



PRACOVISTĚ:

Dubí u Teplíc

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA inženýrsko - geologického průzkumu

Úkol:

K r a v a ř e - sanace železničního tělesa v km
72,200 až 72,350 železniční tratě
Lovosice - Liberec

Číslo:

515 1021 215

odpovědný vedoucí úkolu

Ing. Zdeněk Ladman
Pg. Bedřich Zuzánek

Datum vyhotovení:

duben 1973

vedoucí pracoviště

Ing. Zdeněk Ladman

 GEOINDUSTRIA
n. p. Praha
ZÁVOD DUBÍ U TEPLIC
projektování střediska

Objednatel : Správa severozápadní dráhy v Praze
TD Česká Lípa

Projektant : Geoindustria n. p. Praha, závod Dubí u Teplic

Zpracovatel úkolu : Ing. Zdeněk Laňman, Pg. Bedřich Zuzánek

Spolupracovníci :

Měřické práce : Geologicko-měřická služba závodu Dubí,
měřická skupina s. Šandý

Laboratorní práce : Laboratoř mechaniky zemin n. p. Geoindustria
v Černošicích, laboratoř TAZUSu v Teplicích

Technické práce : závod Dubí n. p. Geoindustria

Vedoucí vrtných prací : s. Josef Lexa

Rozdělovník :

Výtisk č. 1 Geofond Praha

2 Geoindustria n. p. Praha

3 Správa severozápadní dráhy v Praze, TD Česká Lípa

4 dtto

5 Správa severozápadní dráhy v Praze, Tř. politických
vězňů 19

6 Geoindustria n. p. závod Dubí u Teplic

Obsah

	strana
1 Úvod	4
2 Morfologie zájmového území	5 a
3 Geologické poměry širšího okolí	6
4 Hydrologické a klimatické poměry	6
5 Vývoj svážného území a postup průzkumných prací	7
6 Výsledky průzkumných prací	9
A) Rozsah sesuvu	
B) Geologické a klimatické poměry porušovaného úseku železniční tratě	
C) Fyzikální a mechanické vlastnosti hornin	
D) Výpočet stability porušovaného železničního tělesa	
7 Příčiny deformací železničního tělesa	13
8 Návrh zajištění	14
9 Technický závěr	15
Seznam použité literatury	15

Seznam příloh

- 1) Situace v měř. 1 : 50 000
- 2) Situace v měř. 1 : 200
- 3) Řez 1-1 v km 72,287⁸⁰, řez 2-2 v km 72,252²⁰
v měř. 1 : 100
- 4) Výpočet stability řez 1-1 v km 72,287⁸⁰
v měř. 1 : 100
- 5) Dokumentace vrtů
- 6) Laboratorní výsledky

1 Úvod

Správa severozápadní dráhy v Praze objednala dopisem ze dne 2. 6. 1972 pod zn. 5. 306-72-13 u našeho národního podniku provedení inženýrsko-geologického průzkumu deformujícího se úseku železničního tělesa v km 72,200 až 72,350 železniční tratě Lovosice - Liberec, přibližně 1 až 2 km za železniční stanicí Kravaře směrem na Liberec.

Deformující se úsek železniční tratě jsme prohlédli se zástupci dráhy Ing. Hroudou z TD Česká Lípa a Ing. Mynářem ze Správy severozápadní dráhy v Praze. Železniční trať v deformujícím se úseku přechází úžlabinou původního přírodního svahu po náypu ve střední části úseku 5 až 6 m vysokém. Na místě jsme zjistili, že ve střední části úseku v nejnižším místě úžlabí je vybudován propustek pro převedení povrchové vody z území železničního tělesa. Železniční těleso je zřetelně deformováno. Svah železničního tělesa na straně po svahu byl při stavbě zajišťován kamennými žebry. Kamenná žebra, jak bylo inženýrsko-geologickým průzkumem zjištěno, jsou mělká. V současné době jsou deformacemi vláčena po svahu. Po prohlídce železničního tělesa jsme vypracovali projekt inženýrsko-geologického průzkumu. Pro zjištění geologických a hydrologických poměrů jsme navrhli v projektu ve dvou profilech vedených kolmo na železniční trať a to v polovině a ve třetině porušovaného svahu odvrtnat po 4 svislých vrtech. Celkem 8 svislých vrtů, v každém profilu 3 svislé vrty označené V do hloubky 6, 6 a 10 m a 1 svislý vrt označený G. Vrtné práce byly provedeny vrtnou soupravou H 15 a ZIF 300 v březnu 1973.

