



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 POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍHO ŽELEZOBETONOVÉHO SKELETU VÝROBNÍHO OBJEKTU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jiří Pražan

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. FRANTIŠEK GIRGLE, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Jiří Pražan
Název	Statické posouzení stávajícího železobetonového skeletu výrobního objektu
Vedoucí práce	Ing. František Girgle, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2018
Datum odevzdání	11. 1. 2019

V Brně dne 31. 3. 2018

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Stavební výkresy řešeného objektu: půdorysy, řezy, geotechnické poměry, apod. a provedené stavebně technické průzkumy.

Platné návrhové normy a technické předpisy:

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí;

ČSN EN 1991-1-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí;

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

ČSN EN 206: Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda;

ČSN ISO 13822: Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí

Další literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Na základě zadaných podkladů proveďte statické posouzení stávajícího železobetonového skeletu výrobního objektu. Řešení proveďte pomocí vhodného MKP programu. U vybraných konstrukčních částí proveďte kontrolu výsledků pomocí výstižné zjednodušené ruční metody. Práce bude obsahovat statické posouzení stávajícího stavu, stanovení zatížitelnosti a případně návrh vhodných úprav pro zajištění statické spolehlivosti vybrané části konstrukce a to v souladu s platnými normami. Ostatní činnosti a případná zjednodušení zadané konstrukce provádějte v souladu s pokyny vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti dle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy navrženého zesílení (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

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

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá statickým posouzením stávajícího železobetonového skeletu výrobního objektu. Posuzovaná konstrukce je realizována jako železobetonový monolitický skelet o rozponu pole 6,15 x 6,15 m (osově). Objekt má obdélníkový půdorys 13 x 9 polí. Celkový rozměr je 56 x 81m a je ve všech patrech rozdělen dvěma vloženými poli šířky 3,65 m na tři dilatační celky. Objekt má tři nadzemní a jedno podzemní podlaží. Konstrukční výška suterénu je 3,675 m, nadzemních podlažích 4,0 m. Na západní straně objektu (osa A) jsou tři železobetonové výtahové šachty o rozměru cca 4,5 x 3,8 m. Obvodový plášť a vnitřní příčky jsou zděné z cihel plných pálených. Práce obsahuje statické posouzení stávajícího stavu, stanovení zatížitelnosti a návrh vhodných úprav pro zajištění statické spolehlivosti.

KLÍČOVÁ SLOVA

železobetonový skelet, výrobní objekt, křížem vyztužená stropní deska, trámový strop, průvlak, trám, beton, sloup, mezní stav únosnosti, předpětí, ztráty předpětí, monostrand

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the structural assessment of the existing reinforced concrete frame structure of the production building. The structure under consideration is carried out as a reinforced concrete monolithic frame structure with a discrepancy of 6,15 x 6,15 m (axis). The object has a rectangular plan of 13 x 9 fields. The total dimension is 56 x 81m and is divided into three dilation units on all floors by two inserted 3,65 m wide fields. The building has three above-ground floors and one underground floor. The construction height of the basement is 3,675 m, above ground level 4,0 m. On the west side of the building (axis A) are three reinforced concrete elevator shafts with a dimension of approximately 4,5 x 3,8 m. The envelope and inner partitions are made of bricks full of burned. The work shall include a static assessment of the status quo, a determination of the load capacity and a proposal for appropriate adjustments to ensure static reliability.

KEYWORDS

reinforced concrete frame structure, production building, two-way floor slab, joist floor, beam, concrete, column, ultimate limit state, prestressing, prestress losses, monostrand

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Jiří Pražan *Statické posouzení stávajícího železobetonového skeletu výrobního objektu*. Brno, 2019. 43 s., 175 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. František Girgle, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Statické posouzení stávajícího železobetonového skeletu výrobního objektu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2019

Bc. Jiří Pražan
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Statické posouzení stávajícího železobetonového skeletu výrobního objektu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2019

Bc. Jiří Pražan
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

V první řadě děkuji svému vedoucímu diplomové práce Ing. Františku Girgemu, Ph.D. za ochotu a čas, který mi věnoval při konzultacích, ve kterých mi předal spoustu cenných rad, připomínek k dané problematice a odborných zkušeností.

