

Geotechnický průzkum

**Závěrečná zpráva podrobného geotechnického průzkumu pro akci :
„ Modernizace žst. Havlíčkův Brod “**



Objednatel : DMC Havlíčkův Brod s.r.o., Průmyslová 941, 580 01 Havlíčkův Brod

Zhotovitel: WALTEC v.o.s., pracoviště Sadová 78, 678 01 Blansko

Prosinec 2004

Číslo a název zakázky : Podrobný GTP pro akci :
„ Modernizace žst. Havlíčkův Brod “

Objednatel : DMC Havlíčkův Brod s.r.o.
Průmyslová 941, 580 01 Havlíčkův Brod

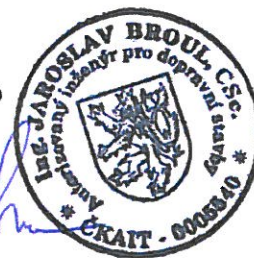
Závěrečná zpráva podrobného geotechnického průzkumu pro akci :
„ Modernizace žst. Havlíčkův Brod “

Odpovědný řešitel : **Ing. Jiřina Vašinová**

Řešitelé : Ing. Josef Vašina
Luboš Strejček

Spolupracovali : Geotest a.s. Brno
Zdravotní ústav Brno

Schválil : Doc.Ing. Jaroslav Broul, CSc.



WALTEC
veřejná obchodní společnost
579 03 OLOMUČANY 3

Ing. Jiřina Vašinová
statutární orgán společnosti

ROZDĚLOVNÍK

Výtisk č. 1 – 7 DMC Havlíčkův Brod s.r.o.
8 archiv WALTEC v.o.s

OBSAH

1. ÚVOD – ZADÁNÍ GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU	4
2. GEOMORFOLOGICKÉ A GEOLOGICKÉ POMĚRY	5
3. POUŽITÉ METODY PRŮZKUMU	5
4. VÝSLEDKY GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU	7
5. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ	8

SEZNAM PŘÍLOH:

- *Situace*
- *Účelový podélný profil pražcovým podložím*
- *Návrh a posouzení pražcového podloží*
- *Protokol o měření statického modulu přetvárnosti*
- *Protokol o zkoušce č.: 3203 – 001/05*
- *Geologická dokumentace vrtu*
- *Dynamická penetrační zkouška*
- *Skládkování odpadů*

1. ÚVOD – ZADÁNÍ GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU

Tato závěrečná zpráva obsahuje výsledky podrobného geotechnického průzkumu /dále jen GTP/ v žst. Havlíčkův Brod (viz. příloha - situace průzkumných prací v JŽM). Závěry podrobného GTP budou sloužit jako podklad pro vypracování PD akce : „ Modernizace žst. Havlíčkův Brod “.

