

**Ing. František Pacák**  
**GEOKONZULT®**  
Říčanská 5, 635 00 Brno

**Závěrečná zpráva orientačního geotechnického průzkumu**

# **SILNICE I/37**

## **Žďár nad Sázavou - obchvat**

**Výtisk č.**

Číslo akce: 08 0009

Účel: Posouzení kvalitativních parametrů zemin, tvořících aktivní zónu silničního podloží, základovou půdu v podloží násypů a mostních objektů v orientační etapě GTP

Objednatel: MĚSTSKÝ ÚŘAD,  
odbor rozvoje a územního plánování  
Žižkova 1  
591 31 Žďár nad Sázavou

Zpracovatel: Ing. František Pacák

Datum vypracování duben 2008

Rozdělovník:

Výtisk č. 1 – 4  
Výtisk č. 5

Objednatel  
Archiv zhotovitele

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>1</b>
1.1	Základní údaje	1
1.2	Požadavky na průzkum	1
1.3	Metodika průzkumu	2
<b>2</b>	<b>VŠEOBECNÁ ČÁST</b>	<b>3</b>
2.1	Geomorfologické poměry	3
2.2	Geologické poměry	4
2.2.1	<i>Předkvartérní podloží</i>	4
2.2.2	<i>Kvartérní pokryv</i>	5
2.3	Hydrogeologické poměry	6
<b>3</b>	<b>PODROBNÁ ČÁST</b>	<b>7</b>
3.1	Inženýrskogeologické poměry	8
3.1.1	<i>Typ č. 1 Navážky</i>	8
3.1.2	<i>Typ č. 2 Splachové sedimenty</i>	8
3.1.3	<i>Typ č. 3 Svahové sedimenty</i>	10
3.1.4	<i>Typ č. 4 Eluviální zvětraliny</i>	11
3.1.5	<i>Biotické pararuly</i>	13
3.2	Geodynamické jevy	13
3.3	Silniční podloží	14
3.4	Mostní objekty	14
3.5	Třídy těžitelnosti	15
<b>4</b>	<b>ZÁVĚRY</b>	<b>15</b>
4.1	Zhodnocení výsledků průzkumu	15
4.2	Posouzení území z hlediska využitelnosti	16
4.3	Návaznost prací	16

## PŘÍLOHY

1. Situace sond, měř. 1 : 10 000
2. Petrografické popisy vrtů
3. Laboratorní zkoušky zemin

# 1 ÚVOD

## 1.1 Základní údaje

Odbor rozvoje a územního plánování Městského úřadu ve Žďáře nad Sázavou, ul. Žižkova č. 1, zastoupený vedoucí odboru Ing. Janou Škodovou, objednávkou č.j.: OR-ÚP:9965/2008/RUP/60/Im. ze dne 12. 2. 2008, požádal zhotovitele o provedení orientačního geotechnického průzkumu.

Předmětem zakázky je zpracování hydrogeologické a inženýrskogeologické rešerše ze stávajících podkladů, se zaměřením na posouzení kvalitativních parametrů zemin, tvořících aktivní zónu silničního podloží, podloží násypů a základovou půdu mostních objektů a tunelu silnice I/37 v trase obchvatu města, km cca 101,200 až 106,700

Jako podklad k provedení průzkumu předal zástupce objednatele následující podklady:

- situaci v měřítku 1 : 1 000 s vyznačeným průběhem trasy
- situaci v měřítku 1 : 1 000 z podrobné studie z r. 1992
- podélný profil v měřítku 1 : 5 000/500 z podrobné studie z r. 1992

## 1.2 Požadavky na průzkum

Cílem prováděného geotechnického průzkumu bylo ověření geologické stavby zájmového území, zjištění fyzikálně - mechanických charakteristik zastižených stratigrafických a litologických typů a posouzení hydrogeologických poměrů. Výsledky průzkumu jsou dokladovány v předkládané závěrečné zprávě, vyhodnocující geotechnické vlastnosti zemin zájmového území podle vyčleněných geotechnických typů se zaměřením na:

- zatřídění zemin podle ČSN 72 1002 a ČSN 73 1001
- ověření kvalitativních parametrů veškerých zastižených zemin, se zaměřením na možnost jejich využití jako aktivní zónu silničního podloží, podložní zeminy pod násypy a základovou půdu objektů (mostů i tunelu)

### 1.3 Metodika průzkumu

V této etapě průzkumu byla provedena pouze rešerše archivních podkladů, situovaných do širšího sousedství trasy. Za tím účelem byla uskutečněna návštěva Geofondu v Praze. Pro zabezpečení požadovaného úkolu bylo použito výsledků prací, uvedených v následujícím přehledu:

- 1) Žďár nad Sázavou – předběžný inženýrskogeologický průzkum silničního podloží a mostu (Geologický průzkum n.p. Ostrava, závod Modřice 1987)
- 2) Žďár nad Sázavou - výstavba závodu Botana; inženýrskogeologický průzkum (Agroprojekt Praha, závod Pardubice 1978)
- 3) Žďár nad Sázavou – Žďas, strojárna 1; Závěrečná zpráva inženýrskogeologického průzkumu (Geoindustria n.p. Praha, Projekční atelier Brno 1978)
- 4) Žďár nad Sázavou – provozní dílny; podrobný inženýrskogeologický průzkum (Geologický průzkum n.p. Ostrava, závod Brno 1977)
- 5) Žďár nad Sázavou - ČSAD; inženýrskogeologický průzkum (Geotest Brno, 1990)
- 6) Žďár nad Sázavou – areál st. zámku; inženýrskogeologický průzkum (Rudný projekt Brno 1982)
- 7) Žďár nad Sázavou – sklad stavebnin; inženýrskogeologický průzkum (Keramoprojekt Praha 1989)

Poznámka: v situaci sond jsou vyznačeny pouze sondy, u kterých byly k dispozici i měřické zprávy se souřadnicemi. Ostatních sond bylo využito pouze k upřesnění informací o geologické stavbě širšího okolí lokality

## 2 VŠEOBECNÁ ČÁST

### 2.1 Geomorfologické poměry

Na základě geomorfologického členění ČSR (Czudek.T.,1972), náleží zájmové území do provincie Česká vysočina, subprovincie Česko – moravská soustava, oblasti Českomoravská vrchovina, celku Křižanovská vrchovina, podcelku Bítešská vrchovina.

**Bítešská vrchovina** tvoří severovýchodní část Křižanovské vrchoviny. Jedná se o plochou vrchovinu, složenou z krystalických břidlic (hlavně rul) a vyvřelin, místy překrytých ostrůvky mořských neogénních sedimentů. Plochý povrch vrchoviny je dobře připůsobený odolnosti hornin. Místy jsou uchovány tropické zvětraliny (okolí Žďáru nad Sázavou). V údolích jsou místy zastoupeny neogénní usazeniny. Nejvyšším bodem je *Harusův kopec* (741 m n.m.). Střední nadmořská výška je 517,2 m n.m., střední sklon 3°37'.

Trasa obchvatu prochází okrsky Světnovská sníženina, Veselská sníženina a Novoměstská pahorkatina.

**Světnovská sníženina** je sníženina, tvořící pokračování *Dářské brázdy*, tvořená rulami. Jedná se o prolom, vázaný na pokračování Dlouhé meze, avšak bez křídových sedimentů a protékaný Sázavou.

**Veselská sníženina** je jižním pokračováním Světnovské sníženiny. Obdobně jak předchozí, vytváří plochou sníženinu v rulách, u obce Nové Veselí překrytých jezerními a říčními neogénními sedimenty, se zastoupením zbytků třetihorních tropických zvětralin. Je pramennou oblastí Oslavy. Co do morfologie se jedná o území s plochými rozevřenými údolními jednotlivých vodních toků. Nejvyšším bodem je Štěnice (616 m n.m.).

**Novoměstská pahorkatina** sousedí na západě s Veselskou sníženinou a je posledním geomorfologickým celkem, kterým trasa obchvatu prochází. Je tvořená rulami s pruhy amfibolitů, místy opět překrytými neogénními sedimenty. Významným bodem je *Na skále* (749 m n.m.) a izolovaná skála *Vávrovka*.

## 2.2 Geologické poměry

Geologicky náleží zájmová oblast ke krystaliniku Českomoravské vrchoviny, moldanubického stáří. Podstatnou část hornin moldanubika tvoří pararuly jeho české a moravské větve. Podle petrografických hledisek, která závisí na intenzitě a charakteru metamorfózy, na stupni migmatitizace a na složení výchozích hornin, je možno v moldanubiku rozlišit několik typů metamorfitů. V zájmovém území jsou zastoupeny primorogenní migmatity, vyskytující se při styku s kutnohorským krystalinikem. Je pro ně typická převaha muskovitu nad biotitem. V některých místech přistupuje k primorogenní granitizaci i granitizace serorogenní.

### 2.2.1 Předkvartérní podloží

Na geologické stavbě širšího okolí Žďáru nad Sázavou se podílejí převážně *biotitické a sillimanitické – biotitické pararuly, místy migmatitické*. Ty jsou nejrozšířenější horninou moldanubika. Podobně jako v dvojslídnych rulách, je v nich možno rozlišit dva typy – břidličnaté a masivnější, které se střídají v dm až m polohách.

Jsou to středně až hrubě zrnité horniny, často s výraznou tendencí plagioklasů (oligoklas až oligoklas – andesín) k porfyroblastickému vývoji. Mají výraznou paralelní texturu. V minerálním složení převládá plagioklas nad křemenem a biotitem: podstatnou součástí bývá také sillimanit, zatímco muskovit, K-živce a granát se vyskytují spíše akcesoricky. Sillimanit vzniká zčásti na úkor biotitu, přičemž dochází k odmíšení drobných zrn magnetitu; jindy se oba minerály prorůstají.

