

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra betonových a zděných konstrukcí



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh konstrukce administrativní budovy při změně dispozice

ROMAN KREJČÍ

2017

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jitka Vašková, CSc.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	Jméno:	Osobní číslo:
Zadávající katedra:		
Studijní program:		
Studijní obor:		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:	
Název bakalářské práce anglicky:	
Pokyny pro vypracování:	
Seznam doporučené literatury:	
Jméno vedoucího bakalářské práce:	
Datum zadání bakalářské práce:	Termín odevzdání bakalářské práce:
<i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>	
..... Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

..... Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)
--------------------------------	------------------------------

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Návrh konstrukce administrativní budovy při změně dispozice zpracoval samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

.....

Roman Krejčí

Poděkování

Chtěl bych poděkovat paní doc. Ing. Jitce Vaškové, CSc., vedoucí mé bakalářské práce, za odborné vedení a pomoc při vypracování této práce.

ANOTACE

Práce se zabývá problematikou konstrukčních úprav zadané vícepodlažní budovy. Cílem práce bylo vypracování úprav betonové nosné konstrukce objektu jednak jako změnu projektu, tak i pro případ rekonstrukce části již realizovaného objektu. Zpracováno bylo rozšíření prostoru podzemního podlaží a dispoziční změna formou vertikálního propojení dvou místností.

KLÍČOVÁ SLOVA

Rekonstrukce, úprava projektu, úprava konstrukce,

ABSTRACT

The thesis deals with the design of the modified multi-storey building. The aim of the work was to elaborate modifications of the concrete supporting structure of the building on one hand as a project change, as well as for the reconstruction of a part of the already realized object. The expansion of the underground floor space and the dispositional change in the form of vertical interconnection of two rooms were processed.

KEYWORDS

Reconstruction, project modification, structure modification

Obsah

1	ÚVOD	9
1.1	Popis objektu	10
1.2	Popis úprav	11
1.2.1	Garáže	11
1.2.2	Komerční prostor	12
2	VARIANTY.....	13
2.1	Rozšíření garážových stání.....	13
2.2	Úprava komerčního prostoru.....	16
3	NÁVRH A POSOUZENÍ.....	17
3.1	Rozšíření garážových stání.....	17
3.1.1	Stanovení zatížení	17
3.1.2	Výpočet.....	22
3.1.3	Deska.....	23
3.1.4	Stěny.....	24
3.1.5	Sloup.....	25
3.2	Úprava komerčního prostoru.....	26
3.2.1	Stanovení zatížení	26
3.2.2	Výpočet.....	29
3.2.3	Hlavní stropní deska	30
3.2.4	Vykonzolovaná deska	31
3.2.5	Pilíř.....	31
3.2.6	Stěny.....	33
3.2.7	Střešní stropní deska	33
3.2.8	Další možná varianta	35

3.2.9 Schodiště	35
ZÁVĚR	37
LITERATURA	38

1 ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá problematikou úprav projektů a rekonstrukcí, aby student získal určitý přehled o tom, na co je třeba dbát při těchto změnách. Práce navazuje na projekt zpracovaný v rámci předmětu předchozího semestru, budovu Maggie's centre, zařízení nezdravotnického charakteru pro onkologické pacienty, jehož podkladem byla bakalářská práce studenta architektury. Projekt obsahoval posouzení nosných konstrukcí, které byly navrženy převážně s ohledem na dispozici a estetiku.

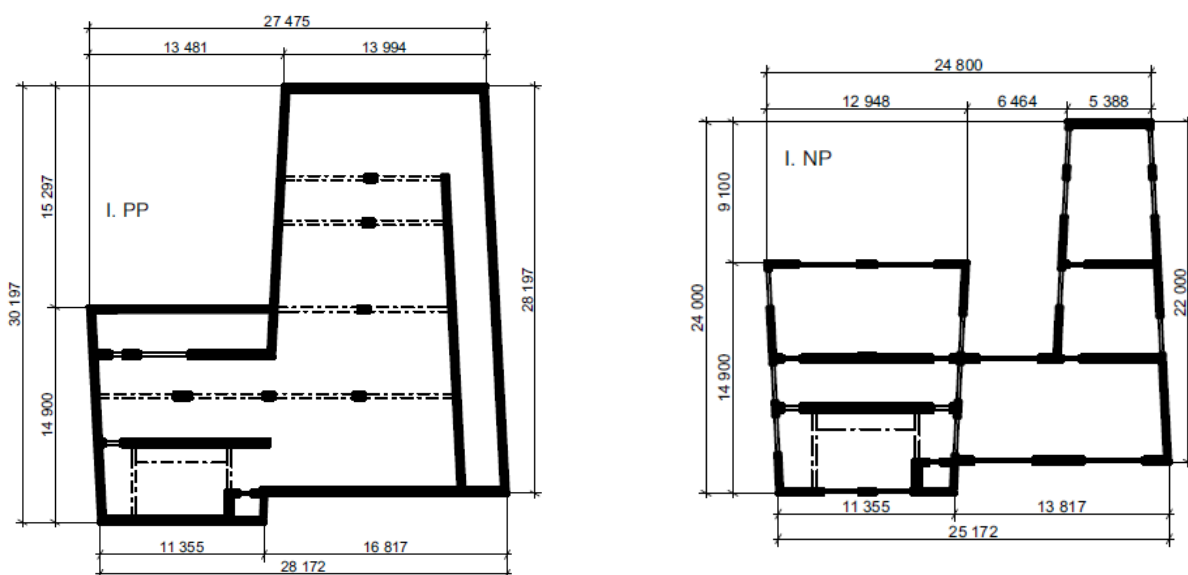
Cílem této bakalářské práce tedy byl návrh nových konstrukcí a posouzení nových i stávajících konstrukcí, případně návrh opatření potřebných pro funkčnost stávajících konstrukcí.

Úpravy byly zvoleny v souvislosti s tím, co by bylo reálně možné jako požadavek investora. Jako první úpravu jsem tedy vybral rozšíření prostoru podzemního podlaží, kvůli zvýšení počtu parkovacích stání. Tuto úpravu jsem zvolil jako úpravu projektu před realizací výstavby, tedy nebylo tolik třeba dbát na současný stav návrhu, jelikož ho bylo možné stále upravit. Jako druhou úpravu jsem zvolil propojení dvou oddělených, nad sebou umístěných místností v jeden pronajímatelný prostor. Tato úpravu už byla vypracována jako úprava po realizaci původního projektu, bylo tedy třeba přihlídnout ke stávajícímu stavu konstrukcí, jak je ovlivní úprava z hlediska vnitřních sil a únosností.

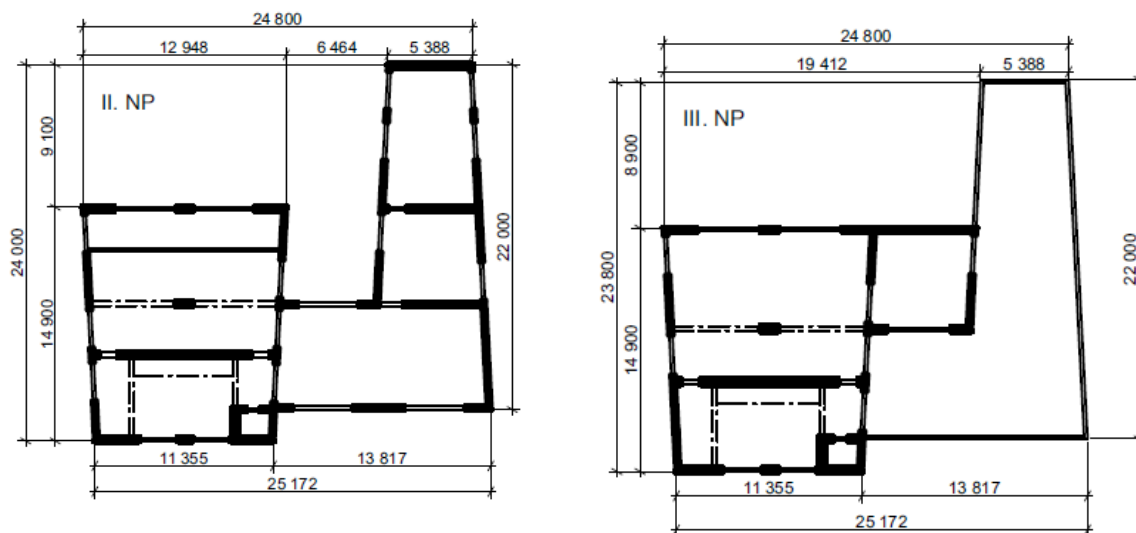
1.1 Popis objektu

Jedná se o objekt nebytového charakteru. Objekt slouží jako terapeutické a informační centrum pro pacienty s onkologickým onemocněním a jejich blízké. Budova má tři nadzemní a jedno podzemní podlaží. Podzemní podlaží slouží především jako parkovací prostor a technické zázemí bazénu. První nadzemní podlaží je sportovního charakteru, obsahuje bazén, tělocvičnu a k těmto prostorům náležící šatny a hygienická zařízení. V druhém nadzemním podlaží se nachází knihovna, dvě kanceláře psychologa a kuchyňský kout. V třetím nadzemním podlaží je galerie, prostor pro skupinové terapie a přístup na pochozí střechu.

