

**Litomyšl - nádrže na vodu - inženýrsko-geologický průzkum**

**Základní údaje:**

**Objednatel:** Město Litomyšl  
Bří Šťastných 1000  
570 01 Litomyšl

**Dodavatel:** GGS Litomyšl s.r.o.  
Toulovcovo náměstí 1163  
570 01 Litomyšl

**Jednatel:** RNDr.V.Lašek  
Toulovcovo nám. 1163  
570 01 Litomyšl  
mob. 602 446 613

**Řešitel I.G.:** Ing. J.Stuchlík  
Koutníková 215  
503 01 Hradec Králové  
mob. 603 554 421

**Řešitel H.G.:** RNDr.V.Lašek

OBSAH :

1. Úvod
2. Všeobecná část
  - 2.1. Přehled geologických a hydrogeologických poměrů
  - 2.2. Dosavadní prozkoumanost
3. Terénní práce
  - 3.1. Měřická zpráva
  - 3.2. Sondovací práce a popis sond
4. Podrobná část
  - 4.1. Polní geotechnické zkoušky
  - 4.2. Laboratorní práce
  - 4.3. Technické závěry
  - 4.4. Závěr
5. Použitá literatura

Přílohy :

1. Situace lokality 1 : 10 000
2. Situace sond 1 : 200
3. Geologický řez I-I' sondami HJ-1, J-2, J-3
4. Laboratorní rozborů zemin

## 1. Úvod

Na základě objednávky Města Litomyšl byl proveden inženýrsko-geologický průzkum pro podzemní nádrže na vodu u areálu koupaliště města Litomyšl (mezi krytým bazénem a stadionem).

Jako topografický podklad poskytl objednatel situaci lokality v měř. 1 : 200 se zakreslenými půdorysy stávajících i navrhovaných objektů. Zájmové území se nachází v jihovýchodní části města, severně do silnice I/35 na Svitavy, východně od krytého bazénu.

Cílem průzkumu bylo přešetření základových poměrů v prostoru budoucího staveniště. Průzkum byl prováděn ve smyslu vyhl. MŽP č. 369/2004 jako podrobný. Po rekognoskaci terénu byly pro terénní část průzkumu navrženy 3 sondy (z nichž jedna byla navržena jako vystrojená pro potřeby hydrogeologického monitorování) v celkovém rozsahu 14,5 bm. Ze sond byly k laboratorním analýzám odebrány 3 vzorky zeminy.

## 2. Všeobecná část

### 2.1. Přehled geologických a hydrogeologických poměrů

Zájmové území se nachází v plochem terénu tzv. Loučenské tabule, která je rozbrázděna hlubokými údolími predisponovanými tektonickými liniemi.

Z regionálně-geologického hlediska se předmětné území se širokým okolím nachází ve vysokomýtské synklinále, součásti české křídové tabule, charakterizované jílovito-písčítým vývojem svrchnokřídové sedimentace. Zájmové území se nachází v místech, kde na glaukonitické pískovce střednoturonského stáří nasedají slínovce svrchního turonu. Horniny vystupují v úrovních okolo 3-4 m pod povrchem terénu a jsou při svém povrchu postiženy zvětráním až rozložením v písčito-úlomkovité, resp. slínové eluvium.

Kvartérní pokryv lokality je tvořen cca 2-3 m mocným komplexem eolických sedimentů. Jedná se o sprašové uloženiny charakteru prachovitých až jemně písčitých jíků, poněkud pevné konzistence. Povrch terénu je upraven a urovnán navážkami, poněkud jílovito-úlomkovitými, převážně o mocnosti do 1 m.

Z hydrogeologického hlediska se lokalita nachází ve významném vodohospodářském rajónu č. 4270 Vysokomýtská

synklinála, obecně se zde nachází 5 samostatných zvodní, z hlediska průzkumných prací pak mají význam pouze nejsvrchnější zvodně vázané na horniny středního turonu a případně svrchního turonu

Zájmové území se nachází na rozhraní svrchního turonu (obecně zastoupeného slínovci) a středního turonu (zastoupeného pískovci pásma IX), svrchní turon je zde zastoupený málo mocnými slíný, které nasedají na střednoturonské pískovce.

