

**Inženýrskogeologický průzkum základových poměrů
a návrh založení podle výsledků průzkumu
lokalita - Nová Máchovna
řadová zástavba**

Zak. č. 2013 – 07 - 089

Obsah:

1. Úvod	4
2. Přírodní poměry širšího okolí	4
2.1 Morfologické poměry	4
2.2 Klimatické poměry	4
2.3 Inženýrskogeologické a hydrogeologické poměry na lokalitě a staveništi	5
2.3.1 Severní část lokality (3 řady domů)	5
2.3.2 Jižní část lokality (2 řady domů)	6
3. Rozvrh sondovacích prací a zkoušek s výsledky geodetických prací a s údaji o systému zaměření	6
4. Těžitelnost dle ČSN 73 3050	7
5. Mechanické vlastnosti základové půdy dle ČSN 73 1001, 72 1002	7
6. Návrh založení stavby	9
7. Únosnost, sedání	10
8. Základová jáma	11
9. Základová spára	12
10. Podzemní voda	12
11. Závěr	13

Přílohy:

1. Přehledná situace umístění stavebních pozemků na lokalitě
2. A Situace staveniště a umístění sond DPT - část sever
2. B Situace staveniště a umístění jádrových vrtů - část jih
3. Znázornění průběhu geologických vrstev na staveništi v jednotlivých řezech
- sever
- jih
4. Grafické znázornění profilů sond DPT
5. A Základní dokumentace profilů sondáže DPT (sever)
5. B Základní dokumentace profilů jádrových vrtů J (jih)
6. Měřičská zpráva, seznam souřadnic a výšek průzkumných sond DPT (sever) a jádrových vrtů J (jih) v JTSK a Bpv
7. Stanovení chemismu, agresivity prostředí dle ČSN EN 206-1
8. Vyhláška o bezpečnosti práce při výkopech
9. Archivní podklady – sonda SP-13 zak. IGP Berounské Dvorce (2002)

Literatura:

- V. Klein a kol. (1985), redaktor listu základní geologické mapy 1 : 25 000, Beroun, č. mapy 12 - 411, ÚÚG Praha
- V. Klein a kol. (1985), redaktor listu základní geologické mapy 1 : 25 000, Králův Dvůr, č. mapy 12 - 413, ÚÚG Praha ,
- I. Chlupáč a kol. (1987) - Vysvětlivky k ZGM list Králův Dvůr
- V. Klein a kol. (1985), redaktor listu základní geologické mapy 1 : 25 000, Beroun, č. mapy 12 - 411, ÚÚG Praha
- Hazdrová et al. (1983), Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě 1 : 200 000, list 12, Praha
- Bažant (1981), Zakládání staveb, SNTL Praha
- Záruba, Mencl (1974), Inženýrská geologie, Academia Praha
- Chalupa (1996) GGS Beroun, IGP pro stavbu RD, Na Máchovně pozemek parc. č. 1264/2, k.ú. Beroun

- Chalupa (2002) GGS Beroun, IGP pro výstavbu obytného souboru Berounské Dvorce – nad Lidlem, p.č. 1261/1, k.ú. Beroun
- Babor (2008) , BP Consult s.r.o. IGP pro výstavbu bytových domů na parc. č. 1261/90 , k.ú. Beroun
- Chalupa (2009) IGP a návrh založení Na Máchovně I. Etapa, Bytový dům BD-01
- Bridge J.S. & Demicco R.V. (2008) Earth Surface Processes, Landforms and Sediment Deposits, Cambridge University Press
- související aplikované ČSN viz. text

Základní údaje:

Název akce: Inženýrskogeologický průzkum základových poměrů a návrh založení podle výsledků průzkumu lokalita - Nová Máchovna řadová zástavba

Objednatel: Housing Beroun s.r.o., 120 00 Praha 2, Náměstí I.P.Pavlova 1789/5

Zástupce: Mgr. T. Veverka
IČ/DIČ: 01455788/CZ01455788

Pozemky:
Na kterých se nachází staveniště
pozemky parc. č. : viz. PD

pozemky dotčené sítěmi: na staveništi se nenacházely inženýrské sítě bránící průzkumným pracím

Zpracovatel: CHALUPA GGS s.r.o.

Zástupce zpracovatele: RNDr. Soňa Chalupová

Subdodavatelé
technických prací:

Jádrové vrty: BOROS s.r.o. Praha

Zaměření průzkumných děl: Ing. K. Štochl GGS Hořovice

Laboratorní analýzy : ALS Group Czech Republic, s.r.o. Praha

.....
RNDr. Soňa Chalupová
odpovědný řešitel geologických prací

.....
RNDr. Jaroslav Chalupa
řešitel úkolu

.....
Mgr.Bc.František Chalupa
řešitel úkolu

1. Úvod:

Předkládaná zpráva řeší podmínky založení 5 samostatných řad řadových rodinných domů v nově zastavované lokalitě Nová Máchovna. Stavební prostor zahrnuje severní i jižní svah elevace. Domy na severní straně jsou plánovány jako maximálně třípodlažní, z toho jedno podlaží je částečně podzemní. Domy na jihu mají 3 nadzemní podlaží, z toho dvě podlaží úplná a jedno ustupující. Tvar domů tím akceptuje morfologické poměry na lokalitě.

