



Název zakázky: Závěrečná zpráva geotechnického průzkumu včetně diagnostiky vozovky

Číslo zakázky: IG-05-2010

Lokalita: **Silnice II/360 Trnava – Rudíkov**

Účel: Ověření kvalitativních parametrů zemin a hornin tvořících svahy zářezů, podloží pod násypy a aktivní zónu silničního podloží silnice II/360 Trnava – Rudíkov a diagnostika vozovky

Etapa: Jednostupňový průzkum

Objednatel: RYBÁK – PROJEKTOVÁNÍ STAVEB, spol. s r.o.
Havlíčková 139/25a
602 00 Brno

Vypracovala: Mgr. Lucie Machová

Ing. Vít Rybák

Schválil: Ing. František Pacák

Datum vypracování: červenec 2010

Výtisk č.

1

OBSAH

1	ÚVOD	1
1.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE.....	1
1.2	ROZSAH A CÍLE PRŮZKUMU.....	1
1.3	METODIKA PRŮZKUMU	1
1.3.1	Vrtné práce.....	1
1.3.2	Vzorkovací práce.....	2
1.3.3	Laboratorní práce	2
1.3.4	Měřické práce.....	2
1.3.5	Závěrečné zpracování	3
2	PŘÍRODNÍ POMĚRY	3
2.1	GEOMORFOLOGICKÉ A KLIMATICKÉ POMĚRY	3
2.2	GEOLOGICKÉ POMĚRY	4
2.2.1	Předkvartérní podloží.....	4
2.2.2	Kvartérní pokryv	5
2.3	HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY	5
3	PODROBNÁ ČÁST.....	7
3.1	DIAGNOSTIKA VOZOVKY (ZPRACOVAL ING. VÍT RYBÁK)	7
3.1.1	Stávající vozovka s asfaltobetonovými koberci – začátek úseku, tj. obchvat Rudíkova (sondy J8, J7, J6, J5)	7
3.1.2	Stávající vozovka s penetračním makadamem – konec úseku před Trnavou (sondy J4, J3, J2, J1)	7
3.2	INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY	7
3.2.1	G-typ 1a Navážky – konstrukční vrstvy	8
3.2.2	G-typ 1b Navážky – násypový materiál.....	8
3.2.3	G-typ 2 Kvartérní hlíny	9
3.2.4	G-typ 3 Kvartérní písky.....	11
3.2.5	G-typ 4 Syenit zvětralý	12
3.2.6	G-typ 5 Syenit zdravý	12
3.3	TRÍDY TĚŽITELNOSTI	12
4	ZÁVĚRY	13
4.1	ZHODNOCENÍ SILNIČNÍHO PODLOŽÍ.....	13
4.1.1	Zářezy.....	13
4.1.2	Násypy.....	14
4.1.3	Plán silničního tělesa	15
4.2	ZHODNOCENÍ ZÁKLADOVÝCH POMĚRŮ PROPUSTKU V KM 1,042.....	15
5	POUŽITÁ LITERATURA	16
5.1	POUŽITÉ NORMY	17

PŘÍLOHY

1. Přehledná situace zájmového území
2. Situace sond v měřítku 1:2000
3. Podélný geotechnický profil v měřítku 1:2000/100
4. Geologické profily vrtů v měřítku 1:100
5. Výsledky laboratorních zkoušek zemin a vody
6. Technická zpráva vrtných prací
7. Fotodokumentace vrtného jádra

ROZDĚLOVNÍK

Výtisk č.	1 – 5	Objednatel
	6	Geofond ČR
	7	Archiv zhotovitele

1 ÚVOD

1.1 Základní údaje

Projekční kancelář RYBÁK – PROJEKTOVÁNÍ STAVEB spol. s r.o., se sídlem v Brně, ul. Havlíčkova 25a, si objednala u naší firmy provedení geotechnického průzkumu v rámci stavby silnice II/360 Trnava – Rudíkov. Zájmový úsek je dlouhý 3,650 km.

Přehledná situace s vyznačeným posuzovaným úsekem je dokladována jako příloha č. 1 „Přehledná situace zájmového území“. Situace s provedenými sondami je uvedena v příloze č. 2 „Situace sond“.

Závěrečná zpráva byla zaevidována v geofondu ČR pod evidenčním číslem: 1443/2010.

1.2 Rozsah a cíle průzkumu

Na základě rekognoskace terénu a v souladu s požadavkem objednatele a přístupností terénu bylo zjištěno, že pro možnost splnění požadovaných úkolů je nutno provést geologicko-průzkumné práce v následujícím rozsahu:

- zdokumentování svrchních poloh 8 průzkumnými inženýrskogeologickými vrtů
- fyzikálně-mechanické rozbory vzorků zastižených zemin
- chemický rozbor podzemní vody
- geodetické zaměření provedených vrtů a vynesení do situace sond
- zhodnocení všech získaných informací v závěrečné zprávě

Cílem prováděného geotechnického průzkumu je ověření geologické stavby zájmového území a zjištění fyzikálně-mechanických charakteristik zastižených jednotlivých stratigrafických a litologicky odlišných typů se zaměřením na posouzení únosnosti silničního podloží v prostoru projektované rekonstrukce a rozšíření silnice II/360 Trnava – Rudíkov, současně byly posouzeny základové poměry propustku v km 1,042, který bude rozšířen. Na základě provedených průzkumných prací je třeba provést:

- zařídění zemin a hornin podle ČSN EN ISO 14688 - 1, 2
- zařídění zemin a hornin podle ČSN 73 6133 a 72 1002
- fyzikálně-mechanické, přetvárné a pevnostní charakteristiky zemin a hornin

1.3 Metodika průzkumu

1.3.1 Vrtné práce

Pro možnost získání požadovaných informací a s ohledem na přístupnost terénu pro vrtnou soupravu bylo na lokalitě navrženo k realizaci 8 inženýrskogeologických vrtů sahajících do hloubky 1,0 – 6,5 m o celkové metráži 27,8 m. Vrtné práce provedli pracovníci odborné vrtné firmy HS geo, s.r.o. pojízdnou strojní vrtnou soupravou URB 2,5 A, umístěnou na podvozku ZIL vrtnou osádkou pod vedením vrtmistra J. Vodrážky, dne 28. 6. 2010.

Inženýrskogeologické vrtů byly hloubeny jádrovým způsobem, jednoduchou jádrovnicí o konečném Ø 152 mm, opatřenou TK korunkou Ø 156 mm.

Aby nedošlo k negativnímu ovlivnění hodnot přirozené vlhkosti zastižených zemin, nebylo při vrtání použito výplachového média. Průběh vrtání byl zaznamenáván v denním hlášení vrtné osádky.

Po odvrtání inženýrskogeologických vrtů a odběru dokumentačních vzorků, byly vrty zlikvidovány dusaným záhozem a ve svrchní části byly zaasfaltovány.

Detailnější informace o průběhu vrtných prací obsahuje technická zpráva vrtných prací, zpracovaná Petrem Hýblerem, dokladovaná jako příloha č. 6.

1.3.2 Vzorkovací práce

V průběhu provádění vrtných prací odebírali členové vrtné osádky průběžné vrtné jádro a ukládali je do dřevěných typizovaných vzorkovnic. Při vrtání byl přítomen odpovědný geolog (zhotovitel závěrečné zprávy), který vrtné jádro dokumentoval a odebíral potřebné vzorky k laboratorním rozborům. Celkem bylo na lokalitě odebráno 9 porušených vzorků a 1 vzorek technologický za účelem zjištění jejich fyzikálně-mechanických a přetvárných charakteristik.

Veškeré odebrané vzorky zemin byly neprodleně po odběru makroskopicky popsány zodpovědným geologem. Geologické profily vrtů, pro názornost zpracované písemně i graficky a v souladu s požadavky ČSN 72 1002, ČSN EN ISO 14688 – 2 a ČSN 73 6133, jsou uvedeny v příloze č. 4 „Geologické profily vrtů“.

