

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V
PRAZE**
Fakulta Stavební
Katedra betonových a zděných konstrukcí
Diplomová práce



Konstrukční návrh administrativní budovy Argentinská

Studijní program: Stavební inženýrství

Obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Michaela Frantová, Ph.D.

Bc. Tomáš Dufek

Praha 2024



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Dufek** Jméno: **Tomáš** Osobní číslo: **484640**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávatel katedra/ústav: **Katedra betonových a zděných konstrukcí**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Konstrukce pozemních staveb**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Konstrukční návrh administrativní budovy Argentinská

Název diplomové práce anglicky:

Structural Desing of Argentinská Office Building

Pokyny pro vypracování:

Návrh konstrukčního systému vybraného objektu.
Numerická analýza a posouzení vybraných konstrukčních prvků.
Předběžný návrh založení objektu.
Vybrané výkresy tvaru.
Komentář k jednotlivým metodám a postupům, technická zpráva.

Seznam doporučené literatury:

- ČSN EN 1992 - Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí
- PROCHÁZKA, J., ŠMEJKAL, J. 2021. Betonové stropní a schodišťové kostrukce. ČVUT v Praze.
- KOHOUTKOVÁ, A., PROCHÁZKA, J., ŠMEJKAL, J. 2018. Modelování a vyztužování betonových prvků - Lokální modely železobetonových konstrukcí. ČVUT v Praze.
- Manuály k použitým programům

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Michaela Frantová, Ph.D. katedra betonových a zděných konstrukcí FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **04.10.2023**

Termín odevzdání diplomové práce: **08.01.2024**

Platnost zadání diplomové práce: _____

podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací.
Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

15.10.2023

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6



SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Tomáš Dufek

Název diplomové práce: Konstrukční návrh administrativní budovy Argentinská

Základní část: Betonové konstrukce podíl: 85 %

Formulace úkolů: Návrh a popis konstrukčního systému s komentářem k dílčím úpravám architektonického návrhu (šikmé sloupy, ...)

Okomentovaný statický výpočet - popis jednotlivých metod, postupů a výběru použitého software (patrové výseky x globální model) + koncept vyztužení stropních desek a šikmých sloupů

Popis návrhu předpjatého nosníku v desce 1.NP

Vybrané výkresy tvaru

Podpis vedoucího DP:

Datum: 9.10.2023

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: Geotechnika podíl: 15 %

Konzultant (jméno, katedra): Doc. Ing. Jan Záleský, CSc., k135

Formulace úkolů: Předběžný návrh založení objektu na základě IGP

Pilotový plán

Návrh pažení stavební jámy

Podpis konzultanta:

Datum: 09/10/2023

3. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

4. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto závěrečnou práci zpracoval samostatně za vedení vedoucí práce Ing. Michaely Frantové, Ph.D. a za pomoci odborných konzultací.

Souhlasím s veřejnou publikací této práce v Ústřední knihovně Fakulty stavební ČVUT v Praze.

V Praze dne ledna

.....

Tomáš Dufek

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval Ing. Michaele Frantové, Ph.D. za vedení diplomové práce a za ochotu k častým konzultacím. Dále bych chtěl poděkovat doc. Ing. Janu Záleskému, CSc. za konzultace založení objektu. Rovněž bych chtěl poděkovat Ing. Robinu Grebíkovi a Ing. Ondřeji Klečkovi za odborné konzultace ohledně tvorby výpočtového modelu. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za jejich velkou podporu během celého mého studia.

Abstrakt

Cílem diplomové práce bylo konstrukční řešení administrativní budovy v Argentinské ulici na Praze 7- Holešovice. Práce se zabývá statickým řešením včetně návrhu založení objektu. Nejdříve byl vytvořen globální model celé konstrukce, na základě, kterého byly upraveny a optimalizovány vstupní podklady. Úpravy se týkaly především polohy nosných stěn ve 2. podzemním podlaží a desky 2. nadzemního podlaží, kde na sebe nenavazují svislé nosné konstrukce nad a pod deskou. Z důvodu dodržení architektonicky výrazného prvku tří šikmých sloupů, které podpírají desku 2. nadzemního podlaží mimo rastr sloupů zbylých pěti nadzemních podlaží, byla tato stropní deska doplněna dodatečně předpjatým nosníkem, který zajistí přenos zatížení z horních pater. Z důvodu pažení stavební jámy milánskou stěnou došlo také k úpravám tloušťky suterénních stěn. Všechny výsledky byly následně ověřeny za pomoci patrových výseků konstrukce. Výstupem práce je tedy návrh a ověření dimenze vybraných prvků, předběžný výpočet založení objektu, výkresy tvarů a rozbor statického výpočtu s komentářem k jednotlivým krokům výpočtu.

Klíčová slova

Dodatečně předpjatý nosník, globální analýza, lokálně podepřená deska, metoda konečných prvků, mezní stavy, patrový výsek, sloupový systém, výpočtový model, výkres tvaru

Abstract

The master's thesis's goal is the structural design of administrative building in Argentinská Street in Prague 7 - Holešovice. The work deals with the static solution, including the design of the foundation of the building. First, a global model of the entire structure was created, based on which the input documents were modified and optimized. The modifications mainly concerned the position of the load-bearing walls in the 2nd underground floor and the slab of the 2nd above-ground floor, where the vertical load-bearing structures above and below the slab do not connect to each other. In order to maintain the architecturally significant element of three inclined columns that support the slab of the 2nd above-ground floor outside the column grid of the remaining five above-ground floors, this ceiling slab was supplemented with an additional pre-stressed beam to ensure the transfer of loads from the upper floors. The thickness of the basement walls was also adjusted due to the construction pit being flanked by the Milanese wall. All results were subsequently verified using floor sections of the structure. The output of the work is therefore the design and verification of the dimensions of the selected elements, preliminary calculation of the foundation of the object, formwork drawings and analysis of the static calculation with a comment on the individual steps of the calculation.

Keywords

Post-tensioned beam, global analysis, locally supported slab, finite element method, limit state, floor section, column system, computational model, formwork drawing

1. Obsah

1.	Obsah.....	7
2.	Úvod.....	9
3.	Podklady.....	9
4.	Popis změn konstrukčního systému	14
4.1	Základová deska	14
4.2	2.PP.....	14
4.3	1.PP a 1.NP.....	15
4.4	2.NP	15
4.5	3.NP až 7.NP	16
5.	Soubor použitých norem	16
6.	Výpočetní FEM software – Renex	17
6.1	Obecná charakteristika softwaru	17
6.2	Použití softwaru	17
6.3	Dělení na konečné prvky	18
6.4	Souřadnicové systémy	18
6.5	Interakce s podložím.....	19
6.6	Automatické dimenzování 2D prvků.....	19
6.7	Automatické dimenzování 1D prvků.....	20
7.	Návrhové a dimenzační programy Fine	20
7.1	Geotechnický software GEO5	20
7.2	Fine-Zatížení.....	20
7.3	Fine-Protlak	21
8.	Zatížení.....	21
8.1	Stálá zatížení.....	21
8.2	Proměnná zatížení – užitná.....	22
8.3	Proměnná zatížení – klimatická.....	23
8.4	Dynamická zatížení	25
8.5	Geotechnická zatížení.....	25
8.6	Zatížení teplotou	25
8.7	Zatížení konstrukcí vystaveným účinkem požáru	25
9.	Popis výpočtu	26
9.1	Globální analýza	26
9.2	Základové konstrukce a pažení stavební jámy	26
9.3	Patrové výseky.....	26

9.4	Příloha č.4 – Předběžný návrh předpětí.....	26
10.	Závěr.....	27
11.	Zdroje	27
12.	Seznam příloh.....	27

2. Úvod

Tato práce se zabývá návrhem a statickou analýzou nosné konstrukce budovy sloužící jako administrativní budova. Budova se nachází v Praze v Holešovicích, na rohu ulic Argentinská a Plynární. Dům má nepravidelný půdorys, který je na jihozápadní straně zaoblen. Poskytnuté podklady jsou níže v kapitole 3.