Průzkumné práce na stavebních pozemcích pro řadovou zástavbu na lokalitě Nová Máchovna zahrnují inženýrskogeologický průzkum, jehož součástí jsou všechny údaje dle starší normy ČSN 73 0090 Zakládání staveb. Geologický průzkum pro stavební účely - pro návrh založení stavby.

Pro přehlednost byla celá akce rozdělena podle použité metodiky na část SEVER a část JIH. Toto rozdělení přesně odpovídá naprosto rozdílným inženýrskogeologickým poměrům na severním a jižním svahu lokality. Rovněž je nutný rozdílný přístup k problematice zakládání v těchto odlišných základových poměrech viz. kap. 6 této zprávy.

Zpracované údaje inženýrskogeologického průzkumu jsou z vyhodnocení základových poměrů na odlišných staveništích sever a jih.

Návrh založení jednotlivých bloků řadové zástavby vychází z geomechanických vlastností podloží, které odpovídají specifickým základovým poměrům severu a jihu.

Poloha a výška všech průzkumných děl sond i jádrových vrtů byla zaměřena geodetickými metodami po skončení sondážních prací.

2. Přírodní poměry širšího okolí:

2.1 Morfologické poměry

Zájmové území je nezastavěné pole na východním svahu elevace Máchovna od ulice U Traktorky na severu přes vrchol až na úroveň stávajících rodinných domů v ulici Haškova. Z východu je staveniště ohraničeno pozemky s výstavbou obytných domů Máchovna bytový dům 01. Budoucí staveniště spadá od vrcholu elevace rozděleno morfologicky výrazným hřbetem Z-V směru k severu a k jihu. Sedimentární horniny, které zde tvoří skalní položí, patří do regionálně geologické struktury pražské pánve, která zahrnuje ordovickou sedimentaci mezi Prahou a Plzní.

Z hlediska geomorfologického členění spadá území do Poberounské subprovincie České vysočiny, a to do Hořovické pahorkatiny.

2.2 Klimatické poměry

Lokalita patří z hlediska klimatického členění k okrsku B2 – mírně teplé, mírně suché území. Průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje mezi 7 a 8 °C, ve středních polohách (do 500 m n.m.) je mírná zima s průměrnou lednovou teplotou vyšší než - 3 °C.

Roční srážkový úhrn pro danou lokalitu lze odvodit z údajů pro srážkoměrnou stanici Beroun, uváděných ve Vysvětlivkách k základní hydrogeologické mapě ČR 1 : 200 000 (Hazdrová 1983).

Průměrné měsíční a roční úhrny srážek za období 1931-1960:

Měs.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Mm	24	22	23	32	60	70	79	58	37	36	26	26

Roční úhrn je 493 mm.

2.3 Inženýrskogeologické a hydrogeologické poměry na lokalitě a staveništi

Lokalita patří do prostoru sedimentace ordoviku pražské pánve. Skalní podloží širšího okolí lokality a staveniště je tvořeno ordovickými sedimentárními horninami. Úložné poměry odpovídají regionálně geologické struktuře pražské pánve. Pro toto konkrétní staveniště tedy platí směry průběhu struktur a tektonické poměry charakterizující porušení podložních skalních hornin tohoto severozápadního okraje pánve s osním směrem 65°.

2.3.1 Severní část lokality (3 řady domů)

Odolnější horniny zahořanského souvrství tvoří od stratotypu elevace Háje na západě morfologicky výrazný hřbet, který je zakončen svahem právě na zkoumaném staveništi. Přechody z podloží vinického souvrství pak způsobují litologické změny v horninovém masívu. Na jihu a jihovýchodě sousedí zahořanské souvrství, které v generelu zapadá rovněž jako souvrství vinické k jihovýchodu, s bohdaleckým souvrstvím.

Zahořanské souvrství jsou tmavošedé prachovce. Ve faciálních přechodech se od sebe dají tato souvrství těžko odlišit a horniny lze souhrnně označit jako břidlice. Podložní přechody do tence vrstevnatých břidlic vinického souvrství jsou v ploše staveniště (zvláště "sever") a v okolí tektonicky ovlivněny (radiální tektonika směru SZ – JV, podle které jsou vrstvy vzájemně posunuty).

Skalní masiv v podloží staveniště má však kromě nepravidelně hlubkového zvětřání (mocnosti eluvia a zóny přípovrchového zvětřání hornin) společný znak – rychlé zpevňování horniny pod eluvem směrem do hloubky.

Hloubka zvětřalého skalního podloží se mění na zkoumaném staveništi "sever" podle pozice ve svahu od cca 0,20 m až přes 2,60 m.

Na staveništi "sever" jsou uloženy rozsáhlé deponie směsného výkopku ze základové jámy předchozích etap výstavby v lokalitě Na Máchovně. materiál je uložen v synném sklonu na typických modelovaných hromadách výšky až přes 5 m. (Vytváří typicky - firma Švestka).

Svrchní kvartérní pokryv v severní části lokality je tvořen svahovými uloženinami s vrstvami konformními s tvarem skalního podloží. Soliflukční sedimenty jsou materiálem přemístěných sprašových zemin s úlomkovitým skeletem břidlic a jílovitým zvětřalinovým podílem. Tyto uloženy jsou místy rovněž po svahu a v nerovnostech (erozních rýhách) soliflukcí přeplavené a geomechanicky odpovídají štěrkovitým jílům a jílu s nízkou plasticitou.