1.3.3 Laboratorní práce

Odebrané porušené vzorky zemin byly přepraveny a následně zpracovány v laboratořích mechaniky zemin fy Zábrodský Brno. Technologický vzorek a vzorek podzemní vody byl přepraven do laboratoří firmy GEOTest, a.s. Brno.

U porušených vzorků bylo zjišťováno jejich granulometrické složení, hodnota vlhkosti v přirozeném uložení, konzistenční meze a hodnota zdánlivé hustoty pevných látek. Výpočtem byly určeny hodnoty stupně konzistence.

Na technologickém vzorku byla zjišťována hodnota maximální objemové hmotnosti při optimální vlhkosti podle Proctor-standard a pevnost CBR při optimální vlhkosti za účelem zjištění únosnosti podloží.

Výsledky laboratorních rozborů zemin jsou doplněny zatříděním do tříd ČSN 73 1001 a ČSN EN ISO 14688-2. Pro snadnější orientaci a srozumitelnost je uvedena i jejich jmenná symbolika.

Vzorek podzemní vody byl podroben zkrácenému chemickému rozboru na zjištění agresivity na betonový základ.

Laboratorní výsledky zemin a vody jsou dokladovány v příloze č. 5 „Výsledky laboratorních zkoušek zemin a vody“.

1.3.4 Měřické práce

Vrty byly po domluvě s projektantem stavby a podle přístupnosti terénu vytýčeny a následně zaměřeny a vyneseny do situace sond. Souřadnice vrtů v systému JTSK a b.p.v. zajistil objednatel. Situování realizovaných průzkumných sond je patrné ze situace sond, dokladované jako příloha č. 2. Souřadnice jsou uvedeny v následující tabulce č. 1.

Tab. č. 1 Souřadnice a nadmořské výšky vrtů

Vrt	Souřadnice (S-JTSK, Bpv)		
	Y	X	Z
J 1	646012,7402	1147454,435	471,05
J 2	645390,8813	1146845,295	494,45
J 3	645319,1975	1146773,987	493,51
J 4	645296,0747	1146755,416	493,78
J 5	645005,5363	1145889,484	501,56
J 6	644628,7037	1145387,333	503,65
J 7	644446,5275	1145065,16	513,98
J 8	644515,0748	1144546,079	529,88

1.3.5 Závěrečné zpracování

Předložená závěrečná zpráva o výsledcích geotechnického průzkumu uvádí veškeré získané poznatky o geologické stavbě zájmového území, fyzikálně – mechanických vlastnostech zastižených zeminových a horninových typů a hydrogeologických poměrech na lokalitě Rudíkov, silnice II/360.

Vyhodnocení výsledků geologicko - průzkumných prací je provedeno podle:

ČSN 72 1002	„Klasifikace zemin pro dopravní stavby“
ČSN 73 6133	„Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“
TP 76	„Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace“
ČSN EN ISO 14688-1	„Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemin – Část 1: Pojmenování a popis“
ČSN EN ISO 14688-2	„Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemin – Část 2: Zásady pro zařídování“
ČSN EN ISO 14689-1	„Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování hornin – Část 1: Pojmenování a popis“
ČSN EN 1997	„Navrhování geotechnických konstrukcí 1 až 3“
ČSN 73 1001	„Základová půda pod plošnými základy“ (od 1.4.2010 neplatná)
ČSN 73 3050	„Zemní práce“ (od 1.3.2010 neplatná)

2 PŘÍRODNÍ POMĚRY

2.1 Geomorfologické a klimatické poměry

Ve smyslu geomorfologického členění České republiky, stanoveného na podkladě morfometrie, morfostruktury a geneze reliéfu (Czudek et al. 1987) patří zájmové území k provincii České vysočiny, soustavě Česko-moravské, podsoustavě Českomoravské vrchoviny, celku Jevišovické pahorkatiny, podcelku Jaroměřické kotliny a okrsku Třebíčské kotliny.

Třebíčská kotlina tvoří okrsek v severní části Jaroměřické kotliny. Jde o sníženinu s kupovitým povrchem v horninách třebíčsko-meziríčského masívu s četnými tvary zvětrávání a odnosu žuly (ruwary, žokovité balvany, skalní mísy, apod.). Plocha je 112,78 km².

Zájmový úsek se nachází při severním okraji Třebíčské kotliny. Posuzovaný úsek prochází zvlněnou krajinou, která je v první třetině úseku protékána bezejmennými vodotečemi. Ve druhé třetině je vedena na vyvýšené mírně zvlněné náhorní plošině. V km 2,500 trasa prochází kolem rybníku „Březina“, ze kterého vytéká potok „Březinka“. Od tohoto místa vede trasa zvlněnou náhorní plošinou a na konci úseku klesá do údolnice k rybníkům „Malý a Velký Bor“.

Na základě klimatického členění (Quitt 1971) spadá zájmová oblast do okrsku **MT 5** – tedy mírně teplé oblasti, která je charakterizována normálním až krátkým létem, mírným až mírně chladným, suchým až mírně suchým létem. Přechodné období je normální až dlouhé, s mírným jarem a mírným podzimem. Zima je normálně dlouhá, mírně chladná, suchá až mírně suchá s normálním až krátkým trváním sněhové pokrývky.

2.2 Geologické poměry

Pro charakteristiku geologických poměrů bylo použito geologické mapy ČSR list 23-42 Třebíč v měřítku 1:50 000 a publikace „Geologie ČSSR I. Český masív“ (Mísař 1983).

Zájmová lokalita je součástí moldanubické oblasti (moldanubika). **Oblast moldanubická** (moldanubikum) tvoří j. a jz. část Českého masívu. Budují ji silně přeměněné (metamorfované) horniny prekambriického a paleozoického stáří, které jsou prostoupeny intruzivními tělesy hlubinných granitoidních hornin, jež tvoří dva velké plutonické komplexy (středočeský a moldanubický) a některá další tělesa (z nich je největší třebíčský masív). Pro moldanubikum je typická nepřítomnost kvartérního pokryvu a charakteristická migmatitizace. Moldanubikum se dělí na dílčí jednotky se samostatnými názvy.

2.2.1 Předkvartérní podloží

Zájmová lokalita je součástí třebíčského masívu. **Třebíčský masív** představuje plošně největší (asi 540 km²) těleso rastenberského typu v Českém masívu. Má trojúhelníkový tvar a rozkládá se mezi Jaroměřicemi nad Rokytnou, Velkou Bíteší a Polnou. Leží na styku strážecského a moravského moldanubika. Masív se projevuje jako výrazně nemagnetické těleso moldanubického plutonu, vyznačuje se extrémně vysokou radioaktivitou. Třebíčský masív je rozdělen regionálními zlomy na tři části lišící se minerálním složením i chemismem. Posuzovaný úsek silnice se nachází ve střední části masívu, která je na jihu oddělena třebíčským zlomem V – Z směru a na severu je oddělena bochovickým zlomem směru JZ – SV. Severní část je nejbazičtější, směrem k jihu bazické minerály ubývají a v jižní části pak téměř chybí. Střední část je vystouplá. Jsou zde zastoupeny porfyrické amfibol-biotitické melanokratní žuly až melanokratní žulové syenity – jde o základní facii třebíčského masívu, která se dále odlišuje – na drobnozrnnou facii, hrubě porfyrickou facii nebo světlou facii třebíčského masívu.

Na zájmové lokalitě byly vrtnými pracemi zastiženy amfibol-biotitické melanokratní žuly až melanokratní žulové syenity – základní facie třebíčského masívu. Tyto horniny byly ověřeny v podobě zdravé až velmi zvětralé mateční horniny (syenity?).

Zdravé až velmi zvětralé syenity byly ověřeny vrty J 2 od 0,6 m; J 3 od 2,2 m; J 4 od 0,6 m a J 5 od 1,9 m. Velmi až mírně zvětralé syenity byly zastiženy v podobě úlomků do velikosti cca 5 až 10 cm (vrtáním rozbité), úlomky jsou rukou, příp. kladívkem rozbitelné. Zdravé syenity byly ověřeny vrty J 3 a J 4, jsou velmi těžce rozbitelné kladívkem.