Hladina podzemní vody nebyla v době realizace průzkumných prací zastižena.

Trvale se zde nachází zvodeň vyšší střednoturonská, podzemní voda je vázána na puklinový systém pískovců, v širším okolí je tato zvodeň jímána více vrty a studnami, hladina podzemní vody této zvodně se zde nachází cca v hloubce 9- 14 m tj. stavebními pracemi by neměla být zastižena.

V zájmovém prostoru nelze vyloučit zastižení časově a místně proměnlivého zvodnění vázaného na navážky a propustnější vrstvy zemin, může se zde tedy nacházet, resp. nelze vyloučit sezónní mělké zvodnění, bázi tomuto zvodnění tvoří špatně propustné svrchnoturonské slíny, výskyt takového zvodnění může být zastiženo především po výrazném jarním tání a obdobích s výrazně zvýšenými srážkami.

## 2.2. Dosavadní prozkoumanost

Z archivu Geofondu ČR byly využity geologické profily vrtů, např. vrtů GDO 289 931, 635 457 atd., z archivu zpracovatele byly využity 3 geologické průzkumy z blízkosti lokality (lit. /1/-/3/), v jejichž rámci byla provedena podrobná rešerše archivních prací. Uvedené průzkumy byly využity k přehledu o celkových geologických poměrech lokality, rovněž byly využity výsledky archivních laboratorních analýz, byl také využit hydrogeologický průzkum /4/ (Lašek, 2000) z blízkého okolí a zkušenosti z probíhajícího režimního měření vodárenských štol a dalších objektů.

### 3. Terénní práce

#### 3.1. Měřická zpráva

Na lokalitě byly vytyčeny 3 sondy označené jako HJ-1, J-2 a J-3. Po vyhloubení byly sondy polohopisně zaměřeny ortogonálně od stávající zástavby, elektronickým dálkoměrem SONIN Combo PRO. Umístění sond je patrné ze situace sond v měřítku 1 : 200 (příl. č. 2).

Výšky ohlubní sond byly zjištěny technickou nivelací, strojem TOPCON AT-B4, výškový systém místní. Niveláčnický pořad byl připojen na body, k nimž byl výškový údaj přiřazen z objednatelem dodaného mapového podkladu.

#### 3.2. Sondovací práce a popis sond

Sondy byly vyhloubeny dne 8.2.2022 mobilní strojní soupřevou UGB, točivým způsobem, kombinací spirálového (o průměru 190 mm) a jádrového (o průměru 130 mm) vrtného nástroje. Vrt HJ-1, sloužící k hydrogeologickému monitorování, byl aktivován výstrojí PVC o průměru 110 mm.

##### Parametry vrtu HJ-1

konečná odvrt.hĺoubka: 4,5 m

výstroj: PVC ø 110 mm

parametry výstroje:	0,0 - 1,5 m	PVC ø 110 mm plná
	1,5 - 3,7 m	PVC ø 110 mm perfor.
	3,7 - 4,0 m	PVC ø 110 mm plná
zaplášťové úpravy:	0,0 - 1,0 m	cementace, jílování
	1,0 - 3,7 m	obsyp - šterková drť 8/16 mm
	3,7 - 4,5 m	cementace

konečná hloubka

po cementaci: 3,7 m

zhlaví: pojezdové

hladina podzemní

vody: nezastižena, vrt byl během 14 dní  
po odvrtání suchý

#### Geologická dokumentace sond

Dokumentaci sond provedl zpracovatel průzkumu dle makro-skopického rozboru. Celkové zhodnocení sond pak bylo provedeno s přihlédnutím k archivním laboratorním analýzám. Sondami byl zastižen následující sled vrstev :

**HJ - 1** kóta ter. 99,2 m (rel.) ČSN P 73 1005

0,00-0,70	navážka - jííl tmavě hnědý, pevný, prachovitý s úlomky kamene cca 30 % do průměru 2-4 cm	I	Z
0,70-1,50	jííl hnědý, pevný, prachovitý	I	CI
1,50-2,50	jííl světle šedohnědý, dtto	I	CI
2,50-4,20	slín hnědošedý, tuhý až pevný	I	CH
4,20-4,50	pískovec béžový, velmi silně zvětřalý až zcela rozložený na pevný, silně písčitý jííl	I	CS/R6

Sonda bez vody.