Masivnější, křemenem bohatší biotitické a biotiticko-sillimanitické pararuly tvoří zpravidla jen méně mocné polohy v břidličných pararulách, od nichž se liší zvýšeným obsahem křemene a živců, často téměř všesměrnou texturou a stejnosměrným vývojem zrna.

V oblasti Žďáru nad Sázavou vystupuje větší komplex lepidoblastických biotitických pararul, zřídka obsahujících partie bohatší živcem. Ty jsou slabším projevem primorogenní migmatitizace. Jsou to jemnozrné až středně zrnité šedé horniny, v nichž tvoří metatekt více či méně výrazné proužky mm až cm mocností. Obsahují značné množství xenomorfně omezených zrn živce, zvláště ortoklasu ale i kyselého plagioklasu, jež převlá-

dají nad křemenem. Velmi hojná jsou izometrická zrna granátu a lišty biotitu. V menším množství je přítomen sillimanit, jehož jehlice tvoří typické shluky.

Tam, kde došlo k překrytí primorogenní migmatitizace další, serorogenní migmatitizací, vznikly pokročilé až velmi pokročilé migmatity. V okolí Žďáru se setkáváme i s hybridními rulami, u nichž granitizace pokročila tak daleko, že biotitické polohy již nejsou souvislé a horniny tak pozbývají páskovaného vzhledu.

### 2.2.2 Kvartérní pokryv

Kvartérní pokryv je v zájmovém území zastoupen zvětralinovým pláštěm hornin moldanubika, tvořený eluviálními, na úpatí deluviálními hlinitými až jílovitými písiky a v občas či trvale protékaných terénních depresích, až deluviofluviálními sedimenty, zastoupenými jílovito – písčitými uloženinami, s proměnlivým obsahem šterkové příměsi.

**Eluviální sedimenty** jsou zvětralé horniny ležící na místě svého vzniku. Jsou převážně světle hnědé až rezivě hnědé barvy, jemně slídnaté, silně ulehlé až stmelené a obsahují proměnlivé množství úlomků silně navětralé až rozpadavé ruly. Na lomu si uchovávají strukturu mateční horniny. Směrem do hloubky či na úpatí svahů velikost a počet těchto úlomků roste, avšak jsou vždy vyplněny eluviálními písiky. Toto hrubozrné eluvium přechází nezřetelně v sutě se sepnutými puklinami a tato vrstva přechází ve více či méně rozpuhané ruly.

**Deluviální (svahové) sedimenty** vznikají na svazích gravitačními pohyby. Od eluvií jsou jen velmi obtížně rozlišitelné. V některých případech je patrné částečné opracování úlomků a jejich chaotičtější uspořádání. Někdy obsahují zvýšené množství jemnozrných součástí.

**Deluviofluviální (splachové) sedimenty** se vyskytují v oblasti vodních povrchových a občasných toků, existujících pouze po tání sněhu a po přívalových deštích, se nacházejí deluviofluviální (splachové) sedimenty. Nejčastěji jsou zastoupené jílovito - písčitými ev. hlinito - písčitými uloženinami a u větších toků i hlinitými písiky až hlinito - šterkovými sedimenty. Deluviofluviální hlíny obsahují vysoký podíl prachovitých i jílovitých částic, jsou to jemnozrné zeminy s převážně střední plasticitou, tuhé ojedinele měkké až



pevné konzistence a tvoří převážně výplň terénních depresí - privilegovaných cest, které vytváří také místa pro snadnější vsak srážkové vody do horninového prostředí.

## 2.3 Hydrogeologické poměry

Z hydrogeologického hlediska náleží zájmové území k rajónu R - 41 - oblast centrálního moldanubického plutonu, včetně jeho pláště. Při novém zpracování hydrogeologické rajonizace v r. 1986 (M. Michlíček) byla skupina hydrogeologických rajónů krystalinika Českomoravské vrchoviny vymezena po povodích hlavních toků. Rajonizace přihlíží k charakteru oběhu podzemních vod a k potřebám vodohospodářské bilance. Okolí Žďáru nad Sázavou patří do hydrogeologického rajónu 655 - Povodí Sázavy.

V zájmovém území je možno vymežit jednak *svrchní zvrstvení*, která je závislá na míře propustnosti kvartérního pokryvu, zóně zvětrávání a podpovrchového rozpojení hornin a *spodní zvrstvení*, vázanou na puklinově propustné tektonické zóny v hlubších částech krystalinika.

