



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**STATICKÉ ŘEŠENÍ SPODNÍ STAVBY BYTOVÉHO
DOMU**

STATIC SOLUTION OF THE SUBSTRUCTURE OF AN APARTMENT BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Karel Kulík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Martin Zlámal, Ph.D.

BRNO 2025

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav betonových a zděných konstrukcí
Student: **Bc. Karel Kulík**
Vedoucí práce: **Ing. Martin Zlámal, Ph.D.**
Akademický rok: 2024/25
Studijní program: N0732A260023 Stavební inženýrství – pozemní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Statické řešení spodní stavby bytového domu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh nosné základové železobetonové konstrukce. Statické řešení včetně přípravy matematického/výpočtového modelu. Posouzení vybraných nosných prvků. Variantní řešení dle typu konstrukce. Vypracování výkresové dokumentace. Podrobnější specifikace řešených prvků dle pokynů vedoucího práce.

Cíle a výstupy diplomové práce:

Komplexní návrh železobetonové nosné konstrukce spodní stavby bytového domu včetně statického posouzení.

Diplomovou práci je třeba vypracovat a rozčlenit podle této struktury:

Textová část (v rozsahu a ve formě průvodní a technické zprávy)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě.

Seznam doporučené literatury a podklady:

Stavební podklady – situace, půdorysy, řezy, geologie.

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 31. 3. 2024

L. S.

doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
vedoucí ústavu

Ing. Martin Zlámal, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem železobetonové základové konstrukce vícepodlažního bytového domu. Jedná se o vodonepropustnou konstrukci bílé vany. Založení je navrženo jako spolupůsobení základové desky a pilot. Analýza vnitřních sil je provedena v programu RFEM s addonem SOILIN. Konstrukce suterénu byla posouzena na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Vzhledem k požadavku na nepropustnost konstrukce byl proveden také návrh výztuže na nesilové účinky v raném stádiu betonu.

KLÍČOVÁ SLOVA

bílá vana, železobeton, základová deska, obvodové stěny, piloty, vodonepropustnost, metoda konečných prvků, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti, šířka trhliny, silové účinky, nesilové účinky, hydratační teplo

ABSTRACT

The master's thesis deals with the design of reinforced concrete foundation structure of a multi-storey apartment building. It is a watertight structure. The foundation is designed as a coaction of the foundation slab and piles. Internal forces were analysed in RFEM software based on finite element method with SOILIN addon. The basement structure was assessed for ultimate limit state and serviceability limit state. Due to the requirement for waterproofness, the reinforcement was designed for non-force effects at an early stage.

KEYWORDS

watertight underground structure, reinforced concrete, foundation slab, external walls, piles foundations, waterproofness, finite element method, ultimate limit state, serviceability limit state, crack width, force effects, non-force effects, heat of hydration

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KULÍK, Karel. *Statické řešení spodní stavby bytového domu*. Brno, 2025. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí Ing. Martin Zlámal, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že listinná forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Statické řešení spodní stavby bytového domu* je shodná s odevzdanou elektronickou formou.

V Brně dne 17. 1. 2025

Bc. Karel Kulík

autor

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Statické řešení spodní stavby bytového domu* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 17. 1. 2025

Bc. Karel Kulík

autor

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Martinovi Zlámalovi Ph.D., za jeho ochotu a vstřícnost při vedení diplomové práce a velké poděkování patří panu Ing. Janu Perlovi za všechny věnovaný čas při konzultacích, odborné rady z praxe, připomínky a vysvětlení problematiky.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině a kamarádům za neutuchající podporu a zážitky vedoucí k úspěšnému dokončení této školy.

Obsah

1.	ÚVOD.....	9
2.	POPIS OBJEKTU.....	9
3.	POPIS KONSTRUKCE	10
3.1	Pilotové založení.....	10
3.2	Základová deska.....	10
3.3	Svislé konstrukce spodní stavby	11
4.	MATERIÁLY.....	11
4.1	Beton.....	11
4.2	Ocel.....	12
4.3	Zdivo.....	12
5.	ZATÍŽENÍ.....	13
5.1	Stálé	13
5.2	Užitné.....	13
5.3	Klimatické	13
5.4	Zemní tlak v klidu na stěny 2.PP a 1.PP	14
6.	VÝPOČETNÍ MODEL.....	14
7.	ZATĚŽOVACÍ STAVY A KOMBINACE.....	15
8.	ZALOŽENÍ OBJEKTU.....	17
8.1	ZÁKLADOVÉ POMĚRY	17
9.	ZÁVĚR.....	18
10.	ZDROJE	19
10.1	Normy.....	19
10.2	Použitá literatura.....	19
10.3	Webové stránky.....	19
10.4	Software.....	20
11.	SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK.....	20
12.	SEZNAM PŘÍLOH	23

