



GEKON s.r.o.

zapsaný u Krajského soudu v Plzni, odd. C, vl.13663

Politických vězňů 36, 301 00 Plzeň

tel : 377423722, 377421556, fax: 377429847

e-mail: gekon@gekon-plzen.cz, fajfr@gekon-plzen.cz

Výtisk č. **1**

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA
inženýrsko-geologického průzkumu

LESNÁ - MOSTY

(č.ú. 17/563)

Zpracovatel průzkumu :	RNDr. Milan Fajfr odpovědný geolog
Spolupráce:	Milan Fajfr ml.
Za společnost:	RNDr. Lubomír Aron ředitel

Datum vyhotovení: prosinec 2017

Obsah textové části

	str.
1. Úvod	3
2. Všeobecná charakteristika zájmového území	3
3. Dosavadní prozkoumanost	5
4. Metodika a rozsah průzkumných prací	8
5. Výsledky průzkumných prací	9
5.1 Prostor MOSTU 1	9
5.1.1 Výsledky sondážních prací	9
5.1.2 Výsledky dynamické penetrační sondy	9
5.1.3 Výsledky laboratorního rozboru vody	9
5.2 Prostor MOSTU 2	9
5.2.1 Výsledky sondážních prací (dynamická penetrace)	14
5.2.2 Výsledky laboratorního rozboru vody	15
6. Technické závěry	16
6.1 Most 1	16
6.2 Most 2	18
7. Seznam citované literatury	21

Seznam příloh

1. Situace zájmového území	1 :	25 000
2. Situace průzkumných sond	1 :	500
3. Schematické geologické řezy	1 :	100/100
4. Dokumentace průzkumných vrtů	1 :	50
5. Záznam dynamických penetračních sond	1 :	50
6. Výsledky rozboru podzemní vody		

Rozdělovník

Výtisk č. 1 - 3: RYBÁK - projektování staveb s.r.o., Havlíčkova 139, 602 00 Brno
4: GEKON s.r.o., Politických vězňů 36, 301 00 Plzeň

1. ÚVOD

Na základě objednávky společnosti RYBÁK – PROJEKTOVÁNÍ STAVEB s.r.o. Brno byly provedeny inž. geologické průzkumné práce v místech mostních objektů na katastru obce Lesná (Plzeňský kraj, správní obvod Tachov). Jedná se o most ev.č.19922-1 při východním okraji hráze Podveského rybníku a most přes Luční potok na silnici III/19910 Lesná-Milíře.

Poloha jednotlivých mostních objektů je patrná z následujícího obrázku.



Obr.1: Pozice předmětných mostů

Účelem provedených prací je posouzení geologických, geotechnických a hydrogeologických poměrů, které bude sloužit jako podklad pro projekt rekonstrukce mostů.

2. VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Obec Lesná se nachází v okrese Tachov (Plzeňský kraj), cca 9 km jihozápadně od Tachova, do jehož správního obvodu spadá. Mosty určené k rekonstrukci byly pracovně označeny jako MOST 1 a MOST 2 a jsou situovány:

MOST 1 - na silnici Lesná-Písařova Vesce při východním okraji obce (most ev.č. 19922-1).

MOST 2 - most na silnici III/19910

MOST 1 - Most se nachází při východní straně hráze Podveského rybníku, kde úroveň komunikace převyšuje původní terén o cca 3 m. Hladina vody v rybníku leží cca 1,4 m pod úrovní současné komunikace. Nadmořská výška v prostoru mostu se pohybuje kolem 635,8-636,8 m n.m.

S výstavbou mostu je projektována přeložka silnice v délce 0.206 km. Nový most je projektován v metráži 0.081. Terén v trase přeložky stoupá generelně k východu, převýšení dosahuje cca 6,15 m.

Charakter terénu v místě mostu 1 je patrný z fotografie na obr.2.



Obr.2: Prostor mostu 1

MOST 2 - Most se nachází na silnici III. třídy Lesná – Milíře a je veden přes Lužní potok, který komunikace v místě mostu převyšuje o cca 1,1 m. Nadmořská výška v prostoru mostu se pohybuje kolem 603,20 m n.m., dno potoku leží v úrovni 600,95-600,90 m n.m.

S výstavbou mostu není projektována přeložka silnice. Charakter terénu v místě Tohoto mostu je patrný z fotografie na obr.3.



Obr.3: Prostor mostu 2

Dle morfologického hlediska spadají projektované mosty k Plešivecké vrchovině (IA-1C-b), která je součástí Přimdkého lesa (Českoleská soustava). Jedná se o mírně modelovaný terén vrchovinného typu s nadmořskou výškou 600-700 m a elevacemi nepřevyšujícími výrazně okolní terén (Javorný vrch 680 m n.m., Holý a Kamenný vrch 713, 714 m n.m. či Pustý a Sklářský vrch 745, 763 m n.m.)

Podnebí zájmové oblasti je podle E. Quitta (1971) charakterizováno klimatickou oblastí MT 11, která má dlouhé léto, teplé a suché, přechodné období krátké s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem. Zima je krátká, mírně teplá a velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Průměrné měsíční a roční hodnoty úhrnu srážek, teploty vzduchu a výparu pro lokalitu uvádíme v následující tabulce (tab.1). Z rozdílu ročního úhrnu srážek a výparu vychází průměrný celkový specifický odtok ze zájmové oblasti cca $3,93 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$.

Tab.1 Průměrné hodnoty srážek, teplot a výparu pro lokalitu (období 1961-1990)

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII	IX.	X.	XI.	XII.	rok
srážky (mm)												
31	26	29	41	56	63	68	65	43	37	32	34	525
teploty (°C)												
-2,3	-1,2	2,5	6,9	12,5	15,4	17,4	16,3	12,4	7,2	2,2	-1,0	7,4
výpar (mm)												
1	5	20	42	74	70	68	58	37	19	6	1	401

Hloubku promrzání (h_{pr}) lze pro zájmové území stanovit dle návrhového indexu mrazu (Im_n = pro Tachov a okolí 550) dle ON 73 6196 takto:

$$h_{pr} = 5 \sqrt{Im_n} \quad \text{pro netuhé vozovky}$$

$$h_{pr} = 16 \sqrt[3]{Im_n} \quad \text{pro tuhé vozovky}$$

Hloubka promrzání se tedy bude pro zájmové území pohybovat kolem 1,17 – 1,31 m.