Na základě morfologie terénu a dle skalních výchozů, příp. odkryvů syenitů poblíž stávající silnice, příp. zářezů v syenitech, lze předpokládat zastižení zdravých až mírně zvětřených syenitů v podloží stávající silnice, příp. v její těsné blízkosti mezi km cca 0,350 – 0,550, 1,850 – 2,080 a 2,900 – 3,400.

2.2.2 Kvartérní pokryv

Nejmladšími sedimenty jsou **kvartérní uloženiny**, které jsou na zájmové lokalitě zastoupeny deluviálními, deluviofluviálními, fluviálními a antropogenními uloženinami.

Deluviální sedimenty byly zastiženy pouze v úseku kolem km 1,700, kde je zachytil vrt J 5 v podobě hlinitých až šterkovitých písků. Byly zastiženy ihned pod navážkami v hloubce 0,9 m a sahaly do 1,9 m. Jsou hnědě zbarveny, slídnaté, středně ulehlé, s úlomky zvětřených syenitů do velikosti 4 cm.

Deluviofluviální sedimenty vyplňují splachové deprese. V zájmovém území se nachází v údolích protékaných bezejmennými vodotečemi, na začátku úseku Mlýnským potokem, typické jsou v nejnižších místech rybníky. Vrtnými pracemi byly ověřeny na začátku úseku do km cca 1,1 m, kde byly zastiženy pod navážkami vrty J 8, J 7 a J 6. Na základě morfologie terénu lze předpokládat, že se tyto uloženiny budou nacházet až do km cca 1,6. Dále pak byly ověřeny na konci úseku vrtem J 1 opět v podloží navážek. Deluviofluviální sedimenty byly zastiženy v podobě písčitých hlín až hlinitých písků s proměnlivou příměsí šterkovité frakce nejčastěji do 2 cm. Jsou převážně hnědě zbarvené a slídnaté, písky jsou často zvodněné.

Fluviální sedimenty byly ověřeny pouze vrtem J 3 v km cca 2,708. V těchto místech je situován rybník „Březina“, ze kterého dříve vytékal potok, který je v současné době zatrubněn. Fluviální uloženiny byly ověřeny v podobě černé jílovité hlíny s příměsí písku do cca 15 %, s ojed. úlomky hornin, ale i cihel do 3 cm a zbytky zetlelého dřeva. Hlíny značně zapáchají hnilobou. Lze předpokládat, že cihly se sem dostaly právě při záhozu dřívějšího potoka. Fluviální sedimenty na základě morfologie terénu a geologického profilu vrtů J 3 a J 4 lze očekávat v úseku od km cca 2,590 až 2,610.

Antropogenní uloženiny byly, vzhledem k situování vrtů do tělesa silnice, ověřeny všemi vrty. Jde o krycí vrstvu silnice (asfalt), konstrukční vrstvy silnice v podobě ostrohranného šterku s proměnlivým množstvím písku a jemnozrnné frakce a násypové materiály. Násypové materiály jsou zastoupeny převážně hlinitými písky s proměnlivým zastoupením šterkovité a jemnozrnné frakce. Byly ověřeny do hloubek 0,6 až 4,0 m.

2.3 Hydrogeologické poměry

Pro charakteristiku hydrogeologických poměrů bylo použito převážně hydrogeologické mapy ČSR list 23-42 Třebíč v měřítku 1 : 50 000 (Kinkor et al. 1981).

Dle hydrogeologické rajonizace podzemních vod České republiky (Olmer et al. 2006) náleží zájmové území k hydrogeologickému rajónu **6550 „Krystalinikum v povodí Jihlavy“**.

Zájmová oblast je součástí 2 povodí. První část úseku od km 0,000 do 2,340 náleží k povodí s hydrologickým pořadím **4-16-01-100** s názvem „**Mlýnský potok po Jihlavu**“ a druhá část úseku od km 2,340 do 3,650 náleží k povodí s hydrologickým pořadím **4-16-01-095** s názvem „**Klapovský potok po Jihlavu**“.

V oblasti *hydrogeologického masívu – hornin moldanubika* lze vymezit svrchní zvodeň, vázanou především na kvartérní pokryv, zónu zvětrávání a podpovrchového rozpojení hornin a spodní zvodeň, vázanou na propustné tektonické zóny v hlubších částech krystalinika. V celé ploše rozšíření hydrogeologického masívu převažuje puklinový kolektor s proměnlivým podílem průlinové porózy v pásnu připovrchového rozpojení a rozpukání hornin.

Připovrchová zóna rozvolnění a rozpukání hornin je zde zastoupena eluviálními zvětralinami a zvětralými pararulami. Tato zóna může dosahovat až několik desítek metrů. Ve svrchních partiích převažuje průlinová propustnost, do hloubky průlinová propustnost vyznívá a převažuje puklinová. Záleží na míře rozvolnění hornin.

Svrchní zvodnění je na zájmové lokalitě vázáno na kvartérní sedimenty. Hladina podzemní vody byla během hloubení ig vrtů zastižena pouze vrty J 1 (v navážkách v hloubce 1,0 m), J 6 (v deluviofluviálních sedimentech v hloubce 2,35 m) a J 8 (v navážkách v hloubce 2,0 m). Tato zvodnění jsou vázána na zasáknuté atmosférické srážky. Lze předpokládat, že v obdobích dlouhotrvajícího sucha, zde žádná zvodnění nebudou. Tuto domněnku potvrzuje i skutečnost, že během hloubení sond, byla pozorována povrchová akumulace vod, příp. mokřady na přilehlých polích, právě v nejnižších částech posuzovaného úseku, kde byla zjištěna i hladina podzemní vody ve vrtech. Do nejnižších míst odtéká i srážková voda po povrchu terénu (nezasáknutá) a zde se akumuluje a postupně vsakuje a pak soustředěně odtéká k drenážním bázím (Mlýnský potok a Klapovský potok). Koeficienty filtrace (zjištěné ze zrnitostních křivek a empirického vzorce dle Hazena) kvartérních uloženin se pohybují v rozmezí řádu $4,18 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ až $4,64 \cdot 10^{-07} \text{ m.s}^{-1}$. Jde o průlinově propustné sedimenty. Nižší koeficienty patří hlinitým sedimentům, které zde mají funkci poloizolátoru. Tyto sedimenty zpomalují zasakování podzemní vody a umožňují tak částečný odtok po jejich povrchu ve směru jejich úklonu. Celkově lze říct, že hladina podzemní vody je zde volná a sleduje konformně terén. V následující tabulce jsou uvedeny naražené hladiny podzemní vody během vrtných prací. Vzhledem k tomu, že sondy byly realizovány v tělese stávající silnice, nebylo možné ponechat vrty delší dobu otevřené a monitorovat tak nástup hladiny podzemní vody.

Tab. č. 2 Naražená hladina podzemní vody (HPV) k 28. 6. 2010

Sonda	Naražená HPV [m]	Naražená HPV [m n.m.]
J 1	1,00	470,05
J 6	2,35	501,30
J 8	2,00	527,88

3 PODROBNÁ ČÁST

3.1 Diagnostika vozovky (zpracoval Ing. Vít Rybák)

3.1.1 Stávající vozovka s asfaltobetonovými koberci – začátek úseku, tj. obchvat Rudíkova (sondy J8, J7, J6, J5)

Sondy ukazují tloušťku živičných koberců včetně obalovaného kameniva v ložné vrstvě do 20 cm. Pouze u sondy J5 v místě prosednutí vozovky vlevo je tato tloušťka menší, což je zřejmě příčinou zmíněné poruchy.

Zjištěnou skladbu doporučujeme zesílit položením dalšího živičného koberce po rozšíření z kategorie S 7,5 na S 9,5. Frézovat obrusnou vrstvu nebude třeba.

Sondy byly odvrtány přes celou výšku násypu až do rostlého terénu. Potvrdila se kvalita tohoto silničního tělesa, s nímž lze pro rozšíření silnice počítat.

