

Ing. František Pacák
G E O K O N Z U L T[®]
Říčanská 5, 635 00 B R N O

Název zakázky: Závěrečná zpráva inženýrskogeologického průzkumu

Číslo zakázky: IG-15-2009

Akce : **II/128 Salačova Lhota - obchvat**

Účel: Ověření kvalitativních parametrů zemin a hornin tvořících svahy zářezů, podloží pod násypy a aktivní zónu silničního podloží silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat

Etapu: Jednostupňový průzkum

Investor: Kraj Vysočina
Žižkova 57
587 33 Jihlava

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

Vypracovala: Mgr. Lucie Machová

Schválil: Ing. František Pacák

Datum vypracování: leden 2010

Výtisk č.

9

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.....	3
1.3.5	Závěrečné zpracování	3
2	PŘÍRODNÍ POMĚRY	4
2.1	Geomorfologické poměry	4
2.2	Geologické poměry	4
2.2.1	Předkvartérní podloží.....	5
2.2.2	Kvartérní sedimenty	5
2.3	Klimatické poměry.....	5
2.4	Hydrogeologické poměry	6
3	INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY	7
3.1	Geotechnické typy.....	8
3.1.1	GT-typ 1 Navážky.....	8
3.1.2	GT-typ 2 Deluviální písčité hlíny	9
3.1.3	GT-typ 3 Eluviální hlinité písky	10
3.1.4	GT-typ 4 Eluviální štěrkopísky.....	12
3.2	Trasa silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat	14
3.2.1	Násypy v trase silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat.....	14
3.2.1.1	Násyp N 1, km 0,150 – 0,765	15
3.2.1.2	Násyp N 2, km 0,972 – 1,310	15
3.2.1.3	Násyp N 3, km 1,761 – 1,927	15
3.2.1.4	Násyp N 4, km 2,112 – 2,321	15
3.2.2	Zářezy v trase silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat.....	16
3.2.2.1	Zářez Z 1, km 1,310 – 1,761	16
3.2.2.2	Zářez Z 2, km 1,927 – 2,112	16
3.2.3	Trasa silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat vedená v úrovni terénu	16
3.2.3.1	Úroveň terénu T 1, km 0,000 – 0,150.....	17
3.2.3.2	Úroveň terénu T 2, km 0,765 – 0,972.....	17
3.2.3.3	Úroveň terénu T 3, km 2,321 – 2,421.....	17
4	ZÁVĚRY	18
4.1	Zářezy.....	18
4.2	Násypy.....	19
4.2.1	Konsolidační opatření.....	19
4.3	Plán silničního tělesa.....	19
4.4	Třídy rozpojitelnosti.....	20
4.5	Návaznost prací.....	20
5	POUŽITÁ LITERATURA	21
5.1	Použité normy	21

PŘÍLOHY

- 1 Situace sond 1 : 1000 (volná)
- 2 Podélný geotechnický profil 1 : 1000/100 (volná)
- 3 Geologické profily vrtů
- 4 Laboratorní výsledky zemin
- 5 Technická zpráva vrtných prací

ROZDĚLOVNÍK

Výtisk č.	1 – 7	Objednatel
	8	Geofond Praha
	9	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 inženýrskogeologického průzkumu v rámci stavby silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat.

Předmětem zakázky je provedení jednostupňového inženýrskogeologického průzkumu, ověření geologických poměrů a zjištění fyzikálně-mechanických charakteristik jednotlivých zeminových typů v rozsahu, umožňujícím provedení racionálního návrhu stanovení sklonu svahů zářezů, určení únosnosti silničního podloží v aktivní zóně a únosnosti podloží pod násypy silničního tělesa a posouzení možnosti využití zemin ze zářezu do tělesa násypu.

Závěrečná zpráva byla zaevidována v geofondu ČR pod evidenčním číslem: 2893/2009.

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 11 průzkumnými inženýrskogeologickými vrtů
- fyzikálně-mechanické rozbory vzorků zastižených zemin
- geodetické zaměření provedených vrtů a vynesení do situace sond
- zhodnocení všech získaných informací v závěrečné zprávě

Cílem prováděného inženýrskogeologického 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 výstavby silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat. Na základě provedených průzkumných prací je třeba provést:

- zařídění hornin podle ČSN 73 1001 a ČSN EN ISO 14688 - 1, 2
- zařídění hornin podle ČSN 73 3050, 72 1002
- fyzikálně-mechanické, přetvárné a pevnostní charakteristiky hornin

1.3 Metodika průzkumu

1.3.1 Vrtné práce

Pro možnost získání požadovaných informací bylo na lokalitě odvrtáno 11 inženýrsko-geologických vrtů sahajících do hloubky 1,2 až 7,0 m. Vrtné práce provedli pracovníci odbor-

né 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 3.11.2009.

Inženýrskogeologické vrtly 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 vrtly zlikvidovány – dusaným záhozem. K záhozu byly použity zbytky vrtného jádra a zeminy z okolí vrtu. Okolí vrtu bylo uvedeno do předchozího stavu.

Detailnější informace o průběhu vrtných prací obsahuje technická zpráva vrtných prací, zpracovaná Petrem Hýblerem, dokladovaná jako příloha č. 5.

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 (zpracovatel závěrečné zprávy), který vrtné jádro dokumentoval a odebíral potřebné vzorky k laboratorním rozborům. Celkem bylo na lokalitě odebráno 10 porušených vzorků a 4 vzorky technologické 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 73 1001, ČSN EN ISO 14688 – 2, ČSN 72 1002 a ČSN 73 3050, jsou uvedeny v příloze č. 3 „Geologické profily vrtů“.

1.3.3 Laboratorní práce

Odebrané porušené vzorky zemin byly přepraveny a následně zpracovány v laboratořích mechaniky zemin firmy Zábrodský Brno. Technologické vzorky byly přepraveny 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 technologických vzorcích byly zjišťovány hodnoty maximální objemové hmotnosti při optimální vlhkosti podle Proctor-standard a pevnost CBR při optimální vlhkosti.

Výsledky laboratorních rozborů zemin jsou doplněny zařazením do tříd ČSN 72 1002. Pro snadnější orientaci a srozumitelnost je uvedena i jejich jmenná symbolika. Jsou dokladovány v příloze č. 4 „Výsledky laboratorních zkoušek zemin“.

1.3.4 Měřické práce

Místa projektovaných vrtů byla podle předaných mapových podkladů geodeticky vytýčena. Zaměření a vytýčení vrtů si zajistil objednatel sám. Údaje o nadmořských výškách vrtů v systému b.p.v a souřadnicích v JTSK jsou uvedeny v následující tabulce.

Situování realizovaných průzkumných vrtů je patrné ze situace sond v měřítku 1 : 1 000, dokladované jako příloha č. 1.

Na základě zaměření vrtů a výsledků jejich petrografické dokumentace, byl zpracován podélný geotechnický profil silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat v měřítku 1 : 21000/100, dokladované jako přílohy č. 2.

Tab. č. 1 Souřadnice a nadmořské výšky vrtů

Vrt	Souřadnice (S-JTSK, Bpv)		
	Y	X	Z
J 1	711092,65	1109964,24	599,23
J 2	711280,36	1110042,93	589,15
J 3	711456,91	1110147,98	578,83
J 4	711582,47	1110307,65	571,70
J 5	711642,18	1110507,39	561,42
J 6	711629,10	1110692,13	550,22
J 7	711536,46	1110883,13	544,93
J 8	711419,17	1111027,27	539,32
J 9	711287,39	1111178,92	533,10
J 10	711199,27	1111355,20	527,42
J 11	711169,28	1111559,26	514,93

1.3.5 Závěrečné zpracování

Předložená závěrečná zpráva o výsledcích inženýrskogeologického průzkumu uvádí veškeré získané poznatky o geologické stavbě zájmového území, fyzikálně – mechanických vlastnostech zastižených zeminových a horninových typů a hydrogeologických poměrech silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat.