Z původně projektovaných svislých vrtů nebyl odvrtnán vrt označený V 5 vytýčený přímo v kolejišti železniční tratě v profilu 2-2 v km 72,252²⁰.

Projektovaná metráž svislých vrtů byla $44 + 12 = 66$ m, skutečně odvrtná metráž je 49,20 m.

Svislé vrty jsou označeny V, jsou vystrojeny ocelovou perforovanou výstrojí \varnothing 89 mm pro trvalé sledování hladiny podzemní vody ve vrtech.

Svislé vrty označené G jsou vystrojeny PVC výstrojí pro sledování deformací železničního tělesa.

Ve svislých vrtech V 1, V 3, V 4 a V 6 byly provedeny stoupací pokusy.

Ze svislých vrtů označených V 1, V 2 a V 3 byly odebrány vzorky vody ke zjištění agresivity vody na stavební hmoty.

Z vrtů označených G 1, G 2 a G 1A byly z bezprostřední blízkosti smykové plochy odebrány neporušené vzorky zemin ke zjištění reziduální smykové pevnosti.

Ze všech vrtů byly odebírány vzorky jádra ke zjištění přirozených vlhkostí.

Pro zpracování výsledků inženýrsko-geologického průzkumu jsme nechali porušovaný úsek železniční trati zaměřit do situace v měř. 1 : 200.

Porušovaný úsek železniční trati se nachází v Severočeském kraji v okrese Česká Lípa na katastru obce Kravaře.

2 Morfologie zájmového území

Porušovaný úsek železniční tratě se nachází na úpatí severního svahu vrchu RONOV (553 m) východně od obce Kravaře a západně od obce Stvolínky nad údolíčkem, kterým protéká Bobří potok.

Na mírném svahu sklánějícím se k severu se morfologicky výrazněji projevuje především násyp železničního tělesa. Z východní části se morfologicky projevuje příkop odvádějící povrchovou vodu v případě vodních srážek od stávajícího propustku pod železničním tělesem.

Nadmořská výška se pohybuje od 305,0 m do 310,0 m nad mořem.

3 Geologické poměry širšího okolí

Porušovaný úsek železniční tratě se nachází mezi Českou Lípou a Úštěkem. Území patří geologicky k severozápadní části české křídové tabule (na východ od vulkanických hornin Českého středohoří. Faciálně patří tento prostor ke střední (poněkud na jihozápad) části lužické oblasti. Vyskytují se zde coniac-santonské sedimenty zastoupené kvádrovými pískovci a jílovitými pískovci s jílovitopísčitými vložkami.

4 Hydrologické a klimatické poměry

Hydrologické a klimatické poměry jsou pro zájmové území dány intenzitou vodních srážek, hodnotou specifického odtoku a koeficientem odtoku povrchových vod. Tyto hodnoty jsou ovlivněny petrografickým prostředím.

V 50-ti letém průměru vodních srážek na 1 rok pro srážkoměrnou stanici v České Lípě nejbližší porušovanému úseku železniční tratě je uváděno 687 mm.

Pro jednotlivé měsíce 50-ti letého průměru jsou uváděny hodnoty množství vodních srážek pro stanici v České Lípě

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
50-ti	54	45	42	52	60	69	82	75	49	55	52	52	687
1968	124	22	28	50	49	75	59	65	52	38	70	46	678
1969	28	20	42	51	31	136	83	184	26	42	27	25	695
1970	15	77	51	73	94	90	48	101	68				

Ve všech svislých vrtech byla naražena hladina podzemní vody. Ve svislých vrtech označených V 1, V 3, V 4 a V 6 byly provedeny po naražení vodních horizontů stoupací pokusy.

Hodnoty naměřené při stoupacích pokusech sloužily k výpočtu koeficientu propustnosti. Hladina podzemní vody se ustálila ve svislých vrtech přibližně 0,50 m pod úrovní terénu. Byla naměřena hloubka 1,40 až 1,70 m pod povrchem terénu. Podzemní voda je vázána na vrstvy jílovité hlíny a zvětralého slínu. Průběhy přirozených vlhkostí jsou vyneseny do geologických řezů.

5 Vývoj svážného území a postup průzkumných prací

Z vybudovaných kamenných žeber ve svahu železničního tělesa je zřejmé, že k deformacím železničního tělesa docházelo již v minulosti.