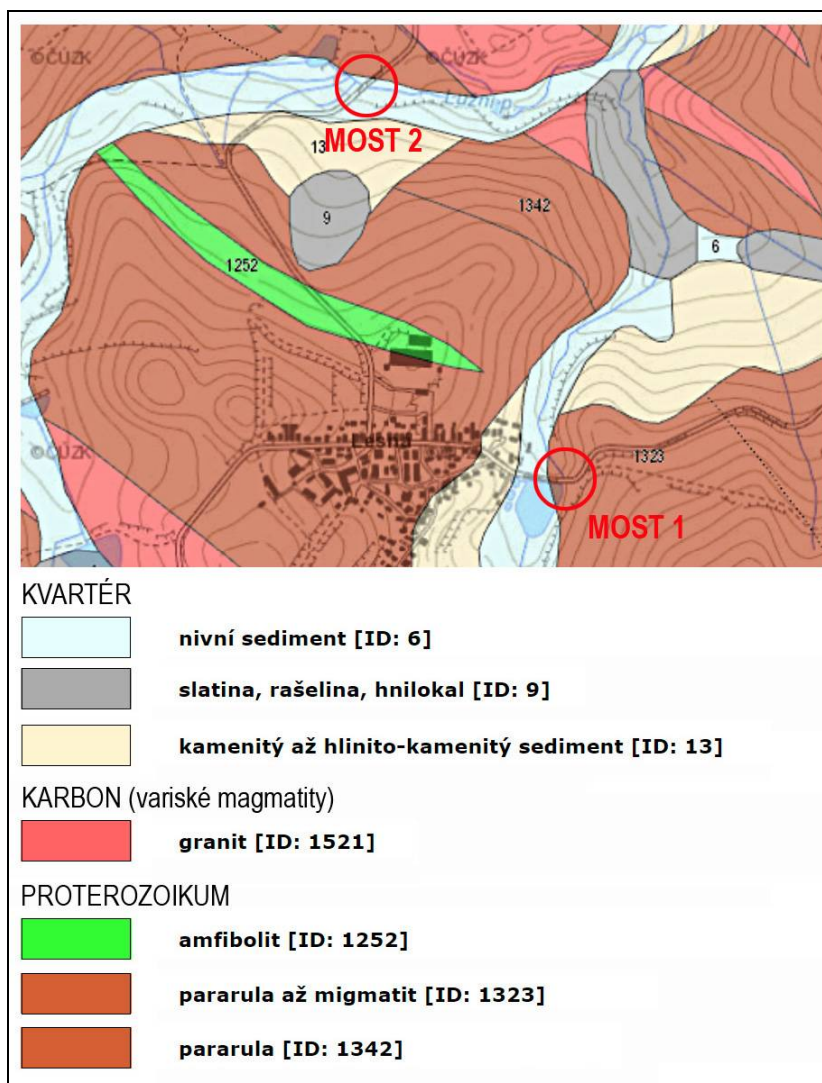
Dle regionálního geologického členění spadá zájmový prostor k západnímu výběžku mol-danubika (tzv. moladnubikum Českého lesa) zastoupeného převážně pararulami [ID: 1342] prostoupenými pruhy amfibolitů [ID: 1252] a leukokrátních (světlých) granitů neznámého stáří [ID: 1521]. Horniny moldanubika na většině území vystupují mělce pod povrch terénu, na mírnějších svazích lze očekávat větší akumulaci kamenitých až hlinito-kamenitých sedimentů [ID: 13]. Nejmladšími uloženinami jsou holocénní náplavy nepříliš výrazných mocností, převážně hlinito-kamenitého charakteru [ID: 6]. V okolí lze očekávat i výskyt vrchovinných slatin, rašelin a hnilokalů [ID: 9].

Geologické poměry prostoru projektovaných mostů a jejich okolí jsou patrné z výřezu geologické mapy 1 : 50.000 pro Tachov a okolí (obr.4).

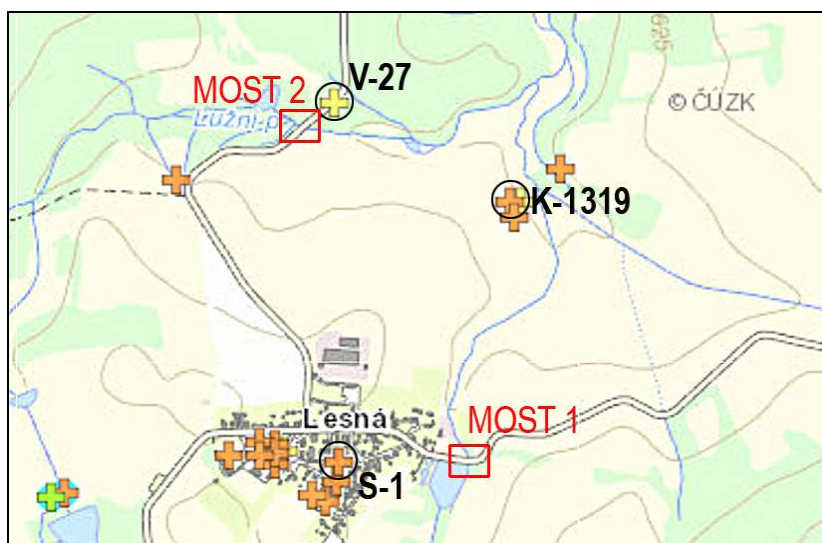
3. DOSAVADNÍ PROZKOUMANOST

V rámci přípravných prací byla provedena rešerše archivních geologických podkladů ze zájmového území a jeho okolí. Při prostoru mostu 1 nebyly provedeny žádné průzkumné práce, které by bylo možné pro řešení úkolu využít. Nejbližší byly provedeny vrty v obci, cca 250 m západně. Nejbližším vrtem byl vrt S-1 provedený v rámci průzkumu pro územní plán obce (Holá, J.-1967). Ve vzdálenosti cca 80 m sv. od mostu 2 byl proveden vrt V-27 v rámci základního geologického mapování (Tonika, Vejnar - 1967). Dále při hodnocení geologických poměrů přihlížíme k vrtu K-1319, který byl proveden v obdobných geologických a morfologických poměrech pro biologický rybník a oxidační příkop (Vrba, O.- 1967).

Dokumentaci archivních vrtů uvádíme níže, poloha jednotlivých vrtů vzhledem k zájmovému prostoru je vyznačena na obr.č.5.



Obr.4: Geologická mapa lokality a okolí



Obr.5: Vrtná prozkoumanost v okolí obce Lesná

S-1 (1.059.630,00; 881.960,00; 642,00)

0,0 – 0,7	navážka
0,7 – 1,5	hlína silně písčitá, písč.složka středně zrnitá, zemina celkově nesoudržná
1,5 – 2,1	žula rozložená charakteru uhlého, hlinitého písku
2,1 – 4,5	žula silně zvětralá, slabě kaolinizovaná, pevná
4,5 – 6,5	žula středně zvětralá, lokálně kaolinizovaná, pevná, štěrkovitě rozvrtaná

Podzemní voda zastižena v hloubce 1,4 m pod povrchem.