Vyhodnocení výsledků geologicko - průzkumných prací je provedeno podle:

ČSN 72 1002	„Klasifikace zemin pro dopravní stavby“
ČSN 73 1001	„Základová půda pod plošnými základy“
ČSN 73 3050	„Zemní práce“
ČSN 73 6133	„Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“
TP 76/1995	„Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace“
ČSN EN ISO 14688-1	„Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 1: Pojmenování a popis“
ČSN EN ISO 14688-2	„Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování“
ČSN EN 1997	„Navrhování geotechnických konstrukcí 1 až 3“

2 PŘÍRODNÍ POMĚRY

2.1 Geomorfologické 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 Křemešnické vrchoviny, podcelku Pacovské pahorkatiny a okrsku Řísnické vrchoviny.

Řísnická vrchovina má povrch ukloněný k JV. Vznikla na rulách, z. okraj tvoří zlomový svah zvaný Načeradecký sráz s krátkými zařízeníými údolími. Dlouhá rozevřená údolí přítoků Želivky směřující od hrany zlomového svahu k JV. Nejvyšší bod *Řísnický vrch* 656 m. Ve východní části je převážně zalesněná smrkovými porosty s borovicí, v západní části mozaika polí a luk s ojedinělými borovými porosty. Zájmová oblast se nachází blíže k východní části Řísnické vrchoviny.

Projektovaný úsek silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat je dlouhý 2,421 km. Obchvat je projektovaný západně od obce Salačova Lhota a stáčí se k jihovýchodu, kde se v km cca 2,200 napojuje na stávající silnici II/128. Na začátku úseku začíná v lese, při severním okraji obce v nadmořské výšce kolem 560 m n.m.. Ve směru staničení prochází extravilánem obce Salačova Lhota, kde se v současné době nachází zemědělsky využívaná pole. V km 0,515 se obchvat kříží se silnicí III/1288. V km 1,210 se kříží se silnicí III/12419 a v km 1,380 se silnicí vedoucí do Malé Černé. V km 2,200 se obchvat napojuje na stávající silnici II/128.

Geomorfologicky prochází obchvat mírně zvlněnou krajinou, která se generelně uklání k jihovýchodu. Nadmořská výška na začátku úseku dosahuje cca 560,0 m a na konci úseku pak dosahuje cca 514 m n.m.

2.2 Geologické poměry

Pro charakteristiku geologických poměrů bylo použito geologické mapy ČR list 23-13 Tábor v měřítku 1:50 000 (Novák et al. 1994) a vysvětlivky k této mapě, dále publikace „Geologická minulost České republiky“ (Chlupáč et al. 2002).

Z geologického hlediska je zájmová oblast součástí **moldanubika**. Vznik a vývoj moldanubika je nejasný. Všeobecně moldanubikum na území republiky je budováno předprvohorními horninami (starohorními a možná až prahorními, které by mohly být shodné i s horninami severní Evropy), které byly v nejstarších obdobích vývoje zemské kůry zasahovány nejstaršími orogenetickými procesy. Základními horninami moldanubika jsou silné metamorfity, a to pararuly (přeměněné sedimenty), které převažují, a dále ortoruly (přeměněné vyvřeliny), granulity, amfibolity, serpentinity aj. V oblasti Královského hvozdu na Šumavě a v Českém lese nalezneme méně metamorfované horniny - svory.

V rámci celého moldanubika rozlišujeme tři hlavní skupiny hornin: jednotvárnou, pestrá a gřfolskou.

2.2.1 Předkvartérní podloží

Na zájmové lokalitě jsou v rámci moldanubika zastoupeny horniny pestré skupiny (drosendorfská jednotka). V této skupině převládají pararuly a hojná tělesa jiných metamorfovaných sedimentů (metakvarcity a kvarcitické ruly, krystalické vápence a dolomity, vápenatosilikátové horniny – erlany, grafitické ruly, aj.), dále amfibolity a hojná tělesa metamorfovaných granitoidů – ortorul.

Na zájmové lokalitě se vyskytují biotitické a sillimanit – biotitické pararuly, drobnozrné, masivní pravděpodobně proterozoického stáří.

Tyto horniny byly zastiženy pouze jako zcela rozložené, tzv. eluvia. Eluvia pravděpodobně vznikla během období kvartéru a proto jsou popisovány níže.

2.2.2 Kvartérní sedimenty

Nejmladšími sedimenty, které pokrývají povrch zájmového území, jsou uloženiny kvartérního stáří. Kvartérní uloženiny na lokalitě a v jejím blízkém okolí jsou *zastoupeny eluviálními a deluviálními sedimenty*.

Eluviální zvětraliny jsou hnědé, světle hnědé až rezivě hnědé zbarveny. Litologicky se jedná o hlinité písky, s proměnlivým zastoupením šterkovité frakce až písčité šterky. Šterkovitá frakce je tvořena různě zvětralými úlomky mateční horniny, převážně o průměru do 2 cm. Jde o mateční horninu, která je rozložena na zeminu s kolísavou příměsí úlomků o různém stupni navětrání a zůstává na místě svého vzniku. Eluviální zvětraliny mají zachovalou texturu mateční horniny. Byly zastiženy všemi vrty, buď přímo v podloží navážek, resp. humózní hlíny a nebo pod deluviálními sedimenty. Sahaly pak do konečných hloubek všech vrtů.

Deluviální sedimenty dosahují velmi malých mocností. Jsou velmi těžce odlišitelné od eluviálních usazenin. V podstatě se jedná o přemístěná eluvia. Byly ověřeny vrty J 6 až J 9 a J 11 v podloží humózní hlíny, příp. navážek a sahaly do hloubek 0,4 až 2,1 m. Litologicky se jedná převážně o písčitou hlínu až hlinité písky. Barva je v hnědých odstínech. Místa obsahují úlomky rul do vel. 2 cm. Jsou slídnaté a ulehlé, příp. pevné konzistence.

2.3 Klimatické poměry

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. Podrobnější údaje o oblasti MT 5 jsou uvedeny v následující tabulce č. 2.

Tabulka č. 2 Klimatické charakteristiky oblasti MT 5

klimatické charakteristiky	MT 5
Počet letních dnů	30 - 40
Počet dnů s teplotou vyšší než 10°C	140 - 160
Počet mrazových dnů	130 - 140
Počet ledových dnů	40 - 50

Průměrná teplota v lednu [° C]	-4 až -5
Průměrná teplota v červenci [° C]	16 - 17
Průměrná teplota v dubnu [° C]	6 - 7
Průměrná teplota v říjnu [° C]	6 - 7
Počet dnů se srážkami 1 mm a více	100 - 120
Úhrn srážek ve vegetačním období [mm]	350 - 450
Úhrn srážek v zimním období [mm]	250 - 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60 - 100
Počet zamračených dnů	120 - 150
Počet jasných dnů	50 - 60

Průměrné měsíční a roční úhrny srážek (v letech 1931 – 1960) podle nejbližší srážko-měrné stanice v Černovicích (486 m n.m.) jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3 Průměrné úhrny srážek (mm) – Černovice

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Černovice	48	50	42	55	77	93	110	89	54	61	46	49	774

Průměrné rozdělení atmosférických srážek během roku je z hydrogeologického hlediska nevýhodné, poněvadž největší množství srážek spadne převážně v letních měsících (ve vegetačním období), kdy je ovšem největší výpar a také je největší spotřeba vody vegetací. Při přívalových deštích zase převládá povrchový odtok. Proto ve vegetačním období (v měsících 4 – 9) se zásoby podzemních vod vlivem infiltrace srážek do horninového prostředí moc netvoří a hladiny podzemní vody mají spíše klesající tendenci.