Jak bylo inženýrsko-geologickým průzkumem zjištěno, smyková plocha probíhá hlouběji než jsou vybudovaná kamenná žebra. V současné době jsou kamenná žebra vláčena po svahu i s deformovaným svahem železničního tělesa. Porušovaný úsek železničního tělesa je místo, kam je soustředěna veškerá povrchová i podzemní voda rozsáhlé infiltrační oblasti. O tom svědčí i výsledky inženýrsko-geologického průzkumu. Až dosud nebylo podloží vybudovaného železničního tělesa odvodňováno. Při zvýšených vodních srážkách dochází k deformacím železničního tělesa. Na deformace jsme byli zástupci Správy severozápadní dráhy v Praze upozorněni až v roce 1972 při návštěvě úseku žel. trati.

Geologický průzkum

Z tvaru železničního tělesa bylo možné posoudit, do jaké míry jsou jednotlivé části úseku deformovány. Největší deformace jsou patrné ve středu svahu.

Pro zjištění geologických a hydrologických poměrů jsme zvolili 2 profily vedené kolmo na železniční trať v 1/2 a v 1/3 porušovaného úseku železniční tratě v km 72,287⁸⁰ a 72,252²⁰.

U každého z profilů bylo odvrtáno po 4 svislých vrtech, 3 označených V vystrojených pro trvalé sledování hladiny podzemní vody a 1 vrtu označeného G vystrojeném PVC výstrojí pro měření deformací.

Vrt V 2 v profilu 1-1 v km 72,287⁸⁰ byl vrtán pojízdnou soupravou ZIF 300 přímo z kolejiště železniční tratě.

Celkem bylo odvrtáno 49,20 m svislých vrtů.

Vrtné práce byly provedeny v květnu 1973 vrtnou soupravou H 15 a pojízdnou soupravou ZIF 300. Vrtné práce byly prováděny za stálého geologického sledu. Ve svislých vrtech byly prováděny stoupací pokusy, byly odebírány v intervalech 0,5 m vzorky jádra ke zjištění přirozené vlhkosti, neporušené vzorky zemin z vrtů označených G a vzorky vody v vrtů V 1, V 2 a V 3.

Měření deformací

Od měřického sledování deformací jsme upustili, protože deformace železničního tělesa jsou zřetelné.

Hydrologické měření

Ve vystrojených vrtech je průběžně sledována hladina podzemní vody. Při prtných pracích byly ve svislých vrtech po naražení vodního horizontu provedeny stoupací pokusy pro zjištění hodnot potřebných k výpočtu koeficientu propustnosti.

Hladiny podzemní vody změřené v jednotlivých obdobích jsme vynesli do geologických profilů.

Fyzikální a mechanické vlastnosti zemin

Ze svislých vrtů jsme průběžně v intervalu 0,5 m nechali odebrat vzorky jádra ke zjištění přirozených vlhkostí. Je to jeden ze způsobů zjišťování hloubky smykové plochy.

Z vrtů označených G byly odebrány z bezprostřední blízkosti průběhu smykové plochy neporušení vzorky ke zjištění hodnot reziduální smykové pevnosti.

Laboratorní výsledky viz příloha ZZ č. 6.

6 Výsledky průzkumných prací

A) Rozsah sesuvu

Z deformací železničního tělesa a svahu pod železničním tělesem je možné říci, že železniční těleso je deformováno v celé délce úseku km 72,200 až 72,350, tj. v délce 150 m.

Deformacemi je postižen svah pod železničním tělesem do vzdálenosti 15 m od paty svahu železničního tělesa. Hloubka a průběh smykové plochy je odvozena ze zjištěných geologických poměrů, hodnot přirozených vlhkostí odebraných vzorků jádra a vynesení deformací profilů 1-1 v km 72,287⁸⁰ a 2-2 v km 72,252²⁰.

B) Geologické a hydrologické poměry porušovaného úseku železničního tělesa

Geologické a hydrologické poměry sesuvu vzhledem k malému prostoru jsou velmi jednoduché.

Do 0,5 - 2,00 m se vyskytuje jílovitá zemina sapropelového charakteru černohnědé barvy, mělké až tuhé konzistence (původní hornina zvětřalý slín), v níž jsou úlomky čedičového typu do vel. 5 cm. (Nad sesuvem ve vzdálenosti 2 km čedičový vrch Ronov.) Následují slíny, které do hloubky přecházejí ve slínovce. Jejich barva se mění podle toho, jak jsou zvětřalé. Šedozelené nažloutlé jsou zvětřalé, zelenošedé navětřalé a šedé až tmavěšedé jsou navětřalé. Také jejich konzistence se zvyšuje od tuhých zvětřalých po pevné až tvrdé nezvětřalé. Hloubka zvětřání není stejná a mění se v rozmezí 2 - 4 m. Až do hloubky 5 m se vyskytují čedičové úlomky do vel. 10 cm. Nevylučují se i větší.