3.1.2 Stávající vozovka s penetračním makadamem – konec úseku před Trnavou (sondy J4, J3, J2, J1)

Sondy J1, J2, J3 byly odvrtány přímo ve vozovce, sonda J4 ve zpevněné ploše, sloužící jako odpočívadlo. Sondy J1, J2, J3 potvrzují asfaltem stmelené vrstvy v tloušťce min. 20 cm. Tyto vrstvy bude možné použít k recyklaci za studena a znovu využít do podkladních vrstev vozovky. Proto nebyly ani odebírány vzorky na přítomnost dehtů. Podkladní vrstvy jsou označeny jako velmi vhodné do silničního tělesa podle ČSN 72 1002, tzn. že nejsou zabahnělé a jsou bez vody.

3.2 Inženýrskogeologické poměry

Z inženýrskogeologického hlediska má území složitou geologickou stavbu. Kvartérní pokryv je pod navážkami zastoupen fluviálními, deluviofluviálními a deluviálními hlínami (různé konzistence) a písky. Předkvartérní podloží je zastoupeno velmi zvětřalými až zdravými syenity trebičského masívu. Deluviofluviální a fluviální sedimenty jsou zastoupeny v údolnicích poblíž bezejmenných vodotečí.

S přihlédnutím ke stratigrafii, litologii a výsledkům fyzikálně-mechanických charakteristik odebraných vzorků, byly zeminy a horniny, zastížené v prostoru zájmového území, rozčleněny na skupiny, reprezentující geotechnicky kvazihomogenní typy (viz tabulka č. 3).

Tabulka č. 3 Přehled geotechnických typů

G-typ	Petrografický popis	Stáří	Geneze
1a	Navážky – konstrukční vrstvy	Q	Antropogenní
1b	Navážky – násypový materiál	Q	Antropogenní
2	Kvartérní hlíny	Q	Fluviální, deluviofluviální
3	Kvartérní písky	Q	Deluviofluviální, deluviální

G-typ	Petrografický popis	Stáří	Geneze
4	Syenit zvětralý	PA	Vyvřelý
5	Syenit zdravý	PA	Vyvřelý

Přehled fyzikálně-mechanických, případně i přetvárných charakteristik je uveden v samostatných tabulkách. Deklarované výsledky jsou podkladem pro stanovení hodnot pevnostních a přetvárných parametrů pro geotechnické výpočty. Pro srozumitelnost jsou v dalším textu uváděny názvy zemin, avšak při každém zařazení je uvedena i symbolika podle ČSN 73 6133 a ČSN EN ISO 14688-2. Koeficient filtrace byl stanoven z empirických vztahů a zrnitosti podle Hazena.

3.2.1 G-typ 1a Navážky – konstrukční vrstvy

Jsou zastoupeny živičným krytem, kamenovým štěrkem, štěrkem hlinito-písčítým převážně hnědých barev. Štěrky jsou tvořeny ostrohrannými úlomky nejčastěji do velikosti 6 cm, ojediněle až 15 cm. Konstrukční vrstvy v podobě štěrkovito-písčítých zemin jsou těžce rozeznatelné od vlastních násypových materiálů. Tyto polohy jsou pak v jednotlivých profilech označeny otazníkem. Ojediněle se zde vyskytují i podsypné vrstvy v podobě hlinitých písků.

Vzhledem k umístění realizovaných sond do stávajícího tělesa silnice, byly tyto zeminy zastiženy všemi vrty do hloubky 0,5 až 1,0 m.

Konstrukční vrstvy lze ponechat v aktivní zóně silnice bez úpravy, případně je lze využít do násypů s výjimkou živičného krytu.

3.2.2 G-typ 1b Navážky – násypový materiál

Tento geotechnický typ byl ověřen vrty J 1, J 3, J 6, J 7 a J 8 v podloží konstrukčních vrstev stávající komunikace a sahá do hloubky 1,0 až 4,0 m. Jde o **násypový materiál**, který je v celé trase zastoupen písky s proměnlivým zastoupením štěrkovité a jemnozrnné frakce. Tyto zeminy jsou převážně hnědě zbarveny. Písky jsou převážně středo- až hrubozrnné. Štěrkovitá frakce dominuje drobozrnná. Makroskopicky lze usuzovat, že štěrkopísky v násypech jsou původně eluviální zvětraliny, příp. rozdrčené zvětralé syenity.

Laboratorním zkouškám byly podrobeny 2 porušené vzorky. Podle výsledků zrnitostního rozboru jsou uvedené zeminy klasifikovány jako štěrkovité až štěrkovito-hlinité písky. Zastoupení jednotlivých zrnitostních frakcí je uvedeno v následujícím přehledu:

Jíl	1,7 – 2,7 %
Prach	7,9 – 22,2 %
Písek	40,8 – 52,8 %
Štěrky	34,3 – 37,6 %

Přehled výsledků laboratorních zkoušek g-typu 1b je uveden v následující tabulce č. 4.

Tab. č. 4 Hodnoty fyzikálně-mechanických charakteristik násypového materiálu

Název zkoušky	Jednotka	Průměr	Min.	Max.
Přirozená vlhkost	%	10,11	5,78	14,44
Zdánlivá hustota pevných částic	Mg/m ³	2,66	2,65	2,67
Hustota zemin *	Mg/m ³	1,84		

Název zkoušky	Jednotka	Průměr	Min.	Max.
Mez tekutosti	%	34		
Mez plasticity	%	24		
Číslo plasticity	%	10		
Poissonovo číslo		0,30		
Koeficient filtrace	m.s ⁻¹	1,08E-05	7,42E-06	4,18E-04
Úhel vn. tření efektivní *	°	32,8		
Soudržnost efektivní *	kPa	1,6		
E _{oed} pro obor napětí 100 kPa *	MPa	10,2		

* Hodnoty převzaty z publikace „Mechanika zemin, inženýrská geologie a hydrogeologie v praxi (Vrtek 1998)

Z přehledu výsledků je patrné, že násypový materiál má vlastnosti odpovídající písčitým zeminám. Podle kritérií ČSN 73 6133, je lze zařadit mezi zeminy písčité – písek hlinitý a písek s příměsí jemnozrnné zeminy odpovídající třídám **S4 SM a S3 S-F** citované ČSN. Podle ČSN ISO 14688-2 jsou klasifikovány jako **grSiSa** (šterkovito-prachovitý písek) a **grSa** (šterkovitý písek). Uvedené zeminy jsou ulehle.

Podle Schaibleho kritérií namrzavosti jsou klasifikovány jako **namrzavé až mírně namrzavé**.

Na základě uvedených hodnot, jsou písčito-šterkovité navážky zařazeny do **IV. až V. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží** podle ČSN 72 1002. **Pro použití do násypu jsou klasifikovány jako velmi vhodné.**

Podle ČSN 73 6133 jsou uvedené zeminy **podmínečně vhodné k přímému použití bez úpravy do aktivní zóny. Pro použití do násypu jsou podmínečně vhodné až vhodné k přímému použití bez úpravy.**

3.2.3 G-typ 2 Kvartérní hlíny

Tento geotechnický typ zahrnuje fluvialní a deluviofluvialní převážně písčité hlíny. Tyto hlíny byly zastiženy vrty J 1 (od 1,0 do 1,5 m a od 2,8 do min. 3,2 m), J 3 (od 1,7 do 2,2 m), J 6 (od 1,9 do 2,3 m), J 7 (od 4,0 do 5,8 m) a J 8 (od 2,4 do min. 5,5 m). Mocnější polohu lze očekávat v úseku km cca 2,69 až 2,71 (mezi vrty J 3 a J 4), kde byl původně potok.

Litologicky jde převážně o písčité hlíny až jílovito-písčité hlíny, hnědě, šedě až černě zbarvené s proměnlivým zastoupením šterkovité frakce. Šterkovitá frakce je zastoupena v podobě polozablených až zablených valounů do velikosti nejčastěji 2 cm. Šedé a černé zbarvení je způsobeno organickou příměsí. Ve vrtu J 3 byly v těchto zeminách zjištěny i zbytky zetlelého dřeva.