Ve *svrchní zvodni* je hloubka oběhu podzemní vody dána úrovní místní erozní báze a hloubkou zvětralin na krystalickém podkladu. K infiltraci dochází buď plošně ze zasáknutých atmosférických srážek, nebo infiltrací z povrchových toků. Hladina podzemní vody je převážně volná a sleduje celkový sklon území, tj. ve směru spádnice údolí. Vydatnost jímacích objektů je bezprostředně závislá na zasáknutých atmosférických srážkách a na dalších klimatických faktorech, dále na propustnosti krycích vrstev a na hydraulické spojitosti s povrchovým tokem. Pro režim podzemních vod je charakteristické sezónní doplňování zásob podzemních vod. Roční minimální hladiny se vyskytují v prosinci až lednu, kdy je v oblasti zamrzlá půda, na níž je často sněhová přikrývka. Pro doplňování zásob podzemních vod je nejdůležitější tání sněhu a jarní srážky, které nejsou snižovány výparem a vegetací. Mělké podzemní vody krystalinika Českomoravské vrchoviny představují základní chemický typ vody kalcium - bikarbonátový. Jejich kvalita však bývá ohrožena hlavně v oblastech s intenzivním zemědělským obhospodařováním a zejména tam, kde byly v dřívějších dobách založeny divoké skládky odpadů.

Prostředí *spodní zvodně* z krystalinika má vydatnost malou a nestálou, poněvadž propustnost tohoto prostředí závisí především na charakteru zvětralin a na hustotě rozevře-

ní a výplni puklin a trhlin. Staré pukliny, trhliny i zlomy mohou být zaceleny (vyhojeny) tmelícími látkami až do nepropustnosti. Významnější zvodnění se vyskytuje především v blízkosti tektonického poruchového pásma. Obecně lze říci, že biotitické pararuly z této části pláště plutonu vykazují značné puklinové zvodnění. Hladina puklinové vody se ovšem vyskytuje nepravidelně v důsledku různé propustnosti puklin, bývá silně rozkolísaná a má povšechně značný spád. K vyústění puklinové vody dochází většinou na úpatí svahů.

Hlavním faktorem pro vznik a doplňování zásob podzemní vody jsou zasáknuté atmosférické srážky, které se hromadí v jednotlivých kolektorech a soustředěným proudem podzemní vody směřují do oblasti působení erozivní báze povrchového toku. Směr soustředěného proudu podzemní vody je zhruba totožný s povrchovým odvodněním zájmového území.

### 3 PODROBNÁ ČÁST

Předložená závěrečná zpráva o výsledcích geotechnického průzkumu uvádí veškeré získané poznatky o geologické stavbě zájmového území, fyzikálně – mechanických a pevnostních charakteristik zastižených zeminových a horninových typů v zájmovém území a jeho širším okolí. Vyhodnocení výsledků geologicko - průzkumných prací je provedeno podle požadavků:

ČSN 72 1001/1990	„Pojmenování a popis hornin v inženýrské geologii“
ČSN 72 1002/1993	„Klasifikace zemin pro dopravní stavby“
ČSN 73 1001/1989	„Základová půda pod plošnými základy“
ČSN 73 3050/1987	„Zemní práce“
ČSN 73 6133/1998	„Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“
TP 76/2000	„Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace“
ČSN P ENV 1997	„Navrhování geotechnických konstrukcí“,

### **3.1 Inženýrskogeologické poměry**

Z profilů dokumentovaných vrtů je patrné, že geologická stavba zájmového území úspěšně koresponduje s jeho morfologií. V geomorfologickém profilu má území relativně složitou geologickou stavbu. Kvartérní pokryv je budován kvalitativně odlišnými typy zemin - eluviálními zvětralinami, často překrytými deluviálními resp. deluviofluviálními uloženinami a předkvartérní podloží vykazuje značnou členitost.

S přihlédnutím ke stratigrafii, litologii a výsledkům fyzikálně - mechanických charakteristik na vzorcích zemin, byly zeminy, ověřené v zájmovém území, rozčleněny na skupiny, reprezentující geotechnicky kvazihomogenní typy. U jednotlivých typů jsou uvedeny výsledky laboratorních zkoušek vzorků zemin, odebraných z provedených vrtů.

Pro jednotlivé geotechnické typy zemin je uveden přehled fyzikálně - mechanických, případně i přetvárných charakteristik v samostatných tabulkách. Deklarované výsledky zkoušek jsou podkladem pro doporučení hodnot pevnostních a přetvárných parametrů pro geotechnické výpočty. Uváděné hodnoty nejsou redukovány součinitelem spolehlivosti. Pro srozumitelnost jsou v dalším textu uváděny názvy zemin podle nomenklatury ČSN 72 1002, avšak při každém zařazení je uvedena i symbolika podle ČSN 73 1001.

#### **3.1.1 Typ č. 1 Navážky**

Byly často zastíženy ve svrchních metrážích realizovaných vrtů. Jsou tvořeny konstrukčními vrstvami zpevněných ploch, či stavebním odpadem. Využitelnost navážek je poměrně dobrá. Konstrukční vrstvy zpevněných ploch a stavební odpad lze využít k úpravě nivelety rekonstruované trasy.