Dále děkuji své přítelkyni a rodině, kteří mě po celou dobu zpracovávání této práce podporovali.



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 POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍHO
ŽELEZOBETONOVÉHO SKELETU VÝROBNÍHO
OBJEKTU**

TEXTOVÁ ČÁST

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jiří Pražan

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. FRANTIŠEK GIRGLE, Ph.D.

BRNO 2018

OBSAH

1	Úvod	11
2	Popis nosné konstrukce objektu dle stavebně technického průzkumu [16]	12
2.1	Suterén	12
2.2	Běžná patra a střecha	13
2.2.1	Trám běžný	15
2.2.2	Trám sloupový	15
2.2.3	Průvlak	16
2.3	Schodiště	16
2.4	Základové konstrukce	16
3	Zatížení	17
3.1	Zatížení stálé	17
3.1.1	Plošná zatížení	17
3.2	Zatížení proměnné	17
3.2.1	Užitné zatížení	17
3.2.2	Zatížení sněhem	18
3.2.3	Zatížení větrem	18
4	Popis poruch dle stavebně technického průzkumu [16]	18
4.1	Fotodokumentace	19
5	Zjištěné materiály [16]	25
5.1	Beton	25
5.2	Betonářská ocel	25
5.2.1	ocel 10 210 (A-0)	25
5.2.2	ocel 10 300 (A-II, R30)	25
5.2.3	ocel 10 302 (Ak-II, TOR 30)	25
5.2.4	svařované sítě S	25
6	Stanovení zatížitelnosti konstrukce	26
6.1	Výpočtový model	26
7	Výsledná zatížitelnost	28
8	Ověření vnitřních sil	29
8.1	Prostorový model	29
8.2	Rámový model	29
8.3	Porovnání výsledků	29
9	Návrh sanace objektu	30
9.1	Určení maximální reakce	30

9.1.1	Původní stav	30
9.1.2	Nový stav – sanace 1	31
9.1.3	Rekapitulace původního a nového stavu objektu	32
9.2	Navržená varianta sanace 1	33
9.3	Navržená varianta sanace 2	34
10	Technologický předpis	36
10.1	Popis technologií.....	36
10.1.1	Tryskání abrazivem (pískování).....	36
10.1.2	Antikorozní ochrana výztuže	36
10.1.3	Nástřík betonu (torkretování)	36
10.1.4	Výplň a injektáž trhlin, dutin nebo mezer	36
10.1.5	Dodatečné předpínání.....	36
11	Technologický postup	38
11.1	Bourací práce	38
11.2	Provedení sanace 2.....	38
12	Podmínky pro provedení sanace.....	39
12.1	Betonáž nové desky tl. 200 mm.....	39
12.2	Torkretování.....	39
12.2.1	Zásady provedení	39
13	Závěr.....	39
14	Seznam použitých zkratk a symbolů	40
15	Použitý software	41
16	Seznam použitých zdrojů	42
17	Seznam příloh.....	43

1 Úvod

Hlavním úkolem této diplomové práce je stanovení zatížitelnosti stávajícího železobetonového skeletu výrobního objektu a následný návrh vhodných úprav pro zajištění statické spolehlivosti. Objekt se nachází v Otrokovicích.