Laboratorním zkouškám byly podrobeny 4 porušené vzorky a 1 vzorek technologický, odebrané z vrtu J 1, J 6, J 7 a J 8. Podle výsledků zrnitostního rozboru jsou uvedené zeminy klasifikovány jako písčité hlíny. Zastoupení jednotlivých zrnitostních frakcí je uvedeno v následujícím přehledu:

Jíl	2,1 – 9,3 %
Prach	37,6 – 57,4 %
Písek	26,6 – 51,5 %
Šterk	6,8 – 9,8 %

Přehled výsledků laboratorních zkoušek g-typu 2a je uveden v následující tabulce č. 5.

Tab. č. 5 Hodnoty fyzikálně-mechanických charakteristik kvartérních hlín

Název zkoušky	Jednotka	Průměr	Min.	Max.
Přirozená vlhkost	%	26,91	19,63	33,97
Zdánlivá hustota pevných částic	Mg/m ³	2,69	2,66	2,70
Hustota zemin *	Mg/m ³	1,86		
Mez tekutosti	%	37	27	41
Mez plasticity	%	27	22	29
Číslo plasticity	%	11	5	14
Stupeň konzistence		1,07	0,50	1,59
Poissonovo číslo		0,35		
Koeficient filtrace	m.s ⁻¹	3,23E-06	4,64E-07	5,68E-06
Optimální vlhkost dle P.S	%	10,2		
Max. objemová hmotnost dle P.S.	kg/m ³	1959		
Pevnost CBR před saturací	%	35		
Modul deformační E _{def 2} ***	MPa	48,61		
Úhel vn. tření efektivní *	°	28,9		
Soudržnost efektivní *	kPa	2,0		
E _{oed} pro obor napětí 100 kPa *	MPa	2,9		

* Hodnoty převzaty z publikace „Mechanika zemin, inženýrská geologie a hydrogeologie v praxi (Vrtek 1998)

Z přehledu výsledků je patrné, že kvartérní měkké hlíny mají vlastnosti odpovídající jemnozrnným zeminám. Podle kritérií ČSN 73 6133, je lze zařadit mezi zeminy jemnozrnné – písčité hlína až hlína s nízkou plasticitou odpovídající třídě **F3 MS** a **F5 MI** citované ČSN. Podle ČSN ISO 14688-2 jsou klasifikovány jako **siSa** (prachovitý písek), **saSi** (písčité prach) a **sacSi** (písčito-jílovitý prach). Zeminy mají měkkou a tuhou konzistenci, ojed. pak kašovitou či tvrdou.

Podle Schaibleho kritérií namrzavosti jsou klasifikovány jako **nebezpečně namrzavé, ojedinele jako namrzavé**.

Na základě uvedených hodnot, jsou kvartérní hlíny zařazeny do **VII. až IX. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží** podle ČSN 72 1002. Pro použití do násypu jsou klasifikovány jako **málo vhodné až nevhodné**.

Podle ČSN 73 6133 jsou uvedené zeminy podmíněčně vhodné k přímému použití bez úpravy do aktivní zóny i násypu. **Při nízké konzistenci (měkké a kašovitě) a pro zvýšenou příměs organických látek je vhodnější je řadit k nevhodným zeminám k přímému použití bez úpravy do aktivní zóny i násypu.**

Porovnáním hodnot přirozené a optimální vlhkosti podle Proctor – standard, bylo zjištěno, že zemina v přirozeném uložení má hodnotu vlhkosti v průměru o cca 16,6 % vyšší, než je vlhkost optimální. Hodnota deformačního modulu dosahuje v průměru 48,61 MPa, což splňuje požadavek na minimální hodnotu (45 MPa). **Vzhledem k vysoké přirozené vlhkosti a příměsi organických látek nelze tyto zeminy ponechat v aktivní zóně bez úpravy, příp. doporučuji zvážit jejich výměnu.**

3.2.4 G-typ 3 Kvartérní písky

Tento geotechnický typ byl na lokalitě zastižen v podobě deluviofluviálních a deluviálních písků. Byl ověřen vrty J 1 (od 0,8 do 1,0 m a od 1,5 do 2,8 m), J 5 (od 0,9 do 1,9 m), J 6 (od 2,3 do min. 5,0 m) a vrtem J 7 (od 5,8 do min. 6,5 m).

Litologicky se jedná písky, hlinité písky až štěrkovité písky. Písky jsou převážně středně až hrubě zrnité, méně pak jemně zrnité. Štěrky jsou drobnozrnité. Obsahují proměnlivou příměs jemnozrné frakce (převážně hlíny). Místy písky přecházejí až do štěrků písčitých. Tyto zeminy jsou převážně hnědě zbarveny, slídnaté a středně uhlé až uhlé. V době vrtných prací byly zastiženy vlhké nebo mokré (zvodněné).

Laboratorním zkouškám byly podrobeny 3 porušené vzorky. Podle výsledků zrnitostního rozboru jsou uvedené zeminy klasifikovány jako hlinité až štěrkovité písky. Zastoupení jednotlivých zrnitostních frakcí je uvedeno v následujícím přehledu:

Jíl	1,3 – 3,1 %
Prach	10,9 – 30,3 %
Písek	54,7 – 64,7 %
Štěrky	11,8 – 23,2 %

Přehled výsledků laboratorních zkoušek g-typu 3 je uveden v následující tabulce č. 6.

Tab č. 6 Hodnoty fyzikálně-mechanických charakteristik kvartérních písků

Název zkoušky	Jednotka	Průměr	Min.	Max.
Přirozená vlhkost	%	12,67	4,00	21,34
Zdánlivá hustota pevných částic	Mg/m ³	2,72	2,68	2,72
Hustota zemin *	Mg/m ³	1,86		
Mez tekutosti	%	29		
Mez plasticity	%	23		
Číslo plasticity	%	6		
Poissonovo číslo		0,30		
Koeficient filtrace	m.s ⁻¹	1,55E-05	7,42E-06	2,35E-05
Úhel vn. tření efektivní *	°	34		
Soudržnost efektivní *	kPa	3,2		
E _{oed} pro obor napětí 100 kPa *	MPa	11,5		

* Hodnoty převzaty z publikace „Mechanika zemin, inženýrská geologie a hydrogeologie v praxi (Vrtek 1998)

Z přehledu výsledků je patrné, že kvartérní písky mají vlastnosti odpovídající písčitém zeminám. Podle kritérií ČSN 73 6133, je lze zařadit mezi zeminy písčité – písek hlinitý a písek s příměsí jemnozrné zeminy odpovídající třídám **S4 SM** a **S3 S-F** citované ČSN. Podle ČSN ISO 14688-2 jsou klasifikovány jako **siSa** (prachovitý písek) a **grSa** (štěrkovitý písek). Uvedené zeminy jsou převážně uhlé.

Podle Schaibleho kritérií namrzavosti jsou klasifikovány jako **namrzavé až mírně namrzavé**.

Na základě uvedených hodnot, jsou kvartérní písky zařazeny do **IV. až V. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží** podle ČSN 72 1002. Pro použití do násypu jsou klasifikovány jako velmi vhodné.

Podle ČSN 73 6133 jsou uvedené zeminy **podmínečně vhodné k přímému použití bez úpravy do aktivní zóny. Pro použití do násypu jsou podmínečně vhodné a vhodné k přímému použití bez úpravy.**

3.2.5 G-typ 4 Syenit zvětralý

Zvětralé syenity (mírně až velmi) byly zastiženy vrtem J 2 (od 0,6 do min. 1,4 m), J 3 (od 2,2 do 2,9 m) a J 5 (od 1,9 do min. 2,2 m).

Do tohoto geotechnického typu byly zařazeny mírně až velmi zvětralé syenity v podobě úlomků do cca 10 cm (rozbity vrtáním). Část úlomků je rozrušena na hlínu písčito-šterkovitou. Úlomky jsou v ruce držitelné, případně kladívkem rozbitelné. Tento geotechnický typ byl ověřen makroskopicky v podobě výchozů či odkryvů podél silnice místy až v podobě šterkovito-písčitých eluvií. Zastižení výchozů či odkryvů je popisováno níže.