1. ÚVOD

Diplomová práce se zabývá návrhem suterénní části konstrukce vícepodlažního bytového domu s částí určenou pro komerci. Suterénní prostory slouží jako parkovací stání a technické zázemí objektu. Konstrukční systém 2.PP a 1.PP představuje železobetonový monolitický převážně sloupový systém s komunikačními jádry, rampou a obvodovými konstrukcemi.

Z konstrukčního hlediska bude objekt založen na základové desce podporované piloty, přičemž základová deska spolu s obvodovými stěnami bude provedena jako vodonepropustná konstrukce, tzv. bílá vana. Při návrhu konstrukce bylo třeba zohlednit třídu namáhání konstrukce podzemní vodou a třídu užívání konstrukce. Z těchto předpokladů pak byla stanovena mezní hodnota šířky trhlin vzniklých v železobetonové konstrukci.

Založení objektu je v prvotní dokumentaci řešeno deskou menší tloušťky na pilotovém založení. Tato varianta se však při realizaci ukázala jako nedostatečná, proto byl proveden nový návrh tloušťky desky s novým návrhem pilotového založení.

Výztuž základové desky a obvodových stěn ve 2.PP byla navržena na mezní stav únosnosti a dále na mezní stav použitelnosti, který vzhledem k vyšším nárokům na šířku trhliny v raném stadiu betonu byl rozhodující. Vnitřní nosné konstrukce ve 2.PP jsou posouzeny na mezní stav únosnosti.

Rané stadium betonu je posuzováno na kombinaci účinků tření v uložení, smršťování a vývin hydratačního tepla.

2. POPIS OBJEKTU

Jedná se o osmipodlažní obytný dům se dvěma suterény.

Suterény mají půdorysný tvar L s rozměry vnějších stran 50,7 x 56,9 m. Podlaží 2.PP a 1.PP domu slouží jako garážová stání a technické zázemí objektu. Suterén 1.PP je částečně otevřený do dvora, tam se nachází vjezd do garáží, podlaží 2.PP je přístupné železobetonovou rampou uvnitř objektu.

V 1.NP jsou komerční prostory a byty, ve vyšších podlažích jsou pak výhradně byty. Konstrukční systém hlavní nosné konstrukce je v podzemních podlažích převážně sloupový skelet s komunikačními jádry, rampou a obvodovými konstrukcemi, nadzemní podlaží pak mají nosný systém z příčných stěn, komunikačních jader

a železobetonových monolitických stropů. Ve stropě nad 1.PP a nad komerční částí 1.NP je přechodový trámový rošt, pro přechod mezi sloupovým a stěnovým systémem. Od 5.NP jsou nosné železobetonové stěny postupně nahrazovány zděnými z vápenopískových bloků.

Spodní stavba je navržena jako vodonepropustná konstrukce, tzv. bílá vana s hlubinným založením pilotami.

3. POPIS KONSTRUKCE

3.1 Pilotové založení

Založení konstrukce je provedeno jako hlubinné na velkopřůměrových pilotách, vrtaných metodou CFA.

Pro založení stavby jsou uvažovány piloty Ø600, Ø900 a Ø1200 mm, přičemž v části půdorysu se dle IGP nachází štěrkopískové podloží, v těchto místech je uvažováno s vrtáním s výpažnicí pod úroveň štěrkopísku. Průměry a délky pilot jsou navrženy v závislosti na intenzitě zatížení, úrovni založení a geologickém profilu. Vzhledem k charakteristikám podloží jsou piloty navrženy jako plovoucí.

Piloty jsou navrženy osově pod sloupy a pod vnitřními stěnami. Pod obvodovými suterénními stěnami na jižní a severní straně jsou navrženy piloty mimo osu vzhledem k možnostem velikosti stavební jámy případně další etapě výstavby.

3.2 Základová deska

Nad pilotami je navržena základová deska tloušťky 500 mm (lokálně pod jádry a vybranými obvodovými stěnami zesílena na 600 mm). Základová deska bude betonována na vrstvu podkladního betonu tloušťky 100 mm.

