

GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM TĚLESA ŽELEZNIČNÍHO SPODKU

Ing. Radek Bernatík

SŽDC, s.o., Ředitelství, Obor traťového hospodářství, Praha

1. Úvod

Geotechnický průzkum je soubor činností vedoucích ke zjištění a posouzení informací o zeminách a horninách ve zkoumaném území a jeho okolí. Cílem každého geotechnického průzkumu by mělo být vypracování co nejvěrnějšího prostorového modelu, který dostatečně výstižně popisuje geologické, hydrogeologické a geotechnické poměry staveniště. Výsledky geotechnického průzkumu jsou podkladem pro hospodárný návrh nebo úpravu tělesa železničního spodku. Výsledky geotechnického průzkumu musí poskytnout komplexní podklady pro posouzení stavu a příčin poruch tělesa železničního spodku, návrh opatření na odstranění poruch a zajištění dlouhodobé stability tělesa železničního spodku. To vše je součástí geotechnického průzkumu.

2. Etapy geotechnického průzkumu

Geotechnický průzkum se provádí ve třech etapách, v časové posloupnosti a s rozlišením věcné náplně, a to jako geotechnický průzkum:

- předběžný;
- podrobný (zpravidla pro přípravnou dokumentaci);
- doplňující (zpravidla pro projektovou dokumentaci).

Pro havárie a jednoduché stavby se zpravidla geotechnický průzkum provádí v jediné etapě.

2.1 Předběžný průzkum

Předběžný geotechnický průzkum poskytuje informace o současném stavu tělesa železničního spodku v příslušném úseku trati a provádí ho zhotovitel geotechnického průzkumu. Základní metodou předběžného průzkumu je prohlídka úseku trati uskutečněná zhotovitelem geotechnického průzkumu v součinnosti se správcem trati zaměřená zejména na místa vyžadující časté zásahy v rámci údržby a na místa poruch s prvotním stanovením jejich pravděpodobných příčin.

Součástí předběžného geotechnického průzkumu je průzkum místním šetřením a kontinuální měření vhodnou nedestruktivní metodou (např. radarovou). Průzkum místním šetřením znamená:

- zaměřit se na opakované poklesy koleje, poklesy a deformace zemního tělesa, zamokřená místa a vývěry vody;
- určit složení a tloušťku konstrukčních vrstev, druh a stav zemin zemní pláně pomocí kopaných sond a terénního zhodnocení zeminy.

Průzkum místním šetřením zahrnuje i shrnutí poznatků týkajících se deformací a poruch zemních a skalních svahů.

Výsledkem předběžného průzkumu je zhodnocení a návrh dalšího postupu v rámci podrobného průzkumu.

2.2 Podrobný průzkum

Náplní podrobného průzkumu je zjištění co nejúplnějších údajů o geotechnických poměrech zemního tělesa a konstrukčních vrstev. Na základě výsledků předběžného průzkumu a požadavků zadání zpracuje zhotovitel podrobného průzkumu projekt průzkumu obsahující návrh druhu průzkumných metod, rozsah, časový rozvrh a cenu prací spolu s požadavky na součinnost zadavatele (zajištění potřebných výluk, výpomoc SDC). Projekt průzkumu musí stanovit především polohu sond a vrtů tak, aby byly zejména prověřeny místa zemního tělesa, která vykazují poruchy zjištěné místním šetřením nebo nedestruktivními metodami, a dále přechodové oblasti na umělé stavby.

K podrobnému průzkumu jsou využívány jak metody destruktivní založené na vrtaných a kopaných sondách doplněných polními zkouškami (penetrační, presiomrické, zatěžovací), tak také metody nedestruktivní, např. seismické, elektrické odporové a radarové. Součástí sondovacích prací je odběr vzorků zemin a hornin pro laboratorní zkoušky fyzikálních a mechanických vlastností, jejich popis a terénní hodnocení.

Výsledky podrobného průzkumu musí poskytnout podklady pro spolehlivý návrh tělesa železničního spodku včetně posouzení stability svahu, stanovení míst a příčin jejich případné nestability a návrh účinného sanačního opatření.