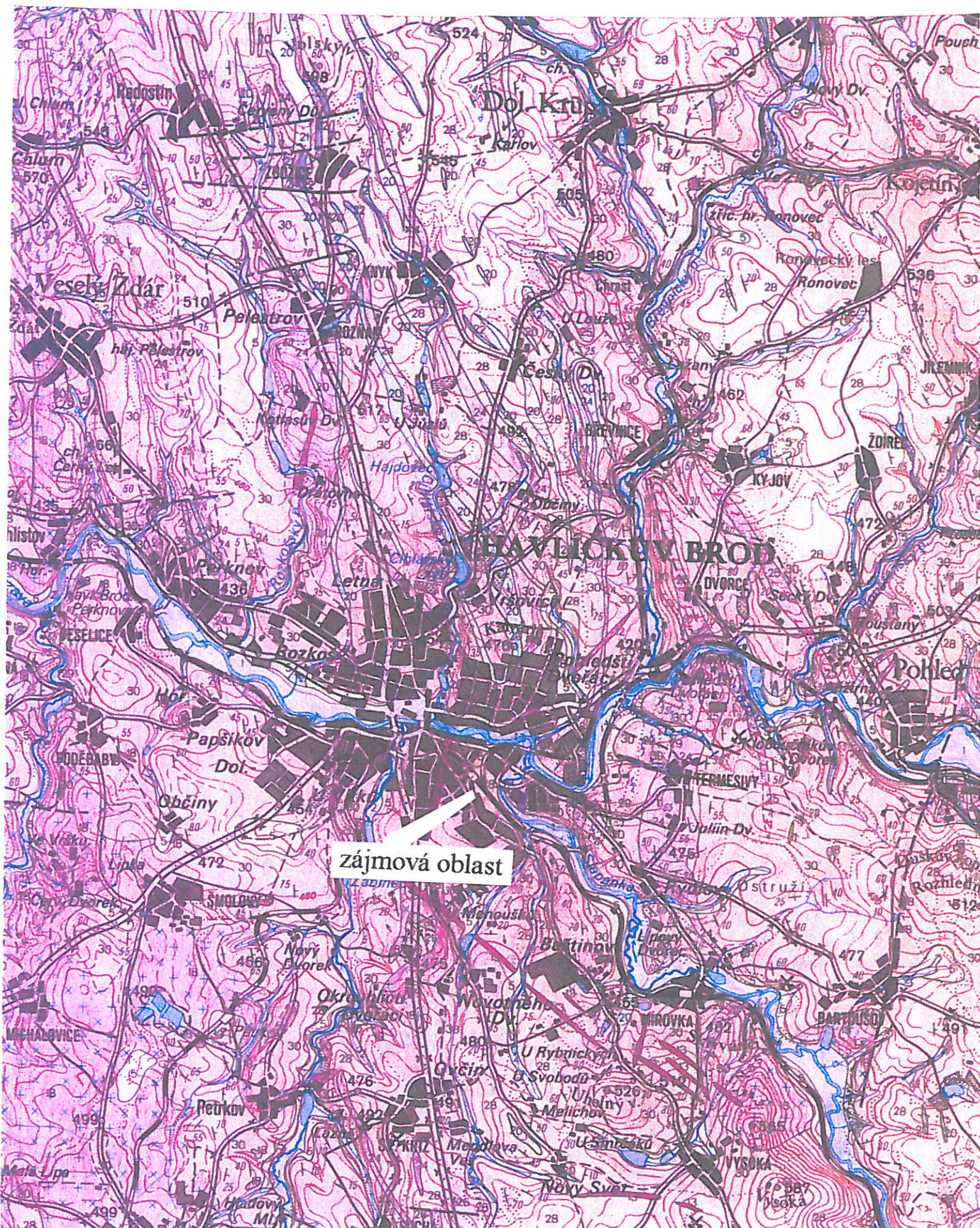
Podrobný GTP zahrnuje podle zadání provedení následujících prací:

- 7 kopaných sond a vrtů do hloubky 2m
- 11 penetračních zkoušek
- statické zatěžovací zkoušky včetně vyhodnocení v každé sondě
- komplexní laboratorní rozbor odebraných vzorků zemin
- testy vyluhovatelnosti směsného vzorku připraveného z odběrů vzorků z jednotlivých kopaných sond v akreditované laboratoři a stanovení podmínek pro skládkování odpadu

Průzkum byl v celém svém rozsahu prováděn na základě schválené a platné metodiky ČD a v souladu s předpisy ČD S3, ČD S4 a TKP.

Veškeré terénní práce, laboratorní vyhodnocení a zpracování výsledků průzkumu byly provedeny v období listopad - prosinec 2004.

Geologická mapa ČR list 23-21 Havlíčkův Brod
1 : 50 000



2. GEOMORFOLOGICKÉ A GEOLOGICKÉ POMĚRY

Z hlediska geologické stavby (Geologická mapa ČR, list 23-21 Havlíčkův Brod), se zájmový úsek trati nachází v oblasti budované pararulami - metamorfovanými horninami moldanubika (prekambrium). Reliéf terénu koresponduje s reliéfem skalních hornin. Morfologické elevace jsou tvořeny méně zvětralými skalními horninami. Jednotlivá údolí mezi elevacemi terénu vznikla především podél tektonických linií, kde docházelo k většímu zvětřování hornin.