Deska musí odolávat vodnímu sloupci tlakové vody výšky cca 1,9 m, v místech dojezdů výtahů cca 3,3 m. Dle zadaných předpokladů – přítomnost tlakové vody a užívání jako garáže či sklepní kóje s přípustným omezeným průsakem vody, byla konstrukce klasifikována dle TP ČBS 04 jako **Třída namáhání 1 a Třída užívání B**. Toto vede na **návrhový přístup B** a výpočtovou trhlinu **maximální šířky $w_k = 0,2$ mm**. Mohou se lokálně vyskytnout průběžné trhliny větší než 0,2 mm, které jsou dány statistickou odchylkou. Tyto trhliny je nutné následně zainjektovat.

Základová deska je rozdělena na 3 pracovní úseky (viz *Harmonogram provádění, Statický výpočet str. 33-35*) s tím, že byla snaha o dodržení rovnoměrných rozměrů

pracovních celků a aby byly situovány kolem prohlubní pro dojezdy výtahů. Pracovní celky budou na svém styku opatřeny těsněním z vnějších těsnících pásů šířky 200 mm se 4 výstupky (např. SIKA AR-20). Tyto těsnící pásy budou napojeny na povrchové těsnící pásy v pracovní spáře mezi základovou deskou a obvodovou stěnou.

3.3 Svislé konstrukce spodní stavby

Konstrukční systém spodní stavby je převážně sloupovým železobetonovým monolitickým skeletem s obvodovými železobetonovými stěnami, vnitřními stěnami kolem komunikačních jader a rampou. Obvodové stěny suterénů jsou tloušťek 250 a 300 mm. U západní obvodové stěny jsou vytvořena žebra pro ztužení konstrukce. Ztužující stěny komunikačních jader jsou tloušťky 250 mm, stěna rampy je tloušťky 300 mm, ostatní vnitřní stěny jsou pak tloušťek 220 a 200 mm. V 2.PP se nachází rozměry sloupů 1100x300, 1000x300, 800x300 a 600x300 mm.

Obvodové stěny musí odolávat vodnímu sloupci tlakové vody výšky cca 1,4m. Dle zadaných předpokladů – přítomnost tlakové vody a užívání jako garáže či sklepní kóje s přípustným omezeným průsakem vody, byla konstrukce klasifikována dle TP ČBS 04 jako **Třída namáhání 1 a Třída užívání B**. Toto vede na **návrhový přístup B** a výpočtovou trhlinu **maximální šířky $w_k = 0,2$ mm**. Nad úrovní HPV je možné přejít na **návrhový přístup C** s **maximální šířkou trhliny $w_k = 0,2$ mm**. Mohou se lokálně vyskytnout průběžné trhliny větší než 0,2 mm, které jsou dány statistickou odchylkou. Tyto trhliny je nutné následně zainjektovat.

Pracovní spáry obvodových stěn budou rovněž těsněny vnějšími těsnícími pásy šířky 200 mm se 4 výstupky (např. SIKA AR-20). Pro řízené spáry budou do konstrukce vkládány trhací plechy, ty se nesmí dotýkat vložek výztuže. Řízené spáry budou rovněž těsněny vnějšími těsnícími pásy šířky 200 mm se 4 výstupky. Těsnění stěn budou napojena na těsnění základové desky.

4. MATERIÁLY

4.1 Beton

Piloty	C 20/25 – XC2 – CI 0,4
Základová deska	C 25/30 - XC2, XD1 – CI 0,4 - D_{max} 22 – S3
Obvodové stěny 2.PP-1.NP	C 25/30 - XC2 – CI 0,4 - D_{max} 16 – S3

Vnitřní stěny 2.PP-1.NP	C 25/30 - XC1 – CI 0,4 - D _{max} 16 – S3
Sloupy 2.PP-1.NP	C 25/30 - XC1 – CI 0,4
Sloupy 2.PP	C 30/37 - XC1 – CI 0,4
Stropní deska 2.PP-1.NP	C 25/30 -XC2, XD1, XF2 – CI 0,4
Stropní deska 1.PP-1.NP	C 25/30 -XC1 – CI 0,4
Stěny 2.NP-5.NP	C 25/30 - XC1 – CI 0,4
Stropní desky 2.NP-8.NP	C 25/30 - XC1 – CI 0,4
Stěny 6.NP-8.NP	C 20/25 - XC1 – CI 0,4