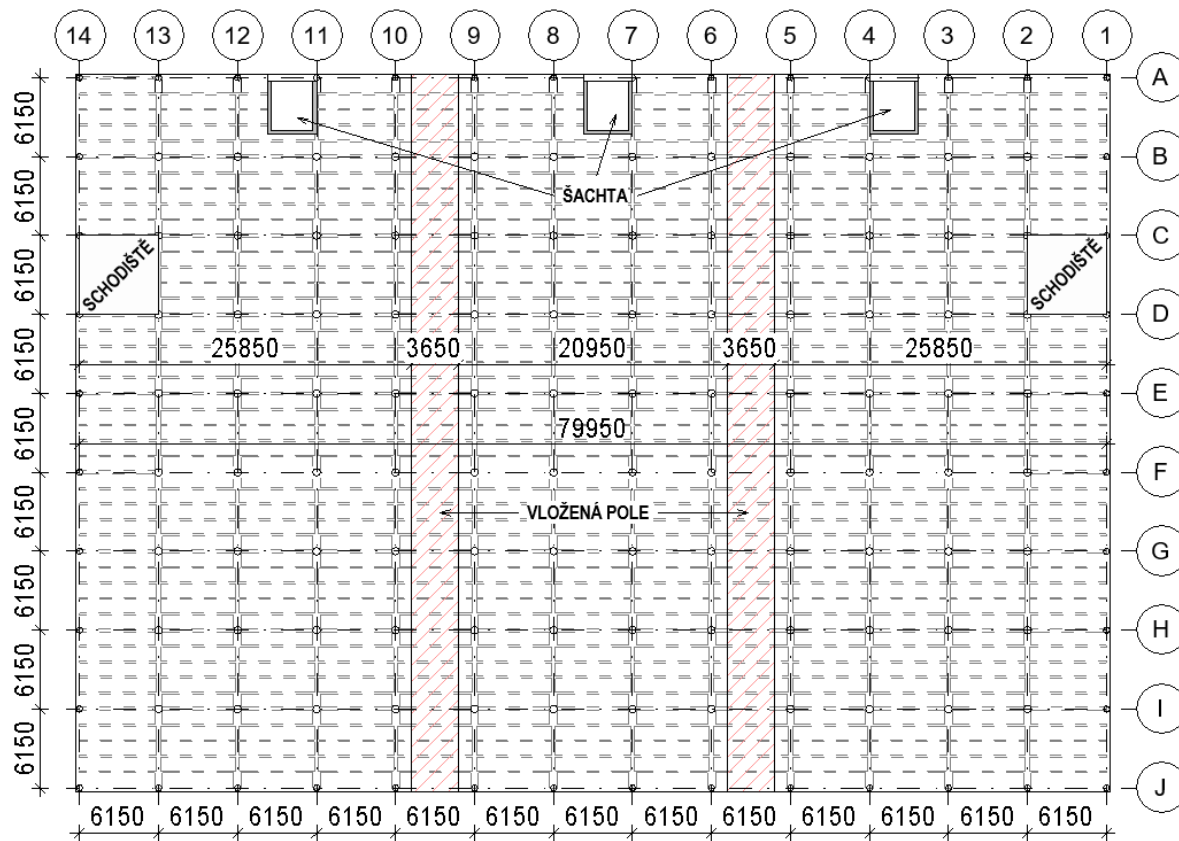
Posuzovaná konstrukce je realizována jako železobetonový monolitický skelet o rozponu pole 6,15 x 6,15 m (osově). Objekt má obdélníkový půdorys 13 x 9 polí.

Celkový rozměr je 56 x 8 m a je ve všech patrech rozdělen dvěma vloženými poli šířky 3,65 m na tři dilatační celky. Objekt má tři nadzemní a jedno podzemní podlaží. Konstrukční výška suterénu je 3,675 m, nadzemních podlažích 4,0 m. Na západní straně objektu (osa A) jsou tři železobetonové výtahové šachty o rozměru cca 4,5 x 3,8 m. Obvodový plášť a vnitřní příčky jsou zděné z cihel plných pálených. Výkresová dokumentace bude zpracována v BIM software REVIT 2019, který je určen pro tvorbu informačního modelu budovy.

V první části statického výpočtu se zabývám posouzením a stanovením zatížitelnosti jednotlivých nosných částí konstrukce a následně nejslabší prvek určuje maximální zatížitelnost celého objektu. V druhé části statického výpočtu se zabývám vhodným navržením úprav pro zajištění statické spolehlivosti. Návrh výztuže a posudky vybraných částí budou provedeny podle evropských norem, a to zejména ČSN EN 1992-1-1 ed2, včetně změny Z1 z května 2016.