Konstrukčně se jedná o převážně železobetonový stěnový systém, doplněný o sloupy v místech, kde bylo potřeba více prostoru z hlediska dispozice, tj. v garážích, galerii a kuchyňském koutě. Stěny jsou v jednom směru rovnoběžné, v druhém jsou namísto pravouhlého uspořádání pod úhlem 87° , tvoří tedy dva lichoběžníkové bloky (viz. Obr 1.1 a 1.2).



Obr. 1.1 Schéma nosných konstrukcí 1. podzemního a 1. nadzemního podlaží.



Obr. 1.2 Schéma nosných konstrukcí 2. a 3. nadzemního podlaží.

1.2 Popis úprav

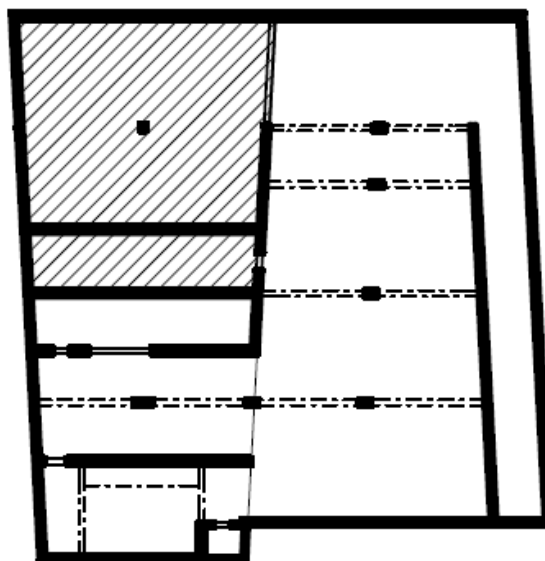
1.2.1 Garáže

Tato úprava je zpracována jako úprava projektu, nezohledňuje se tedy původní stavy nenavrhaných konstrukcí, jelikož je lze v tomto stádiu upravit.

Úprava se provádí za účelem zvýšení počtu parkovacích stání, vzhledem k okolním budovám a komunikacím se půdorys pomyslně doplní na lichoběžníkový tvar (viz. Obr. 1.3).

V tomto případě se musí zajistit hlavně dostatečný prostor pro stání osobních vozidel, tedy jejich rozměry, odstupy a šířky přilehlých dopravních pruhů. Požadavky jsou uvedeny v ČSN 73 6058 a ČSN 73 6056.

I. PP

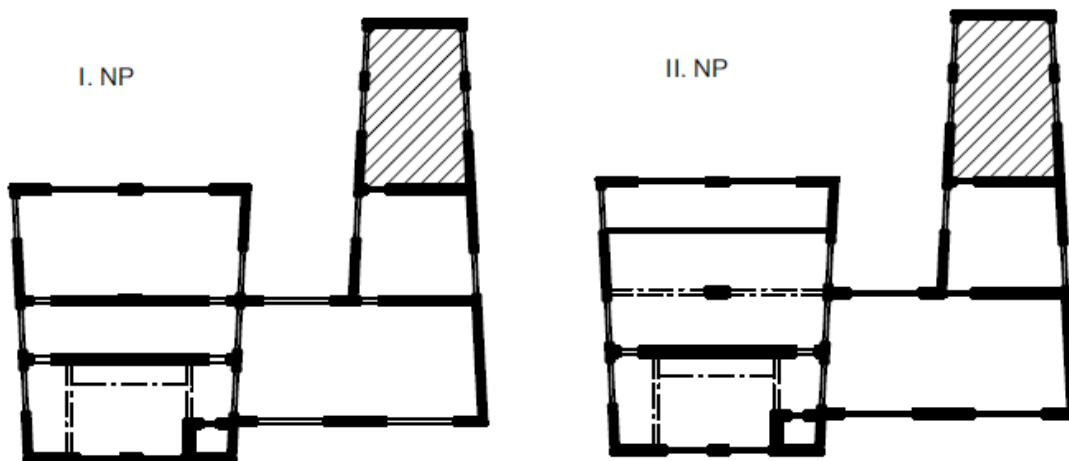


Obr. 1.3 Schéma úpravy podzemního podlaží – šrafa značí dodatečně navržený prostor.

1.2.2 Komerční prostor

Tato úprava je zpracována jako úprava objektu po uvedení do provozu, byla tedy uvažována jako již navržená konstrukce.

Úprava se provádí za účelem následného pronajímání prostoru jako komerčního, kvůli zvýšení finanční nezávislosti a provozuschopnosti centra. Změna se týká propojení dvou stávajících podlaží vybouráním části stropu a realizací schodiště (úpravou dotčené místnosti vyznačené na Obr. 1.4).



Obr. 1.4 Schéma úpravy podzemního podlaží – šrafova značí místnosti určené ke sloučení v jeden komerční prostor.

2 VARIANTY

2.1 Rozšíření garážových stání

Z možných variant rozhoduje především jednoduchost konstrukční varianty, počet a možné rozmístění nových parkovacích stání.

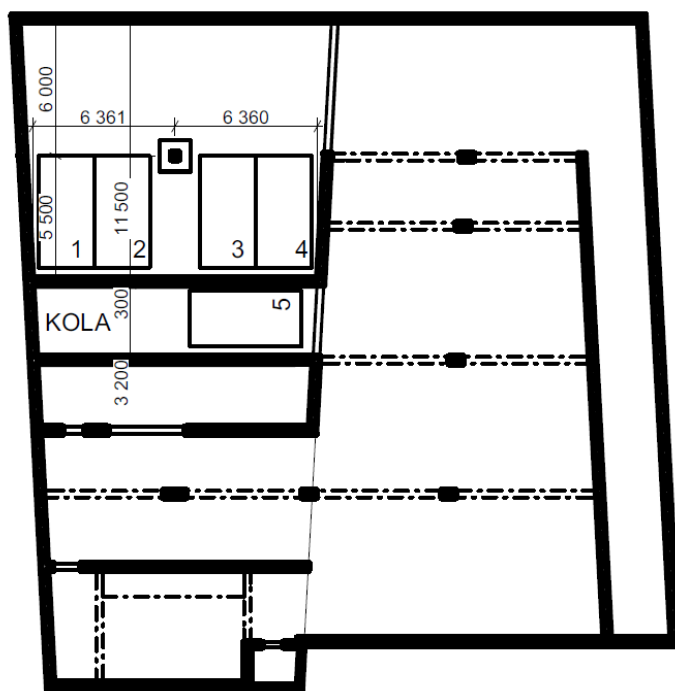
Varianta s lokálně podepřenou deskou

Při této variantě byla uvažována lokálně podepřená deska ca. 11,5x12,5m nad prostorem se čtyřmi stáními a jednosměrně pnutou desku šířky ca. 3m nad prostorem ve kterém je prostor pro jedno stání a případný prostor pro úschovu jízdních kol za příčkou s uzamykatelnými dveřmi.

Lokálně podepřená deska je uložena po krajích na podzemní stěny a navazuje do již navržené stropní konstrukce. Přibližně uprostřed je podepřena jedním sloupem, který bude opatřen hlavicí, případně výztuží proti protlačení.

ČSN 73 6058 a ČSN 73 6056 stanovují rozměry kolmých parkovacích stání o šířce 2,5m a šířce 5,0m s odstupy krajních stání 0,25m od konstrukcí.

Pro zaparkování je nutný přilehlý jízdní pruh šíře 6,0m, který je u stání č. 1-4 navržen, u stání č. 5 je využit již navržený pruh. Pro přístup do prostoru pro úschovu kol je podle [ČSN 73 6056] doporučeno zabezpečit odstup stání č. 5 na jedné straně alespoň 0,5m. Normy dále určují minimální výšku 2,4m nad stáními pro možnost otevření zavazadlových prostorů vozidel. Jedinou překážkou mohla být hlavice sloupu, v závislosti na jejích rozměrech, které určil výpočet (viz.odst. 3.1.3) a bylo zjištěno, že hlavice nebude potřeba.



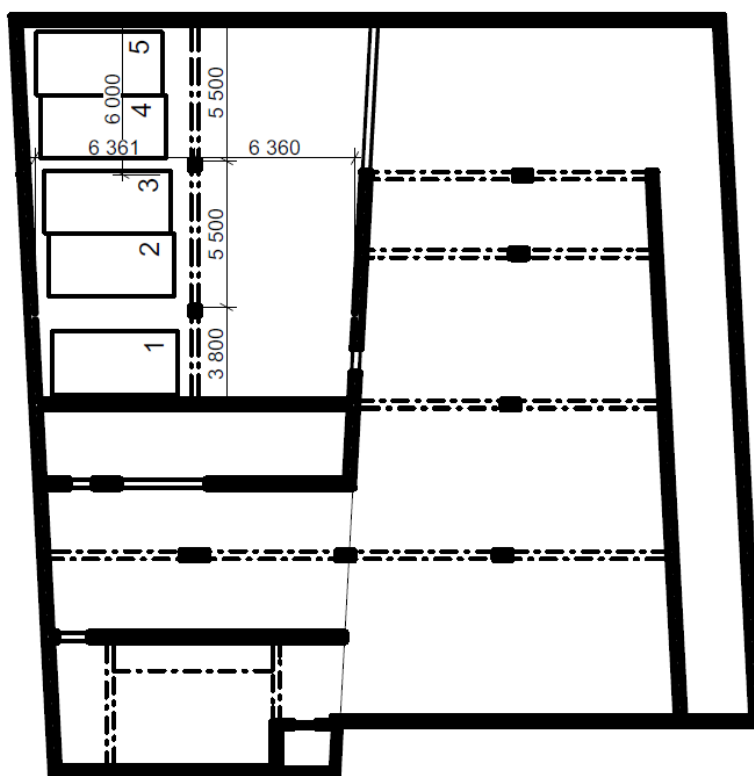
Obr. 2.1 Schéma první varianty úpravy podzemního podlaží.