Cílem mé práce bylo vytvoření globálního modelu a lokálních modelů patrových výseků, s ohledem na posouzení, navržení vybraných prvků, rozbor jednotlivých výpočtových přístupů a následné vytvoření výkresů tvaru. Pro možnost návrhu bylo třeba ze statického hlediska zhodnotit architektonický návrh a následně upravit konstrukci tak, aby byla jako celek funkční.

3. Podklady

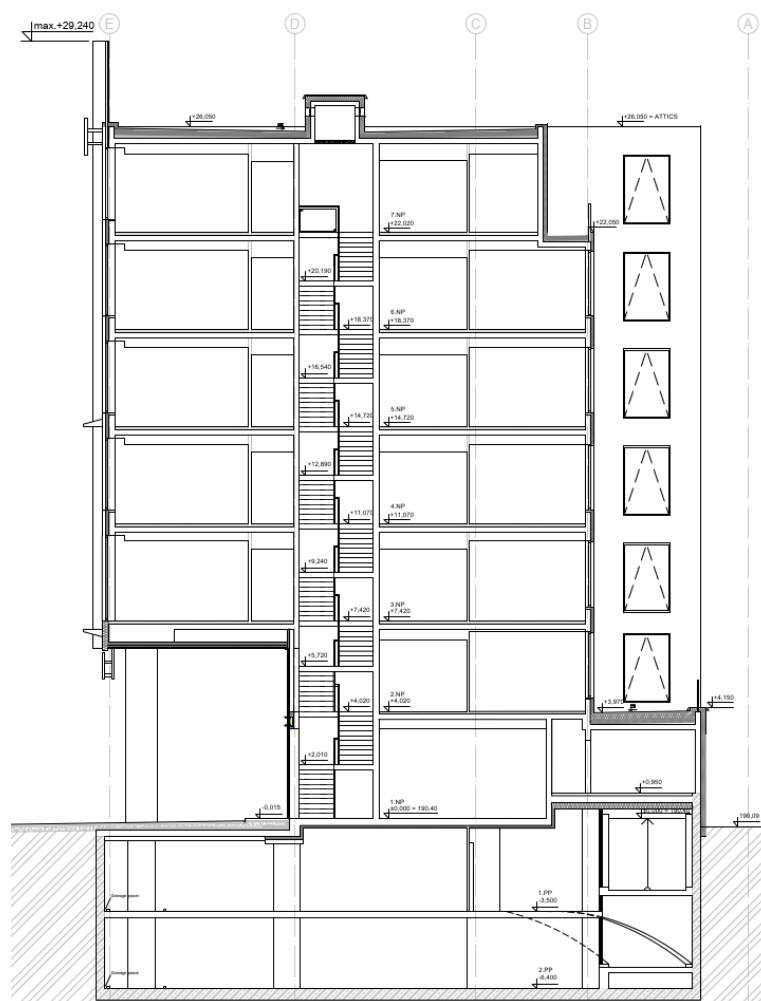
Podklady pro diplomovou práci byly vytvořené architektonickou a projekční kanceláří Loxia. Dále jsem využil Inženýrsko geologický průzkum, pro vstupní hodnoty pro výpočet založení objektu vyhotovené společností GeoTec-GS, a.s.



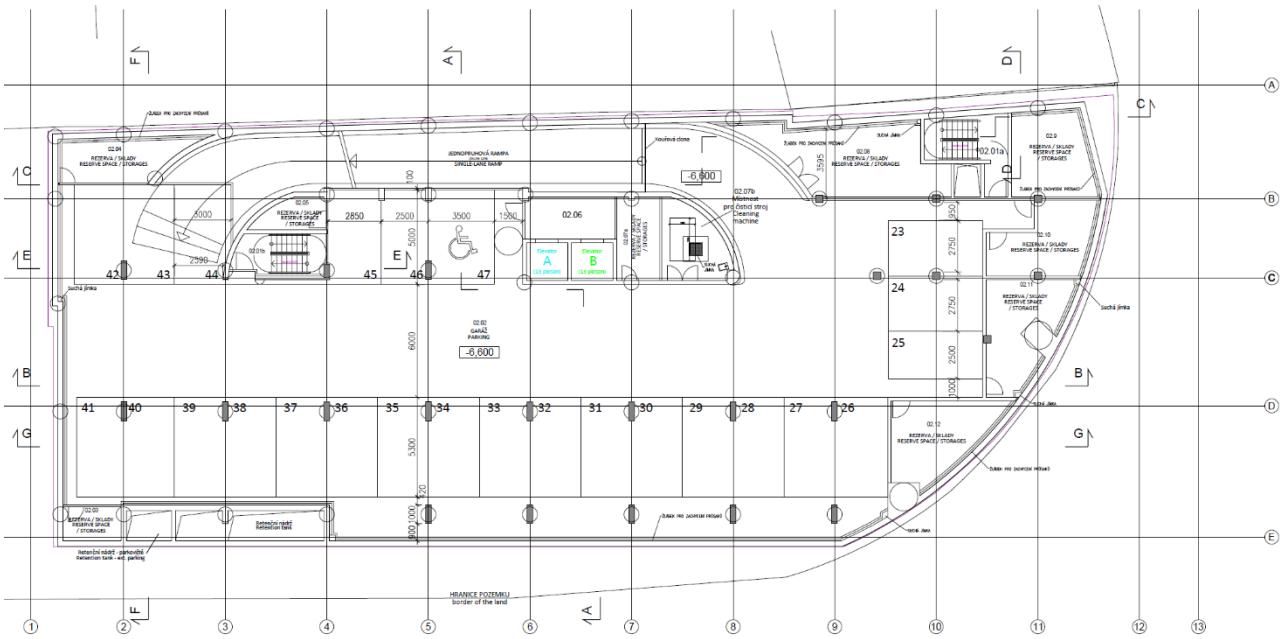
Obrázek 1 – Pohled na budovu z ulice Plynární [1]



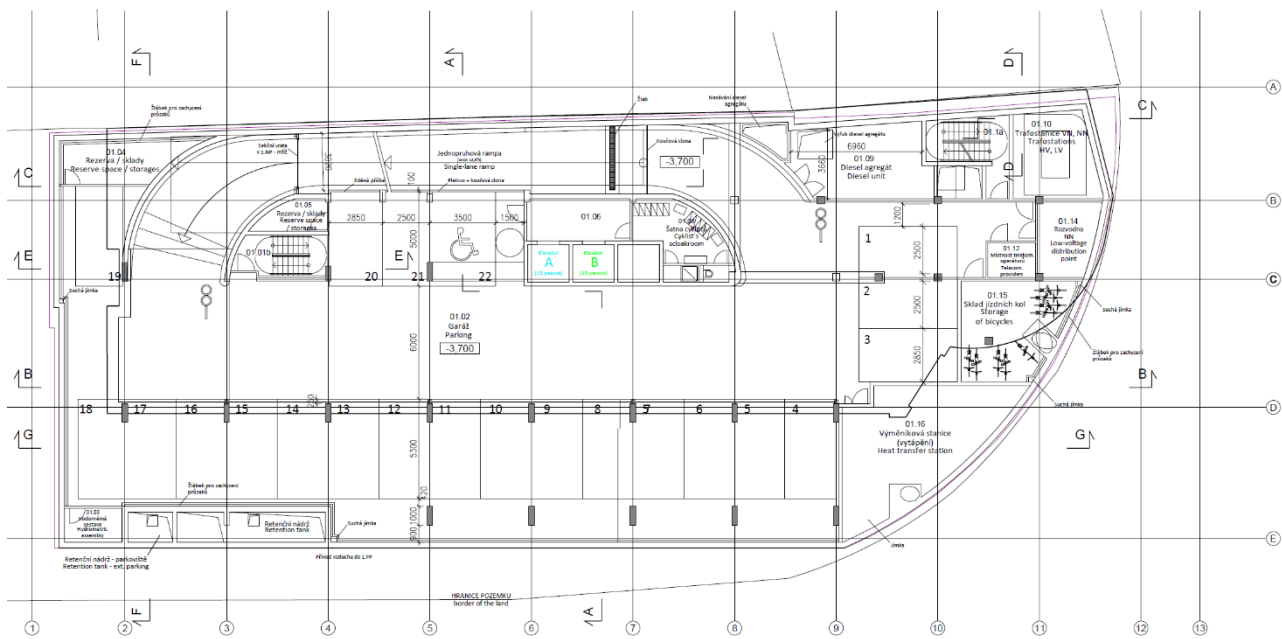
Obrázek 2 – Pohled na budovu z ulice Argentinská [1]