**J - 2** kóta ter. 99,4 m (rel.)

0,00-0,50	navážka - jííl tmavě hnědý, pevný, prachovitý s úlomky kamene cca 30 % do průměru 2-4 cm	I	Z
0,50-1,20	jííl béžový, tuhý až pevný, prachovitý	I	CI
1,20-2,10	jííl okrový, tuhý, prachovitý	I	CI
2,10-3,00	slín hnědošedý, pevný	I	CH
3,00-4,00	slín tmavě modrošedý, tuhý až pevný	I	CH
4,00-4,90	pískovec světle okrový, velmi silně zvětřalý až zcela rozložený na pevný, silně písčitý jííl	I	CS/R6
4,90-5,00	pískovec světle šedohnědý, zvětřalý, silně rozpukaný	I	R5

Sonda bez vody.

**J - 3** kóta ter. 99,3 m (rel.)

0,00-0,40	navážka - jííl tmavě hnědý, pevný, prachovitý s úlomky kamene cca 30 % do průměru 2-3 cm	I	Z
0,40-0,90	jííl světle hnědý, pevný, prachovitý	I	CI
0,90-2,70	jííl béžový, dtto	I	CI
2,70-3,60	slín hnědošedý, tuhý až pevný	I	CH
3,60-4,20	pískovec světle okrový, velmi silně zvětřalý až zcela rozložený na pevný, silně písčitý jííl	I	CS/R6

4,20-5,00 pískovec béžový, navětralý, silně roz-  
pukaný I R3

Sonda bez vody.

#### 4. Podrobná část

##### 4.1. Polní geotechnické zkoušky

Kvalita soudržných zemin v zájmovém území byla orientačně zjišťována polními geotechnickými zkouškami. U všech sond byly na vrstvách jílovitých uloženin kvartérního pokryvu i eluviálních slínů prováděny zkoušky pevnosti zemin v jednoosém tlaku. Tyto zkoušky byly prováděny pomocí kapesního penetrometru.

Dle těchto zkoušek se na lokalitě pevnost soudržných zemin v prostém tlaku pohybuje převážně v rozmezí 150-250 kPa, což odpovídá tuhé až pevné konzistenci zemin, převažuje však konzistence pevná (dle klasifikace J. Fedy).

##### 4.2. Laboratorní práce

Laboratorně byly zpracovány 3 poloporušené vzorky zeminy. Vzorky byly analyzovány laboratoří Tomáš Ouřada - geotechnický servis Praha.

Na vzorcích zeminy byla ihned po dodání do laboratoře stanovena přirozená vlhkost, dále byly provedeny indexové zkoušky a granulometrické rozborů. Výsledky určení Atterbergových mezí ukazují, že eluvia slínovců (slíny) jsou vysoce plastická ( $I_p = 39-48 \%$ ), tuhé konzistence ( $I_c = 0,94-0,99$ ). Zjištěné konzistence jsou však již velmi blízké hranici konzistencí tuhá/pevná. Dle ČSN EN ISO 14688 se jedná o **písčitou hlínu** (tř. **saSi**) až **jíl** (tř. **Cl**). Dle ČSN P 73 1005 se jedná o **jíl s vysokou plasticitou**, tedy o zeminu tř. **F8**, symbol **CH**. Eluvia pískovců se dle laboratorních analýz jeví jako zeminy málo plastické ( $I_p = 16 \%$ ), pevné konzistence ( $I_c = 1,13$ ). Dle ČSN EN ISO 14688 se jedná o **hlinítópísčitý jíl** (zemina tř. **sasiCl**). Dle ČSN P 73 1005 se jedná o **písčitý jíl**, tedy o zeminu tř. **F4**, symbol **CS**.

Koeficient filtrace zkoumaných zemin je menší než  $1 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , jedná se tedy o zeminy téměř nepropustné.

Podrobné výsledky laboratorních prací uvádíme v příloze č. 4.

#### 4.3. Technické závěry

Úložné poměry zájmového území byly ověřeny 3 sondami hloubenými do předkvartérního podloží. Výsledky sondovacích prací jsou graficky zpracovány do geologického řezu s vyznačením předpokládaného rozhraní geotechnicky odlišných vrstev (příl. č. 3).