Hydrogeologické prostředí (Hydrogeologická mapa ČR, list 23-21 Havlíčkův Brod), je tvořeno puklinovým kolektorem se zvýšenou propustností v přípovrchové zóně zvětřalin a rozpojení puklin.

Železniční stanice se nachází v prostoru Hornosázavské pahorkatiny (Vyšší geomorfologické jednotky ČR – Český úřad zeměměřický a katastrální, 1996)

3. POUŽITÉ METODY PRŮZKUMU

3.1. Vrtný průzkum

Pro odběry vzorků zemin byly vrty prováděny technologií jádrového vrtání nasucho a to jednoduchou úzkobřitou korunkou s jádrovnicí o průměru 101 mm. Vrtáno bylo ruční soupravou typu OLE 50. Po odebrání vzorků zemin vzorkovači byly vrty likvidovány záhozem.

3.2 Zatěžovací zkoušky

Bylo provedeno celkem 7 zatěžovacích zkoušek zařízením americké provenience typu *Enerpac*, na zemní plošině ve stanovených místech. Vlastní zkušební místa byla připravena ručně a kontrolovaná plocha pod deskou byla upravena tak, aby byl zajištěn dostatečný prostor po obvodu desky a její dobrý kontakt s měřenou plochou. Vlastní měření bylo provedeno v souladu s předpisem ČD S4, tj. deska byla stupňovitě zatěžována vždy po 0,5 MPa do maximální hodnoty 0,2 MPa s vyzněním deformace a to dvoustupňově, tzn. s odlehčením. Z hodnot měrného tlaku a deformace byl stanoven *Statický modul přetvárnosti E0* /MPa/ a to podle vztahu:

$$E0 = \frac{1,5 \cdot P \cdot r}{\Delta y} \quad / \text{MPa} /$$

kde

P – měrný tlak na desku /MPa/

r – poloměr zatěžovací desky /m/ (pro podmínky ČD se užívá deska o průměru $d = 0,3\text{m}$)

Δy – celkové průměrné zatlačení desky /m/ zjištěné při druhém zatěžovacím cyklu

Jako protizávaží bylo využito drážní MUV. Měřená místa byla bezprostředně po provedení zkoušky likvidována záhozem, s dodržením původní skladby konstrukčních vrstev. Povrch kolejového lože byl upraven do původního tvaru a ručně podbit.

Opravný součinitel „z“ byl stanoven podle předpisu ČD S4

3.3 Laboratorní práce

Odebrané porušené vzorky zemin byly analyzovány v akreditovaných laboratorích podle platných ČSN a výsledky rozborů byly následně využity pro stanovení potřebných fyzikálně mechanických a chemických vlastností zemin pražcového podloží /dále jen PP/.

3.4 Dynamické penetrační zkoušky

Pro dynamické penetrační zkoušky byla použita souprava typ BORROS, odpovídající normě DIN 4094, tj. průměr kužele 43,7mm, přímá plocha řezu hrotu 1500 mm², vrcholový úhel 90°, hmotnost beranu 50 kg, výška pádu 0,50 m. Výsledky penetračních zkoušek jsou zpracovány ve formě grafických výstupů. V grafech je na svislé ose měřítko hloubek a na vodorovné ose měřítko počtu úderů na 100 mm vniku (N10) a měrného dynamického odporu q_{dyn} (MPa). Pro výpočet hodnot měrného dynamického odporu byl použit tzv. holandský vzorec :

$$q_{dyn} = \frac{Q}{Q+q} - \frac{Q \cdot h}{A \cdot s} \quad / \text{ MPa } /$$

h - výška pádu beranu /0,5 m/

Q - váha beranu /0,50kN/

q - váha tyčí, kovadliny a hrotu v příslušné hloubce, kde určujeme q_{dyn} /kN/
A - plocha příčného řezu hrotu /m²/
s - zaražení hrotu 1 úderem /m/

4. VÝSLEDKY GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU

Situace sond a vrtů je zakreslena jednak do JŽM železniční stanice Havlíčkův Brod v měřítku 1 : 1 000 a dále do Státní mapy v měřítku 1 : 5 000 – list Havlíčkův Brod 6 - 3.