V-27 (1.058.550,00; 881.975,00; 623,00)

0,0 – 0,1	ornice
0,1 – 1,3	hlína silně písčitá, žluto-hnědá, zrna živce a křemene cm velikosti, slídnatá
1,3 – 1,9	písek hlinitý, slídnatý
1,9 – 3,5	štěrkopísek opracovaný, většinou žulové úlomky a křemen
3,5 – 5,0	žula středně zrnitá, biotiticko-muskovitická

Údaje o podzemní vodě neuvedeny.

K-1319 (1.058.850,00; 881.445,00; 604,60)

0,0 – 0,3	hlína humózní, jemně písčitá, tmavě hnědá
0,3 – 1,3	hlína silně písčitá, rezavě hnědá
1,3 – 2,5	hlína velmi silně písčitá až hlinitý písek
2,5 – 3,3	hlína prachovito-písčitá, slídnatá, šedookrová s úlomky prokřemenělé ruly do max.velikosti 1 dm
3,3 – 5,5	rula zvětralá, limonitizovaná, štěrkovitě rozpadavá, rezavě šedá

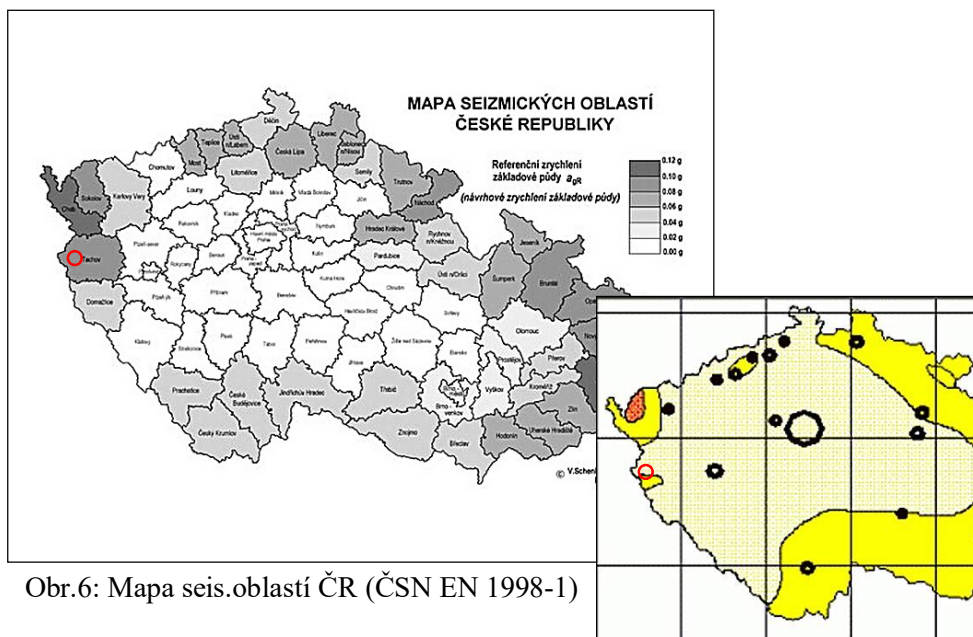
Podzemní voda zastižena v hloubce 4,4 m pod povrchem.

Dle výsledů archivní sondáže lze konstatovat, že v okolí zájmového území lze od hloubky 3,5-4,5 m pod povrchem očekávat výstup pevných, navětralých hornin hodnocených jako žuly a ruly. V nadloží pevné horniny lze očekávat cca 0,8-1,6 m mocnou polohu zvětralin charakteru štěrkovitých zemin s hlinitou výplní. Svrchní zemní polohy jsou tvořeny proměnlivě zahliněnými písky.

Mimo geologických podkladů byla věnována pozornost i rizikovým faktorům vyplývajícím z geologické stavby či antropogenní činnosti. Využity byly mapové podklady ČGS Geofondu Praha a to:

- mapa vlivů důlní činnosti
- mapa sesuvných území

Dále byly použity mapy seismických oblastí z ČSN 73 0063 (dnes zrušená) a ČSN EN 1998-1 (obr. 6, 7)



Obr.6: Mapa seis.oblastí ČR (ČSN EN 1998-1)

Obr.7: Seism.aktivní oblasti dle ČSN 73 0036

Konstatováno bylo, že území je stabilní nenachází se zde žádné výrazné geodynamické projevy (sesuvy, výrazná eroze ap.) a území není poddolované. Dále se zde nenacházejí žádná chráněná ložisková území.

Dle ČSN EN 1998-1 spadá zájmový prostor k území s hodnotou zrychlení seism.vln $a_{gR} = 0,08-0,10 \text{ g}$ - tedy území se zvýšenou seismickou aktivitou, což odpovídá i původní ČSN 73 0036, která detailněji vymezuje seismicky aktivní území. Dle této normy lze území hodnotit jako území s hodnotou 6°M.C.S. stupnice. Geologické podloží lze dle ČSN EN 1998-1 řadit k typu A.

4. METODIKA A ROZSAH PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Pro řešení úkolu (pro oba mostní objekty) byla navržena realizace 3 vrtaných sond do max. hloubky 7 m doplněná 2 dynamickými penetračními sondami za účelem doplnění údajů o geologické stavbě v místech nepřístupných pro vrtnou techniku a dále pro posouzení mechanických vlastností a ulehlosti navážek, kvartérních zemin a eluvií zemního charakteru.

Mimo vlastní sondáže byly navrženy polní geol. a měřické práce (vytýčení sond, sled a řízení sondáže, dokumentace vrtného profilu, doměření polohy a výšky sond do předaného podkladu, měření úrovně podzemní vody, její vzorkování apod.).

Laboratorní práce byly omezeny pouze na zkrácenou analýzu podzemní vody zaměřenou na posouzení jejich agresivních účinků.

Vyhodnocení prací bylo navrženo v souladu s Vyhláškou MŽP č.369/2004 formou závěrečné zprávy.

Sondážní (terénní) práce byly provedeny dne 6.12.2017. Oproti návrhu bylo nutné rozsah a metodiku prací částečně upravit. V prostoru MOSTU 1 byly provedeny práce dle návrhu pouze s mělčím dosahem sondáže vzhledem k zastižení pevných hornin blíže povrchu než se

předpokládalo. V prostoru MOSTU 2 nebylo možné vrtné práce provést aniž by se omezil (prakticky zastavil) provoz na silnici. Sondážní práce tedy bylo nutné provést mimo komunikaci a s ohledem na nepřístupnost terénu pro vrtnou soupravu (levý břeh potoka) a nepovolený vstup na parcelu p.č. 574/2 byla sondáž omezena pouze na provedení dynamických penetračních sond.