Bližší specifikace betonu viz příloha P3.1: *Specifikace betonu*

4.2 Ocel

B500B

4.3 Zdivo

Vápenopískové zdivo

KALKSANDSTEIN KS-QUADRO E/240 P15 s tenkovrst. maltou M5

$f_b = 17,55$ MPa

$f_m = 5,0$ MPa

$f_k = 9,63$ MPa

$\gamma_M = 2,0$

$E = 9,63$ GPa

$G = 3,85$ GPa

KALKSANDSTEIN KS-QUADRO E/200 P15 s tenkovrst. maltou M5

$f_b = 18,75$ MPa

$f_m = 5,0$ MPa

$f_k = 10,10$ MPa

$\gamma_M = 2,0$

$E = 10,10$ GPa

$G = 4,04$ GPa

5. ZATÍŽENÍ

Hodnoty jsou uvedeny v charakteristických hodnotách.

5.1 Stálé

Vlastní tíha železobetonových konstrukcí je uvažována objemovou hmotností 25 kN/m^3 . Jednotlivá stálá zatížení skladeb včetně skladby střechy jsou popsána ve statickém výpočtu. Skladby a zatížení svislých konstrukcí jsou rovněž popsány ve statickém výpočtu.

5.2 Užité

Nepochůzná střecha (kategorie H)	$0,75 \text{ kN/m}^2$
Bytové prostory (kategorie A)	$1,50 \text{ kN/m}^2$
Lodžie jako příslušenství bytu (kategorie A)	$2,00 \text{ kN/m}^2$
Chodby a schodiště v BD (kategorie A)	$3,00 \text{ kN/m}^2$
Parkovací plochy se sjezdem (kategorie F)	$2,50 \text{ kN/m}^2$
Prodejny se sklady (kategorie D)	$5,00 \text{ kN/m}^2$
Vnitřní atrium včetně pojezdových ploch OA (kat. C3)	$5,00 \text{ kN/m}^2$

5.3 Klimatické

Sníh

Stavba se nachází ve **sněhové oblasti II**. Vzhledem k tvaru střech je zatížení sněhem uvažováno $s_k=0,8 \text{ kN/m}^2$

Vítr

Stavba se nachází ve **větrné oblasti II**. Bližší hodnoty jsou uvedeny ve statickém výpočtu.

Hydrostatický tlak spodní vody

Maximální stanovená hladina podzemní vody 209,85 m n.m.

Zatížení na základovou desku: vztlak	$19,0 \text{ kN/m}^2$
Zatížení na dno dojezdu výtahu: vztlak	$33,7 \text{ kN/m}^2$

Zatížení dešťovou vodou v retenční nádrži 2.PP

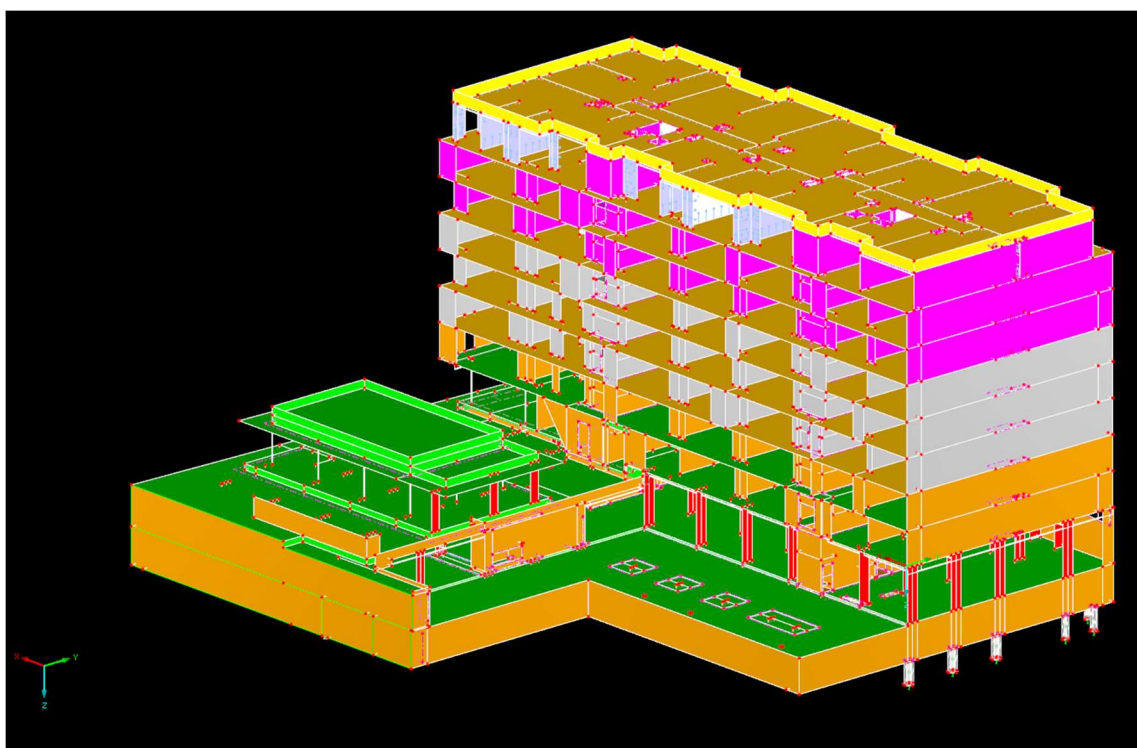
Maximální hladina:	2,68 m
Zatížení na základovou desku:	$26,8 \text{ kN/m}^2$