Pod 0,4-0,7 m mocnou vrstvou jílovito-úlomkovitých navážek byly zastiženy sprašové sedimenty sahající do hloubky 2,1 až 2,7 m pod terén. Jedná se o prachovité jíly (**CI**), tuhé až pevné konzistence. Hlouběji byla zastižena 0,9-1,9 m mocná deluvia charakteru vysoce plastických jílu tuhé až pevné konzistence. Jsou to slíny (**CH**), eluvia slínovců v druhotném uložení, přemístěné sem z vyšších poloh. Od úrovně 3,6-4,2 m pod terénem bylo zjištěno předkvartérní podloží - glaukonitické pískovce. Při svém povrchu je horninového podloží zcela rozvětralé na pevný písčitý jíl (**R6/CS**), sondami J-2 a J-3 byla v hloubce 4,2-4,9 m pod povrchem terénu zastižena hornina zvětralá (**R5**) až navětralá (**R3**). Podzemní voda v době realizace průzkumných prací nebyla průzkumnými sondami zastižena.

Pevnost hornin (navětralých pískovců) v prostém tlaku nebyla zkoumána, byly využity archivní analýzy ze sousední lokality (lit. /1/), kde byla provedena řada těchto zkoušek. Výsledná pevnost horniny v prostém tlaku byla hodnocena jako střední, navětralé pískovce tak byly řazeny do tř. **R3** dle ČSN P 73 1005.

Navážky a zeminy kvartérního pokryvu a eluvia předkvartérního podloží lze charakterizovat jako málo únosné a silně stlačitelné. Zvětralé až navětralé pískovce považujeme za poměrně únosné a málo stlačitelné, poskytují tedy vhodné základové prostředí.

Dle sdělení objednatele se na lokalitě uvažuje s výstavbou podzemních nádrží na vodu s předpokládanou úrovní základové spáry v hloubce okolo 4 m pod povrchem terénu. Podzemní nádrže tedy budou založeny plošně na eluviích předkvartérního podloží, t.j. tuhých až pevných slínech (**CH**), resp. pevných písčitých jílech (**CS**).

Pro statické výpočty uvádíme následující tabulkové hodnoty zastižených zemin dle ČSN 73 1001 :



třída dle ČSN 73 1001	$E_{\text{def}}$ (MPa)	$\varphi_u$ (°)	$\varphi_{\text{ef}}$ (°)	$C_u$ (kPa)	$C_{\text{ef}}$ (kPa)	$v$ (1)	$\gamma$ (kNm <sup>-3</sup> )	$R_{\text{dt}}$ (kPa)
CI tuhá	3	0	17	50	10	0,40	21,0	100
CI pevná	6	0	19	80	16	0,40	21,0	200
CH tuhá	2	0	14	40	4	0,42	20,5	80
CH pevná	4	0	15	80	8	0,42	20,5	160
CS pevná	5	5	25	70	18	0,35	18,5	250
R5	200	-	-	-	-	0,25	-	300
R3	1 500	-	-	-	-	0,20	-	800

U hodnot tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{\text{dt}}$  je nutná případná úprava dle ČSN 73 1001, příl. 6, pozn. 1 až 3 (vliv hloubky založení).

Minimální hloubku založení s ohledem na klimatické vlivy doporučujeme volit 1 m pod upraveným terénem.

Hladina podzemní vody nebyla v době realizace průzkumných prací zastižena, byla zaklesnutá hlouběji do puklinového systému střednoturonských pískovců, tato zvodeň by neměla být stavebními pracemi zastižena.

Nelze však vyloučit, že obzvláště po jarním tání a při a po obdobích výraznějších srážek může být na lokalitě zastižen sezónní mělký horizont podzemní vody vázaný na navážky a propustnější vrstvy zastižených zemín, takovéto zvodnění bude časově a místně proměnlivé, resp. dočasné.

Během 14 dní od realizace vrtných prací nebylo takovéto zvodnění zastiženo, monitorovací vrt byl suchý.

Monitorovací vrt bude nadále sledován v rámci probíhajícího monitoringu vodárenských štol na Černé Hoře.