Varianta s deskou podepřenou trámem

U této varianty se uvažuje jeden větší prostor, nad kterým bude deska ca. 14,8x12,5m uložena na průvlaku délky ca. 14,8m, který bude podepřen dvěma sloupy. V tomto prostoru bude možno umístit 5 parkovacích stání.

Stropní deska bude pnutá z jedné podzemní stěny přes průvlak na protější vnitřní stěnu. Průvlak bude pnut obdobně v druhém směru z podzemní stěny přes dva sloupy na vnitřní stěnu.

V tomto případě budou dle ČSN 73 6058 a ČSN 73 6056 stání stejná jako v předchozí variantě, tedy šířky 2,5m, délky 5,0m s odstupy krajních stání 0,25m od konstrukcí. Šíře přilehlého dopravního pasu je 6,0m a minimální výška pro přístup do zavazadlových prostor vozidel 2,4m kvůli které se musí zajistit, aby průvlak nezasahoval do půdorysu stání.



Obr. 2.2 Schéma druhé varianty úpravy podzemního podlaží.

Výběr varianty

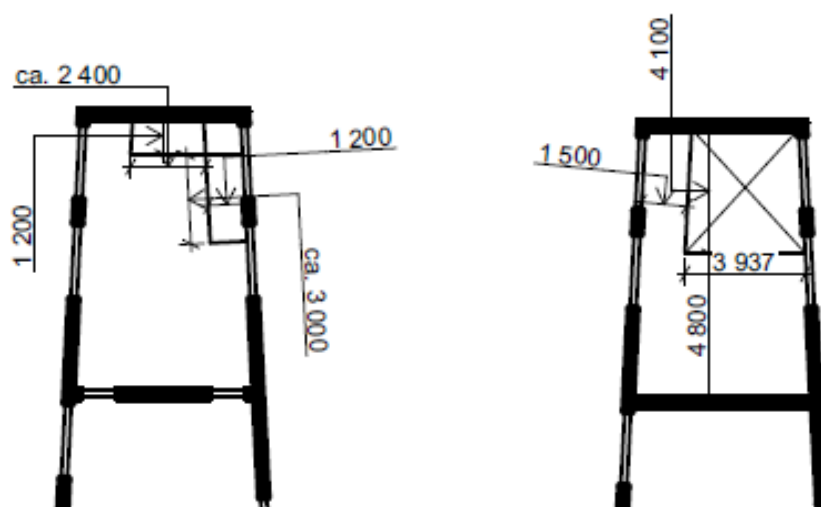
Obě varianty nabízejí stejný počet stání, konstrukce nijak neomezují dopravní prostor ani nemají žádné zjevné konstrukční problémy. První varianta však nabízí kompaktnější uspořádání parkovacích stání a umožňuje uskladnění jízdních kol, proto volím tuto variantu.

2.2 Úprava komerčního prostoru

U této úpravy navrhuji především dispoziční umístění schodiště.

První varianta

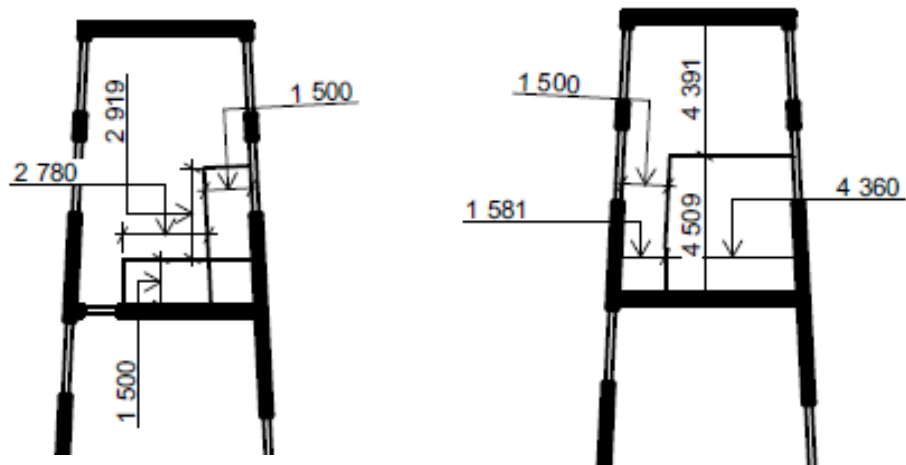
Schodiště je umístěno u vnější stěny, původní prostory šaten jsou využity jako toalety pro zákazníky a zaměstnance a skladový prostor.



Obr. 2.3 Schéma umístění schodiště první varianty.

Druhá varianta

Schodiště je umístěno u vnitřní stěny, původní prostory šaten jsou využity jako toalety pro zaměstnance a skladový prostor. Vzhledem k umístění schodiště nelze vytvořit otvor ve stěně a tak vytvořit toalety pro zákazníky.



Obr. 2.4 Schéma umístění schodiště druhé varianty.

Výběr varianty

U obou variant bude nutné z konstrukčního hlediska brát ohledy na stropní konstrukci pod střešním pláštěm, u první varianty se bude muset navíc dávat větší pozor na meziokenní pilíř. Pokud by byla nutná úprava stropní konstrukce nadbetonávkou, bude lepší první varianta. Vzhledem ke spádu střešního pláště by pak nemusela být upravena pochozí rovina střechy.

Vzhledem k dispozici je vhodnější první varianta, neboť umístění schodiště umožňuje vytvoření toalet pro zákazníky.

3 NÁVRH A POSOUZENÍ

3.1 Rozšíření garážových stání

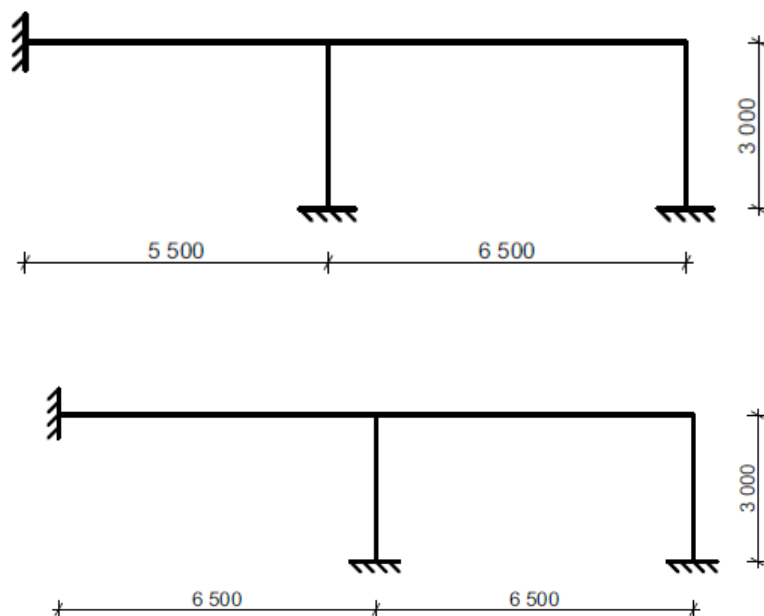
3.1.1 Stanovení zatížení

Stálá zatížení:

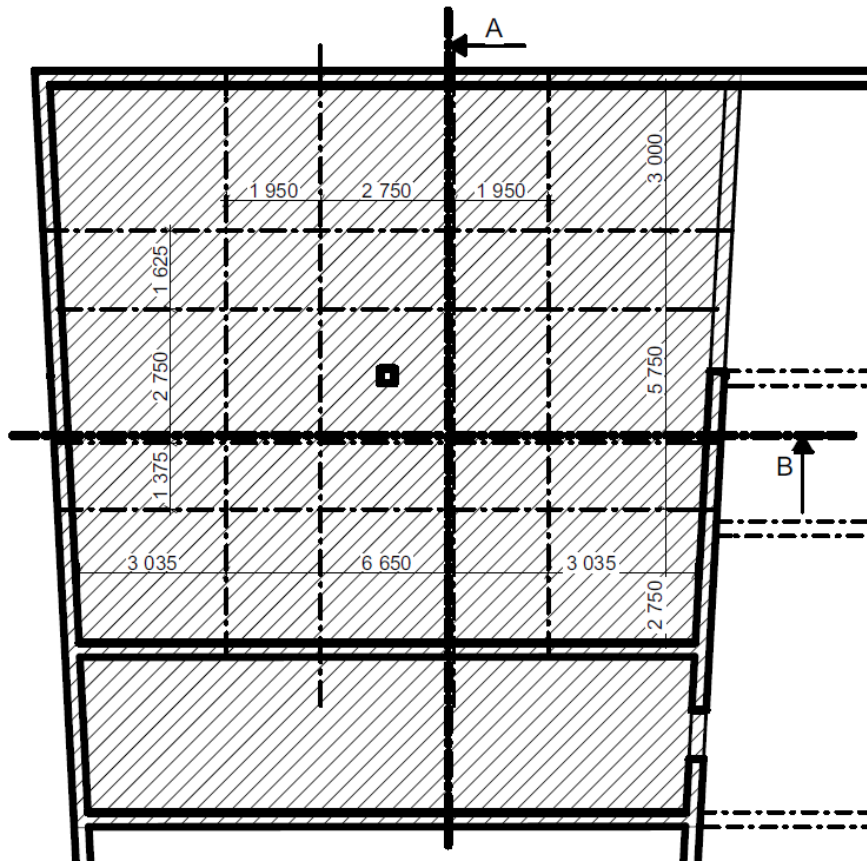
ZS1: Uvažuji tíhu betonové konstrukce g_k , z níž se bude počítat zatížení vlastní tíhou v závislosti na rozměrech konstrukčních prvků. Stropní deska tloušťky 230mm, sloup o rozměrech 300x300mm a stěny o tloušťce 300mm. šířky desek se ve výpočtu uvažují pro desky

a stěny 6,65m pro řez A, 5,75m pro řez B (vedení řezů, šířky náhradních rámtů a sloupových a středových pruhů viz. Obr.3.2).

$$g_k = 25 \text{ kN/m}^3$$



3.1 Schéma ZS1, nahoře rámt charakterizován řezem A, dole rámt řezem B



3.2 Uvažované směry ráků(řezů) A, B

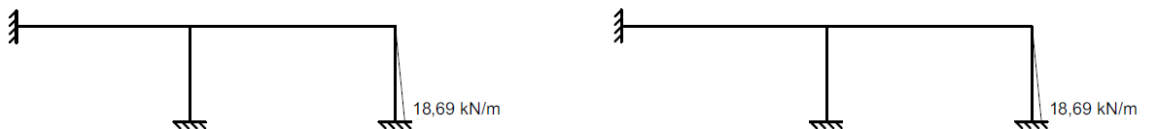
ZS2: Zatížení zemním tlakem: Využije se obsyp zeminou vykopanou na stavbě, tedy písčítým jílem třídy F4

součinitel zemního tlaku

$$K_0 = 1 - \sin\varphi = 1 - \sin 25^\circ = 0,577$$

Zemní tlak

$$\sigma_k = \frac{1}{2} K_0 \times h \times \gamma = \frac{1}{2} 0,577 \times h \times 18,5 = 5,34 \times h$$



3.3 Schéma ZS2, zatížení charakterizovaná na běžný metr, ve výpočtu přenásobená šířkami ráků

ZS3: Zatížení od střešní skladby, uvažuji odhad skladby zelené pochozí střechy

Vrstva	tl. [mm]	g_k [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]
Substrát	100	19	1,9
Geotextilie	1,5		0,005
Nopovaná folie	0,5(8)		0,008
Geotextilie	1,5		0,005
Tepelná izolace - XPS	150	0,4	0,06
Hydroizolace – 2x AP	8		0,06
Celkem g_k [kN/m ²]			2,038

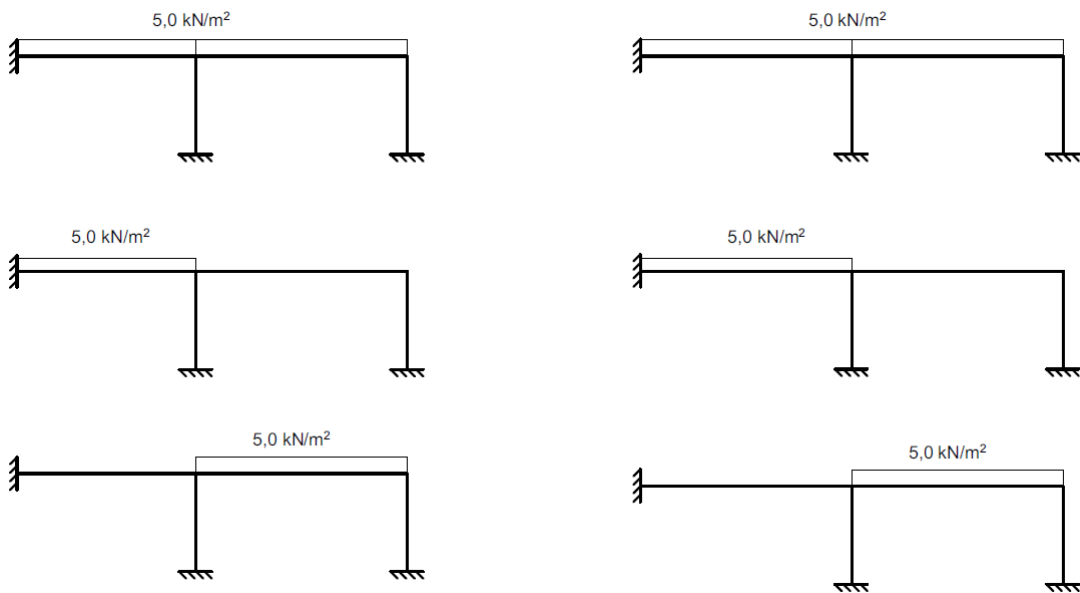


3.4 Schéma ZS3, zatížení charakterizovaná na běžný metr, ve výpočtu přenásobená šířkami rámu

Proměnné zatížení:

ZS4-1(2;3): Na terénu, přístupný pro vozidla HZS Uvažuji kategorii proměnného zatížení G

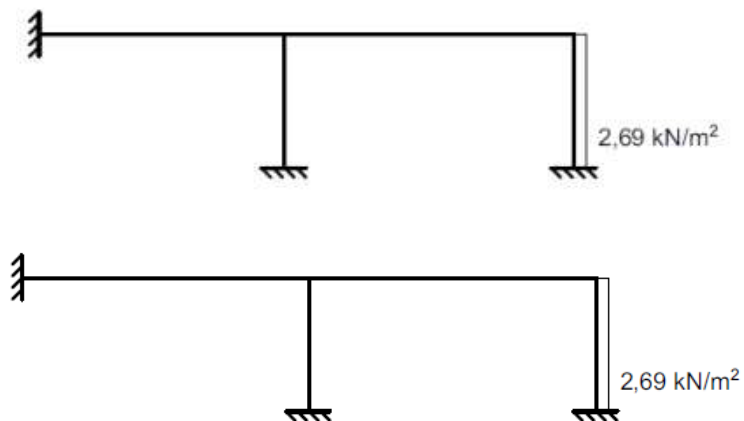
$$q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$$



3.5 Schéma ZS4-1, ZS4-2 a ZS4-3 pro kombinace zatížení, zatížení charakterizovaná na běžný metr, ve výpočtu přenásobená šířkami rámu

ZS5: Přetížení od proměnného zatížení pro zemní tlak

$$\Delta\sigma_f = f \times K_0 = 5,0 \times 0,57 = 2,687 \text{ kPa}$$



3.6 Schéma ZS5, zatížení charakterizovaná na běžný metr, ve výpočtu přenásobená šířkami rámu

3.1.2 Výpočet

Stropní konstrukce je ve vybrané variantě lokálně podepřená, vnitřní síly se určí metodou náhradních rámců pomocí softwaru SCIA Engineer. Momenty se počítají na celou šířku desky s následným rozdělením do sloupového a krajního pruhu, které se následně přepočtou na běžný metr pro návrh výztuže.

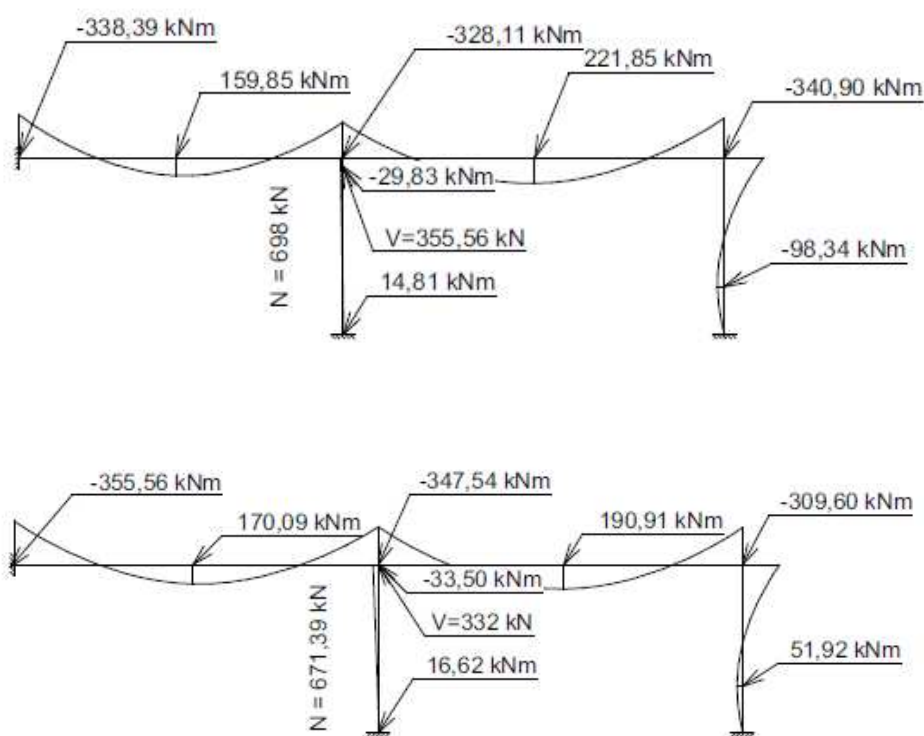
Pro kombinace zatížení se uvažují tři kombinace:

ZS1+ZS2+ZS3 stálá zatížení, součinitel $\gamma_G=1,35$; stejné u všech kombinací

Kombinace 1: Stálá+ZS4-1+ZS5, $\gamma_Q=1,5$

Kombinace 2: Stálá+ZS4-2+ZS5, $\gamma_Q=1,5$

Kombinace 3: Stálá+ZS4-3, $\gamma_Q=1,5$



Obr. 3.7 Schémata celkových momentů na náhradních rámech

Tyto momenty byly rozděleny do středového a sloupového pruhu, kde $\omega=0,6$ pro kladné momenty, a $\omega=0,75$ pro záporné momenty. Dále byly tyto momenty vyděleny příslušnou šířkou pruhů, aby se získaly hodnoty, které byly použity do výpočtů v příloze 1.

Řez	Vypočtená hodnota	Šířka sloupového pruhu	Návrhová hodnota	Šířka středového pruhu	Návrhová hodnota
A	-338,39	2750mm	-92,29	3900mm	-21,69
	159,85		34,88		16,39
	-328,11		-89,48		-21,03
	221,85		48,40		22,75
	-340,90		-92,97		-21,85
	340,90		74,38		34,96
	-98,34		-26,82		-6,30
B	-355,56	2750mm	-96,97	3000mm	-29,63
	170,09		76,00		46,45
	-347,56		-94,77		-28,96
	436,08		41,65		25,45
	-309,6		-84,44		-25,80
	309,6		67,55		41,28
	-51,86		-14,16		-4,33

3.1.3 Deska

Podélná nosná výztuž byla navržena pomocí tabulky, viz. příloha 1.

Z hlediska protlačení bylo nejdříve nutné ověřit, zda bude nějaké opatření nutné.

$$v_{ED,0} = \frac{\beta V_{ED}}{u_0 d} = \frac{1,15 \times 355,56 \times 10^3}{(4 \times 300) \times 200} = 1,7 \text{ MPa}$$

$$v_{RD,max} = 0,4v_{fcd} = 0,4 \times 0,56 \times 16,666 = 3,6MPa$$

$$v_{RD,max} > v_{ED,0}$$

$$v_{ED,1} = \frac{\beta V_{ED}}{u_1 d} = \frac{1,15 \times 355,56 \times 10^3}{(4 \times 300 + 2 \times \pi \times 2 \times 200) \times 200} = 0,55MPa$$

$$\begin{aligned} v_{RD,c} &= \max \left[C_{rd,c} k^3 \sqrt{(100 \rho_1 f_{ck}); 0,035 \sqrt{k^3 f_{ck}}} \right] \\ &= \max \left[0,12 \times 2 \times \sqrt[3]{100 \times 5,67 \times 10^{-3} \times 25}; 0,035 \sqrt{2^3 \times 25} \right] \\ &= \max[0,58; 0,49] = 0,58MPa \end{aligned}$$

$$v_{RD,c} > v_{ED,1}$$

Z druhé podmínky vychází, že nebude potřeba opatření proti protlačení. Pomocí softwaru od společnosti HALFEN byl tento výpočet ověřen (viz. Příloha 5). Jako druhá varianta je uvažována přiznaná betonová hlavice o výšce 100mm. Její rozměry by se v případě potřeby určily výpočtem, s rozměrem čtvercového sloupu o straně 250mm. Vzhledem k tomu, že by však bylo potřeba opatření na protlačení dle druhé podmínky, bylo by potřeba buď realizování přiznané hlavice nebo použití výztuže na protlačení. Obě varianty jsou méně výhodné hlediska pracnosti i financí.

Výztuž zbylé části desky jednosměrně pnuté nad samostatným stáním a kolárnou byla navržena bez výpočtu, stejnou jako výztuž stropní konstrukce o stejném rozpětí.

Stropní deska se navrhla pouze na první mezní stav únosnosti, uvažuje se, že pokud ostatní stropní konstrukce na mezní stav použitelnosti vyhoví, tak vyhoví i tato konstrukce.

3.1.4 Stěny

Výztuž ve stěnách byla navržena konstrukční podle zásad, protože i ta přenesla největší ohybový moment, který na ní působil.

Výztuž vnitřních stěn byla navržena pouze jako konstrukční, vzhledem k relativně malým zatížením.

3.1.5 Sloup

Rozměry sloupu byly odhadem navrženy na čtvercový průřez o straně 300mm, při posouzení rozhodující veličinou byla normálová síla, momenty nebyly tolik rozhodující.

Z rozměrů sloupu a jeho zatížení bylo zjištěno, že se nejedná o štíhlý sloup, návrh tedy zanedbává účinek 2. řádu. Sloup je vyztužen pouze konstrukční výztuží, interakční diagram vykazuje dostatečnou rezervu (Obr.3.9).

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{0,7 \times 3}{0,086} = 24,25$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A_c}} = \sqrt{\frac{0,000675}{0,3 \times 0,3}} = 86\text{mm}$$

$$I = \frac{1}{12}a^4 = \frac{0,3^4}{12} = 0,00675\text{m}^4$$

$$\lambda_{lim} = \frac{20ABC}{\sqrt{n}} = \frac{20 \times 0,7 \times 1,1 \times 2,247}{\sqrt{0,465}} = 50,727$$

$$C = 1,7 - \frac{M_1}{M_2} = 1,7 + \frac{2,91}{5,32} = 2,247$$

$$n = \frac{N_{ed}}{A_c f_{cd}} = \frac{698}{0,3 \times 0,3 \times 16,666 \times 10^3} = 0,465$$

$$\lambda < \lambda_{lim}$$

Dále zjistím potřebnou výztuž sloupu.

$$A_{s,req,1} = \frac{N_{ed} - 0,8A_c f_{cd}}{\sigma_s} = \frac{698 - 0,8 \times 0,3 \times 0,3 \times 16\,666,66}{400} < 0$$

$$A_{s,req,2} = \frac{\omega A_c f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0 \times 300 \times 300 \times 16,666}{434} = 0$$

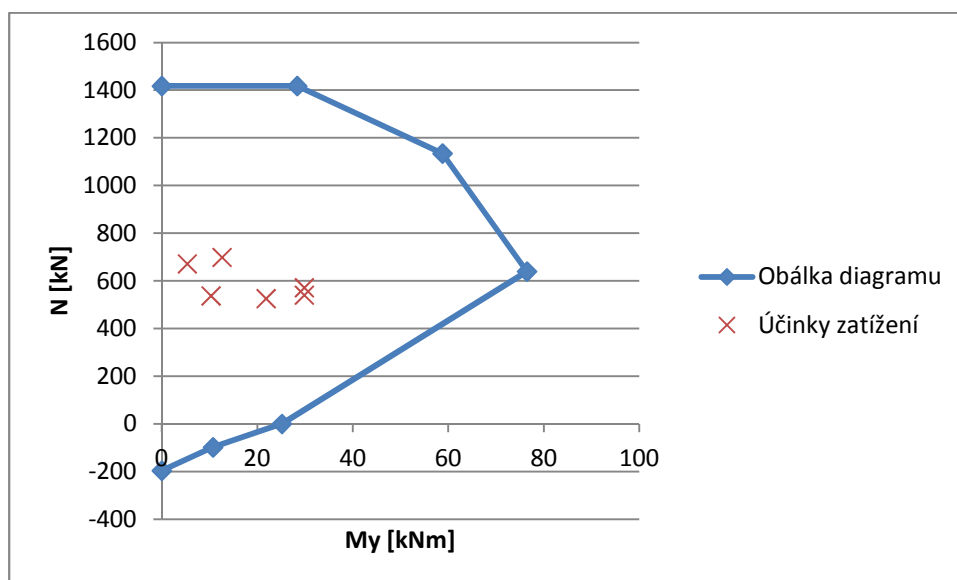
$$\mu = \frac{M_{ed}}{b^3 f_{cd}} = \frac{29,83 \times 10^6}{300^3 \times 16,666} = 0,0663$$

$$v = \frac{N_{ed}}{b^2 f_{cd}} = \frac{698 \times 10^3}{300^2 \times 16,666} = 0,465$$

$$\omega = 0$$

Konstrukční výztuž jsou 4 profily o průměru 12mm, o ploše 452 mm², která je větší než minimální požadovaná výztuž, takže výztuž do sloupu byla navržena pouze konstrukční. Stejně tak k velice malým posouvajícím silám bude stačit pouze konstrukční smyková výztuž.