Celkem bylo v rámci průzkumu provedeno 5 sond, přičemž sonda DPM-3 byla 4x opakovaná s ohledem na zastavování sondáže na hrubých - balvanitých zrnech mělce pod povrchem (0,6-0,9 m). Přehled sondáže uvádíme v následující tabulce:

Tab.2: Přehled sondážních prací

objekt	sonda	souřadnice (S-JTSK)		výška (Bpv)	hloubka sondy (m)
		Y	X	ohlubně	
MOST 1	J-1	881.575,86	1.059.617,93	636,12	6,7
	J-2	881.559,32	1.059.615,60	636,97	5,0
	DPM-1	881.561,32	1.059.611,35	636,54	3,2
MOST 2	DPM-2	882.072,60	1.058.612,06	602,98	2,4
	DPM-3	882.071,52	1.058.626,89	602,52	1,4

Vrtné práce byly provedeny poddodavatelsky pojízdnou vrtnou soupravou Wirth B-0, vrtáno bylo jádrově-rotacním způsobem, řezný průměr do 194 mm. Vrtmistrem byl p. Prokeš. Penetrační sondáž provedl zhotovitel, užito bylo tzv. středně těžké soupravy dle ČSN EN ISO 22476-2, užito bylo přenosné zařízení Rammsonde 100.

Z průzkumných sond z prostoru každého mostu byl proveden odběr jednoho vzorku podzemní vody na posouzení agresivity. Laboratorní analýzu provedla poddodavatelsky akreditovaná laboratoř Gematest s.r.o. Praha.

Po ukončení sondáže, dokumentace a vzorkování byla poloha a výška sond zaměřena (S-JTSK, Bpv.) a vrty likvidovány záhozem.

5. VÝSLEDKY PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Vzhledem ke značné vzdálenosti mostních objektů a zjištěným odlišným geologickým poměrům uvádíme výsledky prací zvlášť pro jednotlivé mostní objekty.

5.1 Prostor MOSTU 1

5.1.1 Výsledky sondážních prací

V prostoru mostu pracovním označeného jako MOST 1 byly provedeny 2 průzkumné vrty označené jako J-1 a J-2. Umístění vrtů je patrné z následujícího obrázku č.8. jejich detailní umístění pak vyznačeno v příloze č.2.

Vrtnými pracemi byly ověřeny následující geologické poměry:

- nejsvrchnější polohy v zájmovém území jsou tvořeny navážkou. Jedná se o konstrukci staré vozovky či její krajnice dle polohy sondy. Mocnost této svrchní vrstvy se pohybuje kolem 0,4-0,5 m.



Obr.8: Umístění průzkumných vrtů v prostoru MOSTU 1

- pod konstrukcí vozovky byly zastiženy navezené zeminy. Jednalo se převážně o zeminy písčité, velmi slabě zahliněné až s příměsí jemnozrnné zeminy. Z větší části se jednalo o zeminy tělesa hráze Podveského rybníku. Tyto písčité zeminy byly hodnoceny jako nesoudržné, středně ulehlé. Mocnost této písčité polohy není jednotná, narůstá směrem k západu z cca 0,4 ve vrtu J-2 až na 2,8 m ve vrtu J-1 (viz geologický řez – příloha č.3).
- pod tělesem hráze byly zastiženy písčité eluviální písky se štěrkem s hloubkou přecházející až do štěrkovitých písků. Štěrková zrna jsou plochá, zemina středně ulehlá až ulehlá. Báze dosahu těchto zemín zaklesává shodně s původním terénem, tedy k západu z úrovně 2,4 na 4,9 m pod terénem
- od uvedené hloubky (2,4 ve vrtu J-2 a 4,9 m ve vrtu J-1) byly již zastiženy podložní horniny. Jednalo se o zvětralou, značně rozpukanou a kamenitě rozpadavou rulu o velikosti úlomků od cca 4 do 12 cm.
- od hloubky 4,4 až 6,2 m pod povrchem byly již zastiženy pevné (zvětralé) až navětralé ruly o střední puklinatosti
- podzemní voda byla měřena ve vrtu J-1. Zde byla zastižena v hloubce 3,62 m pod povrchem

DOKUMENTACE A FOTODOKUMENTACE PROVEDENÝCH VRTŮ

		klasifikace dle			
J-1		(1)	(2)	(3)	(4)
0,0 – 0,07	<u>asfalt</u>	---	---	(II)	(5)
0,07 – 0,5	<u>štěrk</u> 16/64 – konstrukce vozovky	Gr	G2	I	3
0,5 – 0,7	<u>písek hlinitý</u> s drobným ostrohranným štěrčkem (dtto jako v metráži 0,07-0,5 m)	grsaSi	S4 Y	I	3

0,7 – 3,5	<u>písek s příměsí jemnozrnné zeminy</u> , stejnozrnný, rezavě hnědý, středně ulehlý (až ulehlý) – těleso hráze	Sa	S3 Y	I	2-3
3,5 – 4,5	<u>písek</u> slabě <u>hlinitý</u> , jemnozrnný, s plochými úlomky zvětralé ruly tloušťky do 4 cm, velikosti i přes průměr vrtu	grsiSa	S3-4	I	2-3
4,5 – 4,9	<u>písek šterkovitý</u> , rezavě hnědý, eluviální, zrna cm velikosti do 15 %	grSa	S3-2 +G	I	3
4,9 – 6,2	<u>rula silně zvětralá</u> , písčito-kamenitě rozložená, tmavě šedá	(saGr)	G3(R3)	I	4
6,2 – 6,7	<u>rula zvětralá až navětralá</u> , páskovaná, tvrdá, kusy vrtného jádra délky 10-30 cm	---	R3	II	5-6