#### **3.1.2 Typ č. 2 Splachové sedimenty**

Jsou deluviofluviálního původu, holocénního stáří. Z výsledků vrtných prací je patrné, že se jedná o zeminový typ, řídce zastoupený v terénních depresích pravidelně i nepravidelně protékaných vodou. Jsou zastoupeny přeplavenými eluviálními zvětralinami a obsahují mírně zvýšený obsah organogenní příměsi. Zpravidla jsou šedohnědé barvy, rezi-

vě smouhované a skvrnitě, vtroušeně jemně slídnaté, nepravidelně zvrstvené. V případě výskytu tvoří svrchní polohy. Výsledky laboratorních zkoušek jsou uvedeny v tabulce č. 2:

**Tab. č. 1 Hodnoty fyzikálně – mechanických vlastností splachových sedimentů**

Název zkoušky		Počet vz.	prům.	min.	max.
Přírozená vlhkost	%	2	21,05	19,49	22,60
Zdánlivá hustota pev. částic (měrná hm.)	kg/m <sup>3</sup>	1	2683		
Hustota zemin (objem. hm. přírozená)	kg/m <sup>3</sup>	1	1970		
Mez tekutosti	%	2	43,0	42,0	44,0
Mez plasticity	%	2	19,0	17,0	21,0
Číslo plasticity	%	2	24,0	23,0	25,0
Stupeň konzistence		2	0,92	0,90	0,93
Poissonovo číslo **			0,40		
Pórovitost	%	1	40		
Stupeň sycení		1	0,91		
Úhel vn. tření totální *	°		2,0		
Soudržnost totální *	kPa		50		
Úhel vn. tření efektivní *	°		24,0		
Soudržnost efektivní *	kPa		6		
Modul přetvárnosti * do 100 kPa	MPa		3,0		
do 200 kPa	MPa		4,9		
do 300 kPa	MPa		6,4		

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

\*\* ČSN 73 1001

Z přehledu výsledků vyplývá, že se jedná o zeminu středně plastickou, v době provádění terénních prací tuhé konzistence. Porovnáním uvedených výsledků s kritérii ČSN 73 1001 odpovídají zeminám jemnozrnným – jílům se střední plasticitou, náležícím do třídy F6 CI. Hodnota tabulkové výpočtové únosnosti pro základ o šířce ≤3,0 m a hloubce založení 0,8 až 1,5 m

$$\underline{\underline{R_{dt} = 100 \text{ kPa.}}}$$

Uvedenou hodnotu je možné upravit podle poznámek v příloze č. 6 ČSN 73 1001. Při provádění geotechnických výpočtů je nutné zohlednit vliv hladiny podzemní vody.

Jedná se o zeminy, ve kterých převažuje prachová složka jemných částic. Podle Schaibleho kritérií jsou klasifikovány jako nebezpečně namrzavé. Při napojení vodou jsou nestabilní a velmi rozbídné. Poskytují málo vhodné až nevhodné silniční podloží. S přihlédnutím k jejich charakteristikám, jsou zařazeny do VIII až IX skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží. Při jejich použití je bezpodmínečně nutné zamezit přístupu vody k podloží. Obvykle vykazují nízkou pevnost, takže je bez úpravy nelze použít.

### 3.1.3 Typ č. 3 Svahové sedimenty

Svahové sedimenty deluviálního původu (pleistocén až holocén) vznikaly na svazích gravitačními pohyby, kdy nasedaly na mírných svazích a soliflukční činností se usadily pod úpatí kopců. Litologicky se jedná o svahové jílovito – písčité soudržné hlíny až jíly, které tvoří nadloží převážně eluviálním zvětralinám. Z výsledků vrtných prací je patrné, že se jedná o zeminový typ, nepravidelně zastoupený na úpatí terénních depresí. Jsou převážně hnědé barvy, narezivělých odstínů, poměrně značně slídnaté, nepravidelně zvrstvené. Výsledky laboratorních zkoušek jsou uvedeny v následující tabulce:

**Tab. č. 2 Hodnoty fyzikálně – mechanických vlastností svahových sedimentů**

Název zkoušky		Počet vz.	prům.	min.	max.
Přírozená vlhkost	%	5	29,15	13,14	36,80
Zdánlivá hustota pev. částic (měrná hm.)	kg/m <sup>3</sup>	4	2752	2662	2795
Hustota zemin (objem. hm. přírozená)	kg/m <sup>3</sup>	4	1876	1800	2005
Mez tekutosti	%	5	43,0	34,0	49,0
Mez plasticity	%	5	25,2	18,0	31,0
Číslo plasticity	%	5	17,8	15,0	20,0
Stupeň konzistence		5	0,79	0,46	1,30
Poissonovo číslo **			0,35		
Pórovitost	%	4	48,7	43,3	52,6
Stupeň sycení		4	0,95	0,92	0,97
Úhel vn. tření totální *	°		2,0		
Soudržnost totální *	kPa		44		
Úhel vn. tření efektivní *	°		26,0		
Soudržnost efektivní *	kPa		8		
Modul přetvárnosti * do 100 kPa	MPa		4,4		