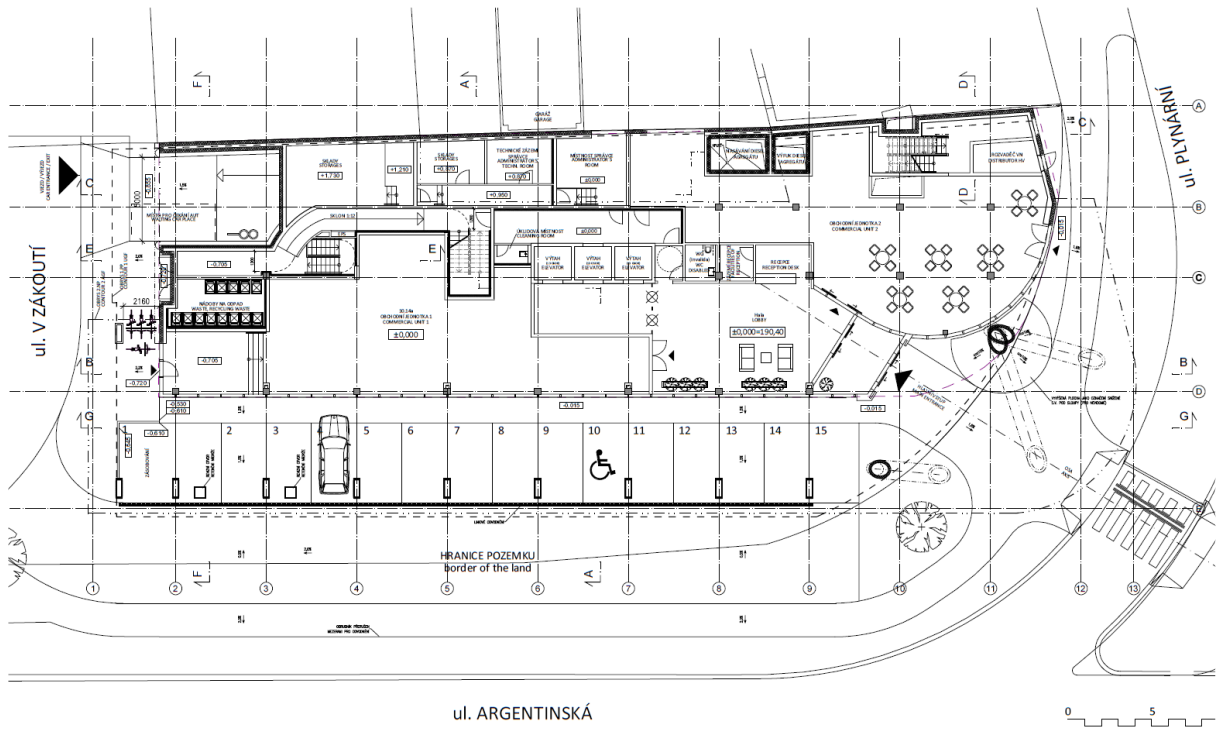
Obrázek 3 – Řez A-A [1]



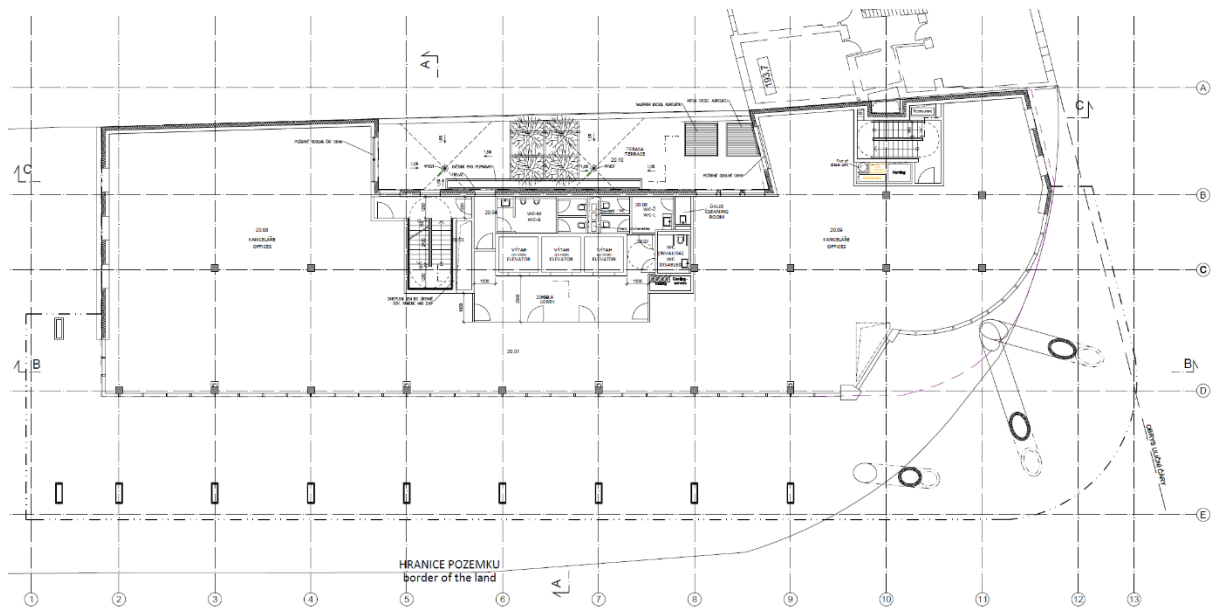
Obrázek 4 – Půdorys 2.PP [1]



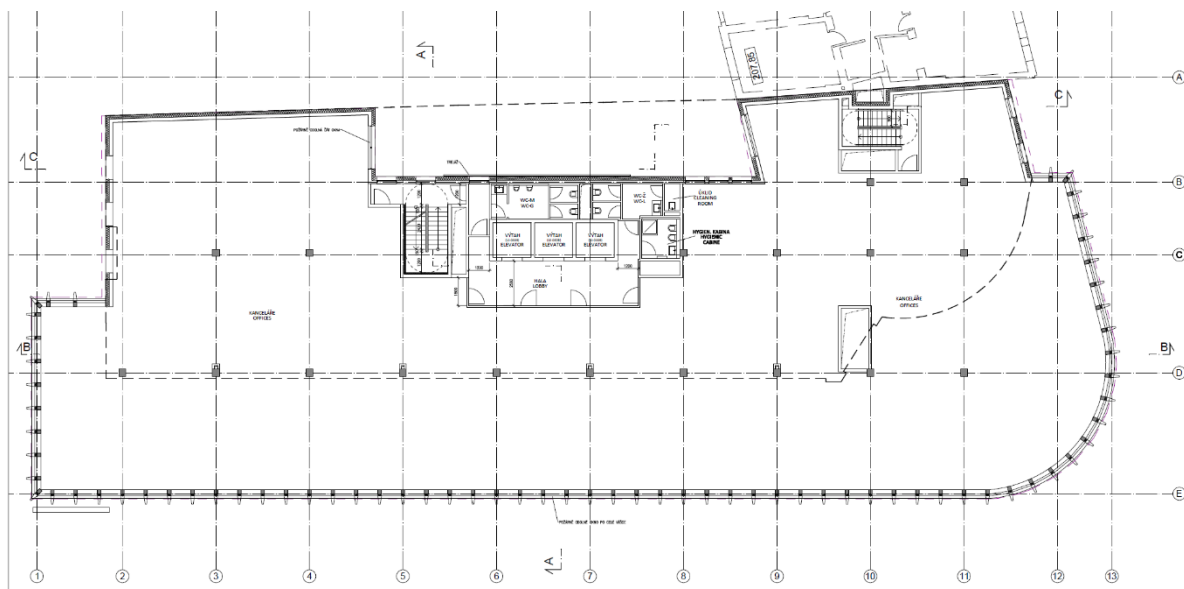
Obrázek 5 – Půdorys 1.PP [1]