Tento návrh byl dále posouzen pomocí interakčního diagramu.



Obr. 3.8 Interakční diagram navrhovaného sloupu

Z diagramu (Obr.3.8) je vidět, že sloup je značně předimenzovaný.

3.2 Úprava komerčního prostoru

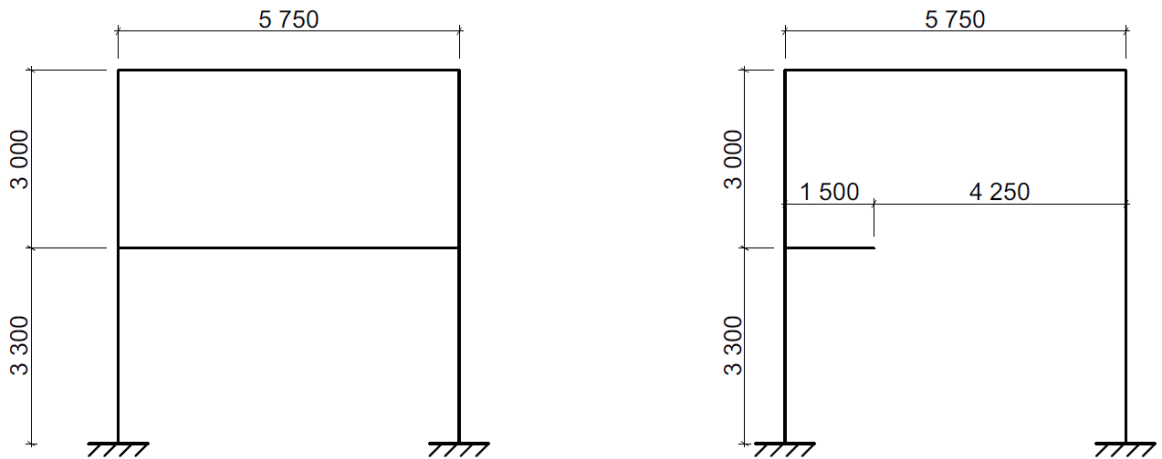
3.2.1 Stanovení zatížení

U této úpravy byla zatížení převzata z původního řešení konstrukce, tedy:

Stálé zatížení:

ZS1: Uvažuje se vlastní tíha konstrukce, tedy tloušťka desky 230mm o zatěžovací šířce odpovídající vzdálenosti středů přilehlých okenních otvorů, 3250mm. Pilíř o rozměrech 200x750mm.

$$g_k = 25 \text{ kN/m}^3$$



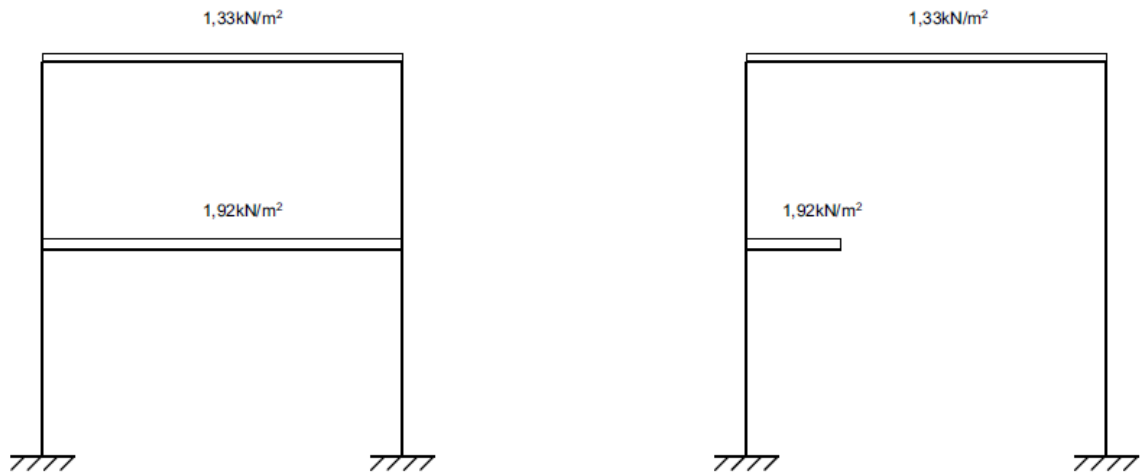
Obr. 3.9 Schéma ZS1, nalevo původní stav, napravo navrhovaná úprava

ZS2: Ostatní stálá zatížení

podlahy v I. NP: $g_k = 1,915 \text{ kN/m}^2$

podlahy v II. NP: $g_k = 1,984 \text{ kN/m}^2$

střešní plášť: $g_k = 1,33 \text{ kN/m}^2$



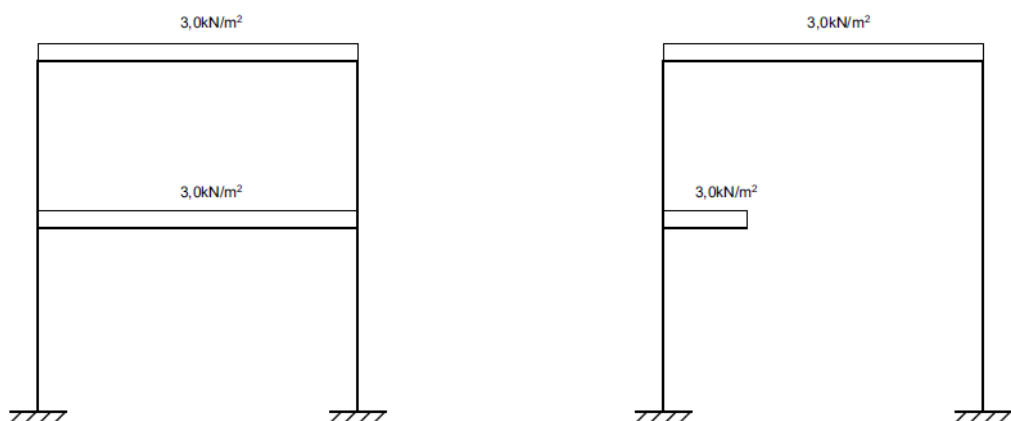
Obr. 3.10 Schéma ZS2, zatížení charakterizovaná na běžný metr, ve výpočtu přenásobená šířkou rámu

Proměnné zatížení:

ZS3: Kategorie C3, nepředpokládá se nejvyšší zatížení ploch, tedy:

$$q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení sněhem se u pochozí střechy neuvažuje, hodnota s_k by byla menší než q_k a uvažuje se odklizení sněhu v případě využívání pochozí střechy v zimním období.



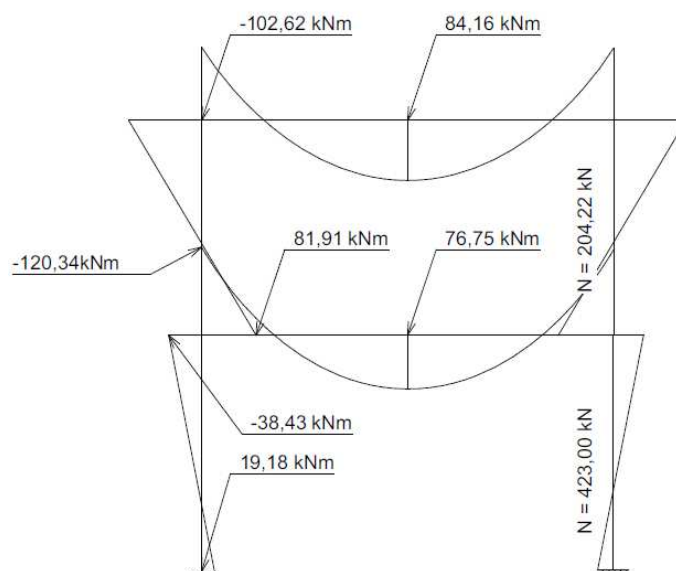
Obr. 3.11 Schéma ZS3, zatížení charakterizovaná na běžný metr, ve výpočtu přenásobená šířkou rámu

3.2.2 Výpočet

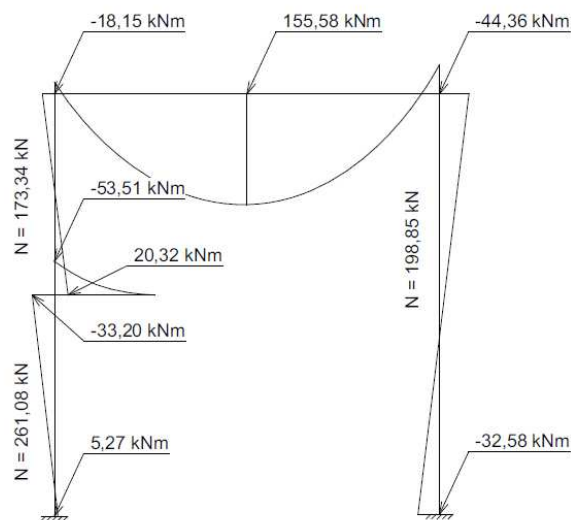
Hodnoty vnitřních sil byly vypočteny pomocí softwaru SCIA Engineer.