Obr.9: Fotodokumentace vrtného jádra – vrt J-1

J-2

0,0 – 0,2	<u>hlína silně písčitá</u> , tmavě hnědá, humózní, terénní úprava	---	O Y	I	2
0,2 – 0,4	<u>navážka</u> , škvára – krajnice vrstvy	---	Y	I	2
0,4 – 0,6	<u>navážka</u> , <u>písek s příměsí jemnozrnné zeminy</u> , stejnozrnný, hnědý (těleso hráze)	Sa	S3 Y	I	2-3
0,6 – 1,0	<u>navážka</u> , šterk písčitý, cm velikosti (1-4 cm) hnědošedý	saGr	G3	I	2-3
1,0 – 2,4	<u>písek s příměsí jemnozrnné zeminy</u> se šterkem, v obsahu 5-10 % do hloubky 1,5 m, hlouběji do 20 %, velikost zrn ojediněle 8(-15) cm, šedý, s rezavými polohami	grSa	S3+G	I	3
2,4 – 4,4	<u>rula zvětralá</u> , rezavě hnědá, šterkovitě rozvrtaná, kusy horniny (2)4-12 cm, výplň tvoří slídnatý rezavý písek, obsah úlomků 60-70%	(saGr)	G3(R4)	I	4
4,4 – 5,0	<u>rula zvětralá</u> – kusy vrtného jádra velikosti až do 25 cm, rozvrtáno	---	R4	II	5



Obr.10: Fotodokumentace vrtného jádra – vrt J-2

5.1.2 Výsledky dynamické penetrační sondy

Mimo vedení původní komunikace na zeminách násypu byla provedena penetrační sonda označené jako DPM-1. Její poloha je patrná z následujícího obrázku.



Obr.11: Umístění penetrační sondy DPM-1

Sonda byla provedena jako tzv. středně těžká dle ČSN EN ISO 22476-2 a její vyhodnocení bylo provedeno běžně užívanou metodikou, tj. vypočtením dynamického penetračního odporu dle vzorce M, Bondarika:

$$q_{\text{dyn}} = (Q / Q + q) \cdot (Q \cdot h / A \cdot s)$$

kde: Q – hmotnost beranu (30 kg)

q – váha soutyčí, kovářiny a hrotu v příslušné hloubce

A – plocha příčného průřezu hrotu (10 cm²)

s – zatažení hrotu do zeminy jedním úderem

s následným vyhodnocením ulehlosti, resp. konzistence zemin, modulu přetvárnosti a únosnosti dle empirických vzorců (publikovaných M. Matysem (1990) a upravených naší společností). Výsledky měření jsou shrnuty do následující tabulky:

Tab.3: Výsledky penetrační zkoušky DPM-1

	hloubka	N ₁₀	q _{dyn}	E _{oed}	β	E _{def}	R _{dt}	ČSN 73 6133
DPM-1	0,0-0,2	1	0,8	2,0	0,62	1,2	30	Y
	0,2-1,9	4-6	3,4-5,1	8,8-13,3	0,74	6,5-9,8	130-150	S3 Y
	1,9-2,5	11-12	8,3-9,1	21,6-23,7		16,0-17,5	210-230	S3
	2,5-3,0	15→22	11,3→16,6	29,4→43,2		21,8-31,9	280→380	S3+G
	3,0-3,2	37→59	25,2→27,3	70,6→76,4	0,83	58,6-63,4	450-490	G3(R3)

symbolsy: N₁₀ - počet úderů nutný pro zaražení hrotu do zeminy o 10 cm
q_{dyn} - dynamický penetrační odpor
β - koeficient pro přepočet E_{oed} na E_{def}
E_{oed} - oedometrický modul
E_{def} - modul přetvárnosti

Při porovnání hloubkového průběhu penetračního odporu s geologickým profilem provedených vrtů lze geologické poměry v místě zkoušky hodnotit následovně:

0,0 – 0,2 neulehlá navážka (škvára)
0,2 – 1,9 navážka - písek s příměsí jemnozrnné zeminy, středně ulehlý - hráz
1,9 – 2,5 písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý
2,5 – 3,0 štěrk písčitý – eluvium ruly
3,0 – 3,7 zvětralá až navětralá, štěrkovitě rozpadavá rula

a jednotlivým typům zemin a hornin přiřadit následující vlastnosti:

Neulehlá navážka – (škvára, krajnice vozovky Y) vykazuje nízkou hodnotu penetračního odporu q_{dyn} < 1 MPa a zeminy lze hodnotit jako kypřé, neúnosné s hodnotou modulu přetvárnosti E_{def} kolem 1 MPa a hodnotou tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} cca 30 kPa.

Navážka – zeminy tělesa hráze – (písek s příměsí jemnozrnné zeminy S3) vykazují hodnotu penetračního odporu q_{dyn} ≈ 3,5-5,0 MPa, lze je hodnotit jako středně ulehlé s hodnotou oedometrického modulu E_{oed} ≈ 9-13 MPa a při uvažovaném koeficientu β = 0,74 pak s hodnotou modulu přetvárnosti E_{def} kolem 7-9 MPa. Únosnost těchto zemin (tabulkovou výpočtovou dle bývalé ČSN 73 1001) lze stanovit v rozmezí R_{dt} cca 130-150 kPa.

Ulehlé eluviální písčité zeminy (s drobným štěrčikem S3+G) mají vyšší ulehlost (I_D ≈ 0,8) a vykazovaly hodnotu penetračního odporu q_{dyn} ≈ 8-9 MPa a hodnotou oedometrického modulu E_{oed} ≈ 22-23 MPa. Při uvažovaném koeficientu β = 0,74 lze uvažovat s hodnotou modulu přetvárnosti E_{def} kolem 16-17 MPa. Únosnost této zemní polohy lze uvažovat kolem hodnoty R_{dt} 280 kPa.

Písčito-štěrkovitě rozložené ruly - G3(R3) mají v důsledku štěrkových zrn rozkolísané hodnoty penetračního odporu. Za průměrnou lze považovat hodnotu q_{dyn} ≈ 8-9 MPa a z této hodnoty odvozujeme další mechanické vlastnosti: oedometrický modul E_{oed} ≈ 70-76 MPa, modul přetvárnosti E_{def} kolem 58-64 MPa a únosnost R_{dt} ≈ 450 kPa.

5.1.3 Výsledky laboratorního rozboru vody

Z vrtu J-1 byl proveden odběr podzemní vody. Na vzorku byla provedena zkrácená analýza za účelem vyšetření agresivních účinků. Voda byla hodnocena jako neagresivní. Výsledky rozboru jsou shrnuty do následující tabulky, rozbor přiložen za textem jako příloha č.6.

Tab.4 Chemismus podzemní vody – most 1 (agresivita dle ČSN EN 206-1)

Chemická charakteristika	J-1	agresivita
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	27,9	---
pH	6,9	---
CO ₂ agr. (mg/l)	17,6	---
NH ⁴⁺ (mg/l)	0,07	---
Mg ²⁺ (mg/l)	4,86	---

5.2 Prostor MOSTU 2

5.2.1 Výsledky sondážních prací (dynamická penetrace)

Jak bylo uvedeno v kapitole 4, byla sondáž v prostoru MOSTU 2 provedena pouze jako penetrační a to z důvodu nemožnosti nájezdu těžší techniky do zájmového prostoru. Provedeny byly dvě sondy označené jako DPM-2 a DPM-3. Při hodnocení geologických poměrů pak vycházíme z porovnání průběhu penetračních odporů zjištěných v sondách s průběhem v sondě DPM-1, u které byly zjištěné hodnoty srovnány s geologickým profilem. Umístění sond je patrné z obrázku 12 a 13.