K největšímu obohacování zásob podzemních vod dochází zejména při jarním tání sněhové pokrývky a částečně též i při podzimních srážkách, kdy hodnoty výparu podstatně klesají.

2.4 Hydrogeologické poměry

Pro charakteristiku hydrogeologických poměrů bylo použito převážně hydrogeologické mapy ČR list 23-13 Tábor v měřítku 1 : 50 000 (Burda et al. 1998) a vysvětlivky k této mapě.

Podle *hydrogeologické rajonizace* podzemních vod České republiky (Olmer et al. 2006) náleží popisované území k hydrogeologickému rajonu **6520** s názvem „*Krystalinikum v povodí Sázavy*“.

Zájmová oblast podle Kestřánka (1984) je součástí *povodí* řeky **Želivky** s hydrologickým pořadím **I-09-02**. Obec Salačova Lhota spadá do dvou dílčích povodí: západní část a tedy i převážná částí obchvatu patří k povodí s číslem **I-09-02-045** s názvem „*Huťský potok*“ a východní část k povodí s číslem **I-09-02-046** s názvem „*Kurážský potok*“. Oba tyto toky zájmovou oblast drenují a odvádějí vodu směrem k JV do říčky *Trnavy*, do které se vlévají.

V oblasti *hydrogeologického masívu* – *hornin moldanubika* lze vymezit svrchní zvrstvení, vázanou především na kvartérní pokryv, zónu zvětvování a podpovrchového rozpojení hornin a spodní zvrstvení, 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 zvětřalinami a zvětřalými 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.

V rámci vrtných prací nebyla hladina podzemní vody zastižena. Lze předpokládat, že při vydatnějších srážkových úhrnech bude mělká podzemní voda odtékat průlinově propustnými eluviálními a deluviálními sedimenty menšími terénními depresiemi do údolí, tj. jihovýchodním směrem. Menší terénní deprese, kterými budou přednostně odtékat povrchové a mělké podzemní vody (vytváří se tzv. privilegované cesty) jsou dobře patrné z podélného geotechnického profilu – jsou v km cca 1,270; 1,890 a 2,220. Nelze vyloučit, že v těchto místech může docházet při vydatnějších srážkových úhrnech k dočasné akumulaci podzemní vody.

Sedimenty eluviální i deluviální vytváří velmi slabě až mírně propustné prostředí. Podle zrnitostních křivek a empirického vzorce dle Hazena se koeficient filtrace u těchto písčito-hlinitých sedimentů pohybuje v rozmezí řádu $1 \cdot 10^{-08} \text{ m.s}^{-1}$ až $1,9 \cdot 10^{-04} \text{ m.s}^{-1}$. Nižší koeficient filtrace převládá u deluviálních sedimentů, u kterých převažuje jemnozrná frakce nad písčitou. Hladina podzemní vody bývá v těchto zeminách volná a sleduje konformně terén. Převažuje zde průlinová propustnost.

3 INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY

Z profilů dokumentovaných vrtů a zpracovaného podélného geotechnického profilu je patrné, že geologická stavba zájmového území relativně koresponduje s jeho morfologií. V geomorfologickém profilu má území relativně jednoduchou geologickou stavbu.

Kvartérní pokryv je zastoupen deluviálními a eluviálními sedimenty, které jsou překryty humózní hlínou, příp. navážkami. Předkvartérní podloží nebylo vrtnými pracemi zastiženo.

S přihlédnutím ke stratigrafii, litologii a výsledkům fyzikálně - mechanických charakteristik, stanovených na odebraných vzorcích zemin v průběhu provádění terénních prací, byly zeminy, zastižené v zájmovém území, rozčleněny celkem na 4 charakteristické skupiny, reprezentující geotechnicky kvazihomogenní typy. Přehled vyčleněných geotechnických typů v rámci výstavby silnice II/128 Salačova Lhota je uveden v tabulce č. 4.

Tab. č. 4 Přehled geotechnických typů

GT-typ	Petrografický popis	Stáří	Geneze
1	Navážky	Q	antropogenní
2	Deluviální písčité hlíny	Q	Deluviální
3	Eluviální hlinité písky	Q	Eluviální
4	Eluviální štěrkopísky	Q	Eluviální

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 zatřídění je uvedena i symbolika podle ČSN 73 1001, ČSN EN ISO 14688-2. Koeficient filtrace byl stanoven z křivek zrnitosti a empirických vztahů podle Hazena.

Humózní vrstva vytváří povrchovou vrstvu v celém úseku posuzované trasy silnice. Jde o humózní hlínu, která je tmavě hnědě až černě zbarvená. Převážně je prachovito-písčítá, méně pak prachovitá či jílovito-písčítá. Granulometrie tohoto zeminového typu je odvislá od zrnitostního složení jeho podloží v blízkém okolí. Ověřená mocnost této humózní vrstvy je 0,1 až 0,2 m.. Tyto zeminy bude nutno z celého prostoru staveniště odstranit a ošetřit. Lze je využít pro rekultivaci a ohumusování svahů zářezů a násypů.

3.1 Geotechnické typy

3.1.1 GT-typ 1 Navážky

byly zjištěny ve vrtech, které byly realizovány v blízkosti stávajících silnic nebo přímo v tělese silnice. Byly ověřeny vrty J 1 (do hloubky 1,2 m), J 7 (do hloubky 0,2 m) a J 11 (do hloubky 0,4 m). Navážky jsou svrchu tvořeny asfaltem (0,1 až 0,4 m) a pod ním byly u vrtu J 1 zastíženy konstrukční vrstvy tělesa silnice v podobě písčito-hlinitého štěrku, tmavě hnědě až černě zbarveného, tvořeného polymiktními úlomky do velikosti 2 – 10 cm. Tyto vrstvy byly ověřeny do konečné hloubky vrtu J 1, tj. do 1,2 m. Štěrky lze zatřídít do třídy **G4 GM** dle ČSN 73 1001 a podle ČSN EN ISO 14688-2 do třídy **sisGr** – prachovito-písčítý štěrky.

Na základě makroskopického posouzení byly navážkám přiřazeny následující fyzikálně-mechanické charakteristiky.

Tab. č. 5 Hodnoty fyzikálně – mechanických charakteristik navážek

Zkoumaná veličina	Jedn.	Hodnota
Objemová hmotnost *	Mg/m ³	1,9
Poissonovo číslo *	-	0,30
Úhel vn. tření efektivní *	°	33
Soudržnost efektivní *	kPa	3
Deformační modul *	MPa	70

* Hodnoty převzaty z normy ČSN 73 1001

Navážky lze podle makroskopického posouzení zařadit do štěrkovitých zemin, náležejících do tříd G4 GM. Hodnoty uvedené v tabulce č. 5 jsou pouze orientační.

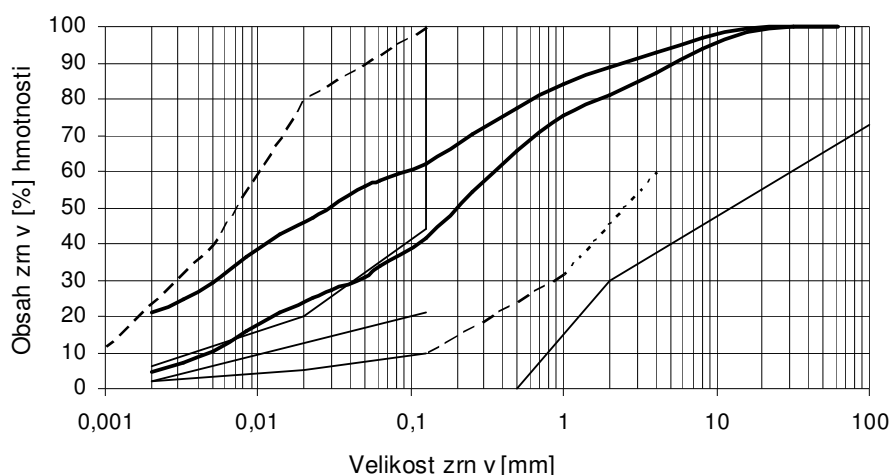
Navážky náleží k nenamrzavým zeminám. Dle ČSN 72 1002 patří do **II.** skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží. Do násypů jsou klasifikovány jako **velmi vhodné**. Kvalita navážek roste s průměrem velikosti jednotlivých zrn (štěrkovité a písčité navážky jsou kvalitnější než jemnozrnné).

