabilitu	
--	--------------------------	--

Použité dříve platné normy:

ČSN 73 1001	Základová půda pod plošnými základy
ČSN 73 1002	Pilotové základy
ČSN 73 1002	KOMENTÁŘ k normě Pilotové základy
ČSN 73 1004	Velkopřůměrové piloty

4.2 Předpisy

SŽDC S3 - Železniční svršek a SŽDC S4 - Železniční spodek

Technické kvalitativní podmínky staveb Českých drah:

- Kapitola 3 - Zemní práce
- Kapitola 6 - Konstrukční vrstvy tělesa železničního spodku
- Kapitola 7 - Kolejové lože
- Kapitola 16 - Protihluková opatření
- Kapitola 18 - Betonové mosty a konstrukce

ČD Metodický pokyn - Protihlukové stěny a valy (DDC, 09/2000)

SŽDC - Obecné technické podmínky (OTP) - Protihlukové stěny (01/08/2011)

4.3 Literatura

Jílek, A., Grenčík, L., Novák, V.: Betonové konstrukce I (Praha, 1976)

Myslivec, A., Eichler, J., Jesenák, J.: Mechanika zemin (Praha, 1970)

Hořejší, J., Šafka, J. a kol.: Statické tabulky, TP 51 (Praha, 1987)

Procházka, J. a kol.: Navrhování betonových konstrukcí 1 (dle EC) (ČBS, Praha 2005)

5 SOFTWARE

GEO5, verze 9 – Piloty (FINE, spol. s r.o., Praha)

6 ZÁKLADNÍ PARAMETRY KONSTRUKCE PHS

V předmětném úseku je navržena PHS následujících základních parametrů:

Rozměry:

výška PHS	hs = 3,0 m
vzdálenost sloupků – základní modul	L = 4,10 m
vzdál. osy koleje a osy PHS	ag = 3,50 m
sloupky betonové – profil H	h = 350 mm; b = 250 mm
základy pilotové – průměr	D = 630 mm

Materiály:

stěna – sloupky a panely C 30/37

piloty C 25/30 XC2, XA2, ve zhlaví C 30/37 XF4

7 MATERIÁLY ZÁKLADOVÝCH PILOT A JEJICH PARAMETRY

7.1 Beton: C 25/30

objemová tíha betonu (žlb.)	$\gamma = 25,0 \text{ kN/m}^3$
modul pružnosti	$E_p = 31,0 \text{ GPa}$
charakteristická pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$
dílčí součinitel materiálu – beton	$\gamma_c = 1,5$
návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}$

7.2 Výztužná ocel: B500 B

charakteristická mez kluzu	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
dílní součinitel materiálu – betonářská ocel	$\gamma_s = 1,15$
návrhová mez kluzu	$f_{yk} = 435 \text{ MPa}$

8 IG, HG a GT POMĚRY

Inženýrskogeologické, hydrogeologické a geotechnické poměry v zájmové lokalitě jsou podrobně popsány v [1].

Většina délky PHS je umístěna ve stávajícím tělese žel. trati výšky cca 2,3 m od okolního terénu k T.K. Ve stávajícím náspu žel. trati budou zastíženy variabilní navážky charakteru překopaných místních zemín, s příměsí kameniva, dále konstrukční štěrkovité vrstvy stávající žel. trati. Vzhledem k předpokládané hloubce pilot budou paty pilot zasahovat do kvartérních pokryvů pod náspem tvořených fluvialními sedimenty - štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy (G3/G-F), jíly se střední plasticitou (F6/Cl) - a deluviálními štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy (G3/G-F).

Pro výpočty založení PHS na pilotách byly použity následující geotechnické parametry vyskytujících se zemních materiálů:

Navážky Y (stávající násep), převážně G3, G4

Štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy, štěrky hlinitý

objemová tíha	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
objemová tíha saturevaná	$\gamma_{\text{sat}} = 20,0 \text{ kN/m}^3$
úhel vnitřního tření	$\phi_{\text{ef}} = 35 \text{ deg}$
soudržnost	$c_{\text{ef}} = 0 \text{ kPa}$
modul přetvárnosti	$E_{\text{def}} = 50 \text{ MPa}$
Poissonova konstanta	$\nu = 0,25$

Kvartérní podklad, G4, G5

Štěrky hlinitý, štěrky jílovité

objemová tíha	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
objemová tíha saturevaná	$\gamma_{\text{sat}} = 20,0 \text{ kN/m}^3$
úhel vnitřního tření	$\phi_{\text{ef}} = 30 \text{ deg}$
soudržnost	$c_{\text{ef}} = 5 \text{ kPa}$
modul přetvárnosti	$E_{\text{def}} = 90 \text{ MPa}$
Poissonova konstanta	$\nu = 0,25$

9 VÝPOČETNÍ MODEL

V tomto statickém výpočtu je proveden výpočet založení PHS. Předmětem není výpočet horní konstrukce PHS. Výpočty jsou provedeny v souladu se systémem Eurokódů (EC).

Vzhledem k druhům převažujících zatížení působících na PHS je počítáno pouze s vodorovnými s účinky, zatímco zatížení svislá jsou v porovnání se svislou únosností pilotových základů zanedbatelná. Pilotový základ je počítán pomocí programu Pilota z programového balíku GEO5 metodou MKP. Železobetonový prvek piloty je přitom uložen v zemním prostředí, charakterizovaným svými přetvárnými a pevnostními vlastnostmi.

Tuhost prostředí je popsána modulem reakce podloží s fyzikálním rozměrem $[\text{MN/m}^3]$. Tato veličina je závislá nejen na vlastnostech zemního prostředí, ale i na rozměrech zatlačované konstrukce. Její určení pro prostředí náspu bylo ověřeno několika dostupnými způsoby, z nichž některé vycházejí i z dříve platných norem ČSN 73 1002 Pilotové základy (Komentář) a ČSN 73 1004 Velkopřůměrové piloty. V zásadě je uvažován lineární průběh veličiny v závislosti na hloubce pro nesoudržné zeminy a konstantní průběh po výšce pro soudržné materiály.

Při stanovení modulu reakce podloží k_h pro nesoudržné materiály je užito vztahu dle ČSN 73 1004 (lineární průběh):

$$k_h = n_h * \frac{z}{D},$$

kde D ... průměr piloty;
zhloubka pod terénem;
nh ...modul horizontální stlačitelnosti.

Hodnoty modulu reakce prostředí k_h jsou vypočteny pro parametr n_h , který je pro násyp uvažován

$$n_h = 5,0 \text{ MN/m}^3;$$

Zatížení působící na horní konstrukci PHS je přepočítáno k úrovni hlavy piloty, hlava piloty je pak zatížena vodorovnou silou H a momentem M.

Délka piloty je navržena tak, aby po deformaci základu byla splněna deformační kritéria předepsaná pro horní konstrukci (dle předpisů vydaných Českými drahami):

$$v_{max} = L / 75 \quad \text{kde } L \text{ je šířka prvku.}$$

10 ZATÍŽENÍ

10.1 Zatížení účinky větru

Zatížení větrem je stanoveno dle normy ČSN EN 1991-1-4. Zatížení je považováno za hlavní proměnné zatížení ve smyslu normy.

Výchozí základní rychlost větru dle přílohy ČSN EN 1991-1-4 - Mapa v.o. – Berounka:

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

Součinitel expozice dle kategorie terénu:

kategorie terénu	III - les, vesnice
$c_e(z)$	1,30

V krajních polích PHS je uvažována zvýšená hodnota aerodynamického součinitele výsledného tlaku $C_{p,net}$ na rozdíl od polí vnitřních.

Výpočet charakteristických hodnot zatížení je v Příloze č. 3.

10.2 Zatížení aerodynamickými účinky jedoucího vlaku

Zatížení větrem je stanoveno dle normy ČSN EN 1991-2. Zatížení je považováno za vedlejší proměnné zatížení ve smyslu normy. Zatížení působí na max. výšku 5,0 m od TK (v našem případě na celou výšku PHS), délku 5,0 m, a to střídavě jako tlak či sání.

Hlavní parametry potřebné pro určení intenzity zatížení, jsou následující:

maximální (návrhová) rychlost vlaku: 160 km/hod
vzdálenost osy koleje od PHS: 3,50 m

charakteristická hodnota zatížení dle obr. 6.22

$$q_{1k} = 0,25$$

V krajních polích je hodnota charakteristické intenzity zatížení zvýšena prostřednictvím dynamického součinitele $\delta = 2,0$, pro potřeby přípravné dokumentace je posouzena pouze stěna v širé trati.

Výpočet charakteristických hodnot zatížení pilot je v Příloze č. 3.