Hladina podzemní vody je v podložních prachovcích a břidlicích zaklesnuta v mikrotektonikou porušených horninách, které se rozpadají podle více systémů drobných puklin. Hloubka naražené hladiny podzemní vody byla v nejnižších položených částech staveniště (okolí sondy DPT- S3 do hloubky až 4 m → archiv). Při srážkách odpovídajících průměrnému ročnímu úhnu (stanice Beroun 1930-1961) 493 mm je hladina podzemní vody zaklesnutá po většinu roku ve zvětřalinové zóně slabě puklinově propustné podložní horniny. Úroveň hladiny podzemní vody tak odpovídá eroznímu reliéfu skalního podloží v úrovni rozhraní eluvia a zvětřalého podložní horniny. Při přívalových srážkách se však nestálý horizont freatické po svahu sestupující vody projeví jako tlaková voda v základových jámách otevřených pod svahem v břidlicích. Pro hydrogeologické poměry staveniště je tedy charakteristická sezónní tvorba horizontu "tlakové vody", který se podle klimatických podmínek v tom kterém roce více či méně projevuje. Vzhledem k osazení staveb do terénu napříč svahem vznikne překážka proudění podzemní (freatické i přívalové dešťové vody). Z toho plyne nutnost promyšleného odvodnění podzákladí staveb a převedení této podzemní vody do nižších poloh, kde může být zachycena v retenčních prostorech a částečně likvidována vsakem. U deponie směsného výkopku v západní části pozemků byla naražena hladina podzemní vody v hloubce 1,10 až 2,60 m pod zhlavím sondy.

Chemismus podzemní vody pohybující se ve slabě propustném puklinovém prostředí odpovídá geneticky chemismu podložní horniny. Vzhledem k obsahu manganu a železa, vzniklého rozkladem vtroušeného pyritu v břidlicích a zvláště prachovcích zahořanských, vzniká síranová agresivita v prostředí slabě proudící podzemní vody viz. výsledky chemické analýzy vody ze sondy DPT S-7 v příloze č. 7.

2.3.2 Jižní část lokality (2 řady domů)

Zcela odlišné inženýrskogeologické poměry jsou na staveništi "jih". Nejjižnější část pozemku, která je již na patě svahu, má skalní podloží v mnohem větší hloubce než pozemky za vrcholem elevace. Situaci je možno si představit tak, že souvrství upadájí směrem k JV se sklony vyššími než cca 30°. Nad tímto strmě skloněným skalním masivem se ukládaly kombinované eolickodeluviální sedimenty. Geomechanicky odpovídají jílu s nízkou plasticitou avšak poněkud sníženou únosností, která odpovídá konzistenci těchto jílovitých zemín. Profil od povrchu do hloubky je na staveništi na staveništi "jih" tvořen sprašovými hlínami, které se v určitých případech geotechnicky popisují jako prachovité jíly a jíly šterkovité, písčité s podílem šterku a kamenů. Pro doplnění informací o celkovém rázu poměrů na lokalitě je v příloze č.9 uveden profil a naměřené hodnoty geomechanických vlastností zemín metodou těžké statické penetrace na přilehlém vedlejším pozemku p.č. 1261/90, k.ú. Beroun.

V důsledku klimatických vlivů v konci glaciálu a posledního nástupu interglaciálu došlo k přeplavení sprašových sedimentů a promísení svahových uloženin se skeletem úlomkového charakteru podložních hornin, které tvořily vrcholovou část svahu. Proto jsou zeminy dokumentované jádrovými vrty interpretovány jako jemnozrnné jílovité zeminy v systému zatřídění ČSN 73 1001 a dále se s nimi postupuje v návrhu založení jako se zeminami systému. Je třeba však počítat s tím, že se mohou objevit zeminy s více znaky "pravých" spraší, které norma řadí mezi zvláštní zeminy. Pak je nutno počítat s tím, že při přebírce základové spáry bude nutno provést odpovídající opatření pro stabilizaci těchto zemín.

3. Rozvrh sondovacích prací a zkoušek s výsledky geodetických prací a s údaji o systému zaměření

Sondážní průzkum byl proveden na stavebních pozemcích dvěma odlišnými metodami, které odpovídají specifickým inženýrskogeologickým podmínkám v severním a jižním svahu elevace Na Máchovně. Severní část byla provedena kombinovanou sondáží metodou DPT-MH dle DIN EN ISO 22476-2. Sondy v počtu 9 ks byly prováděny jako dvojité - penetračním hrotem a odběrnou šapou (značení A) viz. záznamy penetračního odporu v příloze 5. A tak, aby kromě charakteristik penetračního odporu byly k dispozici i vzorky profilu ke stanovení geomechanických vlastností zemín. Zatřídění bylo dále provedeno dle všeobecně srozumitelného systému ČSN 73 1001 (Základová půda pod plošnými základy). Na tuto normu je možno bez problémů navázat poznatky a postupy ze základních norem EN a ENDIN, které mají v podstatě jednotný klasifikační základ.