3.1.2 GT-typ 2 Deluviální písčité hlíny

Deluviální sedimenty byly ověřeny vrty J 6 až J 9, J 11 v podloží humózní hlíny nebo navážek a sahaly do hloubek 0,4 až 2,1 m. Litologicky se jedná převážně o písčitou hlínu až hlinité písky. Barva je v hnědých odstínech. Místy obsahují úlomky rul do vel. 2 cm. Jsou slídnaté a ulehlé, příp. pevné konzistence.

Laboratorním rozborům byly podrobeny 3 porušené vzorky. Podle výsledků zrnitostního rozboru se jedná o písčitou hlínu až hlinitý písek s proměnlivým zastoupením jílovité frakce. Velikost rozptylu zbytků na jednotlivých sítích je patrná z obalových křivek zrnitosti, uvedených na následujícím obrázku.

GT-typ 2 deluviální sedimenty



Obr. č. 1 Obalové křivky zrnitosti deluviálních písčitých hlín

Jak je patrné z obalových křivek, větší plocha vzniká v oblasti jílovitých, prachovitých a písčitých částic. To je patrné i v zastoupení jednotlivých frakcí, uvedených v následujícím přehledu:

Obsah jílových součástí	5 – 21 %
Obsah prachových součástí	23 – 36 %
Obsah písčitých součástí	31 – 52 %
Obsah štěrkových zrn	12 – 19 %

Výsledky laboratorních zkoušek zemin uvedeného g-typu 2 vykázaly následující fyzikálně – mechanické charakteristiky:

Tab. č. 6 Hodnoty fyzikálně – mechanických charakteristik deluviálních písčitých hlín

Zkoumaná veličina	Jednotka	Počet	Průměr	Min.	Max.
Přirozená vlhkost	%	3	18,23	15,21	22,51
Zdánlivá hustota pevných částic	Mg/m ³	3	2,73	2,71	2,75
Hustota zemin *	Mg/m ³	-	1,92		
Mez tekutosti	%	2	39	37	40
Mez plasticity	%	2	25	22	28
Index plasticity	%	2	14	12	15

Zkoumaná veličina	Jednotka	Počet	Průměr	Min.	Max.
Poissonovo číslo **		-	0,35		
Koeficient filtrace	m/s	3	1,01E-06	1,00E-08	2,90E-06
Optimální vlhkost dle P.S	%	2	14,8	14,6	14,9
Max. objemová hmotnost dle P.S.	kg/m ³	2	1831	1818	1843
Pevnost CBR před saturací	%	2	18,5	13,0	24,0
Modul deformační E _{def 2} ***	MPa	2	37,4	32,3	42,4
Úhel vnitřního tření efektivní *	°	-	25,8		
Soudržnost efektivní *	kPa	-	7,4		
E _{oed} pro obor napětí 100 kPa *	MPa	-	6,8		
Vodní režim		difuzní			

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

** ČSN 73 1001

*** E_{def2} – z převodního grafu CBR

Z přehledu výsledků je patrné, že deluviální písčité hlíny mají vlastnosti odpovídající jemnozrnným až písčitým zeminám. Podle kritérií ČSN 73 1001, je lze zařadit mezi zeminy jemnozrnné – hlína písčitá a jíl písčitý, příp. písčité – hlinitý písek, odpovídající třídám **F3 MS₁** a **F4 CS₁**, příp. **S4 SM** citované ČSN. Podle ČSN ISO 14688-2 jsou klasifikovány jako **sasiCl** (písčito-prachovitý jíl), **clSa** (jílovitý písek) a **siSa** (prachovitý písek). Uvedené zeminy jsou ulehle.

Podle Schaibleho kritérií namrzavosti jsou klasifikovány jako **nebezpečně namrzavé**. Na základě uvedených hodnot, jsou deluviální písčité hlíny zařazeny do **VII. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží** podle ČSN 72 1002. Pro **použití do násypu** jsou klasifikovány jako **vhodné**.

Zeminy jsou méně nestabilní a při napojení vodou klesá jejich pevnost až na 40 % pevnosti za optimálního stavu. Poskytují málo vhodná podloží. Porovnáním hodnot přirozené a optimální vlhkosti podle Proctor – standard, bylo zjištěno, že zemina v přirozeném uložení má hodnotu vlhkosti v průměru o cca 3,4 % vyšší, než je vlhkost optimální. Hodnota deformačního modulu dosahuje v průměru pouze 37,4 MPa (minimální hodnota je 45 MPa). Nelze je tedy ponechat v aktivní zóně silnice bez úpravy podloží (vápnění, ztužující prvky, apod.).

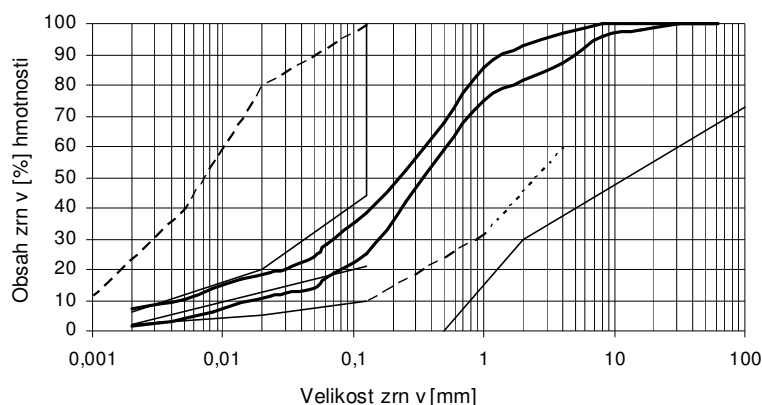
3.1.3 GT-typ 3 Eluviální hlinité písky

Eluviální hlinité písky jsou hnědě, světle hnědě až rezivě hnědě zbarveny. Litologicky se jedná o hlinité písky, s proměnlivým zastoupením štěrkovité frakce. Štěrkovitá frakce je tvořena různě zvětřalými úlomky mateční horniny, převážně o průměru do 2 cm. Eluviální zvětřaliny mají zchovalou texturu mateční horniny. Byly zastíženy vrty J2, J3, J6, J8, J9, J10 a J11, buď přímo v podloží navážek, resp. humózní hlíny a nebo pod deluviálními sedimenty. Sahaly pak do konečných hloubek vrtů.

Laboratorním rozborům byly podrobeny 4 porušené vzorky a 1 vzorek technologický. Podle výsledků zrnitostního rozboru se jedná o hlinitý písek s příměsí cca 15 % drobného ost-

rohranného štěrku. Velikost rozptýlu zbytků na jednotlivých sítích je patrná z obalových křivek zrnitosti, uvedených na následujícím obrázku.