do 200 kPa	MPa		5,7		
do 300 kPa	MPa		7,6		

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

\*\* ČSN 73 1001

Z přehledu výsledků vyplývá, že se jedná o písčité zeminu středně plastické, v době provádění terénních prací měkké až tuhé, výjimečně (přechod do písků) pevné konzistence. Porovnáním uvedených výsledků s kritérii ČSN 73 1001 odpovídají zeminám jemnozrným – jílu písčitému, náležícím do třídy F4 CS. Hodnota tabulkové výpočtové únosnosti pro základ o šířce  $\leq 3,0$  m a hloubce založení 0,8 až 1,5 m

$$\underline{\underline{R_{dt} = 120 \text{ kPa.}}}$$

Uvedenou hodnotu je možné upravit podle poznámek v příloze č. 6 ČSN 73 1001. Při provádění geotechnických výpočtů je nutné zohlednit vliv hladiny podzemní vody.

### 3.1.4 Typ č. 4 Eluviální zvětraliny

Zeminy zvětralinového pláště hornin moldanubika jsou v zájmovém území zastoupeny písčité jílovito – hlinitého charakteru. Jedná se převážně o zeminu světle hnědé až světle šedé barvy, s proměnlivou hustotou šedých poloh, jemně slídnaté, nevápnité, s velice kolísavým zastoupením ostrohranných úlomků ruly o různé intenzitě navětrání. Jejich charakteristickým znakem je zachovalá textura mateční horniny v písčité zemině s nižším obsahem úlomků a vysoký stupeň ulehlosti. Podle výsledků granulometrické analýzy, jsou klasifikovány jako hlinitý až jílovitý písek s proměnlivou příměsí šterku.

Laboratorní zkoušky zemin uvedeného geotechnického typu dosáhly následujících výsledků:

**Tab. č. 3 Hodnoty fyzikálně - mechanických vlastností eluviálních zvětralin**

Název zkoušky		Počet vz.	prům.	min.	max.	Sm.odch.
Přirozená vlhkost	%	22	23,59	17,00	31,60	4,36
Zdánlivá hustota pev. částic (měrná hm.)	kg/m <sup>3</sup>	8	2723	2699	2743	14,3
Hustota zemin (objem. hm. přirozená)	kg/m <sup>3</sup>	9	1919	1792	2090	84,6
Mez tekutosti	%	21	43,0	34,0	73,6	8,96
Mez plasticity	%	21	20,9	17,8	27,2	2,05
Číslo plasticity	%	21	22,1	13,6	50,2	8,11
Stupeň konzistence		21	0,89	0,53	1,30	0,19
Poissonovo číslo*			0,40			
Pórovitost	%	8	43	38	46	2,69
Stupeň sycení		8	0,90	0,72	1,00	0,09
Úhel vn. tření totální	°	4	6,3	3,0	11,5	3,52
Soudržnost totální	kPa	4	36	21	44	8,78
Úhel vn. tření efektivní	°	1	25,6			
Soudržnost efektivní	kPa	1	9			
Modul přetvárnosti do 100 kPa	MPa	3	5,3	5,0	5,9	
do 200 kPa	MPa	5	7,2	5,0	10,5	
do 300 kPa	MPa	3	6,8	5,0	9,6	

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

\*\* ČSN 73 1001

Z přehledu výsledků je patrné, že zeminy odpovídají písčítým zeminám silně ulehlým až stmelěným. Porovnáním výsledků s kritérii ČSN 72 1002, je lze zařadit mezi zeminy písčité – jílovitý až hlinitý písek, splňující kritéria třídy R6 (S4 SM až S5 SC). Hodnota tabulkové výpočtové únosnosti dosahuje:

$$\underline{\underline{R_{dt} = \text{min. 300 kPa.}}}$$

Uvedenou hodnotu je možné upravit podle poznámek v příloze č. 6 ČSN 73 1001. Při provádění geotechnických výpočtů je nutné zohlednit vliv hladiny podzemní vody.

Tyto zeminy budou tvořit aktivní zónu silničního podloží, či její spodní vrstvu, v zářezech, terénních elevacích a mnohdy i v úsecích, ve kterých je trasa vedená ve stávající zástavbě. Podle Schaibleho kritérií namrzavosti, jsou klasifikovány jako mírně namrzavé až namrzavé. Tyto zeminy lze dobře zhutňovat, avšak jejich únosnost je snížena jílo-

vitou a prachovitou složkou, málo odolnou proti povětrnosti. Obvykle poskytují vyhovující podloží, ale jejich použití bez úpravy brání snížená únosnost. Obdobně, jak u jemnozrnnějších eluvií, lze výrazné kvalitativní změny dosáhnout příměsí vápna.