Zeminy zastížené v průzkumných dílech obou částí lokality (sever, jih) byly na místě podrobně makroskopicky popsány a zatříděny do jednotlivých tříd dle dříve platných ČSN 73 1001 - "Základová půda pod plošnými základy" a do tříd těžitelnosti dle ČSN 73 3050 - "Zemní práce", které jsou v našich národních podmínkách stále odbornou stavebně-inženýrskou veřejností v praxi využívány pro jejich osvědčenou vazbu na místní podmínky. Na tyto normy je možno bez problémů navázat poznatky a postupy ze základních norem EN a ENDIN, které mají v podstatě jednotný klasifikační základ. Navzdoru tomu jsou od r. 2010 nahrazovány evropskými normativy (především ČSN EN 1997-1 - Eurokód 7 : Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1 : Obecná pravidla a Část 2 : Průzkum a zkoušení základové půdy, dále ČSN ISO 14688-1 : Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zatřídování zemín - Část 1 : Pojmenování a popis, ČSN ISO 14688-2 : Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zatřídování zemín - Část 2 : Zásady pro zatřídování, ČSN ISO 14689-1 : Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zatřídování hornin - Část 1 : Pojmenování a popis a dále novelizovaná ČSN 73 6133 : Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací). Tyto normativy se v našich podmínkách dosud nevzily, neboť nemají další zřetelné návaznosti pro praxi.

Polohová a výšková dokumentace sond na staveništi byla zajištěna geodetem do předaných podkladů v systému JTSK a Bpv viz. příloha č.3, příloha č. 6.

4. Těžitelnost dle ČSN 73 3050

Těžitelnost je uvedena podrobně u každé vrstvy v popisu profilů sond a jádrových vrtů. Níže uvádíme přehled zařazení jednotlivých zemin do tříd těžitelnosti.

- | | | |
|--|----|-------|
| 1. hlína prachovitá s písčitou příměsí, hlína písčitá, tuhá, tuhá až pevná konzistence
orniční vrstva, popřípadě písčité zeminy kypré a středně kypré | | tř. 2 |
| 2. jemnozrnné zeminy s příměsemi (sprašová geneze), jíly v tuhé, pevné konzistenci,
štěrkovité jílovité zeminy nad hladinou podzemní vody hutné | | tř. 3 |
| 3. prachovitá břidlice, prachovec - zcela rozložená hornina, eluvium | R6 | tř. 4 |
| 5. břidlice, prachovitá břidlice, prachovec - zvětralá hornina | R5 | tř. 4 |
| 6. břidlice navětralá přechod - prachovec navětralý | R4 | tř. 5 |

Vrtatelnost dle Ceníku obor 904 VC 20/105/89:

Jílovité zeminy

tř. I.

Eluvium břidlice, prachovce

tř. II.

Horniny břidlice, prachovce zvětralé navětralé charakteru R5, R4

tř. III.

Poznámka: toto zařazení slouží k ocenění vrtařských prací

5. Mechanické vlastnosti základové půdy dle ČSN 73 1001, 72 1002

V níže uvedených tabulkách jsou efektivní hodnoty místních normových charakteristik základových půd již jako výpočtové hodnoty upravené součiniteli spolehlivosti základové půdy.

A. JEMNOZRNÉ ZEMINY

F2 (CG) – jíl štěrkovitý

Geomechanické vlastnosti	Tuhá konzistence	Tuhá/pevná konzistence ($S_r > 0,8$)	Pevná konzistence ($S_r > 0,8$)	Jednotky
Poissonovo číslo ν	0,35	0,35	0,35	-
Koeficient β	0,62	0,62	0,62	-
Objemová tíha γ	19,5	19,5	19,5	kN/m ³
Modul deformace E_{def}	7	12	14	MPa
Soudržnost totální c_u	60	60	60	kPa
Úhel vnitřního tření tot. ϕ_u	0	0	10	°
Soudržnost efektivní c_{ef}	5,5	6,5	8	kPa
Úhel vnitřního tření ef. ϕ_{ef}	18	19	21	°

F4(CS) jíl písčitý

Geomechanické vlastnosti	Tuhá konzistence	Pevná konz. ($S_r > 0,8$)	Jednotky
Poissonovo číslo ν	0,35	0,35	-
Koeficient β	0,62	0,62	-
Objemová tíha γ	18,5	18,5	kN/m ³
Modul deformace E_{def}	6,5	12,5	MPa
Soudržnost totální c_u	50	70	kPa
Úhel vnitřního tření tot. ϕ_u	0	5	°
Soudržnost efektivní c_{ef}	7	9	kPa
Úhel vnitřního tření efekt. ϕ_{ef}	16	19,5	°

F 6 (CL) - jíl nízké plasticity

Geomechanické vlastnosti	Konzistence tuhá	Konzistence pevná $S_r > 0,8$	Jednotky
Poissonovo číslo ν	0,40	0,40	-
Koeficient β	0,47	0,47	-
Objemová tíha γ	21	21	kN/m ³
Modul deformace E_{def}	5,5	10	MPa
Soudržnost totální c_u	50	70	kPa
Úhel vnitřního tření ϕ_u	0	0	°
Soudržnost efektivní c_{ef}	6	8	kPa
Úhel vnitřního tření ϕ_{ef}	14	18	°

B. ŠTĚRKOVITÉ ZEMINY

G5(GC) štěrk jílovitý, v navázce GC

Geomechanické vlastnosti	$I_D=0,33$ tuhý až pevný	$I_D=0,4$ pevný	Jednotky
Poissonovo číslo ν	0,30	0,30	-
Koeficient β	0,74	0,74	-
Objemová tíha γ	19,5	19,5	kN/m ³
Modul deformace E_{def}	30	35	MPa
Soudržnost efektivní c_{ef}	2	2,5	kPa
Úhel vnitřního tření efekt. ϕ_{ef}	26	26,5	°