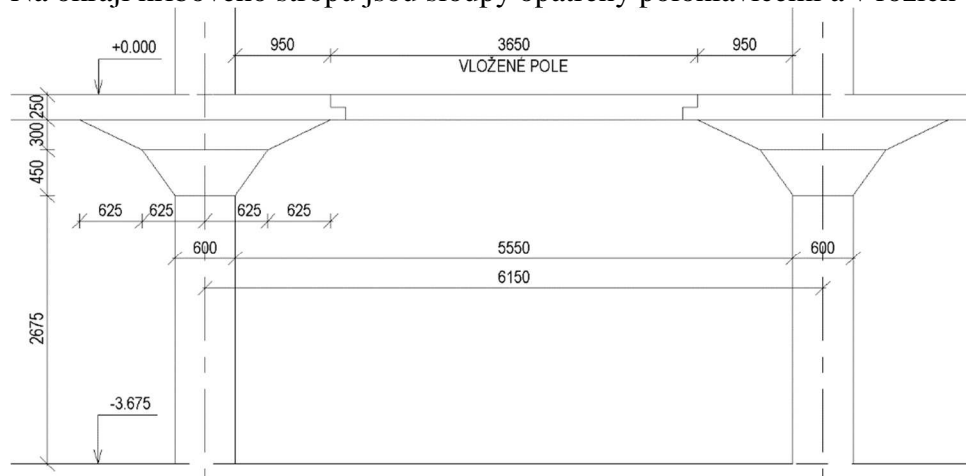
2 Popis nosné konstrukce objektu dle stavebně technického průzkumu [16]

Pro konstrukci bylo v původním projektu (z roku 1958) uvažováno s užitným zatížením stropu nad suterénem 1000 kg/m² a pro další podlaží s 600 kg/m².