Na základě uvedených vlastností, porovnáním s kritérii ČSN 72 1002 jsou zařazeny do V. skupiny vhodnosti použití pro silniční podloží. Při hutnění pláň se doporučuje použití hutnicí techniky s nerovným povrchem. Pokud dojde v průběhu výstavby k mírnému zvýšení vlhkosti pláň oproti optimální vlhkosti, pláň zlepšit přidávkem vápna (Viz. TP 94, odst. 5.1.3). Pro použití do násypů jsou klasifikovány jako vhodné.

### 3.1.5 Biotické pararuly

V zájmovém území se nachází v podloží eluviálních zvětralin. Svrchu jsou sině navětralé až rozpadavé, intenzivně rozpukané. Směrem do hloubky přechází v mírně navětralé až zdravé, s menší hustotou diskontinuit. Přejít je často pozvolný a neostrý, takže horniny o různém stupni navětrání nelze přesně vymezit. Pukliny jsou sepnuté a svrchu jsou na nich patrné záteky Fe a Mn. S přihlédnutím ke kusovitému až blokovitému rozpadu, jsou zařazeny do třídy R 2 - 5 s velkou až střední hodnotou diskontinuit. Pro stanovení parametrů základové půdy jsou uvedeny následující hodnoty:

Poissonovo číslo	$\nu$	=	0,10 až 0,20
Modul přetvárnosti	$E_{def}$	=	100 až 2 500 MPa

## 3.2 Geodynamické jevy

Zájmové území je převážně zastavěné, s umělými úpravami nezastavěných ploch. Nejrozšířenějším geodynamickým jevem je silně omezená činnost dešťového ronů. Jedná se o plošnou erozi - splavování povrchové vrstvy zemin a následnou akumulaci splachů v terénních depresích. V období přivalových srážek může docházet k výraznějším výskytům lineární eroze, tj. vymílání stružek a rýh na okolních pozemcích. Ke koncentraci této činnosti dochází na plochách, jímajících vody z většího povodí. Akutní nebezpečí sesouvání zemin nehrozí.



### 3.3 Silniční podloží

Aktivní zónu silničního podloží v zářezích budou tvořit z převážné části pararuly moldanubika. V úsecích, kde budou zářezy mělké, lze očekávat výskyt uvedených hornin o vyšším stupni navětrání a rozpukání. Tyto projevy budou, s přibývajícím hloubkou zářezu, ustupovat a horniny zde budou výrazně kompaktnější. Určitým problémem v těchto úsecích bude zabezpečení odtoku srážkových vod z obtížně upravitelné pláně komunikace. Sklony svahů zářezů, budovaných v horninách jsou doporučeny generelně v poměru 2 : 1 s tím, že navětralejší polohy budou mít svahy povlovnější a ve zdravých polohách budou svahy strmější. Je však nezbytně nutné zohlednit generelní směr a úklon ploch foliace, resp. puklin. Svahy, budované v horninách (zeminách) kvartérního pokryvu, bude možno provést v poměru 1 : 2.

V úsecích, ve kterých trasa nově navržené komunikace překračuje větší či menší terénní deprese, bude vedena v násypch. Do násypu bude možno použít hornin, vytěžených ze zářezů. V místech, ve kterých trasa křížuje výraznější terénní deprese, bude nutno použít do spodních vrstev násypů (do výšky cca 1 m) kamenivo, sloužící jako plošný drén.

V úsecích, ve kterých bude trasa vedena v úrovni stávajícího terénu, přecházet ze zářezů do násypů a naopak (inflexe), bude aktivní zóna silniční komunikace budována zeminami kvartérního pokryvu, tvořenými deluviofluviálními, deluviálními a eluviálními sedimenty. Tyto zeminy vykazují, i na malém prostoru často značně odlišné kvalitativní parametry. Z toho důvodu je vhodné navrhnout jejich zlepšení (zpravidla příměsí vápna) ev. odstranění z aktivní zóny a nahradit kvalitativně stabilnějšími surovinami.

### 3.4 Mostní objekty

V trase obchvatu je navrženo k realizaci celkem 6 mostních objektů a 1 přesýpaný tunel (v sousedství železniční stanice). Základová půda bude tvořena svrchu kvartérními sedimenty deluviálního až deluviofluviálního původu, ve stávající zástavbě často zastoupenými navážkami a překrývajícími eluviálními zvětraliny. Ty zvolna přechází do silně zvětralých až rozpadavých rul, měnicích se s hloubkou v ruly navětralé až zdravé. Uvedené přechody jsou pozvolné, takže není obvykle možné jednoznačné určení úrovně změn.