G4(GM) štěrk hlinitý

Geomechanické vlastnosti	$I_D=0,4$	Jednotky
Poissonovo číslo ν	0,30	-
Koeficient β	0,74	-
Objemová tíha γ	19	kN/m ³
Modul deformace E_{def}	40	MPa
Soudržnost efektivní c_{ef}	2	kPa
Úhel vnitřního tření efekt. ϕ_{ef}	30	°

C. POLOSKALNÍ A SKALNÍ HORNINY

Vlastnosti horniny	R6 zvětralá břidlice/ prachovec/ eluvium	R5 zvětralá břidlice	R5 zvětralá prachovitá břidlice/ prachovec	R4 navětralý prachovec	Jednotky
pevnost v prostém tlaku σ_c	0,7	2,5	2,5	10	MPa
klasifikace pevnosti	extrémně nízká	velmi nízká	velmi nízká	nízká	-
typ procesu přetváření	střední křehký	křehký	křehký	střední	-
modul přetvářnosti E_{def}	20	35	70	250	MPa
Poissonovo Číslo ν	0,35	0,30	0,20	0,25	-
střední hustota diskontinuit	60-20	60-20	60-20	200-60	mm

Eluvium skalní horniny, které je v hloubce plánované pro založení stavby, lze jako výkopek rovněž považovat za písčité a štěrkovité zeminy, jež se řadí dle ČSN 72 1002 do skupin I až IV, V. Rovněž kvartérní pokryv - jíl písčité a přechody do písků jílovitých nad hladinou podzemní vody je možno na tomto staveništi řadit do skupiny V s tím, že za nepříznivých klimatických podmínek jsou tyto zeminy namrzavé a rozbídné. To platí rovněž pro eluvium prachovců a břidlic, které se působením klimatických vlivů rozkládá jílovitě.

Zeminy svrchního pokryvu a podorníci zvláště v části "jih" jsou jílovité, patří do skupiny zemin VII. Jsou namrzavé, v blízkosti hladiny podzemní vody, kde není přechod do eluvia, mohou být méně stabilní. Při vytěžení a zpětném uložení výkopku jílovitých zemin lze počítat s těmito zeminami do zásypů, avšak mimo aktivní zónu. Zásyp z materiálu eluvia nebo zvětralé horniny může být použit do hutněných zemních konstrukcí avšak mimo hloubky dosahu působení klimatických vlivů. Proto lze tyto eluvia a zvětraliny ukládat v podstatě pouze od nezámrzné hloubky hlouběji.

Rovněž je možno provést v případě nutnosti dosažení větších pevností a únosností, zlepšení plně pod komunikacemi nebo podlahovými konstrukcemi některou z dostupných metod stabilizace a i při úpravě před hutněním je nutno dodržet optimální vlhkost, která je 13 – 15%.

Pro zásypy okolí stavby a zásypy inženýrských sítí platí, že místní výkopek je vhodný při úpravě vlhkosti na hodnoty PCS (viz. ČSN 72 1002) pro hutnění mimo aktivní zónu. Kontroly jsou pak na interpretaci konzistence a modulu deformace vrstev nebo modulu deformace ze zkoušky statickou deskou.

6. Návrh založení stavby

Návrh založení stavby vychází z hodnocení staveniště jako staveniště se složitými základovými poměry z důvodu změn inženýrskogeologických poměrů ve svahu a tedy v podloží budoucí řadové zástavby, která bude napříč svahem. Svahem sestupující sondami nepravidelně naražená hladina podzemní vody má v části "sever" charakter "tlakové vody" se sezónním kolísáním dle aktuálních srážek. Stavba objektů řadové zástavby (do 2 podlaží) je považována za stavbu nenáročnou. Postup při návrhu základů dle čl. 20 až 24 ČSN 73 1001 proveden ve 2. geotechnické kategorii s využitím statisticky velkého souboru dat měření DPT v části "sever" a hlubších jádrových vrtů v části "jih".

Založení staveb v části "sever" (sondáž DPT S-1 až DPT S-9) je možné výhodně provést do skalního masivu kvality R6 výše popsaných vlastností s tím, že zvláštní pozornost při zakládání je třeba věnovat části staveniště, kde je únosná vrstva zvětralé skalní horniny poněkud níže uložena - okolí sondy DPT S-3. Dále uvedená únosnost odpovídá minimálně kvalitě zvětraleho horninového masivu R6 viz. rozlišení v popisu sond přílohy 5. A. (Při hlubším založení do skalního masivu kvality R5 lze využít vyšší únosnosti). Rovněž je možno základovou spáru plánovat v jiných výškových úrovních, ale doporučujeme výškové osazení staveb do terénu provést vždy do horniny skalního masivu.

V této části staveniště se může v základové jámě staveb projevit po svahu sestupující podzemní voda, která ve zvětralinové zóně skalního masivu vytváří tzv. "tlakovou" vodu".

Založení staveb v části "jih" je možno navrhnout pouze do zemin jemnozrných, a to do zeminy charakteru jílu šterkovitého F2(CG) tuhé konzistence. Lokálně se však mohou ve svahu vyskytovat "kapsy" s vyšším podílem velmi jemnozrných zemin eolické (sprašové) geneze, proto je třeba kromě opatření týkajících se stavebně provozních záležitostí pečlivě provádět přebírky základové spáry a provést případně opatření zamezující možnému lokálnímu prosednutí základů v těchto místech.