5.4 Zemní tlak v klidu na stěny 2.PP a 1.PP

Zatížení v základové spáře: atrium	26,6 kN/m ²
chodník z ulice	56,8 kN/m ²

6. VÝPOČETNÍ MODEL

Analýza konstrukce byla provedena v programu RFEM 5. Byl vytvořen prostorový model objektu tvořený 1D prutovými, 2D plošnými prvky a 3D tělesy (piloty). Pro výpočet interakce mezi konstrukcí a podložím byl použit přídatný modul RF SOILIN.



Pro výpočet tuhostních parametrů podloží v modulu RF SOILIN byla použita kvazistálá kombinace zatížení vyvolující maximální sedání budovy.

Vliv pilotového zatížení byl modelován pomocí uzlových podpor s definovanou tuhostí ve směru Z. Pro snížení výsledkových špiček byly podpory umístěny na 3D tělesa reprezentující hlavu piloty. Tuhosti jednotlivých pilot byly získány z mezních zatěžovacích křivek pilot, jež byly spočítány v programu GEO 5. Rozmístění pilot a jejich parametry jsou uvedeny ve statickém výpočtu.

7. ZATĚŽOVACÍ STAVY A KOMBINACE

Proměnné užité zatížení od údržby není kombinováno se zatížením sněhem.

Proměnné užité zatížení a zatížení od příček bylo zadáno šachovnicově podle principů stavební mechaniky tak, aby byly generovány maximální možné vnitřní síly a deformace na všech konstrukcích.

Kombinace zatížení pro stanovení návrhových hodnot vnitřních sil pro mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti byly stanoveny dle ČSN EN 1990 následovně:

Mezní stav únosnosti:

$$6.10a \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$6.10b \quad \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Pro výpočet mezního stavu použitelnosti byly uvažovány rovnice pro charakteristickou kombinaci 6.14b, častou kombinaci 6.15b a kvazistálou kombinaci 6.16b.

Charakteristická kombinace

$$6.14b \quad \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Častá kombinace

$$6.15b \quad \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Kvazistálá kombinace

$$6.16b \quad \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Dílčí součinitele spolehlivosti pro MSÚ dle ČSN EN 1990