11 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

11.1 Kombinace pro mezní stav únosnosti (MSÚ)

Pro výpočet návrhových účinků zatížení a vodorovné únosnosti pilotového základu byla určena návrhová kombinace zatížení dle rovnice (6.10), tab. A1.2(B) normy ČSN EN 1990. Přitom je

dílčí součinitel pro zatížení stálé	1,35	
dílčí součinitel pro zatížení proměnné	1,50	
součinitel kombinace	0,70	(hodnota dle doporučení OTP SŽDC).

11.2 Kombinace pro mezní stav použitelnosti (MSP)

Pro výpočet deformací pilotového základu a horní konstrukce byla stanovena charakteristická kombinace zatížení dle rovnice (6.14), tab. A1.4 normy ČSN EN 1990. Přitom jsou

dílčí součinitel pro všechna zatížení	1,00	
součinitel kombinace	0,70	(hodnota dle doporučení OTP SŽDC).

Charakteristické zatížení od AED účinku vlaku obsahuje dynamický součinitel, je-li různý od hodnoty 1,0.

12 VÝPOČETNÍ PROFILY

V trase PHS se vyskytují úseky, které se liší výškou PHS, vzdáleností PHS od osy koleje (konfigurací příčného řezu trati) a polohou úseku ve zdi (okrajová oblast / běžný úsek). Pro potřeby přípravné dokumentace je posouzena pouze stěna v širé trati.

13 POSOUZENÍ

13.1 Mezní stav únosnosti pilot (MSÚ)

Pro všechny výpočetní profily byl pro MSÚ podle normy ČSN EN 1992-1-1 posouzen kruhový žlb. průřez C25/30 piloty průměru $D = 630$ mm. Pro návrhovou kombinaci zatížení je navržena výztuž $8 \times D16$ mm, ocel B500 B. Krytí podélné nosné výztuže je 80 mm.

13.2 Mezní stav použitelnosti pilot (MSP)

Pro všechny výpočetní profily byly pro charakteristickou kombinaci zatížení vypočteny vodorovné deformace pilot.

Návrh pilot plyne z požadavku, aby nebyla překročena požadovaná kritéria pro přetvoření horní konstrukce PHS, jehož jednou složkou je i deformace samotného pilotového základu.

Přípustná vodorovná deformace stěny PHS od charakteristického zatížení je dle podkladu „ČD - Metodický pokyn - Protihlukové stěny“ stanovena hodnotou $1/75$ rozpětí pole L . V základním modulu $L = 4,1$ m činí tato deformace $v_{\max} = 54,7$ mm.

Výpočet účinků zatížení pro MSÚ a MSP pilot je v Příloze 6.

14 ZÁVĚR

Pro protihlukovou stěnu (PHS) SO 04-45-51 v úseku trati Radotín – Dobřichovice byl proveden statický výpočet pilotových základů konstrukce.

Výpočty byly provedeny dle systému evropských norem EC pro výpočetní profily pro různé vzdálenosti PHS od osy koleje a výšku stěny. Uvažována jsou vodorovná zatížení od tlaku větru a aerodynamických účinků projíždějících vlaků.

V předmětném úseku (širá trať) jsou navrženy žlb. piloty průměru $D 630$ mm v délce $L_p = 3,0$ m.

Navržené pilotové základy vyhovují pro uvažovaná zatížení v rámci mezního stavu únosnosti (MSÚ) dle EC a v rámci mezního stavu použitelnosti (MSP) deformačním kritériím pro horní konstrukci PHS, předepsaným předpisem ČD.

Optimalizace trati Černošice (včetně) - Beroun (mimo)

SO 08-45-01 Řevnice – Zadní Třebáň, protihlukové stěny: Statický výpočet založení PHS

Navržené délky pilot vyhovují pro daná zatížení PHS v předpokládaných geologických poměrech a za předpokladu jejich správného provedení podle projektové dokumentace a dle předepsaných technologických postupů.

V Praze, březen 2013

Vypracoval: Ing. Vladimír Prajzler

PŘÍLOHY

GEOLOGICKÁ A HYDROGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

Geomorfologie

Podle geomorfologického členění (podle J.Hromádky 1956) leží zájmová oblast trasy modernizované železniční trati na území Poberounské vrchoviny, kde je možno vyčlenit morfologicky výraznou depresí Hořovické kotliny a Hostomické brázdy (mezi Zadní Třebání a Hostomicemi) a na horninách devonských a silurských vápenců Karlštejnskou plošinu s kaňonovitými údolími. Povrch terénu má nadmořskou výšku přibližně v rozmezí 300 až 400 m n m. Železniční trať sleduje údolí Berounky, která proráží horniny Barrandienu a celé své údolí přizpůsobuje hlavním tektonickým a strukturním liniím. V oblasti silurských a devonských vápenců morfologii ovlivňují krasovějící horniny, které způsobují vznik kaňonovitých údolí. Konečnou modelaci terénu ovlivnila erozivní činnost Berounky se svými přítoky, a to zvláště Litavky. Podél toků jsou vyvinuty morfologicky patrné vyšší terasové stupně a široké nebo kaňonovité údolní nivy jednotlivých vodotečí. Zviněný terén je překryt zvětralinovým pláštěm charakteru hlín a na příkrých svazích kamennými a suťovými proudy.

Předkvartérní podklad

Území se rozkládá ve středu barrandienského synklinoria tvořeném mohutnými zvrásněnými horninami, jejichž směr a sklon uložení je porušen souborem zlomů a vrásových přesmyků. Předkvartérní podklad je budován zvrásněnými horninami staršího paleozoika.

V zájmové trase jsou zastoupeny ve stratigrafickém sledu horniny ordoviku, siluru a devonu.

Litologický vývoj paleozoických sedimentů je ovlivněn podmínkami v sedimentační pánvi a projevuje se střídáním souvrství jílovitých, písčitých břidlic až křemenců a vápenců.

Kvartérní pokryvy

Kvartérní pokryv je v zájmovém území budován fluviálními holocenními a terasovými sedimenty, deluviálními, eolickými a antropogenními sedimenty.

Fluviální holocenní sedimenty vyplňují ostře zaříznuté údolí Berounky a jejich přítoků a jsou zastoupeny hlinitopísčitými sedimenty s bahnitými polohami a štěrky vyplňující údolní dna vodotečí.

Podél toku řeky v několika úrovních vykreslujících vývoj údolí jsou vyšší terasové stupně budované písčitými štěrky a štěrkopísky .

Deluviální sedimenty vznikly rozložením zvětralinového pláště hornin skalního podkladu a překrývají o nevelké mocnosti přilehlé svahy údolí řeky. Jedná se většinou o jílovitopísčité a jílovité zeminy s úlomky matečných hornin. Jejich mocnost nebude větší než 1 - 3m

Eolické sedimenty se vyskytují v nevelkém rozšíření mimo vlastní trasu na náhorních plošinách v širším okolí zájmového území ve vývoji sprašových hlín a spraší

Navážky se vyskytují (pomineme-li tělesa stávajících železničních tratí) prakticky pouze v místech, kde trať prochází územím železničních stanic a v okolí stávajících umělých staveb. Charakter navážek je velmi různorodý – hlinité a písčité materiály s případnou příměsí štěrku, stavebního odpadu, škvára, apod.

Podzemní voda

V horninách předkvartérního podkladu je vytvořen puklinový systém místy až puklinově průlinový kolektor podzemní vody, který však má zvýšenou propustnost pouze v přípovrchové zóně intenzivně rozvolněných hornin. Propustnost je značně proměnlivá a závisí na druhu horniny, střídání břidličných hornin s drobami a křemenci, jejich stupni rozpukání a rozevření puklin. Puklinové vody ve vápencích mají charakter vod krasových.

V kvartérních sedimentech je vyvinut průlinový kolektor podzemní vody. Jedná se o vody vázané převážně na fluvialní sedimenty, a to sedimenty písčitých a štěrkovitých teras Berounky a jejich přítoků a holocenních náplavů. Podzemní vody vázané na fluvialní sedimenty lze rozdělit na

- obzory komunikující s hladinou vody ve vodotečích
- obzory bez přímé souvislosti s povrchovými toky.

Vyšší terasové stupně jsou pouhými denudačními zbytky se samostatnými zvodněními o malých vydatnostech s přímou závislostí na atmosférických srážkách a jsou odvodňovány svahovými prameny spolu s deluviálními sedimenty a rozvolněným povrchem skalního podkladu.

Obzory podzemních vod vázaných na fluvialní sedimenty údolních náplavů komunikují s vodami v jednotlivých vodotečích v přímé závislosti na litologickém složení náplavů a jejich mocnosti.