Do výše uvedené mapy v měřítku 1 : 5 000 byla schematicky zakreslena povrchová geologická stavba převzatá z Geologické mapy ČR 1: 50 000, list 23-21 Havlíčkův Brod. Znalost geologických informací a významných geomorfologických prvků v blízkosti železnice, umožnila propojení „bodových“ informací ze sond a vrtů do plochy.

Získané informace byly zpracovány jednak jako záznamy z jednotlivých sond-vrtů a penetračních sond a dále přehledně do podélného profilu, ve kterém jsou vyznačeny navržené úseky pro sanaci včetně návrhu pražcového podloží (kvaziisogenní bloky).

Veškeré informace získané při podrobném geotechnickém průzkumu a využití při jeho zpracování a z nich vyplývající závěry průzkumu jsou uvedeny v přílohách 1 – 8 :

- situace sond ve Státní mapě 1 : 5 000 a v mapě JŽM 1 : 1 000
- účelový podélný profil vč. geologických profilů kopaných sond a vrtů - *účelový podélný profil pražcovým podložím*
- konstrukce pražcového podloží – *návrh a posouzení pražcového podloží*
- výsledky zatěžovacích zkoušek s uvedením tabelárních a grafických výsledků - *Protokol o měření statického modulu přetvárnosti*
- komplexní výsledky laboratorních zkoušek zemin včetně přehledu o litologickém složení, zařazení dle příslušných ČSN, zrnitostních a obecných fyzikálně mechanických vlastností – *Protokol o zkoušce č. 3203-001/05*
- geologická dokumentace sond a vrtů– *Geologická dokumentace vrtu*
- penetrační sondy – *Dynamická penetrační zkouška*

- **laboratorní** výsledky vyluhovatelnosti směsného vzorku a zatřídění odpadu – *Skládkování odpadů*

4.1. Geomorfologické poměry ve vztahu k železnici

Železniční stanice leží u paty svahu morfologické elevace, (viz příloha - situace v mapě 1 : 5 000), která je elevací skalních hornin. Tento východní svah elevace je porušen tektonikou směru SV-JZ, jejíž průběh je sledován údolím řeky Šlapanky, která se zde zařezává do skalních hornin elevace. Údolí řeky se v těchto místech také rozšiřuje a je protaženo ve směru SV-JZ. **Do podloží stanice tak zasahují dva geomorfologické prvky** výše uvedeného směru – jednak výběžek elevace skalních hornin a dále údolí řeky Šlapanky.

Kopané sondy a vrty **KS2, KS4, KS6 a KS10**, situované v oblasti výše uvedeného výběžku elevace skalních hornin, ověřily pod kolejovým ložem mírně až silně zvětralé metamorfované **horniny**. Stejně tak penetračními sondami **PS2, PS3, PS8 a PS11**, situovanými v prostoru výběžku elevace byl ověřen reliéf skalních hornin.

Kopané sondy a vrty **KS1, KS3, KS5** a penetrační sondy **PS1, PS4, PS5, PS6, PS6/1, PS7 a PS12**, situované nad původní morfologickou depresí, ověřily pod kolejovým ložem navezené **zeminy**.

5. NÁVRH KONSTRUKCE PRAŽCOVÉHO PODLOŽÍ (PP)

Na základě výsledků podrobného GTP můžeme zájmový úsek stanice rozdělit na dvě části. V první části je plán železničního spodku tvořena **zemínami** (km 223,730 – 223,990). Ve druhé části sledovaného úseku trati je plán tvořena **horninami** (km 223,990 – 224,240). Rozhraní mezi rozšířením zemin a hornin v pláni **je ostré** a probíhá na povrchu podél linie zhruba kolmé ke kolejím č.1, 2, 3, 4, 5, 6 a 7 v km 223,990, mezi sondami KS5 a KS2 (viz příloha-mapa JŽM).