Obr.12: Umístění penetrační sondy DPM-2



Obr.13: Umístění penetrační sondy DPM-3

Provedení penetračních sond odpovídá ČSN EN ISO 22476-2 a postup jejich vyhodnocení je shodný s hodnocením sondy DPM-1 (kap.5.1.2). Výsledky měření jsou shrnuty v následující tabulce:

Tab.5: Výsledky penetračních zkoušek DPM-2, DPM-3

	hloubka	N ₁₀	q _{dyn}	E _{oed}	β	E _{def}	R _{dt}	ČSN 73 6133
DPM-2	0,1-1,5	4-7	3,4-5,6	8,8-14,5	0,74	6,5-10,8	100-170	S3 (Y)
	1,5-2,3	15→34	12,7→25,7	33,0→66,8		24,4-49,4	290→450	G3
	>2,3	>60	>45,5	>127,4	0,83	>105,7	>470	G3(R3)
DPM-3	0,0-0,2	1-3	0,8-2,5	2,0-6,3	0,74	1,5-4,6	35-75	S3
	0,2-0,6	5-7	4,2-5,6	10,9-14,6		8,1-10,8	150-170	S3
	0,6-1,0	5→17	4,2→14,4	10,9→37,4		8,1→27,7	170→320	S3+G
	1,0-1,4	35-42	29,7-36,7	83,2-100,9		61,5-74,7	360-450	G3
	>1,4	>60	>50,9	>142,5	0,83	>118,3		G3(R3)

symboly: N₁₀ - počet úderů nutný pro zaražení hrotu do zeminy o 10 cm
q_{dyn} - dynamický penetrační odpor
β - koeficient pro přepočet E_{oed} na E_{def}
E_{oed} - oedometrický modul
E_{def} - modul přetvárnosti

Dle provedené sondáže lze uvažovat mělce pod povrchem (v prostoru sondy DPM-2 pod původním povrchem) očekávat výskyt písčitých zemín s malým podílem jemné frakce, tedy písky s příměsí jemnozrnné zeminy s proměnlivým obsahem drobného šterku. Dle ČSN 73 6133 by tyto zeminy spadaly do třídy S3(až S3+G). Mocnost této polohy dle výsledků penetrace odhadujeme v mocnosti cca 0,8-0,9 m. Hluběji byly zastiženy zeminy šterkovité s kameny a balvany. Jejich mocnost se pohybuje do 1 m a charakterem se jedná o písčité šterky třídy G3. V hloubce kolem 1,4 až 2,3 m (dle pozice sondy) byly již zastiženy navětralé šterkovité rozložené ruly. Úroveň jejich zastižení se pohybuje kolem 600,7-601,1 m n.m.

5.2.2 Výsledky laboratorního rozboru vody

Podzemní voda byla zastižena zhruba v úrovni vody v potoce, tedy 1,95 m v sondě DPM-2, v sondě DPM-3 byla zastižena mělce pod povrchem (0,1m). Ze sondy DPM-2 byl proveden odběr podzemní vody. Na vzorku byla provedena zkrácená analýza za účelem vyšetření agresivních účinků. Voda byla celkově hodnocena jako středně agresivní (XA2) vzhledem k nízké agresivitě uhličitánové a současné nízké kyselostní agresivitě. Výsledky rozboru jsou shrnuty do následující tabulky, rozbor přiložen za textem jako příloha č.6.

Tab.6 Chemismus podzemní vody – most 1 (agresivita dle ČSN EN 206-1)

Chemická charakteristika	J-1	agresivita
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	21,3	---
pH	6,4	XA1
CO ₂ agr. (mg/l)	30,8	XA1
NH ₄ ⁺ (mg/l)	<0,06	---
Mg ²⁺ (mg/l)	6,08	---

6. TECHNICKÉ ZÁVĚRY

Provedenými průzkumnými pracemi byly ověřeny geologické poměry v prostoru mostních objektů na katastru obce Lesná určených k rekonstrukci, pracovně označených jako MOST 1 (parcela p.č.1505, stávající most č. ev.č. 19922-1) a MOST 2 na silnici III/19910 (parcela p.č.1506/2).

V rámci sondáže lze souhrnně konstatovat, že pevné horniny vystupují vcelku mělce pod povrch terénu (mimo míst navýšených navážkou - tj. hráze rybníku či tělesa komunikace). Ve svrchních polohách ověřila sondáž většinou navážky související s konstrukcí tělesa komunikace. V prostoru MOSTU 1 pak byly zastiženy zeminy tělesa hráze Podveského rybníku. Pod navážkami byly zastiženy většinou písčité zeminy s malým obsahem jemné frakce a proměnlivým obsahem frakce šterkové. Mocnost těchto zemin se pohybuje kolem 1,3-1,4 m. Od hloubek kolem 2,2-2,4 m pod povrchem (původním, ne pod navážkou) již byly zastiženy proterozoické horniny - ruly v různém stupni zvětrání či rozložení.

S ohledem na značnou vzdálenost mostních objektů a zjištěné odlišné geologické poměry hodnotíme základové poměry zvlášť pro místa jednotlivých mostů.

6.1 MOST 1

6.1.1 Základové poměry

Jak bylo uvedeno v kap.5.1 jsou svrchní polohy v prostoru tohoto mostu tvořeny navážkou. Jedná se o konstrukci staré vozovky v mocnosti 0,4-0,5 m. Částečně do prostoru mostu zasahuje i navážka tělesa hráze Podveského rybníku. Zeminy hráze byly řazeny do třídy S3 Y (dle klasifikace ČSN 73 6133) či třídy Sa (ČSN EN ISO 14688-2).

V podloží navážky byly zastiženy písčité zeminy s proměnlivým obsahem šterku (zeminy třídy S3(+G) / Sa-grSa) s hloubkou přecházející až do šterkovitých zemin (G3, saGr). Báze dosahu těchto zemin zaklesává shodně s původním terénem k západu z úrovně 2,4 (J-2) na 4,9 m (J-1) pod terénem. Od uvedené hloubky byly již zastiženy podložní horniny. Jednalo se o zvětralou, značně rozpukanou a kamenitě rozpadavou rulu (G3-R3 / saGr) o velikosti úlomků od cca 4 do 12 cm.