Dokumentace kopané sondy v pražcovém podloží

Mezistaniční úsek (žst.) :		Řevnice - Zadní Třebáň	kolej č. : 1	
Lokalizace sondy :		vlevo ve směru staničení	Staničení km : 25,500	
Morfologie trati :		násep 2 m	Datum hloubení :	20.9.2003
Nulová úroveň :		temeno kolejnice	Dokumentoval :	Mgr. Dudík
Hloubka [m] od - do	Makroskopický popis			Zatřídění dle ČSN 72 1002
0,00 - 0,35	Svršek R65/dř.			
0,20 - 0,50	Šterkové lože - čisté			
0,50 - 0,55	Šterkové lože - slabě znečištěné písčitou hlínou			
0,55 - 0,90	Šterkové lože - zcela zanesené mourem, písčitou hlínou a drtí			
0,90 - 1,05	Šterk s příměsí jemnozrnné zeminy - ulehlý, šedohnědý, červeně a hnědě smouhvaný, valounky a opracované úlomky (křemene, břidlice) o velikosti do 8 cm, průměrně 2 cm (obsah cca 50%), výplň písek s příměsí jemnozrnné zeminy, středně zrnitý - podkladní vrstva			G3/G-FY
1,05 - <u>1,25</u>	Šterk hlinitý - ulehlý (pevný), střípky a úlomky břidlice velikosti do 5 cm (obsah 50 - 60%), výplň písek hlinitý, pevný, středně zrnitý			G4/GMY
Odebrané vzorky :		---	Hloubka zatěžovací zkoušky :	1,05 m
Hladina podzemní vody :		nezastižena	Dynamická penetrační zk. v intervalu :	1,05 - 1,25 m

Tabulka č. 1 - Souhrnná geotechnická data - mezistanční úsek Řevnice - Zadní Třebáň

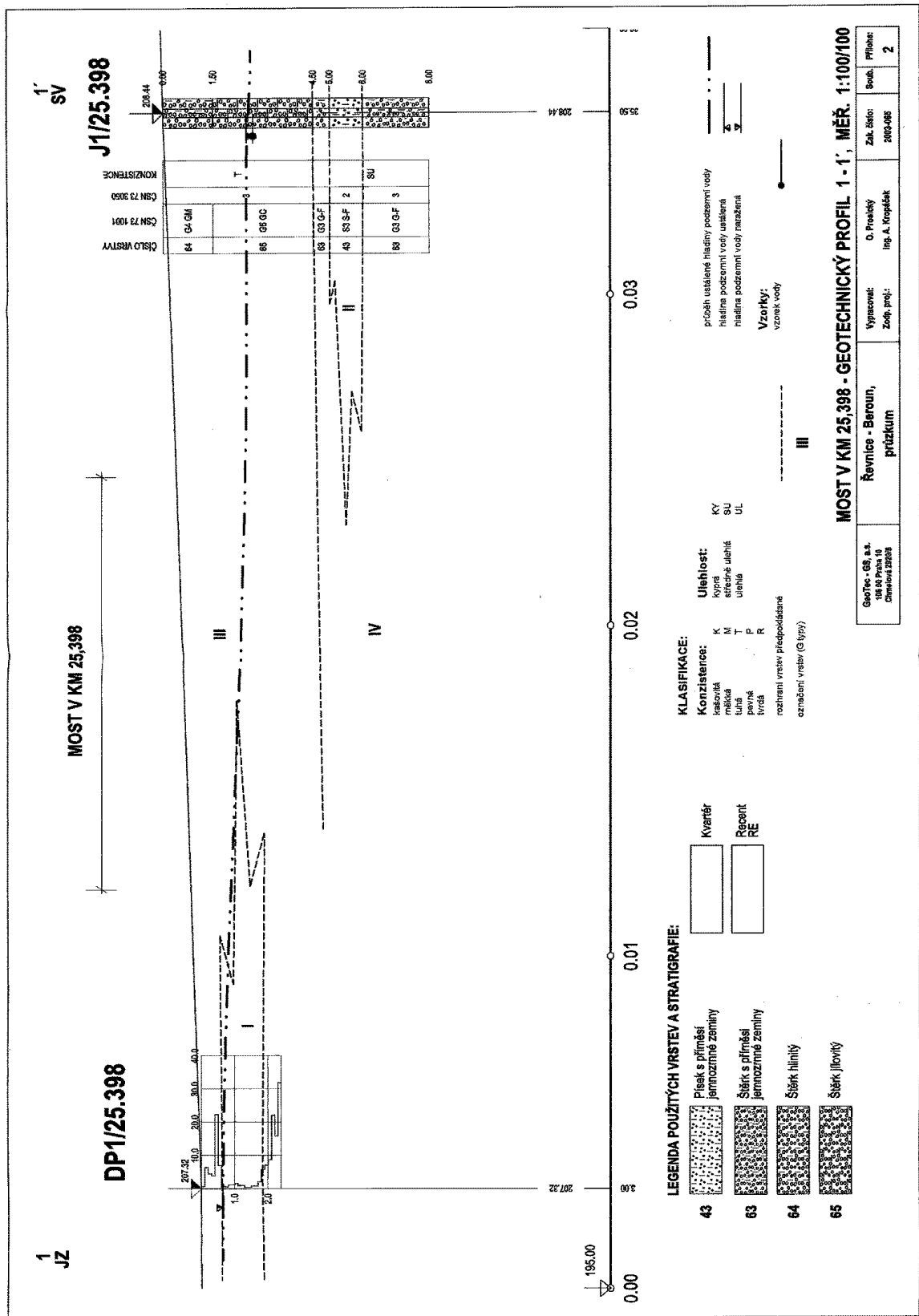
Stančení [km]	Úroveň zatěžovací zkoušky [m]	Zatřídění zeminy	Konzistence (ulehlост)	Kvalita do podloží	Vodní režim	Namrzavost	Modul přetvárnosti E_0 [MPa]	Operační součinitel α	Redukovaný modul přetvárnosti E_{or} [MPa]	Poznámka
Kolej č. 1										
24,100	1,00	S3/S-F	stř. ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	51,1	0,9	46	
24,300	0,95	G5/GC	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	35,2	1,0	35	
24,500	1,15	S3/S-F	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	45,5	0,9	41	
24,700	1,00	G3/G-F	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	72,6	1,0	73	
24,900	0,90	G3/G-F	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	69,2	1,0	69	
25,100	1,15	G4Y	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	42,9	1,0	43	
25,300	1,20	G4/GM	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	38,5	1,0	39	
25,500	1,05	G4/GM	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	104,7	1,0	105	
25,700	0,85	G3/G-F	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	45,0	1,0	45	0,75 m - geotextilie
25,900	0,75	S4/SM	stř. ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	56,3	0,9	51	
Kolej č. 2										
24,020	1,05	G3/G-F	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	102,3	1,0	102	
24,190	0,95	S5/SC	tuhy	roste	příznivý	namrzavá	63,4	0,9	58	
24,400	1,00	G3/G-F	stř. ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	42,9	1,0	43	
24,600	1,35	G3/G-F	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	57,0	1,0	57	1,10 m - výron vody
24,800	1,10	G3/G-F	ulehlý	konstantní	příznivý	namrzavá	51,7	1,0	52	
25,000	1,10	G3/G-F	ulehlý	konstantní	příznivý	namrzavá	78,9	1,0	79	
25,200	1,15	S3/S-F	stř. ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	66,2	0,9	60	
25,420	1,15	G3/G-F	stř. ulehlý	klesá	příznivý	namrzavá	44,3	1,0	44	
25,600	1,00	G4/GM	ulehlý	konstantní	příznivý	namrzavá	60,0	1,0	60	
25,800	1,25*	G4Y	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	-	-	40**	1,00 m - geotextilie
26,000	0,85	S5/SC	ulehlý	roste	příznivý	namrzavá	91,8	0,9	83	

* v případě neprovedení zatěžovací zkoušky udána úroveň dna kopané sondy

** odhad únosnosti dle makroskopického popisu a dynamické penetrační zkoušky

GeoTec-GS, a.s.