Naražená hladina vody byla zjištěna v hloubce kolem 1,50 m a ustálila se v hloubce cca 0,5 m pod úrovní terénu. Nezvětřalé slíny jsou pro vodu nepropustné a voda se drží jen ve zvětřalých a navětřalých partiích. Místy vytváří menší močály a dává tak možnost vzniku výše zmíněných zemin sapropelového charakteru.

Vrtem V 2 v železničním náspu byla do hloubky 1,20 m zjištěna šterkopísková navážka. Pod ní je do hloubky 3,0 m navážka silně písčitého jílu (slínu). Následují navětřalé slíny původního terénu.

C) Fyzikální a mechanické vlastnosti zemin

Laboratorně byly u odebraných neporušených vzorků zemin zjištěny totální parametry smykové pevnosti ϕ_u a c_u . Hodnota totálního úhlu vnitřního napětí ϕ_u u vzorku odebraného z vrtu G 1 z hloubky 3,4 m 13,50, z hloubky 3,5 m $\phi_u = 18^\circ$. Výpočtem pro $F = 1,0$ byla stanovena hodnota $\phi_{e rez.} = 21^\circ 30'$ při $c_{e rez.} = 0$.

D) Výpočet stability porušovaného železničního tělesa

Výpočet je proveden pro profil 1-1 v km 72,287⁸⁰
železniční tratě se zjištěnými geologickými a hydrolo-
gickými poměry a s do výpočtu dosazenými hodnotami
 $\phi_{e,rez} = 21^{\circ}30'$ a $c_{e,rez} = 0$.

Smyková plocha 1

Výpočet je proveden pro změřenou hladinu podzemní vody
 $\phi_{e,rez} = 21^{\circ}30'$ a $c_{e,rez} = 0$.

		$\sin \alpha$	$\cos \alpha$
$W_1 = 0,5 \cdot 2,8 \cdot 1,6 \cdot 1,0 \cdot 2,0 = 4,4 \text{ Mp}$	$\alpha_1 = 48^{\circ}$	0,743	0,669
$W_2 = 3,3 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 2,0 = 13,2$	$\alpha_2 = 41^{\circ}$	0,656	0,754
$W_3 = 4,8 \cdot 4,0 = 19,2$	$\alpha_3 = 32^{\circ}$	0,599	0,848
$W_4 = 5,2 \cdot 4,0 = 20,8$	$\alpha_4 = 24^{\circ}$	0,406	0,913
$W_5 = 4,5 \cdot 4,0 = 18,0$	$\alpha_5 = 17^{\circ}$	0,292	0,956
$W_6 = 4,8 \cdot 4,0 = 19,2$	$\alpha_6 = 10^{\circ}$	0,173	0,984
$W_7 = 3,6 \cdot 4,0 = 14,4$	$\alpha_7 = 4^{\circ}$	0,069	0,997
$W_8 = 3,3 \cdot 4,0 = 13,2$	$\alpha_8 = 4^{\circ}$	0,069	0,997
$W_9 = 2,7 \cdot 4,0 = 10,8$	$\alpha_9 = 10^{\circ}$	0,173	0,984
$W_{10} = 0,5 \cdot 2,8 \cdot 1,8 \cdot 1,0 \cdot 2,0 = 5,0$	$\alpha_{10} = 17^{\circ}$	0,292	0,956

Vodní vztlak

$U_1 = 0$	$U_6 = 3,0 \cdot 2,0 = 6,0$
$U_2 = 0$	$U_7 = 2,8 \cdot 2,0 = 5,6$
$U_3 = 1,5 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3,0$	$U_8 = 2,4 \cdot 2,0 = 4,8$
$U_4 = 2,2 \cdot 2,0 = 4,4$	$U_9 = 1,6 \cdot 2,0 = 3,2$
$U_5 = 2,7 \cdot 2,0 = 5,4$	$U_{10} = 0,5 \cdot 2,2 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,2$