Pevná hornina (rula) byla zastižena v hloubce 4,4 a 6,2 m pod povrchem. Rula byla hodnocena jako (zvětralá) až navětralá o střední puklinatosti (třída R4-R3).

Podzemní voda byla vrtem J-1 zastižena v hloubce 3,62 m pod povrchem a hodnocena byla jako neagresivní.

Dle doplňkové penetrace (DPM-1) byla navážka v krajnici stávající silnice hodnocena jako kyprá, neulehlá s nízkou únosností (R_{dt} cca 30 kPa). Zeminy tělesa hráze (písek s příměsí jemnozrnné zeminy třídy S3) byly hodnoceny jako středně ulehlé s hodnotou modulu přetvárnosti E_{def} kolem 7-9 MPa a únosností R_{dt} cca 130-150 kPa. Podložní písčité zeminy s drobným šterčkem (S3+G) byly již hodnoceny jako ulehlé ($I_D \approx 0,8$) s hodnotou modulu přetvárnosti E_{def} kolem 16-17 MPa a únosností R_{dt} 280 kPa. U šterkovitě rozložené ruly (G3-R3) lze (s ohledem na průměrnou hodnotu penetračního odporu $q_{dyn} \approx 8-9$ MPa) uvažovat s modulem přetvárnosti E_{def} kolem 58-64 MPa a únosností $R_{dt} > 450$ kPa. K těmto hodnotám bylo přihlédnuto při stanovení doporučených hodnot mechanických vlastností pro jednotlivá, dále vymezená, geotechnická prostředí.

Dle dokumentace provedených vrtů a dynamické penetrace vyčleňujeme v zájmovém prostoru následující geotechnická prostředí, u kterých bude možné uvažovat s jednotnými mechanickými vlastnostmi:

Tab.6: Vymezená geotechnická prostředí

prostředí	geologická vrstva	klasifikace ČSN 73 6133
GT I	navážka - konstrukce komunikace	Y (O)
GT II	písčítá navážka – těleso hráze	S3(-4), zemina středně ulehlá
GT III	písek, štěrkopísek	S3 +G, zemina ulehlá
GT IV	štěrk (rozložená rula)	G3, zemina středně ulehlá
GT V	zvětralá-navětralá rula	R4-R3, střední puklinatosti

U jednotlivých geotechnických prostředí doporučujeme uvažovat následující hodnoty mechanických vlastností - viz následující tabulka.

hodnoty byly stanoveny odborným odhadem s přihlédnutím k výsledkům penetračních zkoušek

Tab.7: Mechanické vlastnosti zastižených zemin a hornin

Typ zeminy	Geotechnické prostředí	Hodnoty mechanických vlastností					
		γ_n (kN.m ⁻³)	ν (1)	β (1)	E_{def} (MPa)	ϕ_{ef} (°)	c_{ef} (kPa)
navážka (komunikace, krajnice)	GT I	nevhodné zeminy pro přímé zakládání					
navážka - písčítá - těleso hráze	GT II	17,5	0,30	0,74	7-9	28-29	2-4
písek, štěrkopísek - eluviální, ulehlý	GT III	18,0	0,30	0,74	16-17	31-32	2-4
štěrk s kameny - rozložená rula	GT IV	19,0	0,30	0,74	60-65	34-35	4-5
rula - zvětralá,navětralá	GT V	21,0	0,15	--	120	--	--
				$\sigma_c = 15-20$ $r = 10-11$ $p = 1,8$			

Symbody užitě v tabulce:

- γ_n - objemová hmotnost v přirozeném uložení
- ν - Poissonovo číslo
- β - koeficient na přepočet E_{def} na E_{oed}
- E_{def} - modul přetvárnosti
- ϕ_{ef} - úhel vnitřního tření
- c_{ef} - soudržnost

S ohledem na zjištěné geologické poměry (hodnocené jako složité) lze stavbu řadit do 2.geotechnické kategorie. Založení nového mostu doporučujeme provést hlubinné na vrtaných pilotách opřených o skalní podloží, tedy částečně zapuštěné do hornin geotechnického prostředí GT V.

Délku pilot odhadujeme kolem 6-7 m, čímž by piloty byly vetknuty do horniny cca 0,5-1,0 m. Při průměru piloty 600 mm pak lze orientačně uvažovat s hodnotou únosnosti (svislá tabulková únosnost) $U_{v,tab.}$ kolem 450 kN, pro pilotu 800 mm pak kolem 750 kN.

Podzemní vodu lze předpokládat v houbce kolem 3,6 m pod povrchem (632,50 m n.m.). I přes fakt, že voda byla hodnocena jako neagresivní doporučujeme provést částečnou ochranu pilot spočívající ve zvýšeném krytí výztuže o cca 50 mm.

Zastižené zeminy lze řadit do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133, dle bývalé ČSN 73 3050 by písčité zeminy a svrchní polohy navážky spadaly převážně do 3. třídy, štěrkovitě rozložená rula do 4. třídy. Zvětralé až navětralé ruly o středí puklinatosti řadíme do II. třídy dle ČSN 73 6133, dle ČSN 73 3050 pak do 5.- 6.třídy.

Vrtatelnost širokoprofilových vrtů (návrty pro piloty) lze uvažovat v I.- II. třídě, zvětralá až navětralá rula pak spadá do V. třídy (klasifikace uvedená ve VC 800-2).

6.1.2 Přeložka komunikace

Přeložka komunikace bude částečně vedena v trase stávající komunikace, částečně bude posunuta severně mimo ni. Po odstranění současné konstrukční vrstvy komunikace budou v zemní pláni zastiženy převážně písčité zeminy (slabě zahliněné písky až písky s příměsí jemnozrnné zeminy) střední ulehlosti, které tvoří těleso hráze. Mimo prostor komunikace lze ve svrchních polohách uvažovat s obdobnými zeminami nižší ulehlosti. Tyto zeminy lze dle ČSN 73 6133 hodnotit jako podmíněčně vhodné pro podloží komunikací. Jedná se o zeminy mírně namrzavé s výškou kapilární vztlakovosti H_s kolem 1 m, při menším množství štěrkové frakce lze uvažovat s jejich obtížnější hutnitelností.