GT-typ 3 eluviální hlinité písky



Obr. č. 2 Obalové křivky zrnitosti eluviálních hlinitých písků

Z obalových křivek zrnitosti vyplývá, že eluviální hlinité písky jsou zrnitostně relativně homogenní. To je patrné i v zastoupení jednotlivých frakcí, uvedených v následujícím přehledu:

Obsah jílových součástí	2 – 7%
Obsah prachových součástí	16 – 21 %
Obsah písčitých součástí	53 – 71 %
Obsah štěrkových zrn	7 – 19 %

Výsledky laboratorních zkoušek zemin uvedeného g-typu vykazaly následující fyzikálně – mechanické charakteristiky:

Tab. č. 7 Hodnoty fyzikálně – mechanických charakteristik eluviálních hlinitých písků

Název zkoušky	Jednotka	Počet	Průměr	Min.	Max.
Přírozená vlhkost	%	4	12,42	8,06	16,55
Zdánlivá hustota pevných částic	Mg/m ³	4	2,75	2,73	2,77
Hustota zemin *	Mg/m ³	-	1,86		
Poissonovo číslo **		-	0,30		
Koeficient filtrace	m/s	4	2,0E-05	2,3E-06	4,6E-05
Optimální vlhkost dle P.S	%	1	14,5		
Max. objemová hmotnost dle P.S.	kg/m ³	1	1826		
Pevnost CBR před saturací	%	1	12		
Modul deformační E _{def 2} ***	MPa	1	31		
Úhel vnitřního tření efektivní *	°	-	34,4		
Soudržnost efektivní *	kPa	-	3,6		
E _{oed} pro obor napětí 100 kPa *	MPa	-	12,9		
Vodní režim			difuzní		

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

** ČSN 73 1001

*** E_{def 2} – z převodního grafu CBR

Z přehledu výsledků je patrné, že eluviální hlinité písky mají vlastnosti odpovídající písčitém zeminám. Podle kritérií ČSN 73 1001, je lze zařadit mezi zeminy písčité – písek hlinitý odpovídající třídě **S4 SM** citované ČSN. Podle ČSN ISO 14688-2 jsou klasifikovány jako **siSa** (prachovitý písek) a ojediněle **clSa** (jílovitý písek). Uvedené zeminy jsou silně ulehlé.

Podle Schaibleho kritérií namrzavosti jsou klasifikovány jako **namrzavé**, ojediněle jako **mírně namrzavé**. Na základě uvedených hodnot, jsou eluviální hlinité písky zařazeny do **V. až VI. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží** podle ČSN 72 1002. Pro **použití do násypu jsou klasifikovány jako vhodné až velmi vhodné**.

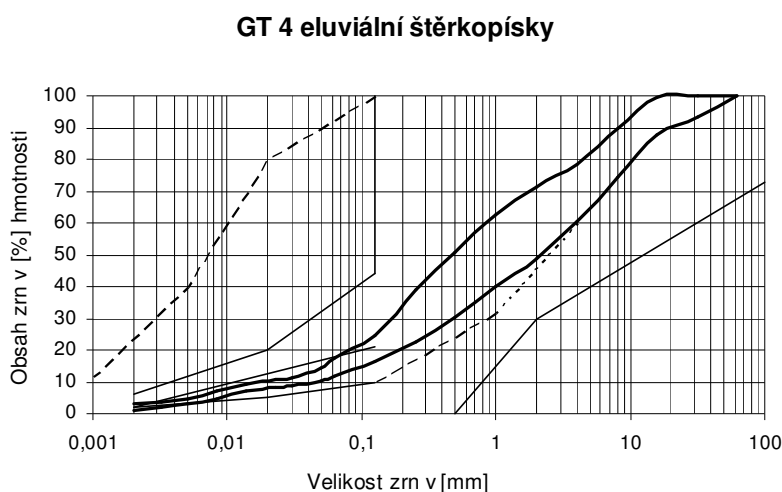
Optimální vlhkost byla průměrně stanovena o cca 1 % vyšší než je vlhkost přirozená. Deformační modul průměrně dosahuje 31 MPa (požadovaná hodnota modulu deformace je min. 45 MPa).

Zeminy patří mezi namrzavé, případně mírně namrzavé a proto je nutné provádět vhodná opatření proti mrazu. Lze je dobře zhutňovat, avšak vždy v úzkém intervalu vlhkosti v okolí vlhkosti optimální. Tvoří přechod mezi vhodným a málo vhodným podložím. Případná zlepšení lze dosáhnout malou příměsí hydraulických nebo pomalu tuhoucích pojiv.

3.1.4 GT-typ 4 Eluviální štěrkopísky

Byly ověřeny vrty J 4, J 5 a J 7 v podloží humózní hlíny, příp. navážky a sahaly do konečných hloubek vrtů. Litologicky jde o písčité štěrky a štěrkovité písky s proměnlivou příměsí jemnozrnné frakce. Štěrkopísky jsou zbarveny v hnědých odstínech. Jsou silně ulehlé. Úlomky rul jsou zvětřelé, nejčastěji velikosti kolem 2 cm.

Laboratorním rozborům byly podrobeny 3 porušené vzorky a 1 vzorek technologický. Podle výsledků zrnitostního rozboru se jedná o štěrkovitý písek až písčité štěrky s proměnlivým zastoupením jemnozrnné frakce. Velikost rozptylu zbytků na jednotlivých sítích je patrná z obalových křivek zrnitosti, uvedených na následujícím obrázku.



Obr. č. 3 Obalové křivky zrnitosti eluviálních štěrkopísků

Z obalových křivek zrnitosti vyplývá, že eluviální štěrkopísky jsou zrnitostně relativně homogenní. Větší rozptýl v zrnitosti vzniká v oblasti štěrkovité a písčité frakce. To je patrné i v zastoupení jednotlivých frakcí, uvedených v následujícím přehledu:

Obsah jílových součástí	1 – 3%
Obsah prachových součástí	9 – 15 %
Obsah písčitých součástí	37 – 54 %
Obsah štěrkových zrn	29 – 51 %

Výsledky laboratorních zkoušek zemin uvedeného g-typu vykázaly následující fyzikálně – mechanické charakteristiky:

Tab. č. 8 Hodnoty fyzikálně – mechanické charakteristiky eluviálních štěrkopísků

Název zkoušky	Jednotka	Počet	Průměr	Min.	Max.
Přirozená vlhkost	%	3	10,91	7,79	14,48
Zdánlivá hustota pevných částic	Mg/m ³	3	2,75	2,70	2,78
Hustota zemin *	Mg/m ³	-	1,90		
Poissonovo číslo **		-	0,30		
Koeficient filtrace	m/s	3	1,42E-04	4,6E-05	1,90E-04
Optimální vlhkost dle P.S	%	1	11,2		
Max. objemová hmotnost dle P.S.	kg/m ³	1	1923		
Pevnost CBR před saturací	%	1	24		
Modul deformační E _{def 2} ***	MPa	1	42,4		
Úhel vnitřního tření efektivní *	°	-	36,4		
Soudržnost efektivní *	kPa	-	3,1		
E _{oed} pro obor napětí 100 kPa *	MPa	-	20,3		
Vodní režim		difuzní			

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

** ČSN 73 1001

*** E_{def 2} – z převodního grafu CBR

Z přehledu výsledků je patrné, že eluviální štěrkopísky mají vlastnosti odpovídající písčitému a štěrkovitému zeminám. Podle kritérií ČSN 73 1001, je lze zařadit mezi zeminy písčité – písek hlinitý a písek s příměsí jemnozrnné zeminy a mezi zeminy štěrkovité – štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy odpovídající třídám **S4 SM, S3 S-F a G3 G-F** citované ČSN. Podle ČSN ISO 14688-2 jsou klasifikovány jako **grSa** (štěrkovitý písek), **saGr** (písčitý štěrk) a **grsiSa** (štěrkovito-prachovitý písek). Uvedené zeminy jsou silně ulehlé.