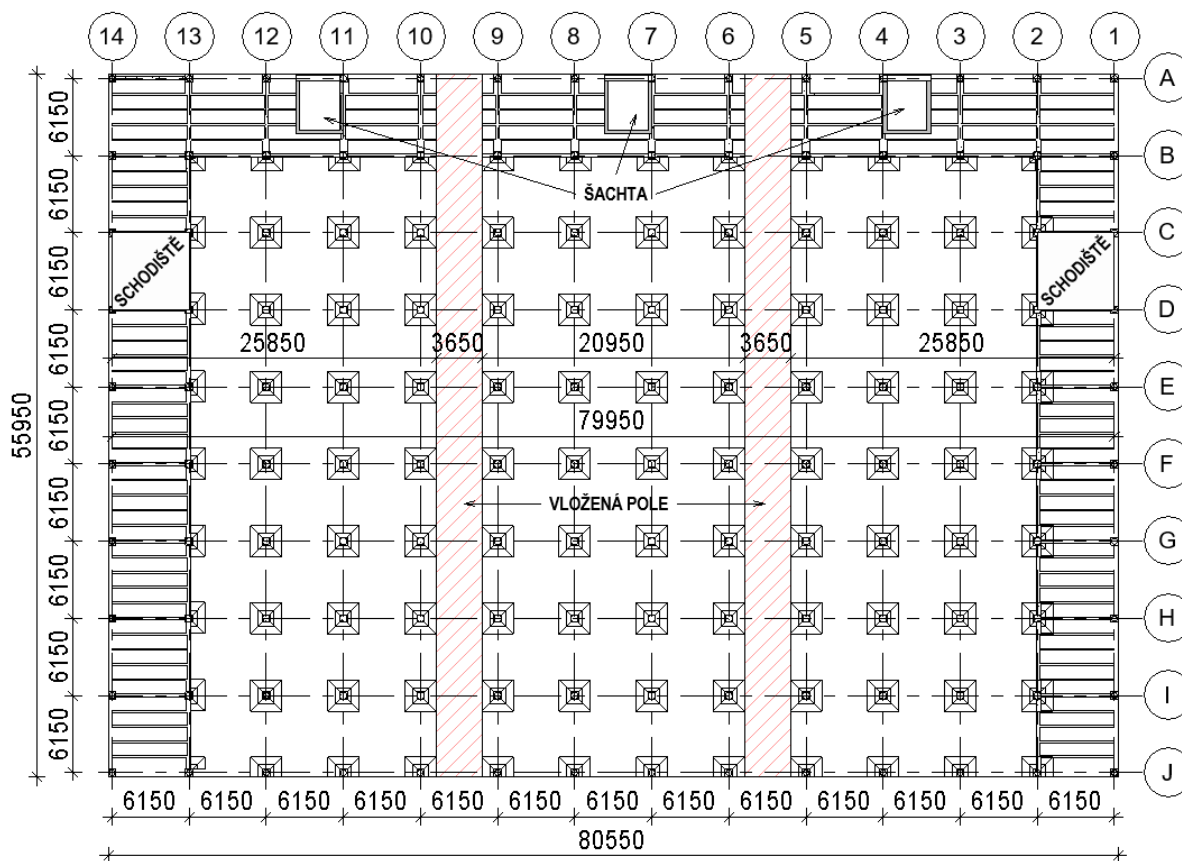


2.1 Suterén

Nad suterénem je mezi osami 2-13 a B-J proveden železobetonový hříbový strop o tl. desky 250 mm, který je vynášen čtvercovými sloupy o průřezu 600 x 600 mm. Sloupy jsou opatřeny mohutnými hlavicemi s lomeným obrysem o max. rozměru 2,5 x 2,5 m, horizontální řez v místě zlomu vymezuje hlavici o rozměru 1,25 x 1,25 m. Celková výška hlavice pod deskou je 750 mm, z čehož 450 mm tvoří výška od hlavy sloupu po lom hlavice. Na okraji hříbového stropu jsou sloupy opatřeny polohlavicemi a v rozích čtvrthlavicemi.