U zemin byla ověřena poměrně nízká únosnost ($R_{dt} \approx 130-150$ kPa) a lze uvažovat hodnotou modulu přetvárnosti kolem 7-9 MPa. Můžeme tedy konstatovat, že i při dostatečném zhutnění ($E_{def,2}/E_{def} \leq 2,2$) nebude možné na těchto zeminách dosáhnout větší hodnoty modulu přetvárnosti z 2. zatěžovacího cyklu $E_{def,2}$ než 15-20 MPa a nebude tedy splněna podmínka hutnění zemní plně a aktivní zóny na hodnotu $E_{def,2} \geq 45$ MPa. Je tedy třeba uvažovat s jejich výměnou či zlepšením. Dle typu zeminy (S3-S4) by bylo možné její únosnost zlepšit příměsí cementu. Případnou cementaci doporučujeme provést v mocnosti aktivní zóny (tj. 0,5m). V případě uvažované výměny zeminy v podloží doporučujeme náhradu v mocnosti 0,5 m s předchozím zhutněním parapláně na hodnotu min. 95 PS (či $I_D=0,8$). Pokud by nebylo možné podloží na požadované parametry zhutnit, pak bude nutné provést i sanaci parapláně. Hutnění náhradní zeminy doporučujeme provést ve dvou vrstvách o tloušťce cca 30-35 m pře zhutněním, max.velikost zrna užitá do této vrstvy nesí přesahovat 10-15 cm.

Účinnost navržené sanace (uvedený orientační odhad) je nutné ověřit v začátku stavebních prací hutnicí zkouškou a návrh upravit dle výsledků tak, aby byly splněny požadavky na zemní plán stanovené projektem.

6.2 MOST 2

6.2.1 Základové poměry

V prostoru mostu byla sondáž hloubkově omezena s ohledem na značný odpor zemin proti realizaci dynamických penetračních sond. Dle výsledků lze (pod navázkou silničního tělesa) uvažovat s výskytem písčitých zemin třídy S3(-4) [grsiSa] v mocnosti kolem 0,8-0,9 m, hlouběji pak s výskytem hrubozrnných splachových sedimentů charakteru písčitých štěrků

s kameny a balvany klasifikovaných jako zeminy třídy G3 [saGr]. Šterkovitě rozložené ruly lze uvažovat od hloubky kolem 1,4 až 2,3 m pod povrchem (dle pozice sondy), cca v úrovni 600,7-601,1 m n.m., tedy relativně mělce pod současným dnem potoka.

Podzemní voda byla zastižena zhruba v úrovni vody v potoce, ovlivněna však bude i bočními pramennými výrony z boku údolí (prostor sondy DPM-3). Voda byla celkově hodnocena jako středně agresivní (XA2).

Dle vyhodnocení průběhu penetračních odporů s hloubkou a při porovnání penetrací s výsledky sondáže v prostoru MOSTU 1 byla v zájmovém území vyčleněna následující geotechnická prostředí, které charakterizujeme jednotnými mechanickými vlastnostmi (tab.9).

Tab.8: Vymezená geotechnická prostředí

prostředí	geologická vrstva	klasifikace ČSN 73 6133
GT I	navážka silničního tělesa	S3+G Y
GT II	písek, šterkopísek	S3+G, zemina středně ulehlá
GT III	šterk písčitý s kameny a balvany	G3, zemina středně ulehlá
GT IV	šterk (rozložená rula)	G3, zemina středně ulehlá

Tab.9: Mechanické vlastnosti zastižených zemín a hornin

Typ zeminy	Geotechnické prostředí	Hodnoty mechanických vlastností					
		γ_n (kN.m ⁻³)	ν (1)	β (1)	E_{def} (MPa)	ϕ_{ef} (°)	c_{ef} (kPa)
navážka (komunikace, krajnice)	GT I	nehodnoceno – nebylo ověřováno					
písek, šterkopísek - eluviální, ulehlý	GT II	18,0	0,30	0,74	16-17	30-31	2-4
šterk písčitý - s kameny a balvany	GT III	19,0	0,30	0,74	50-70	33-34	0-2
šterk s kameny - rozložená rula	GT IV	19,0	0,30	0,74	60-65	34-35	4-5

Symbolsy užitě v tabulce:

- γ_n - objemová hmotnost v přirozeném uložení
- ν - Poissonovo číslo
- β - koeficient na přepočet E_{def} na E_{oed}
- E_{def} - modul přetvárnosti
- ϕ_{ef} - úhel vnitřního tření
- c_{ef} - soudržnost

S ohledem na zjištěné geologické poměry (hodnocené jako jednoduché) lze stavbu řadit do 1. geotechnické kategorie. Založení nového mostu doporučujeme provést plošné na vrstvu šterkovitě rozložené horniny - geotechnického prostředí GT IV, v úrovni kolem 600 m n.m.

Podzemní vodu lze předpokládat zhruba v úrovni vody v potoce. Lze u ní předpokládat střední agresivitu a tomu bude nutné způsobit volbu betonové směsi základových prvků (např. dle tab.F ČSN EN 0206-1).

Zastižené zeminy lze řadit do I. třídy těžitelnosti dle ČSN 73 6133, dle bývalé ČSN 73 3050 by písčité zeminy a svrchní polohy navážky spadaly převážně do 3. třídy, šterkovitě

rozložená rula a zvodnělé náplavové sedimenty spadají do 4. třídy. Vyšší těžitelnost by vykazovaly zvětralé až navětralé ruly, pokud by vystupovaly do úrovně navrženého základu. Ty řadíme (v souladu s prostorem MOSTU 1) do II. třídy dle ČSN 73 6133, dle ČSN 73 3050 pak do 5.- 6.třídy.

Vzhledem k mělkému dosahu sondáže v tomto prostoru doporučujeme geologický sled stavebních prací, aby bylo možné v případě odlišné geologie od předpokladu dle penetračních sond operativně upravit hodnocení zemin a jejich mechanických vlastností.

7. Seznam citované literatury

- Czudek et al.(1972): Geomorfologické členění ČSR, Studia geografica, 23/197. Geografický ústav ČSAV Brno.
- Holá, J.(1967): Stavebně-geologický posudek pro PÚP Lesná. Stavoprojekt s.p., Plzeň.
- Jetel, J.(1982): Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech. ÚÚG, nakladatelství Čsl.akademie věd, Praha.
- Matys. M.(1990): Poľné skúšky zemín. Nakladateľstvá Alfa, Bratislava.
- Quitt, E.(1971): Klimatické oblasti Československa. Studia geographica 16, ČSAV Brno.
- Tonika,J. – Vejnar,Z.(1967): Vysvětlivky k listům základních geologických map 1 : 25000. Halže, Tachov, Hoštka. ÚÚG s.p., Praha.
- Vrba, O.(1967): Zpráva o inženýrsko - geologickém průzkumu pro biologický rybník a oxydační příkop u Lesné. Stavební geologie s.p., Praha.