Obecně doporučujeme rozdělit domy řadové zástavby do kompaktních dilatačních celků max. délky do cca 25 m pro zamezení důsledků nerovnoměrného dosednutí staveb.

POJEZDOVÉ A PARKOVACÍ PLOCHY, PODLAHOVÉ KONSTRUKCE

Únosnost zemní pláně po odstranění povrchové orniční a případně drnové vrstvy je třeba řešit návrhem parametrů, kterých má být dosaženo v aktivní zóně s využitím ČSN 72 1002, ČSN 73 6133 a ČSN 72 1006. Podle nároků na zatížení povrchu postupovat již při výstavbě podloží a konstrukčních vrstev dle ČSN 73 6133 a 72 1006.

Část "sever"

Při zjištěných zvětralých horninách případně eluviích charakteru zemin pláně pod povrchovou vrstvou může být zpracována parapláň v eluvium pod podlahovou deskou mezi základovými pasy hutněním na min. $E_{def2} = 30$ MPa. Při příměsi cementu lze dosáhnout v případě nutnosti ve stejné úrovni únosnost vyšší než $E_{def2} = 70$ MPa. Pro podlahové konstrukce lze využít opření podlahové desky o hutněný šterkový podsyp. Při tloušťce 0,15 m může být dosaženo zhutněním šterkové frakce 0/63 na eluvium nebo zvětralou horninu modulu $E_{def2} = 45$ MPa při dodržení poměru modulů do 3,5. Při zlepšené pláni nebo na šterkové vrstvě 2 x 0,20 m (frakce 0/63) pak pod komunikací normou požadovaných $E_{def2} = 120$ MPa.

Při nepříznivých klimatických vlivech nebo pro překonání zimního období a rovněž pro účinné zvýšení únosnosti v úrovni parapláň je možno stabilizovat zeminy eluvia nebo zeminy při písčité příměsi cementem, a to příměsí cca do 6% a chránit krycí vrstvou. Už parapláň po úpravě a zhutnění bude mít pevnost vyjádřenou $E_{def2} = 70$ MPa při poměru modulů do 2,3. Na povrchu aktivní zóny nestmelených vrstev (dle normy) na podloží konstrukčních vrstev skladby komunikace pak je třeba dosáhnout $E_{def2} = 120$ MPa při poměru modulů do 3,5.

Část "jih"

V jemnozrnných zeminách doporučujeme provést stabilizaci plání příměsí vápennocementového pojiva 50/50 v množství 3,5% objemové hmotnosti upravované zeminy. Na takto upravenou spodní pláň je možno po položení separační geotextilie provést konstrukci spodní stavby plošných konstrukcí analogicky s popisem části sever s tím, že předpokládáme zlepšení pláně stabilizací z cca $E_{def2} = 10$ MPa na $E_{def2} = 60$ MPa. Tak je možno počítat s realizací jedné šterkové vrstvy 0/63 tloušťky 0,25 m pro dosažení normových parametrů viz. část "sever".

7. Únosnost

Hodnota výpočtové únosnosti pro staveniště "sever" vychází z vyhodnocení velkých souborů dat základního měření penetračního odporu metodou DPT viz. příloha č. 5. A. Pro plošné založení jsme zvolili výpočet únosnosti, který bere v úvahu geomechanické charakteristiky zvětralé horniny, která může být odkryta podle údajů uvedených v kap. 6 v celém rozsahu základové spáry podle osazení domů řadové zástavby do terénu.

Pro svrchní vrstvy prachovitých břidel a prachovců přechodů vinického a zahořanského souvrství a v přechodech eluvia do zvětralého skalního podloží platí únosnost závislá na pevnosti horninového materiálu a hustotě diskontinuit:

$$R_d = \sigma_c / r \cdot p$$

σ_c výpočtová pevnost horniny v prostém tlaku – pro tř. R6 a střední až velkou hustotu diskontinuit je hodnota 0,7 MPa

r součinitel kvality skalní horniny – pro tř. horninového masivu R6 je hodnota 1,2

p součinitel diskontinuit - hodnota 1,8

$$R_d = 324 \text{ kPa} \quad \text{platí jako minimální hodnota pro celé staveniště}$$

Únosnost štěrkovitých jíílů v části "jih" uvádíme modelově pro základový pas šířky 0,60 m a délky 10 m. Pro hloubku založení, která se rovná minimální nezámrazné hloubce dle mrazového indexu tj. 0,80 m "v rostlém podloží" a rovněž je nutno dodržet 0,80 m pro mrazové zakrytí základových konstrukcí.