Z vrtu nebyl odebrán žádný vzorek určený k laboratorním rozborům. Podle makroskopického posouzení lze mírně až velmi zvětralý syenit zařadit do skalních hornin – třídy **R 4** a **R 5** dle ČSN 73 6133 a podle ČSN EN ISO 14689-1 je lze zařadit do stupně **2 – 3** (stupeň zvětrání horninového masívu).

3.2.6 G-typ 5 Syenit zdravý

Zdravé syenity byly zastiženy vrtem J 3 (od 2,9 do min. 3,0 m) a vrtem J 4 (od 0,6 do min. 1,0 m). V těchto syenitech byly dobře rozeznatelné jednotlivé minerály (amfibol, biotit, křemen), které ještě nebyly ovlivněny zvětrávacími procesy. Kladívkem byly těžce rozbitelné.

Z vrtu nebyl odebrán žádný vzorek určený k laboratorním rozborům. Podle makroskopického posouzení lze zdravé syenity zařadit do skalních hornin – třídy **R1** až **R2** dle ČSN 73 6133 a podle ČSN EN ISO 14689-1 je lze zařadit do stupně **0** (stupeň zvětrání horninového masívu).

Syenity byly dále ověřeny v podobě výchozů či odkryvů (zářezy stávající komunikace) v blízkosti silnice. Na základě rekognoskace terénu je zřejmé, že syenity (zdravé i zvětralé) lze očekávat v následujících úsecích:

- km 0,35 – 0,55 zářez v zcela zvětralých syenitech až v eluviích (R5 až R6, S3 S-F)
- km 1,70 – 1,85 zářez v rozpukaných syenitech (R4 až R3)
- km 1,85 – 1,95 náhorní plošina – na poli jsou výchozy syenitů (R1 až R2)
- km 1,95 – 2,08 zářez v rozpukaných syenitech (R4 až R3)
- km 2,90 – 3,10 náhorní plošina – lze předpokládat výskyt syenitů hned pod povrchem
- km 3,15 – 3,30 cca 40 m od silnice jsou výchozy syenitů (R1 až R2)
- km 3,30 – 3,40 cca 30 m od silnice jsou výchozy syenitů (R1 až R2)

3.3 Třídy těžitelnosti

Podle petrografických popisů a kritérií ČSN 73 6133 a ČSN 73 3050 (od 1.3.2010 neplatná), byly pro zeminy, zastoupené v jednotlivých geotechnických typech určeny třídy těžitelnosti.

Tab. č. 7 Třídy těžitelnosti

G-typ	Název g-typu	ČSN 73 6133*	ČSN 73 3050
1a	Navážky – konstrukční vrstvy	I	3
1b	Navážky – násypový materiál	I	2-4
2	Kvartérní hlíny	I	2-3
3	Kvartérní písky	I	2-3
4	Syenit zvětralý	II	4-5
5	Syenit zdravý	III	6-7

* 1. třída – těžba je prováděna běžnými výkopovými mechanizmy (buldozery, rypadla, ručně prováděné výkopy)

Detailní zatřídění jednotlivých vrstev do tříd těžitelnosti dle ČSN 73 6133, společně se zařazením do tříd ČSN 73 6133 a ČSN EN ISO 14688-2, je uvedeno v příloze č. 4 „Geologické profily vrtů“.

4 ZÁVĚRY

4.1 Zhodnocení silničního podloží

Posuzovaná trasa úseku silnice II/360 Trnava – Rudíkov, která se bude v okolí Rudíkovy rekonstruovat a rozšiřovat, má celkovou délku 3,650 km. Rozšíření a rekonstrukce bude z velké části realizována v úrovni stávající silnice. Zájmový úsek silnice je převážně v první třetině úseku veden na nízkých násypech (hlavně na levé straně silnice) výšky 0,5 m až max. 4,2 m. Po pravé straně je silnice převážně vedena v úrovni stávajícího terénu, případně v nízkých zářezích či násypech nepřesahujících hloubku či výšku 1,0 m. Další dvě třetiny úseku jsou převážně vedeny v niveletě terénu, případně na násypech výšky do cca 1,0 m nebo zářezích do hloubky cca 1,0 m.

4.1.1 Zářezy

Zářezy silničního tělesa jsou v celé trase posuzovaného úseku projektovány v malé míře. Budou hloubeny, pod konstrukčními vrstvami (g-typ 1a), ve zvětralých, příp. až zdravých syenitech (g-typ 4, příp. 5). Zářezy dosahují hloubky menší než 6,0 m, proto nebylo nutné provádět výpočty stability.

Stěny svahů zářezů, hloubených ve zvětralém syenitu (g-typ 4), příp. zdravém syenitu (g-typ 5), doporučujeme provést v poměru 2 : 1.

Vzhledem k tomu, že výkopový materiál, který se dá použít ze zářezů do násypů bude deficitní, navrhujeme zářezy více otevřít a svahy zářezů tak více položit.

Dno zářezu a aktivní zóna komunikace bude tvořena zvětralým syenitem (g-typ 4), příp. zdravým syenitem (g-typ 5). Při úpravě povrchu těchto hornin vzniknou nerovnosti, které bude třeba vyrovnat podsypovým materiálem, který bude zároveň sloužit jako plošný drén. Drén zároveň zabrání vztlínání vody do konstrukčních vrstev a zvedání komunikace silnice vlivem klimatických poměrů.

4.1.2 Násypy

Násypy jsou projektované jako nízké nepřesahující hranici 6,0 m, proto nebylo nutné provádět výpočty stability a sedání. Násypy budou realizovány převážně v první třetině úseku do výšky až 4,2 m. Násypy lze navrhnout s normovými sklony svahů (ČSN 73 6133). Do násypů lze použít vytěžené zvětralé syenity, příp. zdravé syenity, které však bude nutné drtit na požadovanou zrnitost. Konstrukční vrstvy s výjimkou živičného krytu, lze také využít do násypů.

V úsecích, kde násyp vytváří hráz povrchovým a podpovrchovým vodám (v údolnicích – v první třetině úseku, dále v km cca 2,600 a na konci úseku) je nutné realizovat objekty, umožňující odvedení těchto vod mimo patu násypu.

Násypový materiál, který byl ověřen v tělese stávající komunikace, je tvořen hlinito-štěrkovitými písky (g-typ 1b). Největší mocnosti byly ověřeny vrtem J 7 do 4,0 m. V podloží násypového materiálu byly ověřeny kvartérní hlíny (g-typ 2), příp. kvartérní písky (g-typ 3).

V údolnicích jsou kvartérní písky převážně zvodněné a kvartérní hlíny jsou pak tuhé až měkké, ojediněle i kašovité konzistence. Kvartérní hlíny měkké až kašovité konzistence byly ověřeny vrtem J 8, J 7 (na začátku úseku), J 3 (kolem km 2,600) a na konci úseku vrtem J 1. U těchto zemín byla zjišťována optimální vlhkost, která je oproti přirozené vlhkosti nižší v průměru o cca 16 %.

Navážky v podobě násypového materiálu (g-typ 1b) jsou dle ČSN 72 1002 klasifikovány jako velmi vhodné do násypů. Dle ČSN 73 6133 jsou klasifikovány jako podmíněčně vhodné a vhodné.

Kvartérní hlíny (g-typ 2) jsou klasifikovány jako málo vhodné až nevhodné do násypů dle ČSN 72 1002. Dle ČSN 73 6133 jsou klasifikovány jako podmíněčně vhodné až nevhodné. Jejich použití v podloží násypů je úzce závislé na jejich konzistenci (viz konsolidační opatření).

Kvartérní písky (g-typ 3) jsou klasifikovány jako velmi vhodné do násypů dle ČSN 72 1002. Dle ČSN 73 6133 jsou klasifikovány jako podmíněčně vhodné a vhodné.