Stálé zatížení: příznivé $\gamma_G = 1,00$

nepříznivé $\gamma_G = 1,35$

$\xi = 0,85$

Proměnné zatížení: příznivé $\gamma_0 = 0,00$

nepříznivé $\gamma_0 = 1,50$

Dílčí součinitele spolehlivosti MSP

Stálé zatížení: $\gamma_G = 1,00$

Proměnné zatížení: příznivé $\gamma_Q = 0,00$

nepříznivé $\gamma_Q = 1,00$

Jednotlivým zatěžovacím stavům byly přiděleny odpovídající součinitele ψ_0, ψ_1

a ψ_2 z přílohy A ČSN EN 1990

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
ZS1 - Vlastní tíha - nosné konstrukce	-	-	-
ZS2 - Příčky, schodiště, výtahy, zateplení	-	-	-
ZS3 - Podlahy, střechy	-	-	-
ZS4 - Užitné - byty, sklepy - vše	0,7	0,5	0,3
ZS5 - Užitné - komerční prostory	0,7	0,7	0,6
ZS6 - Užitné - atrium včetně pojezd. ploch (C3)	0,7	0,7	0,6
ZS7 - Parkovací plochy (F) - plné	0,7	0,7	0,6
ZS8 - Parkovací plochy (F) - šach 1 (pásky 1)	0,7	0,7	0,6
ZS9 - Parkovací plochy (F) - šach 2 (pásky 2)	0,7	0,7	0,6
ZS10 - Parkovací plochy (F) - šach 3 (pásky 3)	0,7	0,7	0,6
ZS11 - Parkovací plochy (F) - šach 4 (pásky 4)	0,7	0,7	0,6
ZS12 - Parkovací plochy (F) - šach 5 (šachov. 1)	0,7	0,7	0,6
ZS13 - Parkovací plochy (F) - šach 6 (šachov. 2)	0,7	0,7	0,6
ZS14 - Užitné - střechy	0,0	0,0	0,0
ZS15 - Sníh - vše	0,5	0,2	0,0
ZS16 - Vítr - východní (Kaufland)	0,6	0,2	0,0
ZS17 - Vítr - jižní (nově přistavěná budova)	0,6	0,2	0,0
ZS18 - Vítr - západní (vnitroblok)	0,6	0,2	0,0
ZS19 - Vítr - severní	0,6	0,2	0,0
ZS20 - Hydrostatický tlak - spodní voda	-	-	-
ZS21 - Retenční nádrž v 2.PP	1,0	0,9	0,8
ZS22 - Zemní tlak - v klidu	-	-	-

8. ZALOŽENÍ OBJEKTU

8.1 ZÁKLADOVÉ POMĚRY

Z hlediska geomorfologického členění České republiky se jedná o okrsek Řečkovický prolom, podcelek Řečkovicko-kuřimský prolom, které jsou součástí celku Bobravská vrchovina a oblasti Brněnská vrchovina.

Skalní podklad celého širšího území tvoří v této oblasti prolom, který je vyplněn především neogenními sedimenty, v nejsvrchnější části spodnotronsými jíly, označovanými jako tégly, tyto neogenní sedimenty byly na lokalitě zastiženy 4 vrty přibližně 5-6 m pod úrovní terénu. Místy se vyskytují tenké vrstvy neogenních štěrků až štěrkopísků, které však vyklíňují a nevyskytují se rovnoměrně. V zájmové oblasti byly nalezeny ve 3 vrtech v tloušťce 1-2 m. jejich podloží tvořily opět neogenní jíly, které zhruba 8-9 m pod úrovní terénu přecházely z konzistence tuhé do konzistence pevné.

Pokryv zájmového území je budován především aluviálními sedimenty, jejich přítomnost je způsobena bývalým korytem řeky v blízkosti zájmového území. Vrstevní sled je zakončen přibližně 2 m mocnou vrstvou antropogenních navážek.

Pokryv zájmového území je budován především aluviálními sedimenty, jejich přítomnost je způsobena bývalým korytem řeky v blízkosti zájmového území. Vrstevní sled je zakončen přibližně 2 m mocnou vrstvou antropogenních navážek.

Ustálená hladina podzemní vody se pohybuje cca 1,7 m pod úrovní terénu. Podzemní voda nevykazuje agresivní vlastnosti vůči betonovým stavebním konstrukcím.

Vzhledem k přítomnosti povodňových hlín měkké konzistence, hodnocených jako základové půdy nevhodné, jsou základové poměry charakterizovány jako složité.

Z hlediska statiky se jedná o vícepodlažní, staticky neurčitou konstrukci. Objekt má 8 nadzemních podlaží a 2 podzemní podlaží, která se pod úrovní terénu půdorysně rozšiřují. Jedná se tedy o konstrukci náročnou.

Jedná se o 3. geotechnickou kategorii a je doporučeno hlubinné založení.

9. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout základovou konstrukci bytového domu. Založení bylo vzhledem ke geologickým podmínkám, tvaru a zatížení budovy zvoleno jako kombinace plošného – základová deska, a hlubinného – piloty. Statická analýza byla provedena v programu RFEM 5 s využitím přídatného modulu SOILIN pro interakci konstrukce s podložím. Konstrukce byla navržena jako vodonepropustná, tak aby byla zajištěna hydroizolační schopnost konstrukce, jedná se tedy o tzv. bílou vanu. Byl stanoven odpovídající návrhový přístup v závislosti na okolních podmínkách a funkci konstrukce. Podle něj byla následně určena maximální šířka trhliny a na tu následně dimenzována výztuž. Navržená výztuž splňuje minimální množství pro mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti, i podmínky pro omezení šířky průběžné trhliny vzniklé vlivem vynucených přetvoření v raném stádiu desky. Předpokladem pro správné fungování konstrukce je také dodržení navržených realizačních postupů, doby a způsobu ošetřování betonu a provedení a montáž těsnících pásů.

10. ZDROJE

10.1 Normy

- [1] ČESKÁ BETONÁŘSKÁ SPOLEČNOST. Technická pravidla ČBS 04 Vodonepropustné betonové konstrukce: Překlad německé směrnice a komentáře. Praha: Česká betonářská společnost ČSSI, 2015. ISBN 978-80-903806-9-1.
- [2] ČSN EN 1997-1 - Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla.
- [3] ČSN EN 1992-1-1 ed. 2: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- [4] ČSN EN 206+A2 – Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [5] ČSN EN 13670 - Provádění betonových konstrukcí
- [6] ČSN EN 1996-1-1+A1. Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce. Praha: Český normalizační institut, 2013.
- [7] ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [8] ČSN EN 1991-1-1: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení. Praha: Český normalizační institut, 2004.

10.2 Použitá literatura

- [9] LOHMEYER, Gottfried a Karsten EBELING. *Weisse Wannen - einfach und sicher*. 2018. ISBN 978-3-7640-0623-5.
- [10] MASOPUST, Jan. Vrtané piloty. Praha: Čeněk a Ježek, 1994.

10.3 Webové stránky

- [11] ŠMEJKAL, Jiří a Jaroslav PROCHÁZKA. Výpočet šířky trhlin. BETON [online]. 2014, 2014(6), 9 [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: http://www.betontks.cz/sites/default/files/2014-6-68_0.pdf
- [12] VINKLER, Marek a Jaroslav PROCHÁZKA. Návrh výztuže bílé vany s ohledem na šířku trhliny. BETON [online]. 2017, 2017(5), 8 [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <http://www.betontks.cz/sites/default/files/2017-5-60.pdf>
- [13] VINKLER, Marek a Jaroslav PROCHÁZKA. Vznik trhlin v betonu vlivem nesilových účinků. BETON [online]. 2016, 2016(1), 7 [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <http://www.betontks.cz/sites/default/files/2017-5-60.pdf>

10.4 Software

Archicad 28

Dlubal RFEM 5

Microsoft Office Excel

Microsoft Office Word

Fine GEO5

11. SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A ZKRATEK

h_D, h_s - tloušťka desky

f_k - pevnost zdiva

f_{ck} - charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní

f_{ctm} - průměrná pevnost betonu v dostředném tahu

$f_{ctk0,05}$ - charakteristická pevnost betonu v dostředném tahu pro 5% kvantil

ε_{cu3} - mezní poměrné stlačení betonu

γ_m - dílčí součinitel vlastnosti materiálu, zahrnující pouze nejistoty vlastnosti materiálu

f_{cd} - návrhová pevnost betonu v tlaku

E_{cm} - sečnový modul pružnosti betonu

f_{cm} - průměrná hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku ve stáří 28 dní