7



GeoTec GS®

Geologická dokumentace vrtané sondy

Sonda : **J1**

Most v km 25,398

Souřadnice : Y = 760024,87 X = 1059437,16 Z = 208,44 m n.m. (Bpv)

Dokumentoval / datum : Ondřej Prosický / 6.2.2004

Souprava / průměr : UGB / 156 mm

Hloubka [m] od - do	Geologická dokumentace	ČSN	
		73 1001	73 3050
0,00 - 1,50	Štěrk hlinitý – tuhý (středně ulehlý), hnědý, úlomky velikosti 2 - 13 cm (průměrně 3 cm), obsahu 40 - 50 %	G4/GM	3.
1,50 - 4,50	Štěrk jílovitý – tuhý (Op = 120 - 180 kPa), šedý, kameny přes průměr vrtu (cca 20 cm), šedé, zdravé, obsahu 30 - 40 %, tuhá jílovitá výplň - fluvialní	G5/GC	3.
4,50 - 5,00	Štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy – středně ulehlý, šedý, zvodnělý, valouny velikosti 3 - 8 cm, obsahu 50 %, hrubozrnná, písčitá výplň - fluvialní	G3/G-F	3.
5,00 - 6,00	Písek s příměsí jemnozrnné zeminy - středně ulehlý, v intervalu 5,00 - 5,30 m tmavě šedý, 5,30 - 6,00 m světle hnědý, zvodnělý, nejčastěji středně až hrubě zrnitý, ojediněle valouny křemene velikosti do 1 cm, obsahu do 5%, v polohách (obsahu 20 %) až jílovitý - fluvialní	S3/S-F (vl. S5/SC)	2.
6,00 - 7,10	Štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy – středně ulehlý, světle hnědý, zvodnělý, valouny velikosti 3 - 8 cm, obsahu 50%, hrubozrnná písčitá výplň - fluvialní	G3/G-F	3.
7,10 - 8,00	Štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy – středně ulehlý, světle šedohnědý, štěrky velikosti 1 - 8 cm, (průměrně 4 cm) obsahu 60 - 70 % - fluvialní	G3/G-F	3.

kvartér

Hladina podzemní vody : naražená v hloubce 2,70 m pod terénem
 ustálená v hloubce 2,50 m pod terénem

Odebrané vzorky : V 2,70 m

Geotechnická charakteristika základových půd

Geotechnický typ	Geologické stáří	Třída / symbol ČSN 73 1001	Objemová tíha γ [kN.m ⁻³]	Relativní hutnost I_D	Stupeň konzistence I_c	E_{def} [MPa]	Poissonovo číslo ν	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	ϕ_u [°]	c_u [kPa]	Tabulková výpočtová únosnost R_{d1} [kPa]	Těžitelnost ČSN 73 3050
I.	Q	F4/CS *)	21,0	-	0,5	3	0,40	18	8	0	25	70	3.
II.	Q	S3/S-F	17,5	0,6	-	15	0,30	30	0	-	-	400	2.
III.	Q	G4/GM, G5/GC	19,0	-	0,9	50	0,25	30	5	-	-	250	3.
IV.	Q	G3/G-F	19,0	0,6	-	90	0,25	35	0	-	-	700	3.

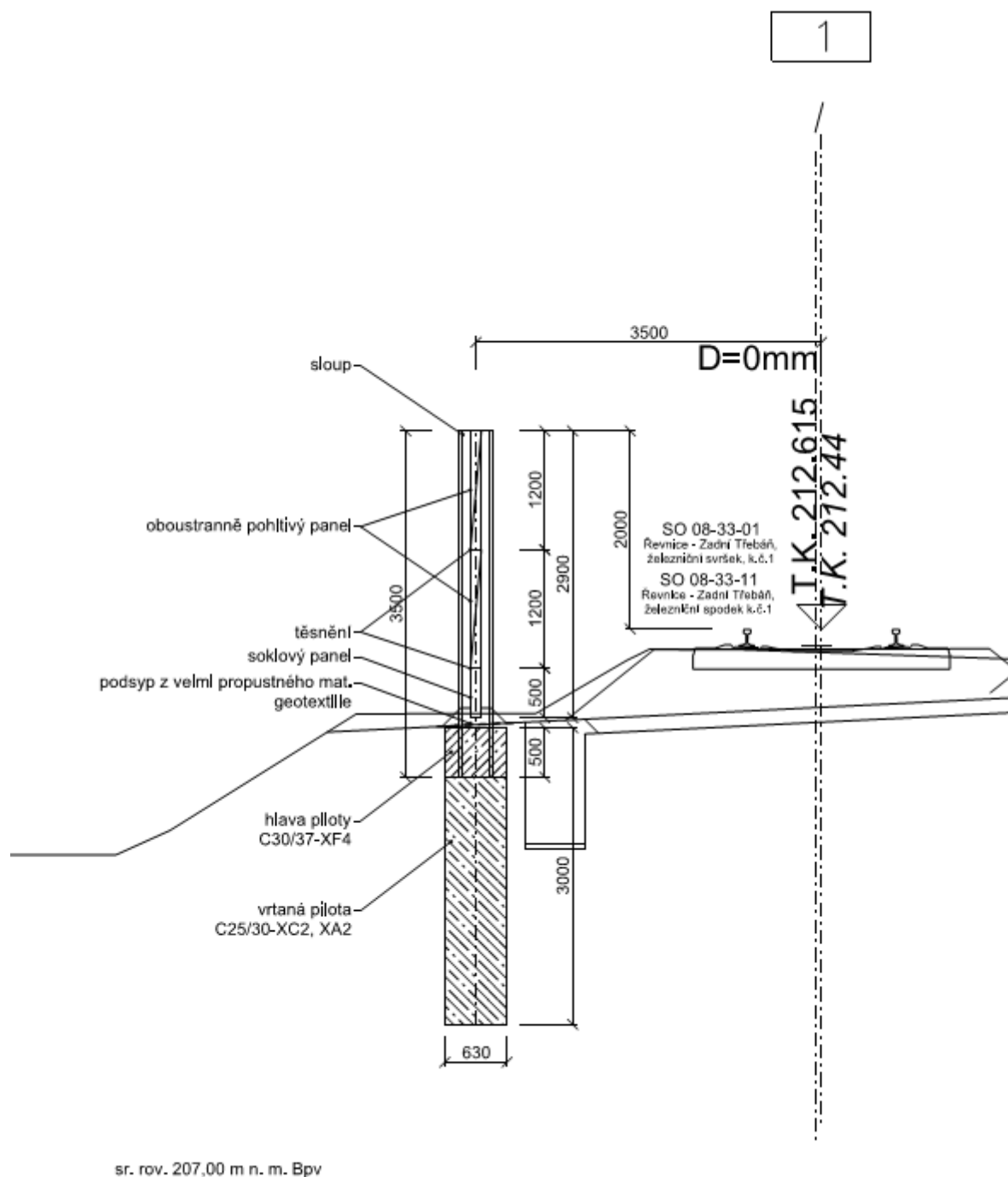
3.6 Protihluková stěna v km 24,170 - 30,250; vpravo

Staničení stěny (km) :	24,170 - 30,250
KS + DP	km 24,450; km 26,342; km 29,030 (poloha sondy je zřejmá z Dokumentace kopaných sond)
Lokalizace stěny :	vpravo od koleje č.1
Morfologie trati :	od km 24,170 - 24,950 odřez - přísyp od km 24,950 - 25,650 násep
Geotechnické poměry :	V podloží dominuje nejčastěji středně uhlý až uhlý štěr s příměsí jemnozrnné zeminy (G3/G-F), středně uhlý písek s příměsí jemnozrnné zeminy (S3/S-F) a středně uhlý písek hlinitý (S4/SM) Lokálně (např. v km cca 27,200 a 28,200) se může 1,20 m pod úrovní TK vyskytnout zvětralé až navětralé skalní podloží (prachovec, přídlice).

Geotechnická charakteristika zemín

typ zeminy	objemová tíha γ [kN.m ⁻³]	efektivní úhel vnitř. tření ϕ_{ef} [°]	efektivní koheze c_{ef} [kPa]	Poissonovo číslo ν	modul přetvárnosti E_{def} [MPa]
G3/G-F	19	35	0	0,25	90
S3/S-F	17,5	30	0	0,30	20
S4/SM	18	30	0	0,30	15
F4/CS	18,5	24	10	0,35	5

PŘÍČNÝ ŘEZ km 25,550



CHARAKTERISTICKÉ ZATÍŽENÍ TLAKEM VĚTRU NA KONSTRUKCI PHS

dle ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení - Zatížení větrem

Základní rychlost větru

větrná oblast ČR (Příloha ČSN EN 1991-1-4 - Mapa v.o. - Berounka)			I
výchozí základní rychlost větru $v_{b,0}$	$v_{b,0}$	[m/s]	22,50
souč. směru větru c_{dir} a souč. ročního období $c_{season} = 1,0$ (v ČR)		[-]	1,00
základní rychlost větru $v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0}$	v_b	[m/s]	22,50

Maximální dynamický tlak

měrná hmotnost vzduchu R_0	R_0	[kg/m ³]	1,25
základní dynamický tlak větru $q_b = 1/2 * R_0 * v_b^2$	q_b	[kPa]	0,316
referenční výška z_e (= výška konstrukce h_s)	z_e	[m]	3,80
kategorie terénu			II
pro: souč. orografie $c_{o(z)} = 1,0$			
pro: souč. turbulence $k_l = 1,0$ (v ČR)			
součinitel expozice $c_{e(z)}$ (nomogram - zahrnuje drsnost ter. a výšku)	c_e	[-]	1,30
charakteristický maximální dynamický tlak $q_p(z) = c_{e(z)} * q_b$	q_p	[kPa]	0,411