4.1.2.1 Konsolidační opatření

- Pro výšku násypu do 6,0 m
násypy je možné budovat na upravené pláni. Je však nezbytně nutné zabezpečit odtok vody od paty násypu. To lze zabezpečit vyhloubením odvodňovacího příkopu podél paty násypu. Svahy násypu ochránit proti erozivním účinkům vody.
V případě zastižení v podloží násypu měkkých až kašovitých kvartérních hlín (výskyt kolem km 0,100, 0,650, 2,600, 3,585), je nutné tyto zeminy upravit – položením konsolidační vrstvy min. o mocnosti 50 cm (štěrkopískový polštář), která bude mít zároveň funkci drenážní, případně je nechat vyměnit a nebo zajistit odvedení vody pomocí geodrénu.

4.1.3 Plán silničního tělesa

Aktivní zóna silnice bude tvořena stávajícími navážkami (g-typ 1a a 1b), ojediněle kvartérními hlínami a písky a z velké části zvětralými, příp. zdravými syenity.

Navážky v podobě konstrukčních vrstev (g-typ 1a) lze s výjimkou živичného krytu ponechat v aktivní zóně silnice.

Navážky v podobě násypového materiálu (g-typ 1b) jsou namrzavé až mírně namrzavé hlinito-šterkovité písky. Tyto zeminy jsou zařazeny do IV. až V. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží podle ČSN 72 1002. Podle ČSN 73 6133 jsou uvedené zeminy podmíněčně vhodné k přímému použití bez úpravy do aktivní zóny.

Kvartérní hlíny (g-typ 2) jsou nebezpečně namrzavé. V aktivní zóně silnice je lze očekávat na začátku úseku do km cca 0,050, dále pak v km cca 2,650, a na konci úseku. Dle ČSN 72 1002 náleží do VII. až IX. skupiny vhodnosti použití pro podloží. Podle ČSN 73 6133 jsou uvedené zeminy podmíněčně vhodné k přímému použití bez úpravy do aktivní zóny i násypu. Při nízké konzistenci (měkké a kašovité) je vhodnější je řadit k nevhodným zeminám k přímému použití bez úpravy do aktivní zóny. Porovnáním hodnot přirozené a optimální vlhkosti podle Proctor – standard, bylo zjištěno, že zemina v přirozeném uložení má hodnotu vlhkosti v průměru o cca 16,6 % vyšší, než je vlhkost optimální. Hodnota deformačního modulu dosahuje v průměru 48,61 MPa, což splňuje požadavek na minimální hodnotu (45 MPa). **Pro použití do aktivní zóny bez úpravy je však nutné u těchto zemin dosáhnout optimální vlhkosti.**

Kvartérní písky (g-typ 3) jsou klasifikovány jako namrzavé až mírně namrzavé. V aktivní zóně je lze očekávat kolem km 1,750, příp. i na konci úseku. Podle ČSN 72 1002 jsou zařazeny do IV. až V. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží. Podle ČSN 73 6133 jsou uvedené zeminy podmíněčně vhodné k přímému použití bez úpravy do aktivní zóny.

Zvětralý a zdravý syenit (g-typ 4 a 5) lze v aktivní zóně očekávat v úseku od km cca 0,350 až 0,550; od 1,800 do 2,580; od 2,650 do 3,350. Při úpravě povrchu těchto hornin vzniknou nerovnosti, které bude třeba vyrovnat podsypným materiálem, který bude zároveň sloužit jako plošný drén. Drén zároveň zabráni vztlínání vody do konstrukčních vrstev a zvedání komunikace silnice vlivem klimatických poměrů.

Přepokládané zastižení jednotlivých geotechnických typů v rámci posuzovaného úseku silnice Trnava – Rudíkov, je patrné z geotechnického profilu dokladovaného jako příloha č. 3.

4.2 Zhodnocení základových poměrů propustku v km 1,042

V km 1,042 se nachází propustek, který se bude rozšiřovat, příp. se zvažuje varianta realizace jednoplošného mostu. Pro tento objekt byl vyhlouben vrt J 6 do hloubky 5,0 m. Vrtem byly ověřeny do hloubky 1,0 m konstrukční vrstvy silnice (g-typ 1a), od 1,0 do 1,9 m navážky v podobě násypového materiálu (g-typ 1b), od 1,9 do 2,3 kvartérní hlíny (g-typ 2), od 2,3 do min. 5,0 m kvartérní písky. Fyzikálně-mechanické charakteristiky zastižených zemin jsou uvedeny v kap. 3.1.

Vzhledem k tomu, že založení v navážkách se nepředpokládá, nejsou dále v rámci tohoto objektu posuzovány.

Kvartérní hlíny zde byly zastiženy tuhé s příměsí cca 10 % drobnozrnného štěrku. Hodnota tabulkové výpočtové únosnosti, pro hloubku založení 0,8 až 1,5 m a šířku základu $\leq 3,0$ m, činí: **$R_{dt} = 175$ kPa**.

Kvartérní písky byly zastiženy v podobě hlinitého a štěrkovitého písku jemně až hrubě zrnitého. Písky byly v době hloubení sondy zastiženy zvodněné. Hodnota tabulkové výpočtové únosnosti, pro hloubku založení 1,0 m a šířku základu 1,0 m činí: **$R_{dt} = 225$ kPa** (pro hlinitý písek) a **275 kPa** (pro štěrkovitý písek).

Ve vrtu J 6 byla v hloubce 2,35 m pod terénem zastižena hladina podzemní vody. Ustálená hladina nebyla změřena. Pro posouzení agresivity vodního prostředí na betonový základ byl z vrtu odebrán vzorek podzemní vody. Posouzení agresivity vodního prostředí uvádí tabulka č. 8.

Tab. č. 8 Posouzení agresivity vodního prostředí

Číslo vrtu	Obsah v mg/l					ČSN EN 206-1
	SO ₄	pH	CO ₂ na CaCO ₃	NH ₄	Mg	
J 6	87,8	6,42	54,6	0,10	9,0	XA2

Z přehledné tabulky je patrné, že podzemní voda odebraná z vrtu J 6 je **středně agresivní vůči betonu** (stupeň XA2). Výsledky chemického rozboru vody jsou dokladovány v příloze č. 5 „Výsledky laboratorních zkoušek zemin a vody“.

Založení objektu doporučuji plošné. Při plošném základu je třeba upozornit na přítok podzemní vody do stavební jámy. Koefficient filtrace zvodněných písků (orientačně stanovený ze zrnitostních křivek a podle empirického vzorce dle Hazena) se pohybuje v řádu $n \cdot 10^{-05}$ m/s. Vzhledem ke střední agresivitě podzemní vody na betonový základ je třeba provádět vhodnou izolaci.

5 POUŽITÁ LITERATURA

- Demek J. Mackovčín P. et al. (2006):** Hory a nížiny, zeměpisný lexikon ČR. – AOPK ČR. Brno.
- Jetel J. (1982):** Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech. - ČAV. Praha.
- Kestránek J. (1984):** Zeměpisný lexikon ČSR, Vodní toky a nádrže. – ACADEMIA Praha. Praha.
- Kinkor V. et al. (1981):** Hydrogeologická mapa ČSR, list 23-42 Třebíč, 1 : 50 000. – Ústř. Ústr. Geol. Praha.
- Mísař Z. (1983):** Geologie ČSSR I. Český masiv. - SPN. Praha.
- Olmer M., Herrmann Z., Kadlecová R., Prchalová H. et al. (2006):** Hydrogeologická ra-jonizace České republiky. – ČGS. Praha.
- Quitt E. (1971):** Klimatické oblasti Československa. – Geografický ústav ČSAV v Brně. Br-no.

Další zdroje:

www.cgu.cz

www.heis.vuvv.cz

www.cuzk.cz

www.mapy.cz

Česká geologická služba

Hydroekologický informační systém VÚV T.G.M.