Podle Schaibleho kritérií namrzavosti jsou klasifikovány jako **mírně namrzavé**. Na základě uvedených hodnot, jsou eluviální štěrkopísky zařazeny do **IV. až V. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží** podle ČSN 72 1002. **Pro použití do násypu jsou klasifikovány jako velmi vhodné.**

Optimální vlhkost byla průměrně stanovena o cca 0,3 % vyšší než je vlhkost přirozená. Deformační modul průměrně dosahuje 42,4 MPa (požadovaná hodnota modulu deformace je min. 45 MPa).

Zeminy lze dobře zhutňovat až na maximální objemovou hmotnost. Vyšší únosnosti brání celkem jemnozrnný charakter. Při vyšším obsahu jemných částic a při vysoké hladině

podzemní vody je třeba zajistit vhodná opatření proti mrazu. Zeminy jsou ještě vyhovující pro podloží. Vhodně se dají stabilizovat cementem, případně vápnem a pomalu tuhnoucími pojivy.

3.2 Trasa silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat

Trasa silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat je dlouhá 2,421 km a je rozčleněna na úseky, vedené v úrovni terénu, v zářezích a na násypech. V trase silnice jsou projektovány 3 úseky vedené v úrovni terénu, 2 úseky vedené v zářezu a 4 úseky vedené na násypu. Zářezy i násypy nepřesahují hranici 6,0 m. Pro přehlednost je členění trasy silnice zpracováno v následující tabulce č. 9.

Tab. č. 9 Členění trasy silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat

Staničení trasy		Zářez			Násyp			Úroveň terénu	
od	do	číslo	délka	hloubka	číslo	délka	výška	číslo	délka
[km]	[km]		[m]	[m]		[m]	[m]		[m]
0,000	0,150							T1	150
0,150	0,765				N1	615	0,0 – 0,9		
0,765	0,972							T2	207
0,972	1,310				N2	338	0,0 – 1,9		
1,310	1,761	Z1	451	0,0 – 0,8					
1,761	1,927				N3	166	0,0 – 3,0		
1,927	2,112	Z2	185	0,0 – 2,0					
2,112	2,321				N4	209	0,0 – 2,5		
2,321	2,421							T3	100
Celková délka		v zářezích			na násypech			v úrovni terénu	
2 421 m		636 m			1 328 m			457 m	

Výšky násypů a hloubky zářezů jsou převzaty z podélného geotechnického profilu silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat, uvedeného v příloze č. 2.

Z přehledné tabulky vyplývá, že 2 úseky zájmové trasy, celkové délky 636 m bude vedeno v mělkých zářezích nepřesahujících hloubku 2,0 m, 4 úseky o celkové délce 1 328 m budou vedeny na nízkých násypech nepřesahujících výšku 3 m a 3 úseky budou vedeny v úrovni terénu o délce 457 m.

V trase zájmového úseku silnice byly zastiženy 4 geotechnické typy, jejichž geotechnické vlastnosti jsou popsány v kapitole 3.1.

3.2.1 Násypy v trase silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat

V trase zájmového úseku jsou projektovány 4 násypy o celkové délce 1 328 m. Jde o nízké násypy, kde nejvyšší násyp dosahuje výšky 3,0 m. Situování jednotlivých úseků trasy,

vedené na násypech je patrné z přílohy č. 2 „Podélný geotechnický profil“, v nichž jsou též schematicky vyznačeny geologické poměry.

3.2.1.1 Násyp N 1, km 0,150 – 0,765

Násyp N 1 je dlouhý 615 m. Jde o nízký násyp s maximální výškou 0,9 m. Násyp přechází z úrovně terénu a ve směru staničení jeho výška pozvolna narůstá až na výšky 0,5 až 0,9 m, které jsou téměř konstantní v průběhu celého násypu N 1. Na konci násyp přechází do úrovně terénu T2.

Geologické poměry podloží násypu byly ověřeny 4 vrty: vrtem J 1 (hloubka 1,2 m), J 2 (hloubka 4,0 m), J 3 (hloubka 7,0 m) a J 4 (hloubka 3,0 m). Na začátku úseku byly vrtem J 1 ověřeny pouze navážky, sahající do 1,2 m. Lze předpokládat, že v jejich podloží budou zastíženy eluviální sedimenty. Ve směru staničení do km cca 0,700 byly pod humózní vrstvou ověřeny eluviální hlinité písky (g-typ 3), které sahaly do konečných hloubek vrtů. Od km cca 0,700 lze předpokládat, že v podloží humózní hlíny budou zastíženy eluviální štěrkopísky (g-typ 4), které byly ověřeny vrtem J 4 do konečné hloubky vrtu.

3.2.1.2 Násyp N 2, km 0,972 – 1,310

Délka násypu činí 338 m. Násyp na začátku přechází z úrovně terénu. Ve směru staničení výška násypu pozvolna narůstá na výšku kolem 1,0 m, která je téměř konstantní až do km cca 1,200, kde se výška násypu snižuje na hodnotu 0,2 m, ale ihned po cca 10 m roste až na 1,9 m v km cca 1,270. Od tohoto kilometru se výška násypu snižuje a na konci úseku přechází násyp N2 do zářezu.

Geologické poměry podloží násypu byly ověřeny vrty J 5 a J 6 s hloubkou 3,0 a 4,0 m.

Vrtnými pracemi byly, pod humózní vrstvou, na začátku úseku násypu ověřeny eluviální štěrkopísky (g-typ 4), které sahaly až do konečné hloubky vrtu J 5. Od km cca 1,1 m lze předpokládat, že v podloží humózní hlíny budou zastíženy deluviální písčité hlíny (g-typ 2), které sahaly ve vrtu J 6 do hloubky 0,8 m. V podloží deluviálních hlín byly pak zastíženy eluviální hlinité písky (g-typ 3), které byly ověřeny vrtem J 6 a sahaly do konečné hloubky vrtu.

3.2.1.3 Násyp N 3, km 1,761 – 1,927

Celková délka násypu je 166 m. Násyp navazuje na zářez Z 1 a ve směru staničení jeho výška pozvolna narůstá na 3,0 m v km 1,895. Od tohoto kilometru se výška násypu snižuje a na konci úseku přechází v zářez Z 2.

Geologické poměry podloží násypu byly ověřeny vrtem J 9, který byl realizován do hloubky 3,0 m.

Vrtnými pracemi byly, pod humózní vrstvou, ověřeny deluviální písčité hlíny (g-typ 2), sahající do hloubky 2,1 m. V jejich podloží byly pak zjištěny eluviální hlinité písky (g-typ 3), které sahaly do konečné hloubky vrtu.

3.2.1.4 Násyp N 4, km 2,112 – 2,321

Celková délka násypu je 209 m. Násyp navazuje na zářez Z 2 a ve směru staničení jeho výška pozvolna narůstá na 2,5 m v km 2,210. Od tohoto kilometru se výška násypu snižuje a na konci úseku přechází v úroveň terénu T 3.

Geologické poměry podloží násypu byly ověřeny vrtem J 11, který byl vrtán do hloubky 3,0 m.

Vrtnými pracemi byly, pod navážkou (g-typ 1), ověřeny deluviální písčité hlíny (g-typ 2), sahající do hloubky 2,0 m. V jejich podloží byly pak zjištěny eluviální hlinité písky (g-typ 3), které sahaly do konečné hloubky vrtu.

3.2.2 Zářezy v trase silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat

V trase zájmového úseku jsou projektovány 2 zářezy o celkové délce 636 m. Jde o mělké zářezy nepřesahující hloubku 2,0 m. Situování jednotlivých úseků trasy vedené v zářezích je patrné z přílohy č. 2 „Podélný geotechnický profil“, v nichž jsou též schematicky vyznačeny geologické poměry.