2.3 Doplnující průzkum

Doplnující geotechnický průzkum zpřesňuje a doplňuje poznatky a výsledky předběžného a podrobného průzkumu podle požadavků investora a projektanta v součinnosti s geotechnikem. Provádí se destruktivními i nedestruktivními metodami, např. v místech, kde je zemní těleso významně porušeno a dále pro zpřesnění hranic úseků s jednotnou konstrukcí pražcového podloží nebo pro záměr využití technologie vyžadující zkoušky nad rámec běžných požadavků.

3. Zkoumané charakteristiky zemin v rámci geotechnického průzkumu

V rámci podrobného geotechnického průzkumu se zjišťují zejména ty charakteristiky zemin a hornin, které jsou požadované předpisem S7DC S4, a to pouze metodou popsanou v tomto předpise nebo metodou, na kterou předpis S7DC S4 odkazuje. V tomto předpise je rovněž uveden rozsah zkoušek.

Použití jiných metod ke stanovení požadovaných charakteristik se nevyklučuje, avšak jejich výsledky se považují pouze za orientační a lze je použít např. pro výpočty stability svahu apod. Při výpočtu stability svahu se pro zjištění stupně bezpečnosti vychází z úhlu vnitřního tření a soudržnosti zeminy, kde se tyto vlastnosti stanoví v laboratoři pomocí např. triaxiálního přístroje. Taktéž se připouští zjišťovat i jiné charakteristiky zemin a hornin, vyžadují-li to okolnosti stavby.

3.1 Novostavby

U novostaveb se zkoumá především podloží násypů a zářezů. V podloží a v zemním tělese se zjišťují tyto charakteristiky zemin:

- zrnitostní složení;
- konzistenční meze, přirozená vlhkost, číslo konzistence;
- propustnost, namrzavost apod.

Uvedené fyzikální vlastnosti mohou být v případě požadavku zadavatele nebo projektanta doplněny v rámci podrobného nebo doplňujícího průzkumu o stanovení parametrů zhutnitelnosti, obsahu organických látek, reakce vodního výluhu pH, posouzení zeminy zemní pláň pro stabilizaci apod.

3.2 Stávající tratě

Geotechnický průzkum stávajících tratí je založen na vhodně umístěných kopaných a vrtaných sondách, které slouží ke zjištění modulu přetvárnosti na pláni tělesa železničního spodku a zemní pláni, dále pak k odběru vzorků ke zjištění mechanických a fyzikálních vlastností zemin, zjištění hladiny podzemní vody atd.

Kvalitativním požadavkem pro zemní pláň je modul přetvárnosti „ E_0 “ který se určí pomocí statické zatěžovací zkoušky (ČSN 73 6190) a opravného součinitele „ z “ (SŽDC S4). Na pláni tělesa železničního spodku se zjišťuje modul přetvárnosti „ E_{PL} “, který se stanoví podle ČSN 73 6190.

4. Nejčastější chyby v provádění a dokumentaci geotechnického průzkumu

Součástí dokumentace geotechnického průzkumu musí být doklady (protokoly) o provedení jednotlivých sond a vrtů se stanovením vlastností zemin. V projektech tyto doklady často chybí a dokumentace geotechnického průzkumu je tak neúplná. Nejčastějšími chybami geotechnického průzkumu bývají zejména:

- neprovedení práce v daném rozsahu (vynechání sond, neprovedení zkoušek v sondách danou metodikou nebo vynechání zkoušek atd.);
- špatné umístění sond a vrtů;
- chybějící statické zatěžovací zkoušky nebo jejich nahrazení „kvalifikovaným“ odhadem.

Nejčastější chyby vyskytující se v dokumentaci geotechnického průzkumu jsou:

- chybějící podélný geotechnický profil;
- chybějící nebo špatné výpočty v návrhu řešení apod.