Český úřad zeměměřický a katastrální

Mapy (mapový server)

5.1 Použité normy

ČSN EN ISO 14688	„Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin“
ČSN EN ISO 14689	„Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování hornin“
ČSN 72 1002	„Klasifikace zemin pro dopravní stavby“
ČSN 73 6133	„Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“
ČSN EN 1997	„Navrhování geotechnických konstrukcí“
TP 76	„Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace“
ČSN 73 3050	„Zemní práce“ (od 1.3.2010 neplatná)

Vypracovala: Mgr. Lucie Machová

.....

podpis

Brno, červenec 2010

PROTOKOL O ZKOUŠCE

č. 3201-1324/2010

strana 1/1

Zadavatel:	HS geo, s.r.o., Absolonova 2a, 624 00 Brno						
Název zakázky:	Brno-HS geo, LR, LRMZ						
Číslo zakázky:	090037						
Předmět zkoušky:	vzorek vody z lokality Rudíkov						
Odběr vzorků:	Datum odběru:	28.6.2010	Odběr provedl: zákazník				
	Datum příjmu:	2.7.2010					
Označení vzorku:	J 6	Evid. číslo vzorku: 4895					
Rozbor vody k posouzení pro stavební účely – výsledky zkoušky:							
<i>Popis vzorku, vzhled: --</i>							
Fyzikální a chemické ukazatele					Agresivní formy CO₂*		
<i>ukazatel</i>	<i>jednotka</i>	<i>výsledek</i>	<i>nejistota</i>	<i>zkušební postup</i>	<i>forma CO₂</i>	<i>jednotka</i>	<i>výsledek</i>
pH		6,42	±0,2	SOP AA-01 ^A	volný	mg/l	87,1
vodivost (20°C)	μS/cm	892	± 5 %	SOP AA-02 ^A	rovnovážný	mg/l	4,70
ZNK 8,3 (acidita)	mmol/l	1,98	± 20 %	SOP AA-04	agres. na Fe	mg/l	82,4
KNK 4,5 (alkalita)	mmol/l	4,11	± 5 %	SOP AA-03 ^A	agres.na CaCO ₃	mg/l	54,6
tvrdost celková	mmol/l	1,10	± 5 %	SOP AA-06 ^A	Langelier.index		-1,26
amonné ionty	mg/l	0,10	± 10 %	SOP AA-14 ^A			
vápník	mg/l	29,4	± 5 %	dopočet			
hořčík	mg/l	9,0	± 10 %	SOP ASA-01 ^A			
chloridy	mg/l	128	± 10 %	SOP AA-07 ^A			
sírany	mg/l	87,8	± 10 %	SOP AA-12			
hydrogenuhlčitany	mg/l	251	± 5 %	SOP AA-03 ^A			
Poznámka: *.. stanoveno dopočtem; ^A .. akreditovaná zkouška							
Provedení zkoušek:	Zahájení zkoušek:	7.7.2010	Odpovědný pracovník: Ing. J. Řezníček				
	Ukončení zkoušek:	16.7.2010					
Zkušební postupy:	Název a plné textové znění postupů zkoušek uvedených výše pod identifikačním označením podle seznamu zkušebních postupů je k dispozici v laboratořích.						
<i>Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených předmětů uvedených výše a nenahrazují jiné dokumenty. Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí protokol o zkoušce reprodukovat jinak, než celý.</i>							
Protokol vystaven:	19.7.2010	Celkem obsahuje: 1 stranu + přílohu					
Kontroloval:	Mgr. Jaroslava Hromková						
Schválil:	Ing. Pavel Schwarzer zástupce vedoucího laboratoří						

KLASIFIKACE CHEMICKÉHO PŮSOBNÍ VODY NA BETON
podle normy ČSN EN 206-1

Název zakázky:	Brno-HS geo, LR, LRMZ
Číslo zakázky:	090037
Lokalita:	Rudíkov
Datum odběru vzorku:	28.6.2010
Označení vzorku:	J 6
Evidenční číslo vzorku:	4895

Klasifikace chemického působení vody na beton – zatřídění podle normy ČSN EN 206-1, tabulka 2 :

chemická charakteristika	zjištěná hodnota	stupeň vlivu prostředí při chemickém působení
sírany mg/l	87,8	--
pH	6,42	XA1
CO ₂ agresivní na CaCO ₃ mg/l	54,6	XA2
amonné ionty mg/l	0,10	--
hořčík mg/l	9,0	--

Z hlediska chemického působení vody na beton se jedná o středně agresivní chemické prostředí podle tabulky 2 (XA2).

Datum: 19.7.2010

Schválil: Ing. Pavel Schwarzer
zástupce vedoucího laboratoří

Laboratorní výsledky klasifikačních rozborů

Rudíkov

<i>vrt</i>	63	32	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	0,050	0,030	0,023	0,014	0,008	0,005	0,003	0,002	W	WL	WP	M.H.	zatřídění		<i>I_p</i>	<i>I_c</i>	<i>symbol</i>
J1 1,0-1,2m			100,00	99,75	97,74	91,22	80,33	64,48	54,06	45,00	39,74	37,28	29,55	25,50	17,83	11,61	6,73	3,97	2,10	19,63	27	22	2659	FS	ML	5	1,47	siSa
J3 1,6-1,7m	100,00	95,92	88,94	83,17	75,90	65,74	51,49	40,55	34,00	28,85	24,94	23,51	19,64	17,98	13,83	9,89	6,51	4,39	2,74	14,44	34	24	2648	SF	ML	10	1,96	grsiSa
J5 1,0-1,1m			100,00	99,14	94,81	84,93	68,05	49,28	39,31	31,24	26,74	25,11	20,11	17,85	13,65	8,86	5,90	3,74	2,20	10,55	29	23	2678	SF	ML	6	3,08	siSa
J5 1,3-1,4m			100,00	99,02	94,32	76,79	55,40	34,92	24,23	16,86	12,14	10,37	7,77	6,62	5,34	3,97	2,66	1,94	1,29	4,00			2716	S-F				grSa
J6 2,1-2,2m		100,00	99,10	98,69	96,54	90,20	81,08	69,90	61,98	51,70	41,19	36,37	29,08	25,66	19,28	12,53	7,72	4,45	2,13	22,46	40	29	2697	FS	MI	11	1,59	saSi
J6 3,0-3,1m			100,00	98,74	95,77	88,16	78,00	66,90	56,91	42,92	33,46	28,76	22,11	19,20	15,02	10,76	6,90	4,71	3,13	21,34			2717	SF				siSa
J7 1,5-1,6m		100,00	98,15	97,40	86,56	62,45	44,70	29,71	20,22	13,64	9,63	8,21	6,77	5,91	5,05	4,16	2,96	2,24	1,69	5,78			2670	S-F				grSa
J7 5,0-5,1m			100,00	99,67	98,05	93,18	86,43	79,13	74,92	71,05	66,63	64,25	56,51	51,10	40,49	29,32	19,14	13,08	9,26	31,59	40	28	2690	F	MI	12	0,70	sacSi
J8 3,4-3,5m			100,00	98,85	96,67	90,81	83,54	75,54	70,38	64,57	58,49	54,75	45,45	40,37	31,47	21,54	13,71	8,40	4,65	33,97	41	27	2692	FS	MI	14	0,50	saSi

Legenda: 63.. 0,125.. 0,0020 ekvivalentní síta (uváděn kumulativní propad v %)
W přirozená vlhkost vzorku
W_L mez tekutosti
W_P mez vláčnosti
M.H. zdánlivá měrná hmotnost v kg/m³
zatřídění ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy
I_p index plasticity
I_c stupeň konzistence
symbol ČSN EN ISO 14688-2

Přílohy: grafické vyjádření granulometrie 2 stránky

Hodnocení dle ČSN 73 1001

<i>vrt</i>	<i>třída</i>	<i>symp.</i>	<i>název</i>
J1 1,0-1,2m	F3	MS	hlína písčitá
J3 1,6-1,7m	S4	SM	písek hlinitý
J5 1,0-1,1m	S4	SM	písek hlinitý
J5 1,3-1,4m	S3	S-F	písek s příměsí jemnozrnné zeminy
J6 2,1-2,2m	F3	MS	hlína písčitá
J6 3,0-3,1m	S4	SM	písek hlinitý
J7 1,5-1,6m	S3	S-F	písek s příměsí jemnozrnné zeminy
J7 5,0-5,1m	F5	MI	hlína se střední plasticitou
J8 3,4-3,5m	F3	MS	hlína písčitá

V Brně dne 7. července 2010