Součinitel výsledného tlaku větru

aerodynamický součinitel VÝSLEDNĚHO tlaku $c_{p,net}$, - zóna A	$c_{p, net}$	[-]	3,40
aerodynamický součinitel VÝSLEDNĚHO tlaku $c_{p,net}$, - zóna B	$c_{p, net}$	[-]	2,10
aerodynamický součinitel VÝSLEDNĚHO tlaku $c_{p,net}$, - zóna C	$c_{p, net}$	[-]	1,70
aerodynamický součinitel VÝSLEDNĚHO tlaku $c_{p,net}$, - zóna D	$c_{p, net}$	[-]	1,20

Výsledný tlak větru

charakt. výsledný tlak větru na stěnu $w_k = q_p(z_e) * c_{p,net}$ (zóna A)	w_k	[kPa]	1,40
charakt. výsledný tlak větru na stěnu $w_k = q_p(z_e) * c_{p,net}$ (zóna B)	w_k	[kPa]	0,86
charakt. výsledný tlak větru na stěnu $w_k = q_p(z_e) * c_{p,net}$ (zóna C)	w_k	[kPa]	0,70
charakt. výsledný tlak větru na stěnu $w_k = q_p(z_e) * c_{p,net}$ (zóna D)	w_k	[kPa]	0,49

CHARAKTERISTICKÉ AERODYNAMICKÉ ZATÍŽENÍ (AED) PHS OD PROJÍŽDĚJÍCÍHO VLAKU

dle ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí - Zatížení mostů dopravou

1. Standardní profil

vzdálenost PHS od osy koleje a_g	a_g	[m]	3,50
maximální (návrhová) rychlost vlaku v	v	[km/h]	160
charakteristické zatížení (tlak / sání) +/- $q_{a,k}$ *)	$q_{a,k}$	[kPa]	0,25

VÝPOČET NÁVRHOVÝCH ÚČINKŮ ZATÍŽENÍ

VÝPOČETNÍ PROFIL			1
popis			šířá trať
staničení reprezentativního profilu		[km]	25,550

VÝPOČET NÁVRHOVÝCH ÚČINKŮ ZATÍŽENÍ PHS NA HLAVY PILOT PRO MSÚ (Mezní stav únosnosti)

Geometrie PHS

zatěžovací šířka PHS pro sloupek a pilotu (ve směru PHS) L_s	L_s	[m]	4,10
vzdálenost PHS od osy koleje ag	ag	[m]	3,50
výška PHS světlá (nad upraveným terénem) hs (návrhová hodnota)	hs	[m]	3,00
výška PHS vystavená tlaku zeminy hz	hz	[m]	0,00
výška PHS vystavená tlaku větru $hv = hs - hz$	hv	[m]	3,00
výška PHS vystavená aerodynam. účinku (AED) vlaku ha ($= hs$) *)	ha	[m]	3,00

Návrhové účinky tlaku větru (zatížení hlavní proměnné)

charakteristický výsledný tlak větru na PHS w_k (dle polohy v úseku PHS)	w_k	[kPa]	0,49
dílčí součinitel zatížení pro tlak větru $\gamma_{a,fv}$	$\gamma_{a,fv}$	[-]	1,50
návrhový výsledný tlak větru na PHS $wd = \gamma_{a,fv} * w_k$	wd	[kPa]	0,74
návrhová vodorovná síla od tlaku větru na 1bm PHS $Hv1,d = wd * hv$	$Hv1,d$	[kN/m]	2,22
návrhový moment od tl. větru k hlavě pil. na 1bm PHS $Mv1,d = wd * hv * (hs - hv / 2)$	$Mv1,d$	[kNm/m]	3,33
návrhová vodorovná síla od tlaku větru v hlavě piloty $Hv,d = Hv1,d * L_s$	Hv,d	[kN]	9,11
návrhový moment od tlaku větru v hlavě piloty $Mv,d = Mv1,d * L_s$	Mv,d	[kNm]	13,66

Návrhové aerodynamické účinky (AED) projíždějícího vlaku (zatížení vedlejší proměnné)

charakteristické zatížení (tlak/sání) $\pm q_{a,k}$	$q_{a,k}$	[kPa]	0,25
dílčí součinitel zatížení pro aerodyn. účinek $\gamma_{a,fa}$	$\gamma_{a,fa}$	[-]	1,50
dynamický součinitel δ	δ	[-]	1,00
kombinační součinitel $\psi_{s,o}$ (hodnota dle MP ČD)	$\psi_{s,o}$	[-]	0,70
návrhové zatížení (tlak / sání) $\pm q_{a,d} = \gamma_{a,fa} * \delta * q_{a,k}$	$q_{a,d}$	[kPa]	0,38
návrhová vodorovná síla od AED na 1bm PHS $Ha1,d = q_{a,d} * ha$	$Ha1,d$	[kN/m]	1,13
návrhový moment od AED k hlavě pil. na 1bm PHS $Ma1,d = 1/2 * q_{a,d} * ha^2$	$Ma1,d$	[kNm/m]	1,69
návrhová vodorovná síla od AED v hlavě piloty $Ha,d = Ha1,d * L_s$	Ha,d	[kN]	4,61
návrhový moment od AED v hlavě piloty $Ma,d = Ma1,d * L_s$	Ma,d	[kNm]	6,92

Návrhový účinek kombinace zatížení na 1bm PHS

návrhová vodor. síla celková na 1bm: $H1,d = Hv1,d + \psi_{s,o} * Ha1,d + Hz1,d$	$H1,d$	[kN/m]	3,01
návrhový moment celk. k hlavě pil. na 1bm: $M1,d = Mv1,d + \psi_{s,o} * Ma1,d + Mz1,d$	$M1,d$	[kNm/m]	4,51

Návrhová kombinace zatížení působící v hlavě piloty

návrhová vodorovná síla celková v hlavě piloty $H,d = H1,d * L_s$	H,d	[kN]	12,34
návrhový moment celkový v hlavě piloty $M,d = M1,d * L_s$	M,d	[kNm]	18,50

NÁVRH PILOTY průměr = 630 mm, délka $L_p =$	L_p	[m]	3,00
--	-------	-----	------

VÝPOČET NÁVRHOVÝCH ÚČINKŮ ZATÍŽENÍ PHS NA HLAVY PILOT PRO MSP (Mezní stav použitelnosti)

Návrhový účinek charakteristické kombinace zatížení na 1bm PHS

charakteristická vodor. síla celková na 1bm: $H1,k = Hv1,d / \gamma_{a,fv} + \psi_{s,o} * Ha1,d / \gamma_{a,fa} + Hz1,d / \gamma_{a,fz}$	$H1,k$	[kN/m]	2,01
charakteristický moment celkový k hlavě pil. na 1bm: $M1,k = Mv1,d / \gamma_{a,fv} + \psi_{s,o} * Ma1,d / \gamma_{a,fa} + Mz1,d / \gamma_{a,fz}$	$M1,k$	[kNm/m]	3,01

Návrhové zatížení od charakteristické komb. působící v hlavě piloty

charakteristická vodorovná síla celková v hlavě piloty $H,k = H1,k * L_s$	H,k	[kN]	8,22
charakteristický moment celkový v hlavě piloty $M,k = M1,k * L_s$	M,k	[kNm]	12,34

POSOUZENÍ DEFORMACÍ PILOTOVÉHO ZÁKLADU PHS

VÝPOČETNÍ PROFIL			1
popis			šířá trať
staničení reprezentativního profilu		[km]	25,550

rozpětí základního modulu PHS L	L	[m]	4,10
vzdálenost sloupků v úseku Ls	Ls	[m]	4,10
výška PHS světlá (nad upraveným terénem) hs (návrhová hodnota)	hs	[m]	3,00
charakt. zatížení od tlaku větru wk	wk	[kPa]	0,49
charakt. zatížení od AED qa,k	qa,k	[kPa]	0,25
dynamický součinitel pro zatížení AED delta	delta	[-]	1,00

Vodorovný průhyb horního panelu (profil obdélník)

panel - příčné rozměry - b	b	[m]	1,200
panel - příčné rozměry - h (= tloušťka)	h	[m]	0,110
modul pružnosti - beton C30/37	E	[MPa]	33000
moment setrvačnosti Iz = 1/12 * b * h^3	Iz	[m4]	1,331E-04

char. vodor. zatížení na 1bm 1 panelu qk,1p = (wk + delta*qa,k) *b	qk,1p	[kN/m]	0,892
vodorovný průhyb horního panelu v1 = 5/384 *qk,1p *Ls^4 /(E*Iz)	v1	[mm]	0,7

Vodorovný průhyb sloupku (konzola, profil H - betonový)

sloupek - příčné rozměry - b	b	[m]	0,250
sloupek - příčné rozměry - h (=výška)	h	[m]	0,350
sloupek - v oblasti stojiny zeslabeno o - 2 x bs	bs	[m]	0,050
sloupek - výška stojiny - hs	hs	[m]	0,140
modul pružnosti - beton C30/37	E	[MPa]	33000
moment setrvačnosti Iz = 1/12 * (b * h^3 - 2 *bs *hs^3)	Iz	[m4]	8,704E-04

char. vodor. zatížení na 1bm sloupku qk,1s = (wk + delta *qa,k) *Ls	qk,1s	[kN/m]	3,049
vodorovný průhyb sloupku v2 = 1/8 *qk,1s *hs^4 /(E*Iz)	v2	[mm]	1,075