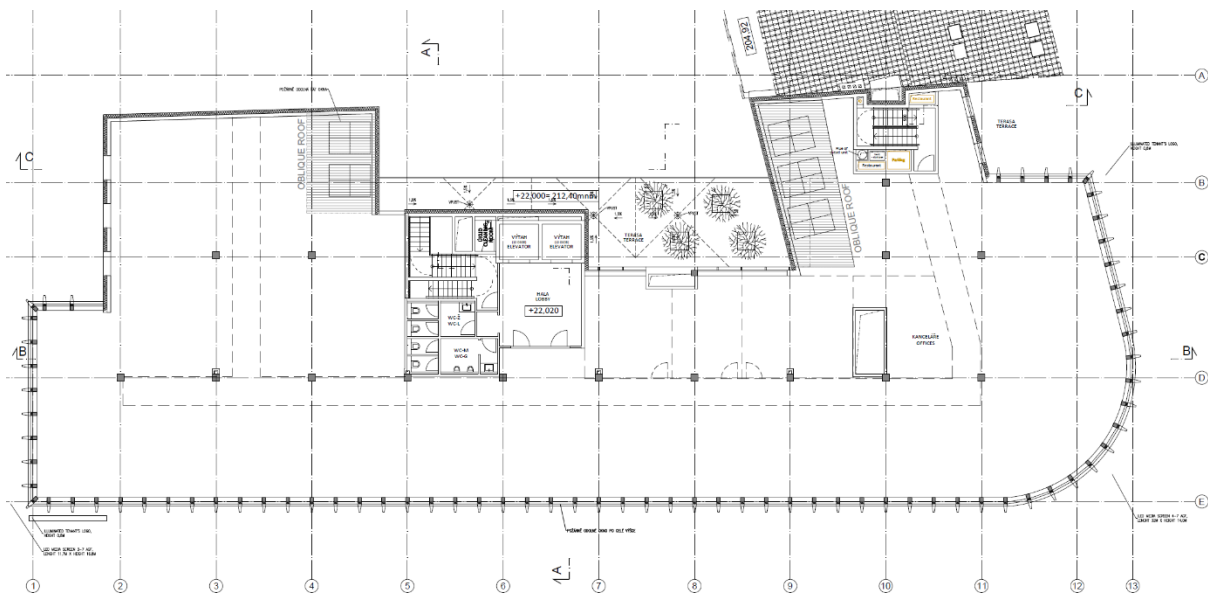
Obrázek 6 – Půdorys 1.NP [1]



Obrázek 7 – Půdorys 2.NP [1]



Obrázek 8 – Půdorys 3.-6.NP [1]



Obrázek 9 – Půdorys 7.NP [1]

4. Popis změn konstrukčního systému

V rámci konstrukčního systému bylo zapotřebí udělat nemálo změn, jednak kvůli optimalizaci a ekonomičnosti návrhu, ale také proto, aby konstrukční systém, jako celek, fungoval. Jednalo se především o 2.NP, které z dokumentace na úrovni mezi územním rozhodnutím a dokumentací pro stavební povolení nebylo možné dle původního návrhu nadimenzovat a bylo třeba použít jiné řešení.

4.1 Základová deska

Oproti zadání došlo ke zmenšení tloušťky základové desky o 50 mm na 400 mm. V tomto případě bylo limitující protlačení sloupu základovou deskou. Po ověření výpočtem bylo možné dimenzi snížit. I s deskou tloušťky 400 mm protlačení vyhoví.

4.2 2.PP

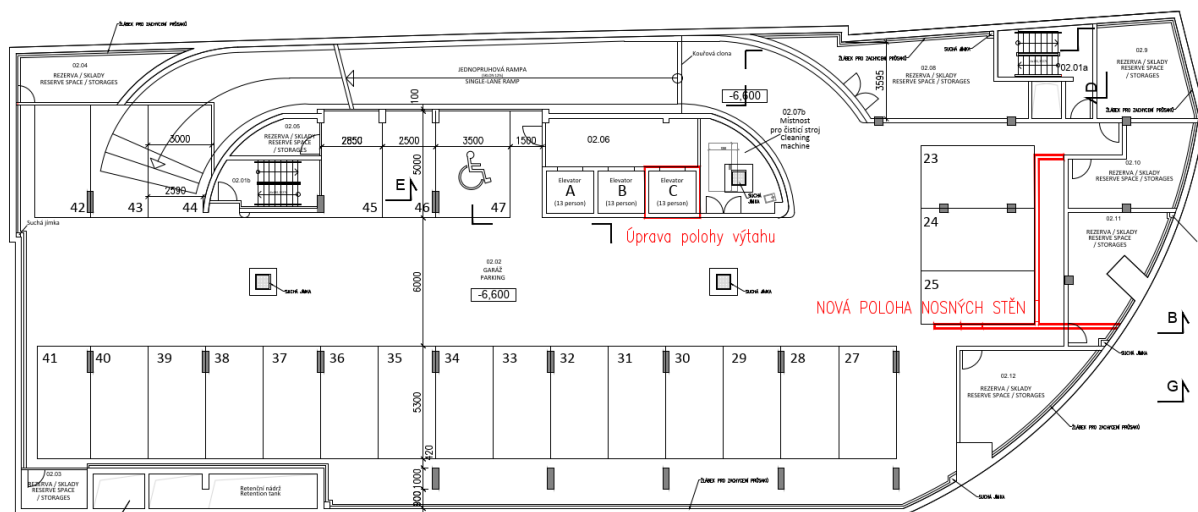
V tomto podlaží došlo k několika změnám.

První z nich je zapříčiněné zvoleným způsobem pažení stavební jámy. Byla zvolena podzemní milánská stěna a proto došlo ke změně tloušťky suterénních stěn ze 300 na 600 mm. Tento druh pažení byl zvolen z důvodu snížení vodorovných/svislých deformací sousedního objektu. Oproti záporovému pažení má milánská stěna vyšší tuhost, tudíž dochází k menší deformaci sousedního objektu, jehož základová spára se nachází nad základovou spárou řešeného objektu. Dalším důvodem, proč byla zvolena milánská stěna, je možnost napojení základové desky/stropaních desek suterénu. To je důležité, protože je možné milánskou stěnu využít jako součást tzv. bílé vany čímž je zajištěna vodonepropustnost spodní stavby bez potřeby využití povlakové izolace. Dále pak u obloukové části stěny bylo třeba stěnu rozdělit na liniové segmenty téměř kopírující oblouk z důvodu provádění.

Druhou změnou bylo zvětšení průřezu sloupů pod šikmými sloupy. Tato úprava je třeba, aby byl ve stavební jámě dostatečný pracovní prostor pro pilotovací stroj, a aby došlo k přenesení zatížení, které je v těchto sloupech značné, do pilot pod sloupy.

Třetí změnou byly posuny nosných železobetonových stěn ve skladovacích prostorech viz obrázek 10. Tato změna byla provedena z důvodu návaznosti na stěny ve vyšších patrech.