Pokud je součástí dokumentace geotechnického průzkumu i návrh pražcového podloží, musí být i tento návrh v souladu s předpisem SŽDC S4. Mezi nejčastější chyby v návrhu pražcového podloží patří:

- při použití zlepšených zemin do konstrukce tělesa železničního spodku je min. požadovaný modul přetvárnosti zlepšené zeminy 40 MPa. V projektech se do výpočtu návrhu konstrukčních vrstev často používá nižší hodnota, která vede k nevhodnému návrhu skladby konstrukčních vrstev;

- mezi vrstvou ze zlepšené nebo stabilizované zeminy a nestmelené konstrukční vrstvy se vkládá geosyntetikum (geotextilie, geomřížka);
- při posudcích na únosnost a promrzání není nic posouzeno (chybí porovnání vypočtené hodnoty s min. požadovanou hodnotou);
- v posudcích chybí postupy výpočtů. Mělo by se postupovat od obecného vzorce (s písmennými značkami), k dosazení do tohoto vzorce tak, že se za jednotlivé písmenné značky dosadí číselné hodnoty, a následně se vypočte výsledek. V případě, že se ve výpočtech objeví hodnota, která se musí dohledat v jiném zdroji (literatuře), napíše se, kde se tato hodnota dohledala - např. Index mrazu $I_{mn} = 400^{\circ}\text{C}\cdot\text{den}$ (viz předpis SŽDC S4, příloha 7, Obr. 1) nebo (Český hydrometeorologický ústav);
- při posuzování na promrzání se nebere celá tloušťka kolejového lože;
- při posuzování na promrzání se bere tzv. „dovolená tloušťka promrznutí zemin zemní pláň $h_{z,dov}$ “, která v případech s použitím zlepšených nebo stabilizovaných zemin v tělese železničního spodku nesmí být větší než maximální dovolené promrznutí zlepšené nebo stabilizované zeminy.

Příklady chyb viz obr. 1 a 3. Na obr. 2 je příklad řádného provedení.

LITERATURA:

- [1] ČSN 73 6190 „Statická zatěžovací zkouška podloží a podkladních vrstev vozovek“
- [2] SŽDC S4 „Železniční spodek“, Praha, 2008
- [3] Vzorové listy železničního spodku

Dokumentace kopané sondy : KS 074

Číslo zakázky : 1

Název zakázky :

Traťový úsek :

Nové staníčení sondy : 47.020 km

Staré staníčení sondy : 48.406 km

Číslo koleje : 1 (1)

Umístění sondy : střed

Vzdálenost od osy : 0.80 m

Rozměry dna sondy : 0.40 x 0.40 m

Typ pražce : betonový

Nadm. výška TK : 0.000 m n. m.

Dokumentoval :

Datum provedení sondy :

Morfologie trati : zářez

Zatřídění na zemní pláni : S3/S-F

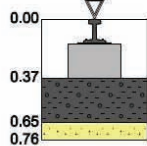
Zatěžovací zkouška od TK : nebyla provedena

Počátek dynam. penetrace : 0.76 m

Hloubka podzemní vody : nebyla zastižena

Odebrané vzorky :

Poznámka : Zatěžovací zkouška nebyla z důvodu vysokého obsahu hrubé frakce provedena

KS 074


Geotechnické charakteristiky zemní pláně :

Kvalita do hloubky : konstantní

Vodní režim : příznivý

Namrzavost : mírně namrzavé až namrzavé

 Modul přetvárnosti $E_0 = 34.0 \text{ MPa}$ (kvalifikovaný odhad)

 Opravný koeficient $z = 0.9$

 Redukovaný modul přetv. $E_{or} = 30.6 \text{ MPa}$


Hloubka (m) Dokumentace : (0.00 = temeno nepřevýšené kolejnice)

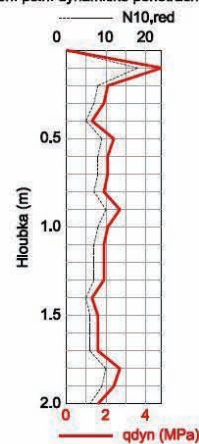
0.00 - 0.37 - Pražec betonový

0.37 - 0.65 - Štěrkové lože silně znečištěné

0.65 - 0.76 - Písek s příměsí jemnozrné zemliny, ulehlý, hnědý, s úlomky hornin do velikosti 2 cm, v množství cca 15 %

Statická zatěžovací zkouška nebyla provedena.