S ohledem na některé negativní okolnosti zjištěné v rámci blízkého krytého bazénu je možno konstatovat následující:

- v rámci stavebních prací je nutno realizovat opatření, která zabrání možnému vzniku zvodnění mezi stěnami stavebních jam a stěnami nádrží, je patrné, že svrchní vrstvy pod navážkami (jíly, slíny) jsou špatně propustné (až téměř nepropustné), tato okolnost znamená, že pokud je ve stavebních jámách mezi stěnami nádrže a stěnami jámy umístěn zához stavebním materiálem, dochází zde k zadržování srážkové vody, v porézních materiálech záhozu se vytváří umělý vodní

horizont, který má negativní vliv na nádrže, této okolnosti je nutno zabránit, tj. je minimálně nutno výkopy okolo podzemních nádrží nepropustně upravit tak, aby zde nemohlo vzniknout umělé zvodnění, tj. tento prostor mezi konstrukcí nádrží a stěnami stavební jámy je nutno zatěsnit např. hutněním zemin relativně nepropustných, případně těsnit vylepšenou jílovitou zeminou (stabilizace), pod dno nádrží neumisťovat žádné propustné vrstvy, které by se mohly stát kolektorem podzemní vody (tj. dno jámy doporučujeme vyrovnat podkladovým betonem)

- srážkové vody je nutno odvést povrchovými úpravami od nádrží, zatěsněný obvod nádrží upravit (vyspádovat tak), aby dešťová voda otékala od nádrží

- za nejvhodnější považujeme realizaci betonových nádrží dostatečně dimenzovaných proti možnému výskytu občasného horizontu podzemní vody, který zde nelze vyloučit, resp. nádrže bezpečně dimenzovat proti případnému vztlaku podzemní vody jak přirozeně se občasně vyskytující, tak dočasně akumulované v zásypu nádrží

Z hlediska vhodnosti zastižených zemin pro použití do konstrukčních násypů a zásypů hodnotíme zastižené navážky a zeminy kvartérního pokryvu jako málo vhodné až nevhodné.

Zemní práce budou prováděny v I. třídě těžitelnosti dle ČSN P 73 1005 (ponejvíce ve 3. třídě těžitelnosti dle bývalé ČSN 73 3050). Třídy těžitelnosti a zařazení dle ČSN P 73 1005 jsou uvedeny v popisu sond.

Vzhledem ke stísněným poměrům bude nutno stavební jámu pažit.

#### 4.4. Závěr

Podrobný inženýrsko-geologický průzkum zhodnotil celkové stavebně-geologické poměry lokality.

V případě výskytu neočekávaných nepříznivých okolností při zakládání si zpracovatelé průzkumu vyhrazují prohlídku základové spáry.

Ostatní údaje jsou obsahem předchozích kapitol.

Vypracoval : Ing. Josef Stuchlík

RNDr. Vladimír Lašek

V Hradci Králové a Litomyšli dne 28.2.2022

## 5. Použitá literatura

- 1/ Stuchlík, Lašek, GGS Litomyšl s.r.o., 2001 :  
Litomyšl - stadion, inženýrsko-geologický průzkum
- 2/ Stuchlík, Lašek, GGS Litomyšl s.r.o., 2008 :  
Litomyšl - krytý bazén, inženýrsko-geologický průzkum
- 3/ Stuchlík, Lašek, GGS Litomyšl s.r.o., 2017 :  
Litomyšl - sektor pro vrhy, inženýrsko-geologický průzkum
- 4/ Lašek, V. (2000): Litomyšl - LB Tech - hydrogeologické  
posouzení, čerpací zkouška na průzkumném vrtu v areálu LB  
Techu. GGS Litomyšl s.r.o.
- 5/ Geologický profil vrtů GDO 289 931, 635 457 a další. ČGS  
Geofond Praha.
- 6/ Mísař a kol. : Geologie ČSSR I., Český masív, vydalo  
SPN Praha 1983
- 7/ Kol.: Geologická mapa ČSSR 1 : 200 000, list Česká  
Třebová, vydal ÚÚG Praha 1990
- 8/ ČSN : EN 1997-1, EN 1997-2, EN ISO 14688, P 73 1005,  
73 6133, 73 1001, 73 3050 a normy související