Poslední změnou bylo zrušení rezervních skladovacích prostor. K tomuto kroku bylo třeba přistoupit kvůli nedostatečné světlé výšce místnosti. Výtahová šachta potřebuje dojezd alespoň 1 metr což, zde není dodrženo. Výtah C byl zaveden i do 2.PP, viz obrázek 10



Obrázek 10 – Změny polohy nosných stěn a výtahu ve 2.PP [1]

4.3 1.PP a 1.NP

V 1.PP a 1.NP nedošlo k žádným zásadním změnám v konstrukčním systému. Došlo jen k zalícování stěn v rádech desítek milimetrů, z důvodu návaznosti betonářské výztuže ve stěnách.

4.4 2.NP

Ve druhém nadzemním podlaží bylo třeba udělat řadu úprav, aby nedocházelo k příliš velkým deformacím na stropní desce a také, aby deska vyhověla na protlačení.

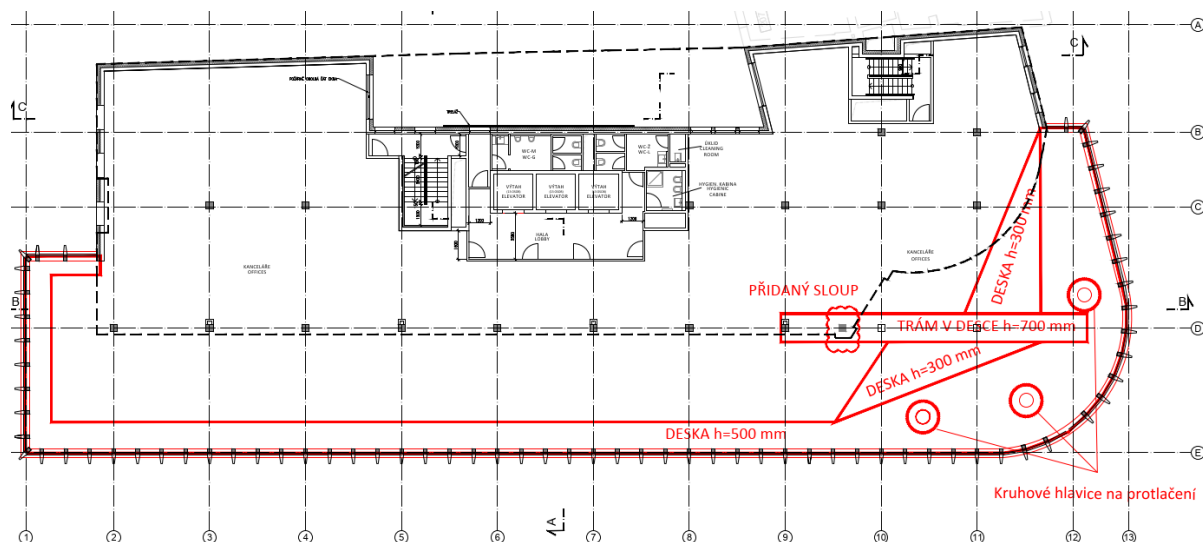
Prvním a zároveň největším problémem je překonzolovaná část desky mezi osami 9/12 a osami A/C. Z důvodu rozhodnutí architekta bylo vybráno řešení podepření třemi šikmými sloupy. Sloupový konstrukční systém ve vyšších nadzemních podlažích bohužel na tyto sloupy nenavazuje a sloupy vynášející 5 pater jsou podepřené pouze stropní deskou. V tomto případě bylo jediným možným řešením pod tyto sloupy navrhnout nosník v desce s rozměry 1600x700 mm, který bude dodatečně předepnut.

Druhou podstatnou změnou byla potřeba zvýšit tloušťku desky na 500 mm v místě přechodu fasádních sloupků do obdélníkových sloupů a v místě podepření šikmými sloupy dále došlo k zesílení desky kruhovými hlaviciemi na protlačení.

Třetí změnou je pak přidání dalšího ŽB sloupu v místě pod předpjatým nosníkem. Tato změna se propíše i do všech pater pod 2.NP.

Poslední změnou je přidání parapetu ve výšce stejné jako ve vyšších podlažích a dále zvětšení nadpraží o 260 mm na 400 mm.

Všechny změny vyznačeny na obrázku 11, viz níže.



Obrázek 11 – Změny ve 2.NP [1]

4.5 3.NP až 7.NP

Ve zbylých nadzemních podlažích došlo jen ke drobným změnám ve velikosti nadpraží. Z důvodu návaznosti na podhled byla posunuta hrana nadpraží o 260 mm níže, aby lépe navazovalo na podhled. Dále došlo jen k zalícování stěn v rádech desítek milimetrů z důvodu návaznosti betonářské výztuže ve stěnách.

5. Soubor použitých norem

- ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí.
- ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí. Obecná zatížení.
- ČSN EN 1991-1-2 Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru.
- ČSN EN 1991-1-3 Zatížení sněhem.
- ČSN EN 1991-1-4 Zatížení větrem.
- ČSN EN 1991-1-5 Zatížení teplotou.
- ČSN EN 1991-1-6 Zatížení během provádění.
- ČSN EN 1991-1-7 Mimořádná zatížení.
- ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí.
- ČSN EN 1997-1 Navrhování geotechnických konstrukcí.
- ČSN EN 1998-1 Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení.
- ČSN ISO 2394 Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí.

6. Výpočetní FEM software – Renex

6.1 Obecná charakteristika softwaru

Renex je základní výpočetní software určený pro 2D/3D analýzu stavebních nosných konstrukcí metodou konečných prvků (FEM – finite element method).

Základní modul programu slouží k zadávání materiálů a zatížení pro rovinné a prostorové konstrukční systémy, které se skládají z desek, stěn, skořepin a prutů. [5]

Software stanovuje deformace, vnitřní síly, napětí, podporové síly a napětí v základové spáře. Přídavné moduly umožňují automatické posouzení podle nejrůznějších norem. Preprocesor (zadávání) a postprocesor (zobrazení výsledků) softwaru je implementovaný do grafického prostředí AutoCAD. Software používá identický řešič je použit v komerčně rozšířených programech Scia Engineer nebo Dlubal RFEM. [5]

Metoda konečných prvků umožňuje řešení velkých a složitých konstrukcí s prakticky libovolnými okrajovými podmínkami. Ve výpočtu jsou použity trojúhelníkové a čtyřúhelníkové plošné 2D prvky, které v sobě zahrnují membránový a ohybový stav namáhání. Použitý model umožňuje libovolnou kombinaci popsanych 2D prvků s prutovými 1D prvky. [5]

6.2 Použití softwaru

Software Renex je použit pro veškeré lineární i nelineární (fyzikálně i geometricky) výpočty, dále pak pro dimenzování potřebných ploch výztuže pro 2D a 1D prvky, výpočet šířky trhliny, atd. [5]

Kromě výpočtů lineárních (platí princip superpozice – sčítání účinků jednotlivých zatěžovacích stavů) umožňuje i nelineární analýzu. [5]

Software umožňuje celou řadu nelineárních výpočtů. Je to zejména interakce vrchní stavby s podložím, který doiterovává tuhostní parametry zeminy v závislosti na geologických poměrech (zadáním okrajových podmínek jednotlivých geotechnických vrstev typu Sonda) a kontaktním napětí v základové spáře včetně vyloučení tahu na pérových konstantách. Dále jsou to fyzikálně nelineární výpočty železobetonových skořepin s uvažováním různých pracovních diagramů betonu i oceli a s uvažováním vlivu rozvoje a šířky trhlin. Systém pracuje s tzv. rozmazanými trhlínami, predikuje tedy jen možnost vzniku trhliny, její případnou šířku a hloubku a výpočtovou vzdálenost na jednotlivých konečných prvcích. Šířka trhliny může být počítána nejen podle ČSN EN 1992-1-1, ale i podle řady dalších metodik. Tímto výpočtem je možné zjistit i namáhání betonu v průřezu, napětí v tažené i tlačené výztuži atd. V diplomové práci byly trhliny počítány dle ČSN EN 1992-1-1. [5]