Na základě získaných výsledků geotechnického průzkumu (viz. příloha – Účelový podélný profil pražcovým podložím), byly vyčleněny pro sanaci následující úseky železniční trati :

- **úsek 1** v km 223,730 – 223,990 (pro koleje č.1 - 7) - **PP typ 3**
- **úsek 2** v km 223,990 – 224,240 (pro koleje č.1 - 7) - **PP typ 3**

úsek 1 v km 223,730 – 223,990

Byl vymezen na základě výsledků kopaných a vrtaných sond KS1, KS3 a KS5, dále pak na základě výsledků dynamických penetračních zkoušek - sondy PS1, PS4, PS5, PS6, PS6/1, PS7 a PS12.

Pod štěrkovým ložem o mocnosti 0,45-0,60 m, byly zjištěny do hloubky 2 m od úložné plochy pražce (dále jen ÚPP) **zeminy** (navážky).

V sondě KS5 byly v hloubce 0,5 – 2m od ÚPP jílovité hlíny písčité se štěrkem, které jsou namrzavé a málo propustné. Naměřený redukovaný modul přetvárnosti **Eored = 23,97MPa** je nejnižší zjištěný v zájmové oblasti.

U sond KS3 a KS1 byly zastíženy pod kolejovým ložem o mocnosti 0,45 m, do hloubky 0,90 – 1 m od ÚPP, hlinitopísčité štěrky, mírně namrzavé a propustné s hodnotami **Eored = 29,61MPa** (KS1) a **Eored = 32,37MPa** (KS3). Dále, do hloubky 2 m následovaly jílovité hlíny písčité se štěrkem.

V penetračních sondách odpovídají hlinitopísčitém štěrům vyšší hodnoty dynamického penetračního odporu q_{dyn} , (vyšší hodnoty počtu úderů N_{10}), pod kolejovým ložem. Výrazný pokles hodnot q_{dyn} až do hloubky dvou metrů odpovídá přítomnosti jílovitých hlín písčitých (viz příloha - dynamické penetrační zkoušky).

Pro sanaci PP v tomto úseku proto navrhujeme pražcové podloží **typ 3** (dle předpisu ČD S4). Konstrukce PP bude následující :

- kolejové lože o mocnosti 0,35 m (pro beton. pražce)
- konstrukční vrstva ze štěrkodrti o mocnosti 0,20 m
- výztužná geotextilie nebo geomřížka
- zemní pláň v hloubce 0,55 m od ložné plochy pražce

Z hlediska ochrany zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu navržená konstrukce vyhovuje.

Platí, že : $h_{pr} \leq h_k + h_{st} + h_{zd} \text{ (m)} \Rightarrow 1,10 < 0,55 + 0,23 + 0,60$
 $1,10 < 1,38$ – podmínka vyhovuje

úsek 2 v km 223,990 – 224,240

Kopané a vrtané sondy KS2, KS4, KS6 a KS10 narazily pod kolejovým ložem o mocnosti 0,30 – 0,40 m na vrstvu zvětralin mocnou 0,10-0,25 m. V hloubce 0,45 – 0,55 m od ÚPP byl zastížen reliéf mírně až silně zvětralých metamorfovaných hornin s propustností puklinovou a hodnotami **Eo = 104,65MPa** (KS2), **97,83MPa** (KS4), **91,84MPa** (KS6) a **86,54MPa** (KS10).

V penetračních sondách PS2, PS3, PS8 a PS11 se projevily horniny nárůstem hodnot dynamického penetračního odporu q_{dyn} (N10). Měření bylo ukončeno v horninách, kde odpor proti vniku hrotu přesáhl 50 úderů na 100mm.

S ohledem na situování staničních kolejí převážně mezi ostrovní nástupiště, navrhujeme i zde provést sanaci PP **typem 3**. Konstrukce PP bude následující :

- kolejové lože o mocnosti 0,35 m (pro beton. pražce)
- konstrukční vrstva ze štěrkodrti o mocnosti 0,15 m
- filtrační geotextilie
- zemní pláň v hloubce 0,50 m od ložné plochy pražce

Konstrukce PP vyhovuje i z hlediska ochrany zemní pláně před nepříznivými účinky mrazu.

V Blansku dne 30.12.2004