f_{yk} - charakteristická mez kluzu betonářské oceli

E_s - návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli

f_{yd} - návrhová mez kluzu betonářské výztuže

γ - objemová tíha materiálu

g_k - charakteristická hodnota stálého zatížení

μ - tvarový součinitel zatížení sněhem

C_e - součinitel expozice

C_t - tepelný součinitel

s_k - charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

q_k - charakteristická hodnota proměnného zatížení

α_g - součinitel vlivu kameniva

b - šířka prvku

l_{eff} - délka prvku

c - krytí výztuže

d - účinná výška průřezu

z - rameno vnitřních sil, poloha těžiště

A_{st}	- plocha výztuže
M_{ed}	- návrhová hodnota působícího vnějšího ohybového momentu
A_c	- průřezová plocha betonu
α_c	- poměr modulů pružnosti
z_c	- poloha těžiště
M_{cr}	- kritický moment při vzniku první trhliny v průřezu
$\beta(f_{cm})$	- součinitel, vystihující vliv pevnosti betonu na základní součinitel dotvarování
$\beta(t_0)$	- součinitel, vystihující vliv stáří betonu v okamžiku vnesení zatížení na základní součinitel dotvarování
t	- stáří betonu ve dnech v uvažovaném okamžiku
t_0	- stáří betonu ve dnech v okamžiku vnesení zatížení
h_0	- náhradní rozměr prvku
φ_0	- základní součinitel dotvarování
β_H	- součinitel závislý na relativní vlhkosti a na náhradním rozměru prvku
$\beta_c(t, t_0)$	- součinitel časového průběhu dotvarování po zatížení
$E_{c,ef}$	- účinný modul pružnosti betonu
$\alpha_{c,ef}$	- poměr modulů pružnosti s uvažným účinným modulem pružnosti
h	- výška průřezu
x_{ir}	- poloha neutrální osy porušeného průřezu
I_{ir}	- moment setrvačnosti porušeného průřezu
RH	- relativní vlhkost okolního prostředí
φ_{RH}	- součinitel vystihující vliv relativní vlhkosti na základní součinitel dotvarování
$d_s, \emptyset$	- průměr prutu
ρ_s, ρ_l	- míra (stupeň) vyztužení
ε_s	- poměrné přetvoření betonářské výztuže
$v_{min,b}$	- návrhové smykové napětí
c_{rdc}	- součinitel
k	- součinitel
τ_{min}	- součinitel
τ_{rdc}	- návrhová únosnost ve smyku prvku bez smykové výztuže
γ_1	- redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem
$\tau_{rdc,max}$	- únosnost prvku ve smyku

u_0	- kontrolní obvod na líci podpory
u_1	- první kontrolní obvod
$A_{st, podp}$	- průřezová plocha výztuže vedená do podpory
σ_{sd}	- napětí ve výztuži
f_{ctd}	- návrhová hodnota pevnosti betonu v tahu
f_{bd}	- mezní napětí v soudržnosti
η_1	- součinitel závislý na kvalitě podmínek v soudržnosti a poloze prutu během betonáže
η_2	- součinitel závislý na průměru prutu
$l_{b,rqd}$	- základní požadovaná kotevní délka
$\alpha_{1,2,3,4,5}$	- součinitele ovlivňující kotevní délku
l_{bd}	- návrhová kotevní délka
ρ_1	- procento stykovaných prutů
l_0	- návrhová stykovací délka
α_6	- součinitel zahrnující procento stykované výztuže
α_{DS1}	- součinitel závisející na druhu cementu
α_{DS2}	- součinitel závisející na druhu cementu
t_s	- čas, ve kterém došlo k ukončení ošetřování betonu
β_{RH}	- součinitel závislý na relativní vlhkosti
ε_{CD0}	- základní poměrné přetvoření od smršťování vysycháním
K_h	- součinitel závislý na náhradní tloušťce
β_{DS}	- součinitel
$\varepsilon_{CD}(t)$	- poměrné smršťování vysycháním v čase
β_{as}	- součinitel
ε_{ca}	- poměrné autogenní smršťování
ε_{cs}	- poměrné přetvoření od celkového smršťování
w_k	- šířka trhliny

12. SEZNAM PŘÍLOH

P1. Použité podklady

- P1.1 Půdorys 2.PP část A
- P1.2 Půdorys 2.PP část B
- P1.3 Půdorys 1.PP část A
- P1.4 Půdorys 1.PP část B
- P1.5 Půdorys 1.NP
- P1.6 Půdorys 4.NP
- P1.7 Řez A-A
- P1.8 Řez 1-1

P2. Statický výpočet

P3. Výkresová dokumentace

- P3.1 Specifikace betonu
- P3.2 Schéma pilot
- P3.3 Výkres tvaru Základové desky část A
- P3.4 Výkres tvaru Základové desky část B
- P3.5 Výkres tvaru 2.PP část A
- P3.6 Výkres tvaru 2.PP část B
- P3.7 Výkres výztuže dojezdů výtahů
- P3.8 Výkres spodní výztuže základové desky část A
- P3.9 Výkres spodní výztuže základové desky část B
- P3.10 Výkres horní výztuže základové desky část A
- P3.11 Výkres horní výztuže základové desky část B
- P3.12 Výkres výztuže obvodových stěn
- P3.13 Detaily spodní stavby