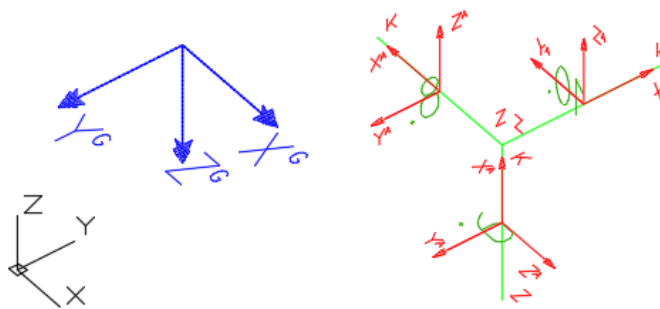
6.3 Dělení na konečné prvky

Dělení na konečné prvky se provádí automatickým generátorem. Ve výpočtech celků konstrukcí nebo jejich částí daných postupem výpočtu je základní velikost prvku jeden metr. Na mnou řešené konstrukci byla v globálním modelu použita velikost prvků 0,5 m. V místech anomálií konstrukce program automaticky prvky přizpůsobuje geometrii, v místech předpokládaných lokálních zvýšení namáhání konstrukce jsou prvky zahuštěny. [5]

Ve výpočtech subkonstrukcí a zejména konstrukcí dimenzovaných nebo řešených s ohledem na mezní stavy použitelnosti, odpovídá velikost dělení obecně jedno až dvojnásobku tloušťky dotčených prvků. Stropní desky jsou dimenzovány na patrovém výseku a byla zvolena velikost prvku 0,25 metru. Vertikální nosné konstrukce pod i nad deskou jsou opatřeny na koncích kloubovými podporami. Konstrukce, u nichž toto zjednodušení nelze použít, jsou řešeny na celkovém modelu s patřičně zjemnělou sítí konečných prvků. [5]

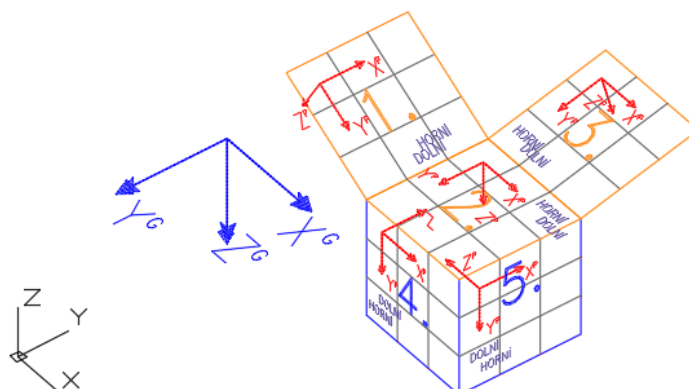
6.4 Souřadnicové systémy

Konstrukce je modelována v globálním souřadnicovém systému – X^G, Y^G, Z^G . Pro každý prutový prvek je zaveden lokální souřadný systém – axiální – X^A, Y^A, Z^A . [5]



Obrázek 12 – Globální a lokální souřadný systém 1D prvků [2]

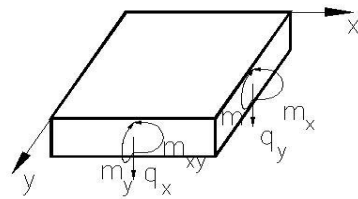
Plošné prvky mají také lokální souřadnicový systém – X^P, Y^P, Z^P . Definice a konvence jsou popsány na obrázku 13. [5]



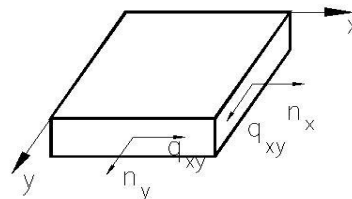
Obrázek 13 – Souřadný systém deskových a stěnových prvků [3]

Znaménková konvence a značení vnitřních sil a poloh výztuže je následující:

"Deskové" vnitřní síly

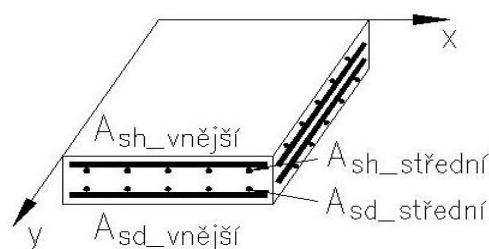


"Stěnové" vnitřní síly



Obrázek 14 – Konvence vnitřních sil na plošných prvcích [4]

Vrstvy výztuže



Obrázek 5 – Způsob značení výztuže [4]

6.5 Interakce s podložím

Pro interakci se základovou půdou používá Renex dvouparametrické Winkler-Pasternakovo podloží. Hodnoty plošných pérových konstant $C1$ a $C2$ jsou generovány pomocí iteračních výpočtů v souladu s postupy použitými v implementovaném modulu SOILIN. Pilotové základy jsou modelovány pomocí pérových konstant daných výpočtem piloty s ohledem na její sedání. [5]

6.6 Automatické dimenzování 2D prvků

Desky a stěny je možno navrhovat a posuzovat pomocí automatického dimenzačního modulu. Postup dimenzování je následující:

Na základě výpočtu vnitřních sil příslušné kombinace jsou vypočteny vnitřní síly (n_x , n_y , q_{xy} , m_x , m_y , m_{xy} , q_x , q_y). První trojice popisují membránovou, resp. rovinnou napjatost, další tři ohyb a kroucení v desce a poslední dvě příčný smyk. [5]

1. Z těchto vnitřních sil jsou podle algoritmu spočteny dimenzační vnitřní síly. Dimenzační ohybové momenty jsou spočteny jak pro horní, tak dolní líc desky/stěny pro oba směry výztuže.
2. Dále jsou zavedeny veličiny normálové síly v rovinách jednotlivých vrstev výztuže, jejich velikosti jsou spočteny podle jednoduchého statistického principu $n^P = +m/r + n/2$, resp. $n^P = -m/r + n/2$. Tyto veličiny mohou být vykresleny jako normálové síly $n_{i(j)}$, kde $i = 1, 2, 3$ značí číslo vrstvy výztuže od povrchu a $j = h, d$ pro horní a dolní povrch. Tyto normálové síly děleny mezi kluzu f_{yd} potom dávají plochy potřebné betonářské výztuže.

Program umožňuje vykreslit jak veškeré uvedené veličiny, tak přímo potřebné plochy betonářské výztuže v cm^2/m' , ale i v podobě počtu profilů definované oceli na běžný metr nebo rozteč vložek zadaného průměru. [5]

Kromě ploch potřebné výztuže jsou označeny prvky, které z různých důvodů nelze dimenzovat s vypsáním důvodu. Tyto údaje však není možné brát jako směroplatné, protože často vznikají v místě singularit. [5]

6.7 Automatické dimenzování 1D prvků

Železobetonové prutové prvky obdélníkového průřezu mohou být hromadně posuzovány na kombinaci vnitřních sil, normálová síla + dva ohybové momenty nebo na kombinaci normálové síly a obou posouvajících sil. Kromě geometrie průřezu a navrhovaného betonu jsou u těchto prvků vloženy i informace o podélné a příčné výztuži. Podle metodiky ČSN EN 1992-1-1 jsou stanoveny interakční diagramy N/M_y a N/M_z . Tyto informace jsou vykresleny ve vstupních údajích. Každý průřez prvku je testován na všechny možné kombinace závislých a nezávislých veličin pro veškeré stavy, které mohou nastat podle symbolických rovnic definujících jednotlivé kombinace podle ČSN EN 1990. Využití průřezu je vykreslováno ve výstupech ze statického výpočtu, hodnota 1,0 odpovídá 100% využití. Ve výpočtu je zahrnut vzpěr. [5]

7. Návrhové a dimenzační programy Fine

7.1 Geotechnický software GEO5

GEO5 je soubor programů pro geotechnické výpočty, které jsou založené jak na analytických postupech, tak i na metodě konečných prvků. Programy mají stejné uživatelské rozhraní a vzájemně spolu komunikují. Každý ze samostatných programů řeší určitou geotechnickou úlohu.