V rámci úpravy je nutné posoudit, jaké úpravy budou nutné v kritickém místě meziokenního pilíře, tak se v tomto místě uvažuje náhradní rám o roznášecí šířce uvažovaného pilíře. Vypočtené hodnoty vnitřních sil slouží jako podklady pro určení nutných konstrukčních úprav.

Jelikož není známa navržená výztuž ve stávajících konstrukcích, bylo nutné nejdříve výpočtem odhadnout výztuž ve stropní konstrukci a meziokenním pilíři. Dále pak porovnáním vnitřních sil na upravené konstrukci bylo určeno, jestli budou nějaká opatření nutná, případně tedy je navrhnout.



Obr. 3.12 Výsledné ohybové momenty na deskách a pilířích, normálové síly v pilířích v původním stavu

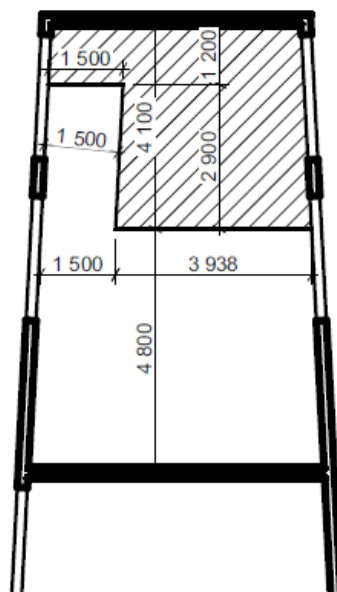


Obr. 3.13 Výsledné ohybové momenty na deskách a pilířích, normálové síly v pilířích po vybourání desky

3.2.3 Hlavní stropní deska

Deska mezi 1. a 2. nadzemním podlažím, která není zasažena bouráním otvoru pro schodiště nebude v ploše vyžadovat žádná opatření. Na jejím kraji v důsledku spolupůsobení s vykonzolovanou částí vybourané desky je vhodné vytvořit jistou formu skrytého průvzlaku. Ten by mohl být realizován zespodu stropní konstrukce stříkaným betonem s dostatečným spřažením. Průvzlak by však byl přiznaný a narušoval by estetiku interiéru a jeho realizace by byla obtížná a finančně nevýhodná. Navržená varianta je nalepení uhlíkových lamel na spodní hranu konstrukce, které se pak skryjí omítnutím.

Při bourání otvoru by bylo nutno dbát na umístění podélné výztuže a její krytí, následná úprava bude stejná jako úprava povrchu odhaleného průřezu konzoly spolu se zábradlím, viz 3.2.4.



Obr. 3.14 Schéma vybourání otvoru

3.2.4 Vykonzolovaná deska

Upravená konstrukce má ve vetknutí konzoly výrazně menší ohybový moment než deska pnutá do obou stěn, takže pokud by původní návrh uvažoval redistribuci momentů, dá se bezpečně prohlásit, že konzola bude dostatečně vyztužena na ohyb.

Konstrukčně se tedy řešit desku nemusí, bude však vhodné upravit odhalenou plochu průřezu, s přihlédnutím na kotvení zábradlí. Zábradlí bude kotveno shora do stropní desky a do boků ramen schodiště. Odhalený průřez se ošetří pouze stavebně, pomocí ocelového válcovaného U profilu. Vzhledem k většímu vyztužení konzoly, než je na vnitřní síly vyžadováno a zesílením okraje uhlíkovou lamelou se neočekává, že by došlo k porušení soudržnosti betonu a výztuže.

3.2.5 Pilíř

Nejdřív byla ověřena štíhlost pilířů v obou stavech. Pokud oba vyjdou jako štíhlé, bude se tvrdit, že po úpravě není nutné dbát na vliv druhého řádu.

Tak by vzhledem k menšímu zatížení bylo možné prohlásit, že pilíř nepotřebuje žádnou úpravu.

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{0,7 \times 3}{0,057} = 36,37$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A_c}} = \sqrt{\frac{0,0005}{0,75 \times 0,2}} = 57\text{mm}$$

$$I = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{0,75 \times 0,2^3}{12} = 0,005\text{m}^4$$

$$\lambda_{lim} = \frac{20ABC}{\sqrt{n}} = \frac{20 \times 0,7 \times 1,1 \times 2,553}{\sqrt{0,169}} = 95,58 \Rightarrow \lambda_{lim} = 75$$

$$C = 1,7 - \frac{M_1}{M_2} = 1,7 + \frac{102,62}{120,34} = 2,553$$

$$n = \frac{N_{ed}}{A_c f_{cd}} = \frac{423}{0,2 \times 0,75 \times 16,666 \times 10^3} = 0,169$$

$$\lambda < \lambda_{lim}$$

Výpočtem bylo ověřeno, že pilíř nevychází jako štíhlý, tedy pokud ani po úpravě tak nevyjde, bude současný stav konstrukce dostatečný. Pokud by nastala nepříznivá situace a po úpravě vyšel pilíř jako štíhlý, lze přihlédnout k napdraží oken, které zmenší vzpěrnou délku a tím ovlivní štíhlost, případně napdraží uprostřed svislé výšky pilíře zvýší tuhost.

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{0,7 \times 6}{0,057} = 73,68$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A_c}} = \sqrt{\frac{0,0005}{0,75 \times 0,2}} = 57\text{mm}$$

$$I = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{0,75 \times 0,2^3}{12} = 0,005\text{m}^4$$

$$\lambda_{lim} = \frac{20ABC}{\sqrt{n}} = \frac{20 \times 0,7 \times 1,1 \times 3,34}{\sqrt{0,104}} = 159,19 \Rightarrow \lambda_{lim} = 75$$

$$C = 1,7 - \frac{M_1}{M_2} = 1,7 + \frac{5,27}{33,20} = 3,34$$

$$n = \frac{N_{ed}}{A_c f_{cd}} = \frac{261}{0,2 \times 0,75 \times 16,666 \times 10^3} = 0,104$$

$$\lambda < \lambda_{lim}$$

Pilíř mezi okny ani po úpravě nevychází jako štíhlý a momenty jsou díky změnám tuhosti menší než v původním stavu, obdobně jako menší normálová síla vlivem odlehčení konstrukce pilíře od zatížení stropní deskou, pilíř tedy nevyžaduje žádná konstrukční opatření.

3.2.6 Stěny

Do stěny bude zavedena chemická kotva pro upevnění výztuže do schodišť, vzhledem ke konstrukčním zásadám bude ve stěnách potřeba opatření. Bude-li uvažována minimální výztuž ve stěnách, únosnost stěny na tah za ohybu v místě napojení podesty vychází cca. 21kNm, kdežto moment od podesty je kolem 51kNm. Byla tedy navržena opatření v podobě uhlíkových lamel lepených na vnější povrch stěny, skryté pod tepelnou izolací pro zvýšení únosnosti stěn.

Další úpravou ve stěnách bude vytvoření jednoho otvoru pro dveře a zabetonování otvoru, který vedl z chodby v 2. NP. Nový otvor nebude potřebovat žádná zvláštní opatření, jelikož je nad ním dostatečná výška stěny. U zabetonování stávajícího otvoru bude zapotřebí zajistit dostatečnou soudržnost nové a stávající betonové konstrukce.

3.2.7 Střešní stropní deska

U střešní desky došlo vlivem změn tuhostí pilíře k výrazné změně ohybových momentů na desce. Uvažuje se nejnepříznivější varianta, nulová

redistribuce ohybových momentů původní konstrukce, kdy horní vlákna budou dostatečně vyztužená a spodní nepostačí na nový stav.

Jako variantu lze uvažovat využití dalších uhlíkových lamel, jelikož jsou využity v opatřeních u konzolované desky. Druhá varianta, kterou lze užít, je zvýšení tloušťky stropní desky o 170mm s přidanou výztuží čtyř profilů o průměru 10mm na běžný metr do spodní části nadbetonávky. Spřažení nadbetonávky se zajistí ocelovými trny. Ověření výztuže a nadbetonávky viz. příloha 6

Z přílohy je zjevný iterační proces, ve kterém se pouze zvyšovala výška nadbetonávky, aby byla vidět změna ohybových momentů v konstrukci pro výběr vhodné tloušťky betonové vrstvy. Výška této vrstvy byla zvolena na 170mm. V prvním kroku bylo ověřeno spřažení nové betonové vrstvy se stávající konstrukcí.

$$v_{Rd} = cf_{ctd} + \mu\sigma_n + \rho f_{yd} \leq 0,5vf_{cd} = 0,5 \times 0,54 \times 16,66 = 4,49MPa$$

Nejdříve byla určena únosnost spřažení ve spáře bez trnů, při zdrsnění povrchu. Tato hodnota byla porovnána se smykovým napětím ve spáře.

$$v_{Rd} = 0,45 \times 1,2 + 0,8 \times 170 \times 25 \times 10^{-6} = 0,54MPa$$

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{zb} = 1,0 \frac{156\,950}{241 \times 1000} = 0,65MPa$$

Z výpočtu je tedy vidět, že bude třeba výztuž pro spřažení, byly navrženy spřahovací trny, jejich minimální stupeň vyztužení byl určen z rozdílu únosnosti v_{Rd} a zatížení v_{Ed} .

$$\rho f_{yd} \geq v_{Ed} - v_{Rd} = 0,11MPa$$

$$\rho \geq \frac{0,11}{f_{yd}} = \frac{0,11}{434} = 2,45 \times 10^{-4}$$

$$\rho = \frac{A_{sw}}{A_c} = \frac{A_{sw}}{1} \gg A_{sw} \geq 245,62mm^2 \gg A_{sw}(5\emptyset 8mm) = 251mm^2$$

Jako trny by tedy stačilo 5 trnů o průměru 8mm na plochu jednoho m². To je však nedostačující z hlediska maximální vzdálenosti smykové výztuže, která vychází ~150mm, tedy 45 trnů na běžný metr čtverečný.