Profil 1-1 v km 72,287⁸⁰

$$F = \frac{\sum (x \cos \alpha - U) \operatorname{tg} \varnothing_{\text{rez}} + \sum c \Delta l}{\sum x \sin \alpha}$$

$$\varnothing_{\text{rez}} = 21^{\circ} 30'$$

$$c_{\text{rez}} = 0$$

č.	α	W v Mp	U v Mp	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\operatorname{tg} \varnothing_{\text{rez}}$	W $\sin \alpha$	W $\cos \alpha$	W $\cos \alpha - U$	U sniž.	W $\cos \alpha - U$
1	48°	4,4	0	0,743	0,669		3,269	2,944	2,944		
2	41°	13,2	0	0,656	0,754		8,659	9,953	9,953		
3	32°	19,2	3,0	0,599	0,848		11,501	16,282	13,282		
4	24°	20,8	4,4	0,406	0,913		8,445	18,990	14,590		
5	17°	18,0	5,4	0,292	0,956		5,256	17,208	11,808		
6	10°	19,2	6,0	0,173	0,984		3,322	18,893	12,893		
7	4°	14,4	5,6	0,069	0,997		0,994	14,357	8,757		
8	4°	13,2	4,8	0,069	0,997		- 0,911	13,160	8,360		
9	10°	10,8	3,2	0,173	0,984		- 1,868	10,627	7,427		
10	17°	5,0	1,2	0,292	0,956		- 1,460	4,780	3,580		

$$\sum 37,207 \quad \sum 127,194 \quad \sum 93,594$$

Výpočet pro totální parametry smykové pevnosti $\phi_u = 16^\circ$ a $c_u = 0$

$$F = \frac{\sum w \cos \alpha \cdot \tan \phi_u + \sum c_e \Delta l}{w \sin \alpha}$$

$$= \frac{127,194 + 0,286}{37,207}$$

$$= 0,978$$

$\phi_u = 16^\circ$
 $\tan \phi_u = 0,286$

Výpočet pro efektové reziduální parametry smykové pevnosti $\phi_{e,rez} = 21^\circ 30'$ a $c_{e,rez} = 0$.

$$F = \frac{\sum (w \cos \alpha - U) \tan \phi_{e,rez} + \sum c_e \Delta l}{w \sin \alpha}$$

$$= \frac{93,594 + 0,393}{37,207}$$

$$= 0,989$$

$\phi_{e,rez} = 21^\circ 30'$
 $\tan \phi_{e,rez} = 0,393$

7 Příčiny deformací

Po shrnutí výsledků inženýrsko-geologického průzkumu je možné říci, že příčinou deformací železničního tělesa a svahu pod železničním tělesem je hydrostatický a hydrodynamický tlak svahem proudící podzemní vody.

8 Návrh způsobu zajištění porušovaného úseku Železničního tělesa

A) Návrh zajištění

Pro vyloučení deformací do budoucna navrhuje snížit hodnoty hydrostatického a hydrodynamického účinků podzemní vody ve svahu s vybudovaným žel. tělesem snížením hladiny podzemní vody. Inženýrsko-geologický průzkum byl zpracován tak, aby byly získány všechny nutné podklady pro návrh. Ze stoupacích pokusů v jednotlivých svislých vrtech jsme vypočetli koeficient propustnosti nezbytný pro zjištění dosahů odvodňovacích vrtů v daném petrografickém prostředí, a tím pro stanovení osové vzdálenosti odvodňovacích vrtů.

Z koeficientu propustnosti a nutného zvýšení stupně stability F na hodnotu 1,15 až 1,3 podle literatury prof. Mencla "Sesuvy a zabezpečování svahů" jsme vypočetli vzdálenosti odvodňovacích vrtů 8 m.

Způsob zajištění snížením hladiny podzemní vody sesuvu odvodňovacími vrty skýtá řadu výhod, z nichž na předním místě je, že zajištění je prováděno za plynulého provozu žel. tratě bez omezení a ohrožení, je možné nasadit maximální mechanizaci a tím zajistit v min. čase okamžitý účinek. Do budoucna je vyloučeno ohrožení pracovníků na životě při velkých zemních pracích, prováděných klasickým způsobem zajišťování. Práce je možné provádět v každém ročním období. Zajištění je laciné ve srovnání s klasickými způsoby zajišťování.

Pochopitelně navrhuje vystrojit stávající příkopy betonovými tvárnicemi.

Do terénu nemá být v průběhu prací na zajišťování prováděny větší zásahy. Máme na mysli hlavně zemními pracemi v patě sesuvu.

B) Výpočet stability odvodněného železničního tělesa

Výpočet stability železničního tělesa po odvodnění

$$F = \frac{127,194 - 0,393}{37,207}$$

$$= 1,343 > 1,15 \text{ až } 1,3 \text{ podle prof. V. Mencia}$$

9 Technický závěr

Z výpočtu stupně stability po odvodnění lze říci, že odvodnění podloží železničního tělesa je dostatečný způsob zajištění proti dalším deformacím.

Použitá literatura

- 1) Prof. V. Menci - Mechanika zemin a skalních hornin Praha 1966
- 2) Prof. V. Menci - Sesuvy a zabezpečování svahů
- 3) ČSN 73 6824 Přehrady zemní