UNOSNOST ZAKLADOVÉ PUDY - MEZNI STAV UNOSNOSTI				
Objemová tíha nad	gamma1	18,5	[kN.m-3]	*****
objemová tíha pod	gamma2	19,5	[kN.m-3]	*****
šířka základu	b	0,6	[m]	*****
délka základu	l	10	[m]	*****
hloubka založení	d	0,8	[m]	*****
hodnota soudržnosti	cd	5,5	[kPa]	*****
úhel odklonu od svislice	delta	0	[grad]	*****
úhel vnitřního tření	fid	18	[grad]	*****
	delta	0,00	[rad]	
	fid	0,31	[rad]	
	i	1,00		
	Nd.c,b	5,26	13,10	2,08
	sd.c,b	1,02	1,01	0,98
	gd.c,b	1,09	1,12	1,00
UNOSNOST		Rd	179,55	[kPa]

Konečné sednutí je možno zjistit výpočtem podle II. mezního stavu při známé hodnotě přitížení stavbou do základové spáry. Na sedání má v tomto případě vliv přítomnost relativně nestlačitelného podloží do hloubky zpevňující zvětralé skalní horniny v celém rozsahu základové spáry.

8. Základová jáma

Základová jáma pro stavební konstrukce bude v části sever hloubena na úroveň eluvia nebo minimálně -0,80 m od úrovně stávajícího terénu (minimální nezámrazná hloubka dle mrazového indexu).

V jižní část staveniště – základová spára musí být vyhloubena na minimální hloubku 0,80 m pro splnění podmínky pro geostatické napětí a rovněž jako nezámrazná hloubka. V zářezích svahu bude založení hlubší a tedy není třeba v zářezu provádět přehloubení.

Pokud bude založení hlubší, je to v obou staveništích na zeminy s větší únosností vzhledem ke geostatickému napětí.

Základová jáma smí být otevřena svahováním s max. sklonem 4 : 1 pro krátkodobý sklon svahu 2-3 dny v průběhu výstavby při příznivých klimatických podmínkách, nebo kolmý krátkodobě (1 den) nebo déle pouze pod ochranou pažení viz. příloha č. 8. Stablní sklon svahu při provádění otvírky stavební jámy v klimaticky příznivém období (V-IX) je při nutné době otvírky cca do 1 měsíce možný 2 : 1.

Pod ochranou pažení musí být základová jáma v sousedství komunikace. Je třeba počítat s tím, že povrchová vrstva (ornice, případně štěrková zpevňovací vrstva) bude krátkodobě stabilní jen tam, kde je ulehlejší a má jílovitý podíl, tedy svrchní vrstvu je nutno upravit do přiměřeně menšího sklonu cca 1 : 1. V případě nutnosti strmějších stěn jámy v sousedství komunikace na hloubku vyšší než 3 m je nutné hnané pažení.

Pažení kolmých stěn v případě dlouhodobého otevření stavební jámy a v sousedství stavební komunikace rovněž umožní pohyb stavebních mechanismů v okolí základů. Zeminy na staveništi, ve kterých bude prováděn výkop, jsou vhodné po úpravě vlhkosti do násypů nebo jiných zemních konstrukcí mimo aktivní zónu. Sklony trvalých svahů – v okolí hotové stavby z jemnozrnných zemín je třeba pro udržení bezpečného a dlouhodobého sklonu svahů po skončení terénních úprav – svahovat se sklonem 1 : 2,2 až 1 : 2,5. (Jinak nutno řešit nějakým stabilizujícím prvkem). Do stavebních

nákladů zařízení staveniště je třeba zahrnout štěrk na úpravu okolí staveniště a čištění mechanismů, aby nedocházelo ke znečištění přilehlých obecních komunikací rozbředlou zeminou.

9. Základová spára

Základová spára smí být odkryta ve svahované základové jámě nebo jen pod ochranou pažení (bezpečnostní hledisko viz. příloha č. 8). Při dočišťování základové spáry nesmí dojít k nakypření zemin. Příliš prohloubené části výkopu nesmí být dosypávány těženou zeminou.

Na základovou spáru je možno v části "sever" dát vrstvy štěrku popřípadě separační geotextilii viz. kap. 6. V části "jih" naopak nesmí být použit štěrk jako podsyp pod základové konstrukce. Homogenizace je možná pouze stabilizační příměsí a hutněním. veškeré stavební konstrukce musí být kolem základových konstrukcí důsledně odvodněny, aby nedošlo k porušení struktury zemin sprásové geneze zatékající vodou - ztráta únosnosti.

Při příznivých klimatických podmínkách a po provedení zkoušek únosnosti je možno v obou lokalitách provést rovnou betonové základy stavby. Případné sanace rozbředlých částí základové spáry v důsledku klimatických vlivů je nutno sanovat zavlhlou nebo suchou betonovou směsí S1 hutněnou do sanovaných míst. Modul vrstvy betonové směsi, která musí být zhutněna min. 4 pojezdy hutního mechanismu nebo vibrační deskou, zaručuje, že nedojde k nežádoucímu nerovnoměrnému sednutí stavby.

Obecně platí pro základovou spáru následující poznámky pro plošné založení :

Základová spára musí být odkryta tak, aby nedošlo k jejímu poškození nakypřením stavebními mechanismy. Poslední vrstva zeminy cca 20 cm nad jmenovitou hloubkou musí být odebrána se zvláštním zřetelem k možnosti nakypření.

Základová spára musí být po odkrytí ihned zhutněna a zakryta štěrkem nebo separační geotextilií. Na zhutněných štěrkových vrstvách pak vybetonována. Základová spára nesmí přezimovat. Pokud dojde k částečnému rozbřednutí zemin v základové spáře, musí být tyto zeminy ze základové spáry odstraněny a nahrazeny zavlhlou betonovou směsí nebo v části "sever" únosnou vrstvou drceného kameniva nebo štěrkopísku, kterou je možno nahradit část betonových základových konstrukcí. Povrchová voda musí být odvedena z dosahu zhutněného okolí základů tak, aby se zamezilo jejímu vniknutí do podzákladí stavby.