3.2.2.1 Zářez Z 1, km 1,310 – 1,761

Celková délka zářezu Z 1 je 451 m. Na začátku úseku zářez přechází z násypu N2. Hloubka zářezu se v celé jeho délce pohybuje od 0,5 do 0,8 m. Na konci úseku zářez přechází do násypu N3.

V rámci zářezu byly realizovány 3 vrty: vrt J 7, J 8 a J 9, všechny s hloubkou 3,0 m.

Z petrografických popisů a podélného geotechnického profilu je patrné, že zářez bude, pod humózní vrstvou či navážkami (g-typ 1 – zde zastižen v podobě asfaltu), hlouben v celé délce v deluviálních písčitých hlínách (g-typ 2), které byly ověřeny v intervalu 0,2 až 2,1 m pod terénem.

Aktivní zóna silničního podloží bude tvořena do km cca 1,440 eluviálními štěrkopísky (g-typ 4). Od km 1,440 do km cca 1,600 eluviální hlinitými písky (g-typ 3) a od km 1,700 do konce úseku zářezu deluviálními písčitými hlínami (g-typ 2).

3.2.2.2 Zářez Z 2, km 1,927 – 2,112

Celková délka zářezu Z 2 je 185 m. Na začátku úseku zářez přechází z násypu N3. Ve směru staničení jeho hloubka pozvolna narůstá až na 2,0 m (v km cca 2,020). Od tohoto kilometru se hloubka zářezu snižuje a na konci zářez přechází do násypu N4.

V rámci zářezu byl vyhlouben vrt J 10 do hloubky 3,0 m.

Z petrografických popisů a podélného geotechnického profilu lze usuzovat, že zářez bude, pod humózní vrstvou, hlouben v celé délce v eluviálních hlinitých píscích (g-typ 3), které byly ověřeny do konečné hloubky vrtu. Lze usuzovat, že na konci úseku zářezu, se mohou ve výkopových pracích objevit i deluviální písčité hlíny (g-typ 2), které byly zastiženy dalším vrtem J 11.

Aktivní zóna silničního podloží bude tvořena eluviálními hlinitými písky (g-typ 3), případně na konci úseku i deluviálními písčitými hlínami (g-typ 2).

3.2.3 Trasa silnice II/128 Salačova Lhota – obchvat vedená v úrovni terénu

V trase zájmového úseku jsou projektovány 3 úseky vedené v úrovni terénu o celkové délce 457 m. Situování trasy vedené v úrovni terénu je zřejmé z přílohy č. 2 „Podélný geotechnický profil“. V něm jsou též schematicky vyznačeny geologické poměry.

Do úseků vedených v úrovni terénu jsou zahrnuty mělké zářezy či nízké násypy nepřesahující hloubku či výšku 0,5 m.

3.2.3.1 Úroveň terénu T 1, km 0,000 – 0,150

Trasa silnice vedená v úrovni terénu T1 je dlouhá 150 m. Geologické poměry byly ověřeny vrtem J 1, který byl vrtán do hloubky 1,2 m.

Aktivní zóna silničního podloží bude tvořena navážkami, které zde mají charakter hlinitého štěrku.

Navážky náleží k nenamrzavým zeminám. Dle ČSN 72 1002 patří do **II.** skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží. Do násypů jsou klasifikovány jako **velmi vhodné**. Kvalita navážek roste s průměrem velikosti jednotlivých zrn (štěrkovité a písčité navážky jsou kvalitnější než jemnozrnné). Tyto zeminy lze ponechat v aktivní zóně silničního podloží.

3.2.3.2 Úroveň terénu T 2, km 0,765 – 0,972

Trasa silnice vedená v úrovni terénu T2 je dlouhá 207 m. Geologické poměry byly ověřeny vrtem J 4 a J 5, oba byly vrtány do hloubky 3,0 m.

Aktivní zóna silničního podloží bude, pod humózní vrstvou, tvořena eluviálními štěrkopísky (g-typ 4).

Podle Schaibleho kritérií namrzavosti jsou eluviální štěrkopísky klasifikovány jako **mírně namrzavé**. Na základě uvedených hodnot, jsou eluviální štěrkopísky zařazeny do **IV. až V. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží** podle ČSN 72 1002. **Pro použití do násypu jsou klasifikovány jako velmi vhodné.**

Optimální vlhkost byla průměrně stanovena o cca 0,3 % vyšší než je vlhkost přirozená. Deformační modul průměrně dosahuje 42,4 MPa (požadovaná hodnota modulu deformace je min. 45 MPa). Bez úpravy je tedy nelze ponechat v aktivní zóně silničního podloží.

3.2.3.3 Úroveň terénu T 3, km 2,321 – 2,421

Trasa silnice vedená v úrovni terénu T3 je dlouhá 100 m. Geologické poměry nebyly ověřeny žádným vrtem.

Podle nejbližšího vrtu J 11, lze usuzovat, že aktivní zóna silničního podloží bude, pod navážkami (asfalt), tvořena deluviálními písčitými hlínami (g-typ 2).

Podle Schaibleho kritérií namrzavosti jsou deluviální písčité hlíny klasifikovány jako **nebezpečně namrzavé**. Na základě uvedených hodnot, jsou deluviální písčité hlíny zařazeny do **VII. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží** podle ČSN 72 1002. **Pro použití do násypu jsou klasifikovány jako vhodné.**

Zeminy jsou méně nestabilní a při napojení vodou klesá jejich pevnost až na 40 % pevnosti za optimálního stavu. Poskytují málo vhodná podloží. Porovnáním hodnot přirozené a optimální vlhkosti podle Proctor – standard, bylo zjištěno, že zemina v přirozeném uložení má hodnotu vlhkosti v průměru o cca 3,4 % vyšší, než je vlhkost optimální. Hodnota deformačního modulu dosahuje v průměru pouze 37,4 MPa (minimální hodnota je 45 MPa). Nelze je tedy ponechat v aktivní zóně silnice bez úpravy podloží (vápnění, ztužující prvky, apod.).

4 ZÁVĚRY

Předmětem provedeného geotechnického průzkumu bylo ověření geologické stavby zájmového území. Z předchozích kapitol jednoznačně vyplynulo, že geologické poměry lze klasifikovat jako relativně jednoduché.

Dalším záměrem bylo posouzení geotechnických charakteristik všech zastižených zeminných typů, se zaměřením na aktivní zónu silničního podloží, stabilitu svahů zářezů a možnost využití výkopku z prostoru zářezů do násypů, únosnost zemin pod násypy silničního tělesa v zájmovém úseku trasy silnice II/128.

4.1 Zářezy

Zářezy silničního tělesa budou hloubeny v deluviálních písčitých hlínách (g-typ 2) a eluviálních hlinitých píscích (g-typ 3). Zářezy dosahují hloubky menší než 6,0 m, proto nebylo nutné provádět výpočty stability.

Stěny svahů zářezů, hloubených v kvartérních sedimentech hlinito-písčitého charakteru (deluvia, eluvia) a mimo dosah vlivu hladiny podzemní vody, bude nutno ochránit proti erozním účinkům klimatu rozprostřením humózní vrstvy dostatečné tloušťky a následným osetím rychle a bohatě kořenujícími travinami a křovinami. Zářezy lze navrhnout s normovými sklony svahů (ČSN 73 6101).

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 zónu komunikace budou tvořit deluviální písčité hlíny (g-typ 2), eluviální hlinité písky (g-typ 3) a eluviální štěrkopísky (g-typ 4).

- deluviální písčité hlíny (g-typ 2) jsou klasifikovány jako **nebezpečně namrzavé**. Podle ČSN 72 1002 jsou zařazeny do **VII. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží**. Pro **použití do násypu jsou klasifikovány jako vhodné**.