Posun vrcholu sloupku PHS od deformací pilotového základu (pro char. zatížení)

modul pružnosti piloty - beton C25/30	Ep	[MPa]	31000
délka piloty Lp	Lp	[m]	3,00
délka sledovaného úseku piloty v hlavě Lpu = Lp/20 (dělení MKP)	Lpu	[m]	0,150
posun hlavy piloty (ve směru zatížení je (+)) vph	vph	[mm]	5,64
posun dolního bodu sledovaného úseku vpb	vpb	[mm]	5,18
posun paty piloty vpp	vpp	[mm]	-3,28
náklon piloty tg(alfa') = (vph - vpp) / Lp	tg(alfa')	[-]	0,00297
sklon tečny k ohybové čáře v hlavě pil. tg(alfa) = (vph - vpb) / Lpu	tg(alfa)	[-]	0,00307

posun vrcholu sloupku PHS od def. piloty v3 = tg(alfa) *hs + vph	v3	[mm]	14,840
--	----	------	--------

Celková maximální vodorovná deformace v polovině rozpětí pole PHS

v = v1+v2+v3	v	[mm]	16,662
--------------	---	------	--------

Max. přípustný vodorovný průhyb stěnového prvku PHS

vmax = L / 75 (dle Metodického pokynu ČD)	vmax	[mm]	54,667
---	------	------	--------

POSOUZENÍ v ≤ vmax			VYHOVUJE!
--------------------	--	--	-----------

Posouzení piloty

Vstupní data

Projekt

Akce : Optimalizace trati Černošice (včetně) - Beroun (mimo)
Část : E.1.10 Protihlukové objekty
Popis : SO 08-45-01 Řevnice - Zadní Třebáň, protihlukové stěny
Autor : Ing. Vladimír Prajzler
Odběratel : SŽDC
Datum : 18.3.2013

Parametry zemin

násep Y (G3, S4)

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 31,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,25$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 50,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

podloží (G3,F6)

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 28,00^\circ$
Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
Poissonovo číslo : $\nu = 0,30$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 10,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie konstrukce

Geometrie piloty

Profil piloty: kruhová

Rozměry

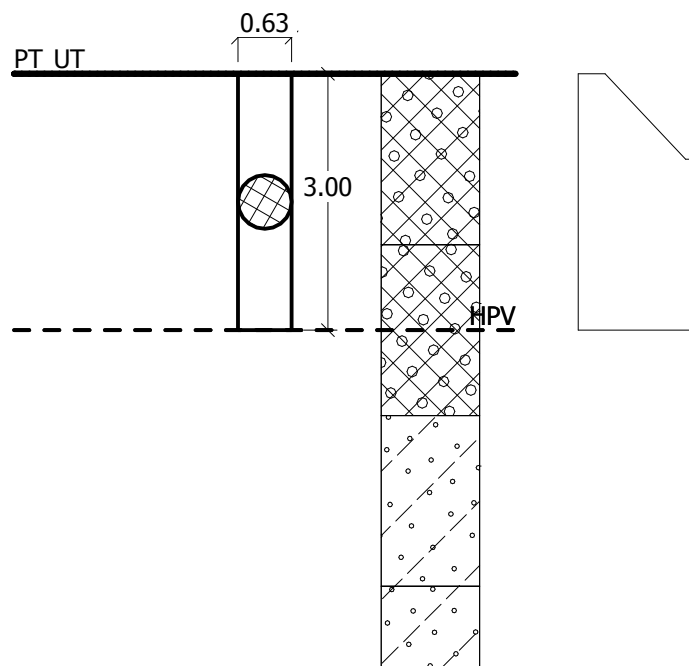
Průměr $d = 0.63 \text{ m}$
Délka $l = 3.00 \text{ m}$

Umístění

Vysazení $h = 0.00 \text{ m}$
Hloubka upraveného terénu $h_z = 0.00 \text{ m}$

Technologie

Piloty s těžením zeminy z vrtu
Typ piloty: uživatelská
Redukce odporu na patě = 1.00
Redukce odporu na plášti = 1.00

Název : Geometrie
Fáze : 1
Popis : Lp = 4,0 m

Průběh modulu reakce podloží

Hloubka [m]	Kh [MN/m³]
0.00	2.00
1.00	8.00
1.00	9.00
3.00	9.00

Materiál konstrukce

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992 1-1 (EC2).

Beton : C 25/30

Ocel podélná : B500

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2.00	násep Y (G3, S4)	
2	2.00	násep Y (G3, S4)	
3	2.00	podloží (G3,F6)	
4	-	podloží (G3,F6)	

Zatížení

Číslo	Zatížení nové	Změna	Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
1	ANO		Zatížení NÁVRHOVÉ h = 3,0 m	Výpočtové	0.00	0.00	-18.50	12.34	0.00
2	ANO		Zatížení CHARAKTERIST	Výpočtové	0.00	0.00	-12.34	8.22	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 3.00 m od původního terénu.

Nastavení výpočtu

Výpočet proveden podle teorie mezních stavů s redukcí vstupních parametrů zemin.

Součinitel redukce úhlu vnitřního tření

$$\gamma_{m\phi} = 1.10$$

Součinitel redukce soudržnosti

$$\gamma_{mc} = 1.40$$

Posouzení čís. 1

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 1.(Zatížení NÁVRHOVÉ h = 3,0 m)

Vodorovná únosnost posouzena ve směru X.

Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	2.00	-8.46	4.58	20.73	-12.34	18.50
0.15	2.90	-7.78	4.57	22.55	-10.46	20.21
0.15	2.90	-7.78	4.57	22.55	-10.46	20.21
0.30	3.80	-7.09	4.55	26.95	-8.11	21.60
0.30	3.80	-7.09	4.55	26.95	-8.11	21.60
0.45	4.70	-6.41	4.54	30.13	-5.40	22.61
0.45	4.70	-6.41	4.54	30.13	-5.40	22.61
0.60	5.60	-5.73	4.52	32.09	-2.44	23.19
0.60	5.60	-5.73	4.52	32.09	-2.44	23.19
0.75	6.50	-5.05	4.51	32.85	0.64	23.32
0.75	6.50	-5.05	4.51	32.85	0.64	23.32
0.90	7.40	-4.38	4.50	33.16	3.74	22.99
0.90	7.40	-4.38	4.50	33.16	3.74	22.99
1.00	8.00	-3.93	4.49	32.29	5.83	22.45
1.00	9.00	-3.93	4.49	32.29	5.83	22.45
1.05	9.00	-3.70	4.48	31.86	6.87	22.18
1.05	9.00	-3.70	4.48	31.86	6.87	22.18
1.20	9.00	-3.03	4.47	27.30	9.74	20.93
1.20	9.00	-3.03	4.47	27.30	9.74	20.93
1.35	9.00	-2.36	4.46	21.28	12.03	19.29
1.35	9.00	-2.36	4.46	21.28	12.03	19.29
1.50	9.00	-1.70	4.44	15.27	13.76	17.35
1.50	9.00	-1.70	4.44	15.27	13.76	17.35
1.65	9.00	-1.03	4.43	9.28	14.92	15.19
1.65	9.00	-1.03	4.43	9.28	14.92	15.19

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
1.80	9.00	-0.37	4.42	3.30	15.51	12.90
1.80	9.00	-0.37	4.42	3.30	15.51	12.90
1.95	9.00	0.30	4.42	-2.67	15.54	10.57
1.95	9.00	0.30	4.42	-2.67	15.54	10.57
2.10	9.00	0.96	4.41	-8.63	15.01	8.27
2.10	9.00	0.96	4.41	-8.63	15.01	8.27
2.25	9.00	1.62	4.41	-14.58	13.91	6.09
2.25	9.00	1.62	4.41	-14.58	13.91	6.09
2.40	9.00	2.28	4.40	-20.53	12.25	4.12
2.40	9.00	2.28	4.40	-20.53	12.25	4.12
2.55	9.00	2.94	4.40	-26.47	10.03	2.45
2.55	9.00	2.94	4.40	-26.47	10.03	2.45
2.70	9.00	3.60	4.40	-32.41	7.25	1.14
2.70	9.00	3.60	4.40	-32.41	7.25	1.14
2.85	9.00	4.26	4.40	-38.35	3.91	0.30
2.85	9.00	4.26	4.40	-38.35	3.91	0.30
3.00	9.00	4.92	4.40	-44.29	0.00	-0.00

Maximální vnitřní síly a deformace:

Deformace hlavy piloty = -8.5 mm
 Max.deformace piloty = 8.5 mm
 Max.posouvající síla = 15.54 kN
 Maximální moment = 23.32 kNm

Dimenzace výztuže:

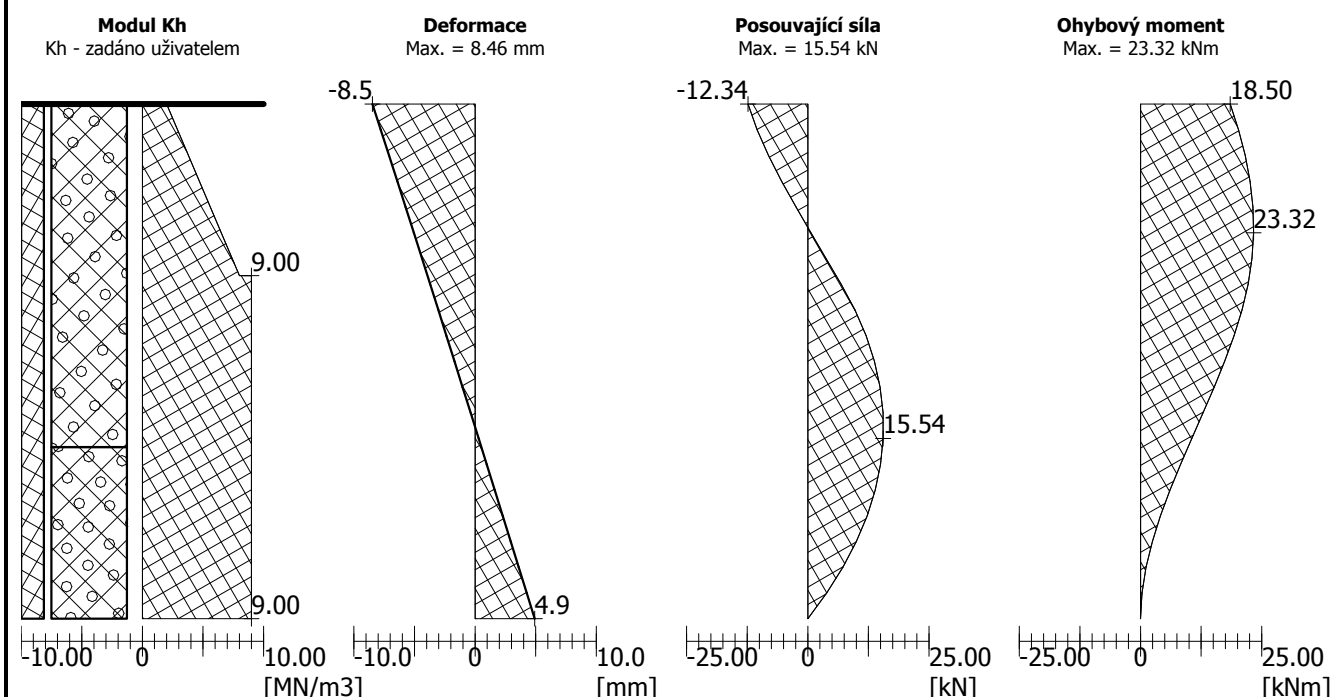
Vyztužení - 8 ks profil 16.0 mm; krytí 80.0 mm

Stupeň vyztužení $\rho = 0.258 \% > 0.133 \% = \rho_{\min}$

Zatížení : $N_{Ed} = 0.00$ kN (tah) ; $M_{Ed} = 23.32$ kNm

Únosnost : $N_{Rd} = 0.00$ kN; $M_{Rd} = 150.25$ kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Název : Vod. únosn.
Fáze : 1; Posouzení : 1
Popis : Lp = 4,0 m MSÚ


Posouzení čís. 2

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 2. (Zatížení CHARAKTERISTICKÉ)

Vodorovná únosnost posouzena ve směru X.

Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	2.00	-5.64	3.05	13.82	-8.22	12.34
0.15	2.90	-5.18	3.04	15.03	-6.97	13.48
0.15	2.90	-5.18	3.04	15.03	-6.97	13.48
0.30	3.80	-4.73	3.03	17.96	-5.40	14.40
0.30	3.80	-4.73	3.03	17.96	-5.40	14.40
0.45	4.70	-4.27	3.03	20.08	-3.59	15.08
0.45	4.70	-4.27	3.03	20.08	-3.59	15.08
0.60	5.60	-3.82	3.02	21.39	-1.62	15.46
0.60	5.60	-3.82	3.02	21.39	-1.62	15.46
0.75	6.50	-3.37	3.01	21.89	0.43	15.55
0.75	6.50	-3.37	3.01	21.89	0.43	15.55
0.90	7.40	-2.92	3.00	22.10	2.50	15.33
0.90	7.40	-2.92	3.00	22.10	2.50	15.33
1.00	8.00	-2.62	2.99	21.52	3.89	14.97
1.00	9.00	-2.62	2.99	21.52	3.89	14.97
1.05	9.00	-2.47	2.99	21.23	4.58	14.79
1.05	9.00	-2.47	2.99	21.23	4.58	14.79

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
1.20	9.00	-2.02	2.98	18.19	6.49	13.96
1.20	9.00	-2.02	2.98	18.19	6.49	13.96
1.35	9.00	-1.58	2.97	14.18	8.02	12.86
1.35	9.00	-1.58	2.97	14.18	8.02	12.86
1.50	9.00	-1.13	2.96	10.18	9.17	11.57
1.50	9.00	-1.13	2.96	10.18	9.17	11.57
1.65	9.00	-0.69	2.96	6.18	9.95	10.13
1.65	9.00	-0.69	2.96	6.18	9.95	10.13
1.80	9.00	-0.24	2.95	2.20	10.34	8.60
1.80	9.00	-0.24	2.95	2.20	10.34	8.60
1.95	9.00	0.20	2.94	-1.78	10.36	7.05
1.95	9.00	0.20	2.94	-1.78	10.36	7.05
2.10	9.00	0.64	2.94	-5.75	10.01	5.51
2.10	9.00	0.64	2.94	-5.75	10.01	5.51
2.25	9.00	1.08	2.94	-9.72	9.27	4.06
2.25	9.00	1.08	2.94	-9.72	9.27	4.06
2.40	9.00	1.52	2.94	-13.69	8.17	2.75
2.40	9.00	1.52	2.94	-13.69	8.17	2.75
2.55	9.00	1.96	2.93	-17.65	6.69	1.63
2.55	9.00	1.96	2.93	-17.65	6.69	1.63
2.70	9.00	2.40	2.93	-21.61	4.83	0.76
2.70	9.00	2.40	2.93	-21.61	4.83	0.76
2.85	9.00	2.84	2.93	-25.57	2.60	0.20
2.85	9.00	2.84	2.93	-25.57	2.60	0.20
3.00	9.00	3.28	2.93	-29.53	-0.00	0.00

Maximální vnitřní síly a deformace:

Deformace hlavy piloty = -5.6 mm
 Max.deformace piloty = 5.6 mm
 Max.posouvající síla = 10.36 kN
 Maximální moment = 15.55 kNm

Dimenzace výztuže:

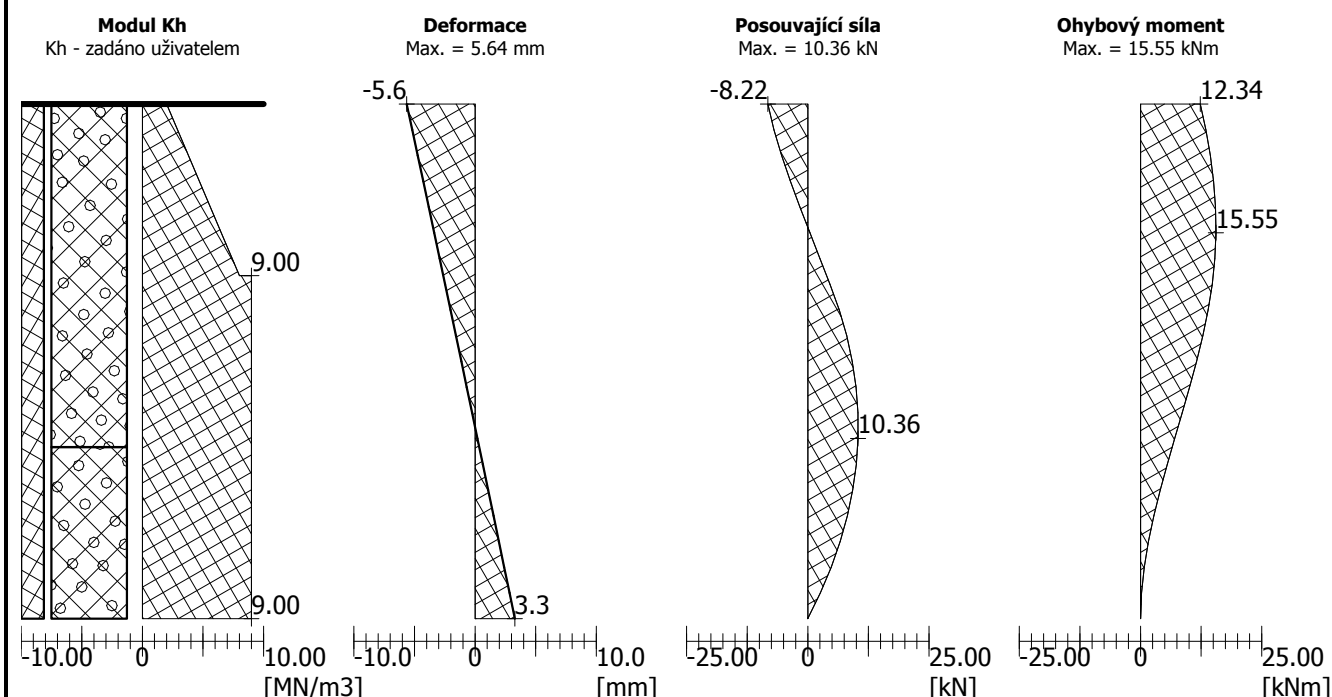
Vyztužení - 8 ks profil 16.0 mm; krytí 80.0 mm