Založení objektů bude vhodné provést na zvětralých až navětralých rulách, se zohledněním mocností kvartérního pokryvu a aktuální úrovně hladiny podzemní vody buďto plošně anebo hlubinně (zřejmě ve výjimečných případech).

### 3.5 Třídy těžitelnosti

Podle petrografických popisů a kritérií ČSN 73 3050 byly určeny následující třídy těžitelnosti:

humózní hlína	2. třída
navážky	3. - 4. třída
deluviofluviální sedimenty	2. - 3. třída
eluvia moldanubických rul	5. třída
biotitické pararuly	6. – 7. třída

Sklony svahů dočasných výkopů do konečné hloubky 3 m, lze provádět podle kritérií ČSN 73 3050 čl. 83, tabulky č. 4.

## 4 ZÁVĚRY

### 4.1 Zhodnocení výsledků průzkumu

Účelem provedeného inženýrskogeologického průzkumu bylo posouzení geologické stavby území a ověření fyzikálně - mechanických charakteristik zemin, tvořících svahy zářezů, aktivní zónu silničního podloží, podloží pod násypy a základovou půdu v prostoru mostních objektů a přesypaného tunelu v sousedství železniční stanice ČD v trase novostavby silnice I/37 v obchvatu Žďáru nad Sázavou.

Z předchozího textu je patrné, že uvedené výsledky splňují, co do rozsahu informací, požadavky na etapu průzkumu, realizovanou pouze z informací, získaných z archivních objektů.

## 4.2 Posouzení území z hlediska využitelnosti

Aktivní zóna silničního podloží je tvořena převážně zeminami kvartérního pokryvu deluviofluviálního, deluviálního a eluviálního původu. Tyto zeminy jsou převážně nebezpečně namrzavé. Jejich použití do silničního podloží je podmíněno zvýšením jejich pevnosti. Toho lze docílit např. přimísením vápna podle požadavků TP 94 – Zlepšení zemin (MDaS ČR 1997), avšak je nutné prokázat upravitelnost zemin. V opačném případě bude nutné provést zvýšení únosnosti instalací ztužujících prvků (geomříže atp.) anebo výměnu podloží v celé aktivní zóně.

Jako podloží pod násypy jsou uvedené zeminy použitelné po zhutnění do výšky násypu max. 3 m. V případě, že budou násypy vyšší, doporučujeme vybudování konsolidačně – sanační vrstvy z nesoudržných (nejlépe šterkovitých) zemin o mocnosti cca 0,5 m. Únosnost takto upraveného podloží je nutné ověřit hutnicím pokusem.

Mostní objekty, stejně jako přesýpaný tunel, budou založeny na navětralém až zdravém skalním podloží buďto plošně anebo hlubinně – viz výše.

Podrobnější informace o úložných poměrech a kvalitativních parametrech zemin, nacházejících se v trase předmětné komunikace, bude možno získat z výsledků navazujícího (nejlépe jednostupňového v rozsahu podrobného) geotechnického a hydrogeologického průzkumu.

## 4.3 Návaznost prací

Jak již bylo uvedeno, je vyšší stupeň projektové dokumentace (DSP a výše) žádoucí realizovat v trase silnice vyšší etapu GTP. Rozsah prací pro podrobnou etapu, stanovují TP 76 (MD 2000). Pro čtyřpruhou komunikaci (dálničního typu) je požadován následující rozsah prací:

- realizují se vždy 2 sondy v příčném profilu
- pro trasu, vedenou v úrovni povrchu terénu v jednoduchých geotechnických poměrech je požadována vzdálenost jednotlivých dvojic sond max. 200 m

**SILNICE I/37, Žďár nad Sázavou – obchvat, orientační GTP**

---

- pro trasu, vedenou v násypu, nižším než 3 m je požadovaná frekvence vr-  
tů 100 m a pro násypy nad 3 m min. 75 m. Totéž platí i pro zářezy
- pro mostní objekty je požadována 1 sonda v prostoru každé podpěry či  
opěry pro polovinu mostu

Hloubky sond se stanoví následovně:

- pro trasu, vedenou v úrovni terénu či v zářezu je požadována hloubka  
sondy 3 m pod úroveň budoucí pláně
- pro trasu, vedenou v násypu, se doporučuje hloubka sond, rovnající se  
dvojnásobku výšky násypu, resp. na pevné skalní podloží
- pro mostní objekt je požadovaná hloubka sond min. 3 průměry (šířky) zá-  
kladového prvku pod předpokládanou základovou spárou (hloubkou  
vetknutí piloty)

Pro podrobný návrh rozsahu prací je nutné znát aktuální situaci, podélný profil  
předmětné komunikace v přijatelném měřítku (1 : 2 000) a předpokládanou hloubku zalo-  
žení jednotlivých objektů.

Brno, duben 2008

Vypracoval: Ing. František Pacák  
autorizovaný inženýr