Zeminy jsou méně nestabilní a při napojení vodou klesá jejich pevnost až na 40 % pevnosti za optimálního stavu. **Poskytují málo vhodná podloží**. Porovnáním hodnot přirozené a optimální vlhkosti podle Proctor – standard, bylo zjištěno, že zemina v přirozeném uložení má hodnotu vlhkosti v průměru o cca 3,4 % vyšší, než je vlhkost optimální. Hodnota deformačního modulu dosahuje v průměru pouze 37,4 MPa (minimální hodnota je 45 MPa). Nelze je tedy ponechat v aktivní zóně silnice bez úpravy podloží (vápnění, ztužující prvky, apod.)

- eluviální hlinité písky (g-typ 3) jsou klasifikovány jako **namrzavé**, ojediněle jako **mírně namrzavé**. Podle ČSN 72 1002 jsou zařazeny do **V. až VI. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží**. Pro **použití do násypu jsou klasifikovány jako vhodné až velmi vhodné**.

Optimální vlhkost byla průměrně stanovena o cca 1 % vyšší než je vlhkost přirozená. Deformační modul průměrně dosahuje 31 MPa (požadovaná hodnota modulu deformace je min. 45 MPa). Zeminy patří mezi namrzavé, případně mírně namrzavé a proto je nutné provádět vhodná opatření proti mrazu. Lze je dobře zhutňovat,

avšak vždy v úzkém intervalu vlhkosti v okolí vlhkosti optimální. **Tvoří přechod mezi vhodným a málo vhodným podložím.** Případná zlepšení lze dosáhnout malou příměsí hydraulických nebo pomalu tuhnoucích pojiv.

- eluvialní štěrkopísky (g-typ 4) jsou klasifikovány jako **mírně namrzavé**. Podle ČSN 72 1002 jsou zařazeny do **IV. až V. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží**. Pro **použití do násypu jsou klasifikovány jako velmi vhodné**.

Optimální vlhkost byla průměrně stanovena o cca 0,3 % vyšší než je vlhkost přirozená. Deformační modul průměrně dosahuje 42,4 MPa (požadovaná hodnota modulu deformace je min. 45 MPa). Zeminy lze dobře zhutňovat až na maximální objemovou hmotnost. Vyšší únosnosti brání celkem jemnozrnný charakter. Při vyšším obsahu jemných částic a při vysoké hladině podzemní vody je třeba zajistit vhodná opatření proti mrazu. **Zeminy jsou ještě vyhovující pro podloží.** Vhodně se dají stabilizovat cementem, případně vápnem a pomalu tuhnoucími pojivy.

4.2 Násypy

Násypy jsou projektované jako nízké nepřesahující hranici 6,0 m, proto nebylo nutné provádět výpočty stability a sedání. Zářezy lze navrhnout s normovými sklony svahů (ČSN 73 6101). Do násypů lze použít, s výjimkou humózní vrstvy, všechny vytěžené zeminy.

V úsecích, kde násyp vytváří hráz povrchovým a podpovrchovým vodám (privilegované cesty – menší terénní deprese – v km cca 1,270 (násyp N 2); 1,890 (násyp N 3) a 2,220 (násyp N 4), je nutné realizovat objekty, umožňující odvedení těchto vod mimo patu násypu.

4.2.1 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 příkopu podél paty násypu. Svahy násypu ochránit proti erozivním účinkům vody.

4.3 Plán silničního tělesa

Aktivní zóna silnice bude tvořena, pod humózní vrstvou, případně navážkami (g-typ 1), deluvialními písčitými hlínami (g-typ 2) a eluvialní štěrkopísky (g-typ 4).

- navážky (g-typ 1) jsou zastoupeny asfaltem a hlinitým štěrkem, který je **nenamrzavý**, dle ČSN 72 1002 patří do **II. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží**. Tyto zeminy lze ponechat v aktivní zóně silničního podloží.
- eluvialní štěrkopísky (g-typ 4) jsou **mírně namrzavé**, podle ČSN 72 1002 patří do **IV. až V. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží**. Požadovaná hodnota mo-

dulu deformace min. 45 MPa nebyla splněna, proto je nelze ponechat v aktivní zóně silničního podloží bez úpravy (vápnění, ztužující prvky, apod.)

- deluviální písčité hlíny (g-typ 2) jsou **nebezpečně namrzavé**, podle ČSN 72 1002 patří do **VII.** skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží. Požadovaná hodnota modulu deformace min. 45 MPa nebyla splněna, proto je nelze ponechat v aktivní zóně silničního podloží bez úpravy (vápnění, ztužující prvky, apod.)

Při úpravě aktivní zóny silničního podloží je nutné postupovat podle TP 94 (Zlepšení zemin) a ČSN 72 1006 (Kontrola zhutnění zemin a sypanin).

4.4 Třídy rozpojitelnosti

Přehledné zatřídění zemin do tříd těžitelnosti a vrtatelnosti je uvedeno v následující tabulce č. 10.

Tab. č. 10 Třídy rozpojitelnosti

Zemina	Geotechnický typ	Třída těžitelnosti	Třída vrtatelnosti
Navážky	1	3	I.
Deluviální písčité hlíny	2	2	I.
Eluviální hlinité písky	3	3	I.
Eluviální štěrkopísky	4	3	I.

Zařazení zemin jednotlivých geotechnických typů do tříd těžitelnosti je provedeno podle ČSN 73 3050 a do tříd vrtatelnosti podle Ceníku VC 20/105/89, obor 904,21; 1. díl, část A. Detailní zatřídění do tříd těžitelnosti je uvedeno v příloze č. 4 „Geologické profily vrtů“.

4.5 Návaznost prací

Zpracovaná závěrečná zpráva předkládá posouzení geologických poměrů širšího okolí území výstavby a přehled fyzikálně-mechanických vlastností zemin základové půdy. Uvedené údaje jsou detailně zpracovány v příslušných kapitolách. Není proto nutné provádět další průzkumné práce. Z hlediska seismicity a geodynamických jevů, je zájmové území považováno za vhodné.

5 POUŽITÁ LITERATURA

- Novák M. et al. (1994):** Geologická mapa ČR v měřítku 1:50 000, list 23 – 13 Tábor. – ČGÚ. Praha.
- Chlupáč I., Brzobohatý R., Kalvoda J., Stráník Z. (2002):** Geologická minulost České Republiky. – Academia. Praha.
- 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.
- Olmer M., Herrmann Z., Kadlecová R., Prchalová H. et al. (2006):** Hydrogeologická rajonizace České republiky. – ČGS. Praha.
- Quitt E. (1971):** Klimatické oblasti Československa. – Geografický ústav ČSAV v Brně. Brno.
- Burda J. et al. (1998):** Hydrogeologická mapa ČR v měřítku 1:50 000, list 23 – 13 Tábor. – ČGÚ. Praha.

Další zdroje: www.cgu.cz Česká geologická služba
www.heis.vuv.cz Hydroekologický informační systém VÚV
T.G.M.
www.cuzk.cz Český úřad zeměměřický a katastrální
www.mapy.cz Mapy (mapový server)

5.1 Použité normy

- | | |
|--------------------|--|
| ČSN 72 1002/1993 | „Klasifikace zemin pro dopravní stavby“ |
| ČSN 73 1001/1988 | „Základová půda pod plošnými základy“ |
| ČSN 73 3050/1987 | „Zemní práce“ |
| ČSN 73 6133/1998 | „Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ |
| TP 76/1995/2000 | „Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace“ |
| ČSN EN ISO 14688-1 | „Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 1: Pojmenování a popis“ |
| ČSN EN ISO 14688-2 | „Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování“ |
| ČSN EN 1997 | „Navrhování geotechnických konstrukcí 1 až 3“ |

V Brně dne 11.1.2010

Vypracovala: Mgr. Lucie Machová