Stupeň vyztužení $\rho = 0.258 \% > 0.133 \% = \rho_{\min}$

Zatížení : $N_{Ed} = 0.00$ kN (tah) ; $M_{Ed} = 15.55$ kNm

Únosnost : $N_{Rd} = 0.00$ kN; $M_{Rd} = 150.25$ kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Název : Vod. únosn.
Fáze : 1; Posouzení : 2
Popis : Lp = 4,0 m MSP


Posouzení čís. 1

Vstupní data

Maximální deformace 25.0 mm

Koef. zvětšení mezního pláště tření vlivem technologie 1

Hloubka deformační zóny je dopočítána.

Zatěžovací křivka

Číslo	Zatížení [kN]	Sednutí [mm]
1	0.00	0.0
2	38.45	0.4
3	76.91	0.8
4	115.36	1.3
5	153.82	2.2
6	192.27	4.3
7	230.73	8.7
8	269.18	14.0
9	307.64	19.6
10	346.09	24.9
11	346.45	25.0

Závislost smyku na deformaci v hloubce 3.00m

Číslo	Deformace [mm]	Smyk [kPa]
1	0.0	0.00
2	0.3	16.00

Číslo	Deformace [mm]	Smyk [kPa]
3	0.7	33.64
4	1.3	49.25
5	2.2	65.93
6	4.3	103.60
7	8.7	144.11
8	13.9	183.09
9	19.5	222.30
10	24.8	256.05
11	25.0	257.06

 Výpočet pro zatížení $F = 38.45$ kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	38.45	1.00	0.00	0.00
0.30	37.39	0.97	1.06	0.03
0.60	34.70	0.90	3.76	0.10
0.90	32.01	0.83	6.45	0.17
1.20	29.32	0.76	9.13	0.24
1.50	26.65	0.69	11.81	0.31
1.80	23.98	0.62	14.48	0.38
2.10	21.32	0.55	17.14	0.45
2.40	18.66	0.49	19.80	0.51
2.70	16.00	0.42	22.45	0.58
3.00	13.35	0.35	25.10	0.65

 Výpočet pro zatížení $F = 76.91$ kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	76.91	1.00	0.00	0.00
0.30	75.79	0.99	1.12	0.01
0.60	72.45	0.94	4.46	0.06
0.90	67.33	0.88	9.58	0.12
1.20	61.68	0.80	15.23	0.20
1.50	56.05	0.73	20.86	0.27
1.80	50.43	0.66	26.48	0.34
2.10	44.82	0.58	32.09	0.42
2.40	39.23	0.51	37.68	0.49
2.70	33.64	0.44	43.27	0.56
3.00	28.06	0.36	48.85	0.64

 Výpočet pro zatížení $F = 115.36$ kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	115.36	1.00	0.00	0.00
0.30	114.32	0.99	1.04	0.01
0.60	111.20	0.96	4.17	0.04
0.90	105.99	0.92	9.38	0.08
1.20	98.69	0.86	16.67	0.14

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
1.50	88.77	0.77	26.60	0.23
1.80	78.86	0.68	36.50	0.32
2.10	68.98	0.60	46.39	0.40
2.40	59.11	0.51	56.26	0.49
2.70	49.25	0.43	66.11	0.57
3.00	39.41	0.34	75.95	0.66

Výpočet pro zatížení F = 153.82 kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	153.82	1.00	0.00	0.00
0.30	152.71	0.99	1.11	0.01
0.60	149.37	0.97	4.45	0.03
0.90	143.80	0.93	10.02	0.07
1.20	136.01	0.88	17.81	0.12
1.50	125.98	0.82	27.84	0.18
1.80	113.73	0.74	40.09	0.26
2.10	99.25	0.65	54.57	0.35
2.40	82.58	0.54	71.24	0.46
2.70	65.93	0.43	87.89	0.57
3.00	49.29	0.32	104.52	0.68

Výpočet pro zatížení F = 192.27 kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	192.27	1.00	0.00	0.00
0.30	191.18	0.99	1.09	0.01
0.60	187.90	0.98	4.38	0.02
0.90	182.42	0.95	9.85	0.05
1.20	174.76	0.91	17.51	0.09
1.50	164.91	0.86	27.36	0.14
1.80	152.87	0.80	39.40	0.20
2.10	138.64	0.72	53.64	0.28
2.40	122.21	0.64	70.06	0.36
2.70	103.60	0.54	88.67	0.46
3.00	82.90	0.43	109.37	0.57

Výpočet pro zatížení F = 230.73 kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	230.73	1.00	0.00	0.00
0.30	229.66	1.00	1.07	0.00
0.60	226.45	0.98	4.28	0.02
0.90	221.10	0.96	9.62	0.04
1.20	213.62	0.93	17.11	0.07
1.50	204.00	0.88	26.73	0.12
1.80	192.23	0.83	38.49	0.17
2.10	178.33	0.77	52.40	0.23

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
2.40	162.29	0.70	68.44	0.30
2.70	144.11	0.62	86.62	0.38
3.00	123.89	0.54	106.84	0.46

Výpočet pro zatížení F = 269.18 kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	269.18	1.00	0.00	0.00
0.30	268.12	1.00	1.06	0.00
0.60	264.93	0.98	4.25	0.02
0.90	259.62	0.96	9.56	0.04
1.20	252.18	0.94	17.00	0.06
1.50	242.61	0.90	26.57	0.10
1.80	230.92	0.86	38.26	0.14
2.10	217.11	0.81	52.08	0.19
2.40	201.16	0.75	68.02	0.25
2.70	183.09	0.68	86.09	0.32
3.00	163.00	0.61	106.18	0.39

Výpočet pro zatížení F = 307.64 kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	307.64	1.00	0.00	0.00
0.30	306.58	1.00	1.05	0.00
0.60	303.42	0.99	4.21	0.01
0.90	298.16	0.97	9.48	0.03
1.20	290.78	0.95	16.85	0.05
1.50	281.30	0.91	26.34	0.09
1.80	269.71	0.88	37.92	0.12
2.10	256.02	0.83	51.62	0.17
2.40	240.21	0.78	67.42	0.22
2.70	222.30	0.72	85.33	0.28
3.00	202.39	0.66	105.25	0.34

Výpočet pro zatížení F = 346.09 kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	346.09	1.00	0.00	0.00
0.30	344.98	1.00	1.11	0.00
0.60	341.65	0.99	4.45	0.01
0.90	336.09	0.97	10.00	0.03
1.20	328.31	0.95	17.78	0.05
1.50	318.30	0.92	27.79	0.08
1.80	306.08	0.88	40.01	0.12
2.10	291.63	0.84	54.47	0.16
2.40	274.95	0.79	71.14	0.21
2.70	256.05	0.74	90.04	0.26

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
3.00	235.04	0.68	111.05	0.32

Výpočet pro zatížení F = 384.55 kN

x [m]	Norm. síla [kN]	Rel. norm. [-]	Smyk [kN]	Rel. smyk [-]
0.00	384.55	1.00	0.00	0.00
0.30	383.45	1.00	1.10	0.00
0.60	380.15	0.99	4.39	0.01
0.90	374.66	0.97	9.88	0.03
1.20	366.98	0.95	17.57	0.05
1.50	357.09	0.93	27.45	0.07
1.80	345.01	0.90	39.53	0.10
2.10	330.74	0.86	53.81	0.14
2.40	314.26	0.82	70.28	0.18
2.70	295.59	0.77	88.95	0.23
3.00	274.83	0.71	109.71	0.29