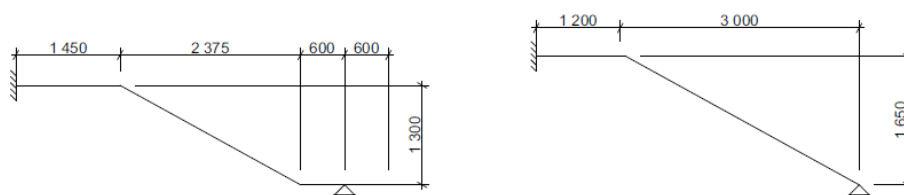
Ohybovou výztuž umístěnou v nové betonové vrstvě je nutno zakotvit, navrhuje se vyvrtání otvorů do konstrukce atiky a mechanické kotvení z vnější strany atiky pod tepelnou izolaci.

3.2.8 Další možná varianta

Jako další možnost pro zmenšení ohybových momentů ve stropní desce by bylo zvýšení tuhosti pilířů. Únosnost pilířů v souvislosti s normálovou silou má díky odstranění stropní konstrukce dostatečnou rezervu, tudíž by jejich zesílení bylo relativně jednoduché. Muselo by se provést podepření a odlehčení střešní desky odebráním střešního pláště. Ten by se však při této variantě odebíral jen kvůli odlehčení, takže by varianta byla zbytečně finančně i časově náročnější. Na základě změnách tuhostí by tedy došlo ke změně ohybových momentů. Při tomto opatření by však, podle potřeby zesílení pilířů, došlo k výraznějšímu narušení estetiky interiéru.

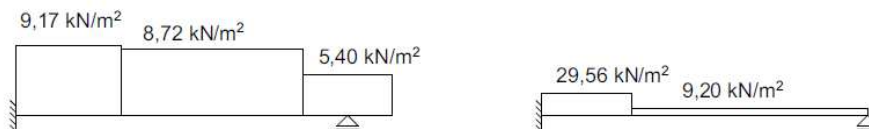
3.2.9 Schodiště

Rozměry jednotlivých stupňů byly určeny výpočtem na výšky 165mm a šířku 300mm. Desky ramen se určily odhadem na 180mm, stejné jako hlavní schodiště objektu, konstrukčně jako dvě lomené desky, na jedné straně vetknuté do stěn.



Obr. 3.15 Schéma ramen schodiště; Vpravo nástupní rameno, vlevo výstupní rameno

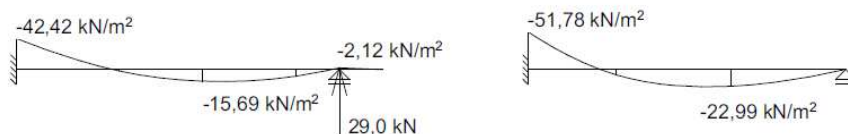
Pro zjednodušení výpočtu se model uvažuje jako přímý nosník o stejných půdorysných délkách, zatížení jsou přepočtená na tento model. Nástupní rameno je na mezipodestě navíc přitíženo reakcí od výstupního ramene.



Obr. 3.16 Schéma stálých zatížení



Obr. 3.17 Schéma proměnného zatížení



Obr. 3.18 Výsledné ohybové momenty

Vetknutí do stěn bude provedeno stykováním na výztuž upevněnou do konstrukce za pomoci chemických kotev. Pata nástupního ramene bude vybetonována na stropní desce po odstranění původních podlah, díky větší ploše paty a reakce v ní uvažují dostatečné spřažení, případně se zdrsněním povrchu. Nenavrhují do paty žádné provázání výztuží, aby nedošlo k výraznějšímu ovlivnění momentů na stropní desce.

Návrh výztuže je uveden formou tabulky v příloze 6, kde M1 a M3 značí rozhodující momenty, tedy ve vetknutí do stěny a uprostřed ramene schodišťové desky.

ZÁVĚR

V řešeném objektu byly v souladu s cíly práce provedeny následující úpravy:

Prostor garáží byl rozšířen, počet stání byl zvýšen o pět míst a navržené konstrukce byly posouzeny v souladu s ČSN. Došlo k úpravám některých původně navržených suterénních stěn na vnitřní nosné stěny a byly přidány nosné konstrukce rozšířeného prostoru.

Prostor tělocvičny a knihovny byl upraven a navržen tak, aby konstrukce vyhověla na nový stav jednoho společného prostoru, při kterém došlo k výrazným změnám vnitřních sil.

U obou úprav byly zmíněny i možné další varianty požadovaných úprav se zdůvodněním, proč nebyly vybrány.

LITERATURA

Normy

ČSN 73 6058. *Jednotlivé, řadové a hromadné garáže*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

ČSN 73 6056. *Odstavné a parkovací plochy silničních vozidel*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: *Navrhování betonových konstrukcí*, ČNI, Listopad 2006

ČSN ISO 13822 *Hodnocení existujících konstrukcí*, srpen 2005.

ČSN EN 1990 (ČSN 73 0002). Eurokód: *Zásady navrhování konstrukcí*, Praha: ČNI,

2004.

ČSN EN 1991-1-1 (73 0035). Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí: Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: ČNI, 2004.

Web

Výuka. *Katedra betonových a zděných konstrukcí* [online]. Praha [cit. 2017-05-28]. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/www/bilypet1/vyuka.htm>

Seznam obrázků

Obr. 1.1 Schéma nosných konstrukcí 1. podzemního a 1. nadzemního podlaží.....	10
Obr. 1.2 Schéma nosných konstrukcí 2. a 3. nadzemního podlaží.	11
Obr. 1.3 Schéma úpravy podzemního podlaží – šrafa značí dodatečně navržený prostor.	12
Obr. 1.4 Schéma úpravy podzemního podlaží – šrafa značí místnosti určené ke sloučení v jeden komerční prostor.	13
Obr. 2.1 Schéma první varianty úpravy podzemního podlaží.	14
Obr. 2.2 Schéma druhé varianty úpravy podzemního podlaží.	15
Obr. 2.3 Schéma umístění schodiště první varianty.	16
Obr. 2.4 Schéma umístění schodiště druhé varianty.	17
3.1 Schéma ZS1, nahoře rám charakterizován řezem A, dole rám řezem B	18
3.2 Uvažované směry rámu(řezů) A, B	19

3.3 Schéma ZS2, zatížení charakterizovaná na běžný metr, ve výpočtu přenásobená šířkami rámu	19
3.4 Schéma ZS3, zatížení charakterizovaná na běžný metr, ve výpočtu přenásobená šířkami rámu	20
3.5 Schéma ZS4-1, ZS4-2 a ZS4-3 pro kombinace zatížení, zatížení charakterizovaná na běžný metr, ve výpočtu přenásobená šířkami rámu	21
3.6 Schéma ZS5, zatížení charakterizovaná na běžný metr, ve výpočtu přenásobená šířkami rámu	21
Obr. 3.7 Schémata celkových momentů na náhradních rámech	22
Obr. 3.8 Interakční diagram navrhovaného sloupu	26
Obr. 3.9 Schéma ZS1, nalevo původní stav, napravo navrhovaná úprava	27
Obr. 3.10 Schéma ZS2, zatížení charakterizovaná na běžný metr, ve výpočtu přenásobená šířkou rámu	28
Obr. 3.11 Schéma ZS3, zatížení charakterizovaná na běžný metr, ve výpočtu přenásobená šířkou rámu	28
Obr. 3.12 Výsledné ohybové momenty na deskách a pilířích, normálové síly v pilířích v původním stavu	29
Obr. 3.13 Výsledné ohybové momenty na deskách a pilířích, normálové síly v pilířích po vybourání desky	30
Obr. 3.14 Schéma vybourání otvoru	31
Obr. 3.15 Schéma ramen schodiště; Vpravo nástupní rameno, vlevo výstupní rameno	35
Obr. 3.16 Schéma stálých zatížení	36
Obr. 3.17 Schéma proměnného zatížení	36
Obr. 3.18 Výsledné ohybové momenty	36

Seznam příloh

Příloha 1 - Výpočet výztuže desky podzemního podlaží

Příloha 2 – Úprava garáží - Výkres tvaru

Příloha 3 – Úprava garáží – Schéma výkresu výztuže – Směr řezu A

Příloha 4 – Úprava garáží – Schéma výkresu výztuže – Směr řezu B

Příloha 5 - Výstup z programu HDB – ověření protlačení

Příloha 6 - Úprava komerčního prostoru – Výkres tvaru

Příloha 7 - Úprava komerčního prostoru – Schéma výkresu výztuže