Grafické vyhodnocení polní dynamické penetrační zkoušky :



Vytvořeno v programu PraiPod

Obr. 1 Ukázka kopané sondy s neúplným měřením

Dokumentace kopané sondy : KS 099

Číslo zakázky : 1

Název zakázky :

Traťový úsek :

Nové staníčení sondy : 43.813 km

Staré staníčení sondy : 45.200 km

Číslo koleje : 1 (1)

Umístění sondy : vlevo

Vzdálenost od osy : 0.80 m

Rozměry dna sondy : 0.40 x 0.40 m

Typ pražce : betonový

Nadm. výška TK : 266.411 m n. m.

Dokumentoval :

Datum provedení sondy :

Morfologie trati : zářez

Zatřídění na zemní pláni : F6/CI

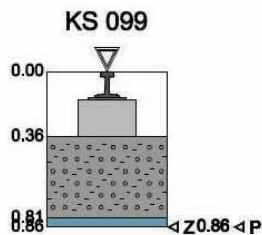
Zatěžovací zkouška od TK : 0.86 m

Počátek dynam. penetrace : 0.86 m

Hloubka podzemní vody : nebyla zastižena

Odebrané vzorky : 0.86 m - poloporušený vzorek

Poznámka :



Geotechnické charakteristiky zemní pláně :

Kvalita do hloubky : konstantní

Vodní režim : nepřiznivý

Namrzavost : nebezpečně namrzavé

 Modul přetvárnosti $E_0 = 17.0$ MPa

 Opravný koeficient $\alpha = 0.4$

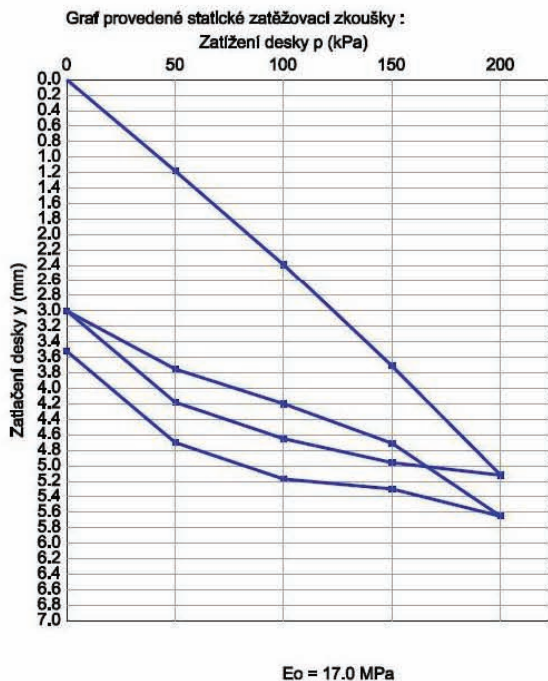
 Redukovaný modul přetv. $E_{or} = 6.8$ MPa

Hloubka (m) Dokumentace : (0.00 = temeno nepřevýšené kolejnice)