10. Podzemní voda

Úroveň hladiny podzemní vody odpovídá eroznímu reliéfu skalního podloží v úrovni rozhraní eluvia a zvětralé podložní horniny. Při přivalových srážkách se však nestálý horizont freatické po svahu sestupující vody projeví jako tlaková voda v základových jámách otevřených pod svahem v břidlici. V severní části staveniště byla podzemní voda sondáží ověřena. Tato se vyskytuje na staveništi a v širším okolí lokality v důsledku zvláštních hydrogeologických podmínek, které jsme ověřili na úpatí elevace Děd (staveniště Palouček I, staveniště - bývalá STS a další etapa Palouček II, Na Homolce). Po radiální tektonice, která probíhá od SZ k JV, se projevuje více či méně napjatý horizont podzemní vody. V důsledku morfologie a tedy převýšení infiltračních čel v letenském souvrství je podzemní voda tohoto výše na severu ležícího souvrství převáděna tlakově po zlomech do nižších poloh. Zvodnění méně puklinově propustných břidlic a prachovců, odlišných hydraulických parametrů je tak boční. Tento jev se týká zejména nejnižších poloh severní části staveniště.

Podzemní voda byla v době průzkumu trvale zaklesnuta ve zvětralinové zóně břidlic a prachovců. Přesto je nutno počítat s realizací opatření navržených proti "tlakové vodě", tlakových izolací, protože stavby budou podélnou osou napříč proudění podzemní vody.

Povrchová voda se může dostat na stavební pozemek v důsledku prudkého přivalového deště při otevřené stavební jámě ve směru od svahu. Ve svahu jsou rovněž možnosti periodické přítomnosti svahového freatického horizontu podpovrchové podzemní vody, která se může dostat do zásypů kolem stavby.

Staveniště "jih" je do hloubky působení základů bez podzemní vody, ovšem i zde platí nutnost eliminace vlivu sezónních freatických horizontů podzemní vody, které by zde navíc mohly způsobit ztrátu únosnosti základové půdy, pokud by se dostaly do podzákladí stavby.

Agresivita podzemní vody je XA1 v prostředí slabě proudící podzemní vody v puklinovém systému podložní horniny viz. příloha č.7.

11. Závěr

Lokalita "Nová Máchovna" byla již po zadání zakázky rozdělena na dvě části. Část severní a část jižní. Důvodem byla již dopředu známá naprostá odlišnost základových poměrů na severním a jižním svahu místní elevace na Máchovně.

Zvolená metodika průzkumu pak byla přizpůsobena z důvodu přesnosti vyhodnocení geomechanických vlastností právě inženýrskogeologickým podmínkám ve svazích.

Zatím co zakládání v části "sever" je výhodné provést vždy alespoň do svrchní vrstvy eluvia břidlic (nebo přechodných hornin břidlice - prachovce), v jižní části, která je v mocné vrstvě eolických přepravených a přemístěných zemin (sprašové geneze), bude založení vždy jen do jemnozrnných zemin, většinou jílu s podílem štěrkovitých úlomků prachovců, břidlic, podřadně pískovců.

V severní části byla nesystematicky naražena hladina podzemní vody. podle místních zkušeností při vystavbě byly počáteční přítoky do oteřené stavební jámy (bytový dům objekt 1) do cca 0,5 l/s. Statické zásoby podzemní vody však byly v průběhu otvírky rychle odčerpány (cca 3 dny) a ustálený přítok do 0,2 l/s byl zmáhan intervalovým odčerpáváním z jímek a zářezů k tomuto účelu připraveným. (Pod touto ochranou stavebního čerpání malého rozsahu bylo možno realizovat homogenní štěrkový polštář pod základové konstrukce i v přechodném období s mrazovými cykly).

Přesto je potřeba počítat s vytvářením horizontů s tlakovou vodou v části "sever", protože řadová zástavba vytvoří ve svahu překážku v sestupném proudění podpovrchové vody ve zvětralinové zóně břidlic. Tuto situaci doporučujeme řešit vybudováním drenážních per přes strukturu pod souvislými konstrukcemi řadové zástavby.

Z těchto rozdílných inženýrskogeologických poměrů musí vycházet již projekt v plánování osazení staveb do terénu, úprav zemin stabilizací v části "jih" a to při přípravě spodní stavby komunikací. Při zakládání je třeba provádět geotechnický dohled, který vyloučí případné chyby, které by mohly vzniknout při naražení větších kubatur zemin čistě sprašové geneze - tedy bez štěrkovité příměsi. Tyto zeminy byly v menší míře ověřeny jádrovými vrty. Rovněž v této jižní části lokality je nutno počítat s přípravou zpevněných manipulačních a "oklepových" ploch, kde bude probíhat čištění mechanismů před vjezdem na městské komunikace.

Zpracovatel si vymíňuje přebírku základové spáry zápisem do stavebního deníku stavby a právo případných změn a úprav základové spáry dle průzkumy sondami nezjištěných skutečností.

V Berouně 8.7. 2013

Zpracoval:

RNDr. Jaroslav Chalupa

Mgr. František Chalupa

Za CHALUPA G G S s.r.o.

RNDr. Soňa Chalupová