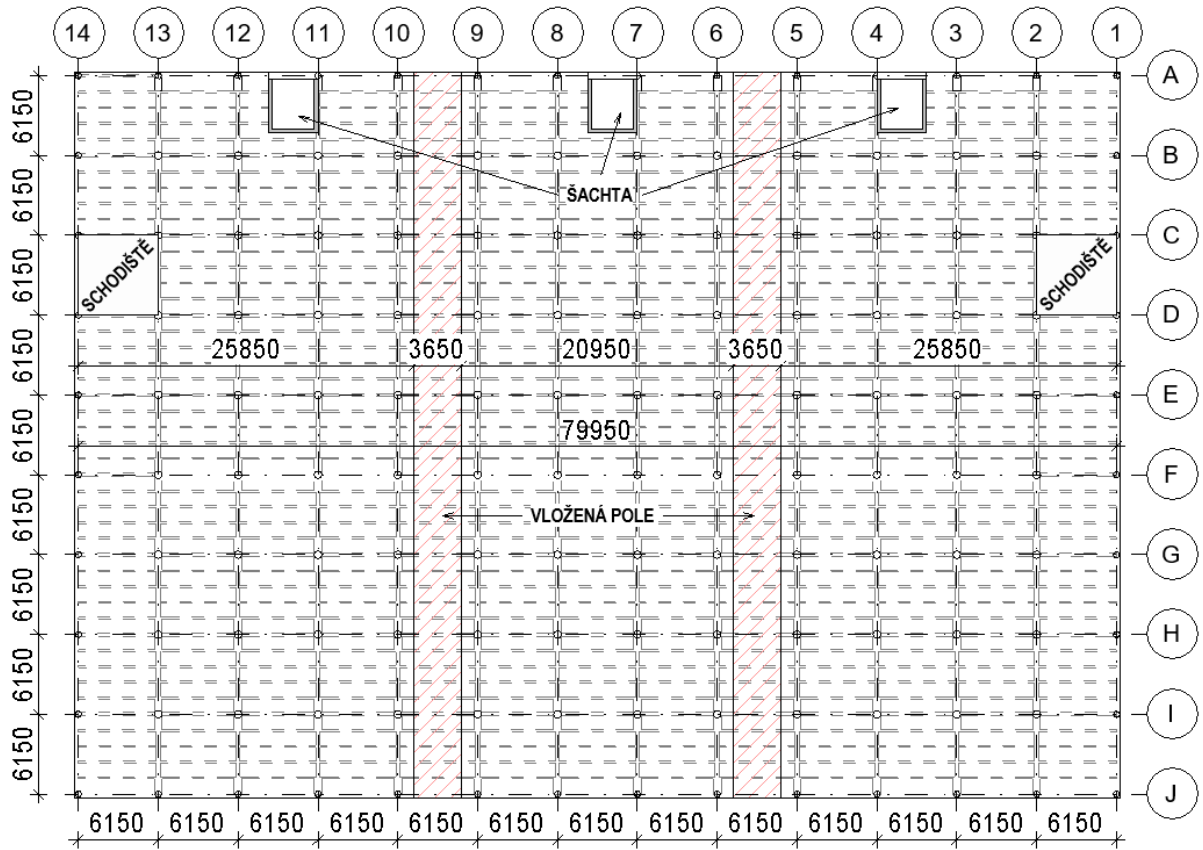


Po třech obvodových stranách (modul. osa 1-2, 13-14, A-B) je v krajním poli proveden trémový strop krytý podhledovou železobetonovou deskou o tl. 50 mm. Trémový strop je zde tvořen zabudovanými truhlíky, geometrie jednotlivých nosných prvků tohoto stropu je shodná s vyššími patry. Celá stropní deska nad suterénem je opatřena izolačními (spalitelnými) deskami tl. 50 mm a to včetně hlavic. Podlaha na stropě 1. PP je provedena cementovým potěrem o tl. 30 mm. Obvodové stěny suterénu jsou železobetonové v tl. 270 mm a jsou rovněž tepelně izolované a doplněné zdívkem.