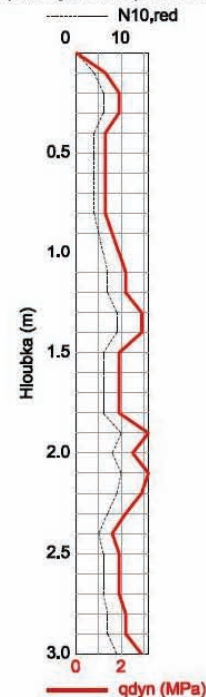
0.00 - 0.36 - Pražec betonový

0.36 - 0.81 - Štěrkové lože znečištěné

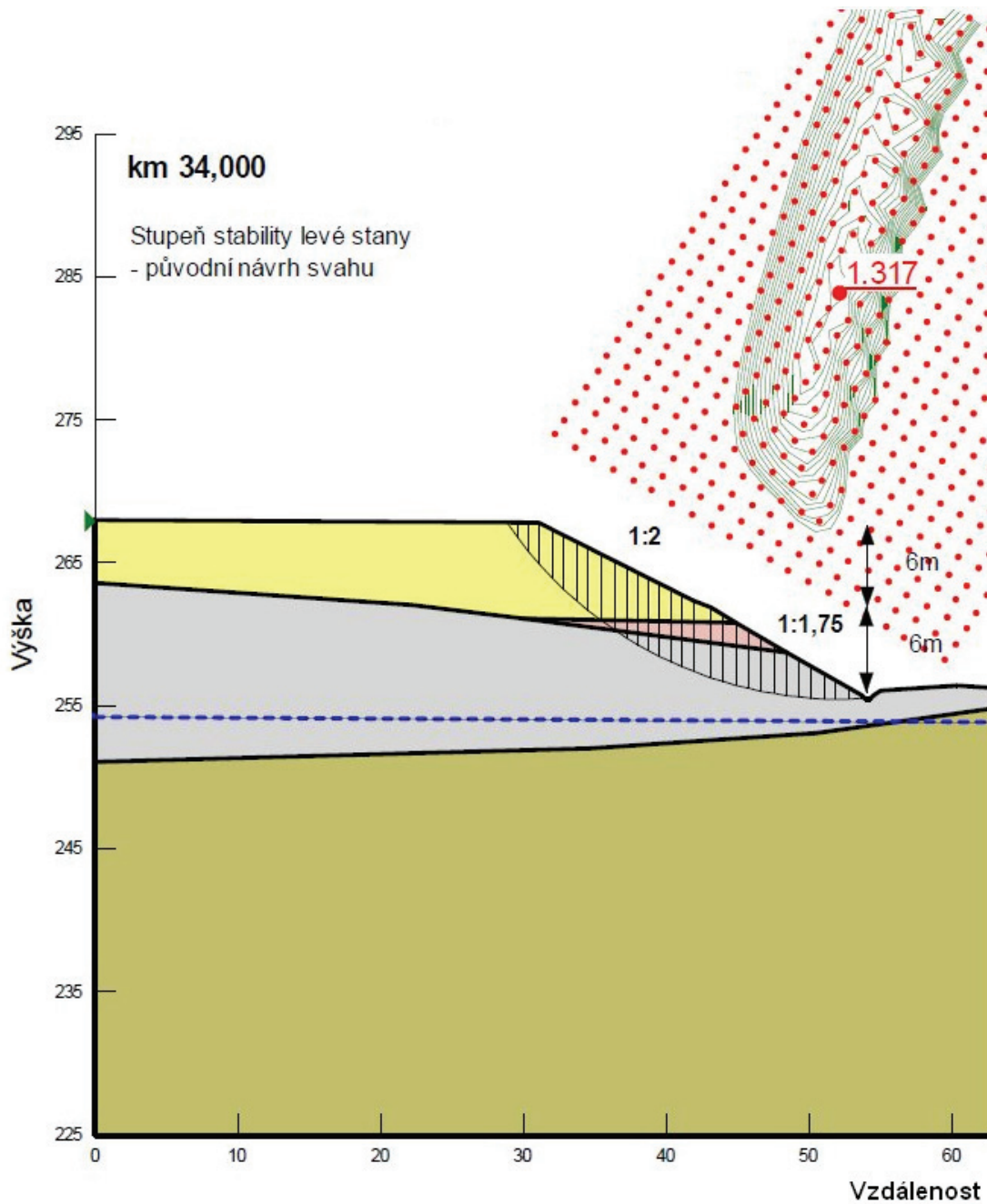
0.81 - 0.86 - Jíl se střední plasticitou , pevný, světle hnědý



Grafické vyhodnocení polní dynamické penetrační zkoušky :



Obr. 2 Ukázka řádně provedené a zdokumentované kopané sondy s měřením statickou zatěžovací a dynamickou penetrační zkouškou



Obr. 3 Nesprávně navržené sklon svahu. Stabilita svahu vyjde příznivěji při přehození sklonů. Svahy se navrhuje dle Vzorových listů Ž2

Lektoroval: Ing. Jiří Šídlo, SZDC, Praha