GEO5 podporuje obecné posouzení pomocí Stupně bezpečnosti, obecné posouzení podle teorie Mezních stavů a posouzení podle Eurokódů EN 1997, včetně Národních příloh. Dimenzování betonových konstrukcí je prováděno podle souboru norem ČSN EN 1992.

Systém programů GEO5 je používán pro řešení geotechnických úloh, či výpočet zemních tlaků pro následné použití v software Renexx.

V této práci byly využity programy Pilota a Pažení posouzení.

7.2 Fine-Zatížení

Program slouží ke stanovení zatížení na stavební konstrukce v souladu s normami EN 1991-1-1, EN 1991-1-2, EN 1991-1-3 a EN 1991-1-4. Pomocí programu Zatížení je možné sestavit přehledné protokoly pro stálá a proměnná zatížení, zatížení sněhem a větrem. Program obsahuje rozsáhlou databázi stavebních materiálů, průřezů a proměnných zatížení. Protokoly obsahují obrázky (například tvar zatížení sněhem, oblasti zatížení větrem na střeše), které usnadňují orientaci v dokumentu.

7.3 Fine-Protlak

Program Protlak je určen k posouzení protlačení sloupu železobetonovou deskou. Program může být využit jak u lokálně podepřených stropních desek, tak u základových desek podpírajících nosnou konstrukci. Součástí posouzení je i automatický návrh smykové výztuže v detailu. V práci byl použit na posouzení protlačení sloupů v základové i stropních deskách.

8. Zatížení

8.1 Stálá zatížení

Stálé zatížení představuje vlastní tíha nosné konstrukce automaticky generovaná programem (Renex 3D) z průřezových charakteristik a z průměrné objemové hmotnosti použitého materiálu.

Ostatní stálé zatížení je reprezentováno skladbami kompletačních konstrukcí (střechy, podlahy, příčky, výplně otvorů). Z důvodu neznámých skladeb konstrukcí, byly uvažovány skladby typické pro podobný typ provozu.

Náhradní liniové zatížení za LOP bylo odhadnuto na 3 kN/m.

1 Protokol zatížení: Skladba podlahy

Stálé zatížení	Charakt. [kN/m ²]	Souč. [-]	Návrh. [kN/m ²]
Ostatní stálé zatížení			
keramická dlažba (22,00 × 0,010)	0,22	1,35	0,30
betonová mazanina (23,00 × 0,050)	1,15	1,35	1,55
Kročejová izolace např. ISOVER T-P (1,50 × 0,050)	0,08	1,35	0,11
Součet: Ostatní stálé zatížení	1,45	1,35	1,96
Součet: Stálé zatížení	1,45	1,35	1,96
Součet zatížení	1,45	1,35	1,96

Tabulka 1 – Protokol z fine zatížení – Zatížení od skladby podlahy

Pro vlastní tíhu skladeb podlah byla v celém objektu uvažováno plošné zatížení o hodnotě 1,5 kN/m²

2 Protokol zatížení: Skladba střešního pláště

Stálé zatížení	Charakt. [kN/m ²]	Souč. [-]	Návrh. [kN/m ²]
Ostatní stálé zatížení			
Fólie z PVC určená k mechanickému kotvení (14,00 × 0,003)	0,04	1,35	0,05
Tepelná izolace např. EPS 100 (0,40 × 0,250)	0,10	1,35	0,14
pěnový polystyren (0,40 × 0,250)	0,10	1,35	0,14
Hydroizolace např. <u>Glastek 40 special mineral</u>	0,05	1,35	0,07
Součet: Ostatní stálé zatížení	0,29	1,35	0,39
Součet: Stálé zatížení	0,29	1,35	0,39
Součet zatížení	0,29	1,35	0,39

Tabulka 2 – Protokol z Fine zatížení – Zatížení od skladby střešního pláště

Pro vlastní tíhu skladby střešního pláště bylo uvažováno plošné zatížení o hodnotě 1,5 kN/m²

3 Protokol zatížení: Podhled

Stálé zatížení	Charakt. [kN/m ²]	Souč. [-]	Návrh. [kN/m ²]
Ostatní stálé zatížení			
SDK 1x12,5 mm včetně konstrukce + instalace	0,40	1,35	0,54
Součet: Ostatní stálé zatížení	0,40	1,35	0,54
Součet: Stálé zatížení	0,40	1,35	0,54
Součet zatížení	0,40	1,35	0,54

Tabulka 3 – Protokol z Fine zatížení – Zatížení od podhledu včetně instalace

8.2 Proměnná zatížení – užitná

Užitná zatížení

Proměnné zatížení	Charakt. [kN/m ²]	Souč. [-]	Návrh. [kN/m ²]
Užitné zatížení			
B Kancelářské plochy – stropní konstrukce	3,00	1,50	4,50
F Dopravní a parkovací plochy v pozemních stavbách pro lehká vozidla	2,50	1,50	3,75
H Střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav	0,75	1,50	1,12
Schodišťový prostor	3,00	1,50	4,50
B Přemístitelné příčky s vlastní tíhou do 3,0 kN/m délky příčky	1,20	1,50	1,80

Tabulka 4 – Protokol z Fine zatížení – Užitná zatížení

8.3 Proměnná zatížení – klimatická

- Zatížení sněhem

Zatížení sněhem

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-3

Sněhová oblast:	I
Charakteristická hodnota zatížení s_k	= 0,70 kN/m ²
Typ krajiny:	normální
Součinitel expozice	C_e = 1,00
Tepelný součinitel	C_t = 1,00
Součinitel zatížení	γ_f = 1,50

Tvar zastřešení: pultová střecha

Sklon střechy	α = 0,0 °
Tvarový součinitel	μ_1 = 0,80

Charakteristická hodnota zatížení (v závorce návrhová hodnota)

$$s_1 = 0,56 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 0,84 \text{ kN/m}^2 \text{)}$$

	0,56;(0,84) [kN/m ²]
--	----------------------------------



Tabulka 5 – Protokol z Fine zatížení – Zatížení sněhem

Charakteristická hodnota zatížení sněhem je 0,56 kN/m². Dále je viz bod 8.2 uvažováno servisní zatížení pro nepochozí střechy 0,75 kN/m². V tomto případě tak není se zatížením sněhem počítáno a je uvažováno zatížení větší, servisní.

- Zatížení větrem

Tlakové zatížení od větru na obvodový plášť budovy je na celé budově zjednodušeně uvažováno jako $-0,91 \text{ kN/m}^2$ a od sání větru $0,47 \text{ kN/m}^2$. Ve výpočtu jsou zadány kombinace působení ve všech směrech. Ve výpočtu je však zohledněna jen ta nejhorší kombinace působení větru. Zatížení tlakem/sáním na střechu zanedbáno pro výpočet nosné konstrukce.

Zatížení větrem

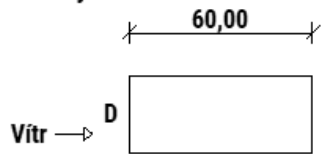
Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:	I
Rychlost větru	$v_{b,0} = 22,50 \text{ m/s}$
Kategorie terénu:	III
Referenční výška budovy	$z_e = 27,00 \text{ m}$
Součinitel směru větru	$c_{dir} = 1,00$
Součinitel ročního období	$c_{season} = 1,00$
Měrná hmotnost vzduchu	$\rho = 1,250 \text{ kg/m}^3$
Součinitel orografie	$c_o = 1,00$
Maximální dynamický tlak	$q_p = 0,76 \text{ kN/m}^2$
Součinitel zatížení	$\gamma_f = 1,50$
Plocha pro stanovení c_{pe}	$A = 10,00 \text{ m}^2$

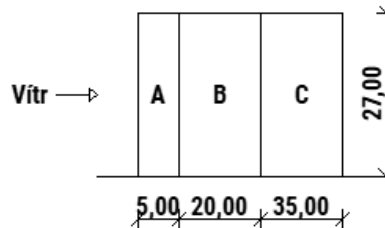
Stěny pravouhlého objektu

Výška objektu h	$= 27,00 \text{ m}$
Délka objektu d	$= 60,00 \text{ m}$
Šířka objektu b	$= 25,00 \text{ m}$

Půdorys



Pohled



Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Výška nad terénem [m]	Tlak větru v oblastech [kN/m ²]				
	A	B	C	D	E
3,94	-0,89 (-1,33)	-0,59 (-0,89)	-0,37 (-0,56)	0,46 (0,69)	-0,22 (-0,33)
7,34	-0,89 (-1,33)	-0,59 (-0,89)	-0,37 (-0,56)	0,46 (0,69)	-0,22 (-0,33)
10,99	-0,89 (-1,33)	-0,59 (-0,89)	-0,37 (-0,56)	0,46 (0,69)	-0,22 (-0,33)
14,64	-0,89 (-1,33)	-0,59 (-0,89)	-0,37 (-0,56)	0,46 (0,69)	-0,22 (-0,33)
18,29	-0,89 (-1,33)	-0,59 (-0,89)	-0,37 (-0,56)	0,46 (0,69)	-0,22 (-0,33)
21,94	-0,89 (-1,33)	-0,59 (-0,89)	-0,37 (-0,56)	0,46 (0,69)	-0,22 (-0,33)
25,59	-0,91 (-1,37)	-0,61 (-0,91)	-0,38 (-0,57)	0,47 (0,70)	-0,23 (-0,34)

Tabulka 5 – Protokol z Fine zatížení – Zatížení větrem

8.4 Dynamická zatížení

- Přírodní seizmicita
 - Zemětřesení

Dle mapy seizmických oblastí se objekt nachází v oblasti velmi malé seismicity. V případech velmi mále seismicity nemusí být ustanovení EN 1998 dodržováno. Za případy velmi mále seismicity se v ČR považují takové, kdy hodnota součinnu $a_g S$, použitého pro výpočet seizmického zatížení není větší než 0,05g.

- Dynamický vítr

Nejedná se o konstrukci citlivou na dynamické zatížení větrem

- Technická seizmicita

- Dynamické účinky strojů

V objektu se nenacházejí rotační a vibrační stroje vyvolující dynamické účinky na nosné konstrukce.

- Dynamické účinky dopravy

Objekt se nenachází v blízkosti zdrojů vyvolujících dynamické účinky od dopravy na konstrukce.

8.5 Geotechnická zatížení

Zatížení zemním tlakem je stanoveno podle výsledků inženýrsko-geologického průzkumu v souladu s ČSN EN 1997-1. Výpočet v programech GEO viz příloha č.2.

8.6 Zatížení teplotou

Konstrukce objektu nejsou citlivé na zatížení vyvolané klimatickými a provozními teplotními změnami.

8.7 Zatížení konstrukcí vystaveným účinkem požáru

Zatížení během požární situace je uvažováno dle ČSN EN 1991-1-2.

9. Popis výpočtu

Pro výpočet nosné konstrukce byly vytvořeny 2 druhy modelů. Modely globální slouží k celkovému návrhu a posouzení železobetonových prvků na mezní stav únosnosti. Pro posudek na mezní stav použitelnosti, vyjma základové desky vhodné nejsou, kvůli ovlivnění lokálních deformací na deskách globální deformací objektu. Pro posouzení na MSP tak byl vytvořen druhý typ modelů (patrových výseků), kde už k ovlivnění od globální deformace nedochází.

9.1 Globální analýza

V příloze č.1 se nachází výsledky z globálního modelu sloužící k návrhu a posouzení vybraných nosných konstrukcí na mezní stav únosnosti. Podrobné výsledky s komentářem viz příloha č.1.

9.2 Základové konstrukce a pažení stavební jámy

V příloze č.2 se nachází výsledky z globálního modelu, který se jen drobně liší od modelu v příloze č.1. První změnou je zadání parametrů pro možnost nelineárního výpočtu (plochy výztuže, pracovní diagramy pro ocel a beton v tahu/tlaku...) Další změnou je vytvoření nové kombinace (značené KVAZI EN). Podrobné výsledky s komentářem viz příloha č.2.

9.3 Patrové výseky

Patrové výseky jednotlivých pater slouží především k ověření výsledků pro mezní stav použitelnosti z globálního modelu (průhyby). Ve 2.PP až 2.NP nebylo možné efektivně využít patrové výseky, a proto na těchto patrech byly použity výseky z celku. Výseky jsou využity k nelineárním výpočtům s vlivem dotvarování, ze kterých lze získat dlouhodobou deformaci stropních desek nebo například ověřit vznik a rozvoj trhlin. Podrobné výsledky s komentářem výsledků jednotlivých výseků viz příloha č.3.

9.4 Příloha č.4 – Předběžný návrh předpětí

Ve výpočetním programu Renex byla zadána a natrasována předpínací výztuž. Výstupem z programu je především napínací síla a výpočet ztrát dle metodiky ČSN EN 1992-1-1:2011 a podle údajů výrobců kotevni. Výpočet byl následně ručně ověřen s procentuální odhadem ztrát napětí v předpínací výztuži. Podrobné výsledky s komentářem výsledků jednotlivých výseků viz příloha č.4.

10. Závěr

Hlavní nosné konstrukce jsou navrženy tak, aby během návrhové životnosti se spolehlivostí a hospodárností odolaly všemu zatížení a vlivům, které se mohou vyskytnout během životního cyklu budovy.

Nosné konstrukce jsou nadimenzovány a posouzeny dle mezního stavu únosnosti, porovnáním únosnosti průřezů s vnitřními silami. Dále byly konstrukce posuzovány dle mezního stavu použitelnosti ověřením deformací.

Nosné konstrukce, tak jak jsou navrženy a vypočteny

VYHOVÍ

Všem příslušným ustanovením platných norem ČSN EN z bodu 5.6.

11. Zdroje

- [1] LOXIA a.s. - architektonický ateliér. *Dokumentace pro územní řízení*. 2014.
- [2] RECOC, spol. s r.o. RENEX 3D UŽIVATELSKÝ MANUÁL: Obr. 6 Axiální souřadné systémy a číslování 1D makroprvků [PDF]. Verze 1.11. 2023 [cit. 2024-01-04]. Dostupné z: <https://recoc.cz/files/RENEX-3D.pdf>
- [3] RECOC, spol. s r.o. RENEX 3D UŽIVATELSKÝ MANUÁL: Obr. 5 Souřadné systémy a číslování 2D makroprvků [PDF]. Verze 1.11. 2023 [cit. 2024-01-04]. Dostupné z: <https://recoc.cz/files/RENEX-3D.pdf>
- [4] RECOC, spol. s r.o. RENEX 3D UŽIVATELSKÝ MANUÁL: Obr. 135 Znaménková konvence vnitřních sil na skořepinovém makroprvku [PDF]. Verze 1.11. 2023 [cit. 2024-01-04]. Dostupné z: <https://recoc.cz/files/RENEX-3D.pdf>
- [5] RECOC, spol. s r.o. RENEX 3D UŽIVATELSKÝ MANUÁL [PDF]. Verze 1.11. 2023 [cit. 2024-01-04]. Dostupné z: <https://recoc.cz/files/RENEX-3D.pdf>

12. Seznam příloh

- Příloha č.1 – Globální analýza
- Příloha č.2 – Výpočet Základových konstrukcí a pažení stavební jámy
- Příloha č.3 – Patrové výseky
- Příloha č.4 – Předběžný návrh předpětí
- Příloha č.5 - Výkresová část
 - 001 Výkres tvaru základové desky
 - 002 Výkres tvaru – 2.PP
 - 003 Výkres tvaru – 1.PP
 - 004 Výkres tvaru – 1.NP
 - 005 Výkres tvaru – 2.NP
 - 006 Výkres tvaru – 3.-6NP
 - 007 Výkres tvaru – 7.NP
 - 008 Pilotový plán
- Příloha č.6 – Souhrnná zpráva