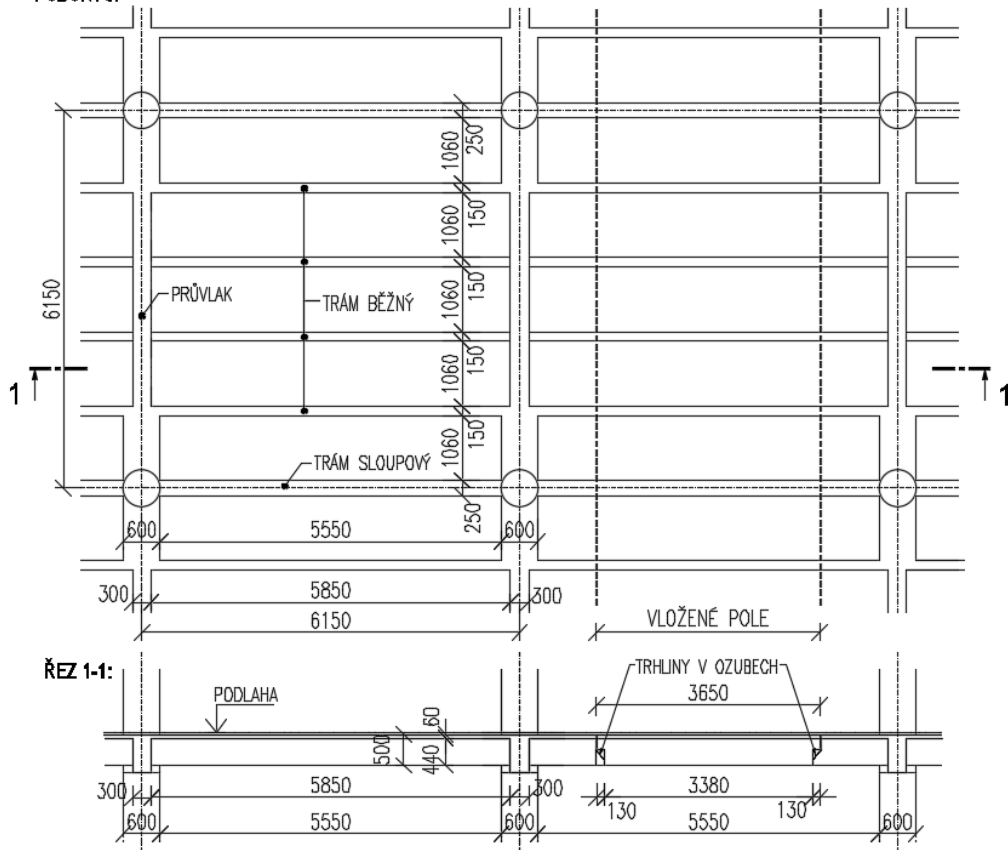


2.2 Běžná patra a střecha

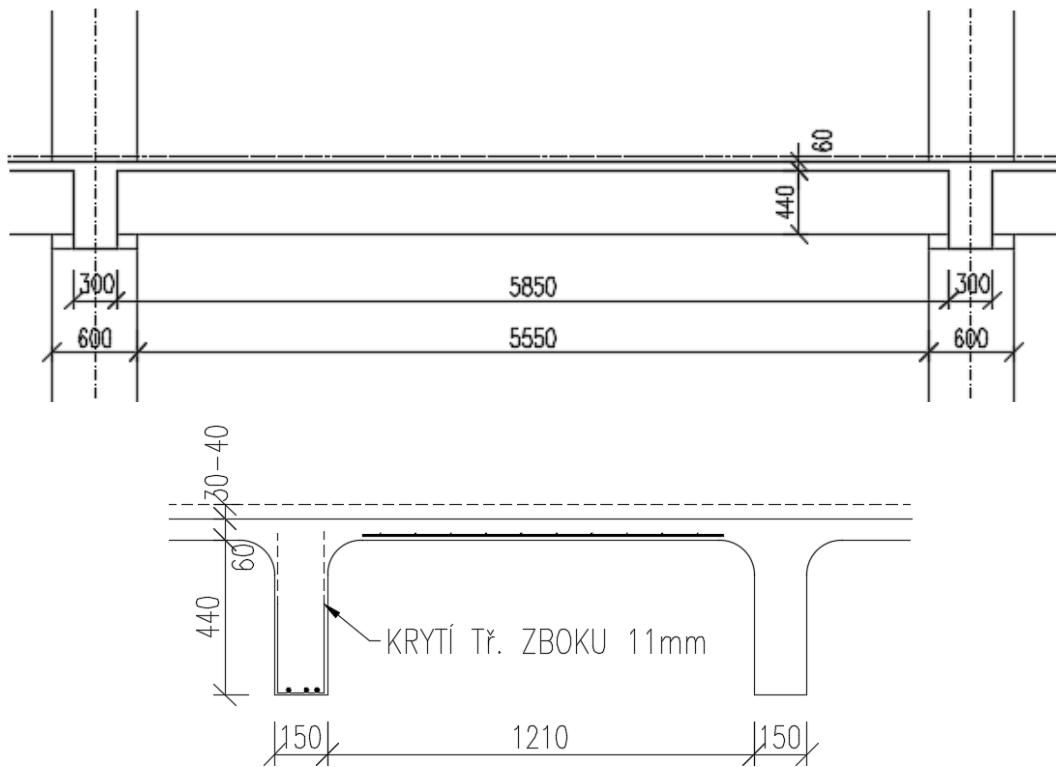
Trémový strop nad přízemím, 1. a 2. patrem (tvořící střechu) je uložen na kruhových sloupech o průměru 600 mm, obvodové sloupy jsou průměru 500 mm. Tloušťka desky mezi trámy je 60 mm. Běžný rozměr trámu je 150 x 500 mm (včetně výšky desky). Ve sloupovém pruhu je proveden trám o rozměru 250 x 500 mm. Osová vzdálenost trámů je 1,21 m. Trámy pnuté ve směru vodorovných os jsou vynášeny příčnými průvlaky o rozměru 300 x 600 mm (včetně výšky desky), jež jsou v místech vetknutí do sloupů rozšířeny na šířku 600 x 600 mm. Na stropě běžných pater je provedena podlaha z cementového potěru o tl. 20 mm. Na střeše je plášť ze souvrství cementového potěru, pěnobetonových desek a heraklitu, kterou kryjí hydroizolační pásy a lepenky.



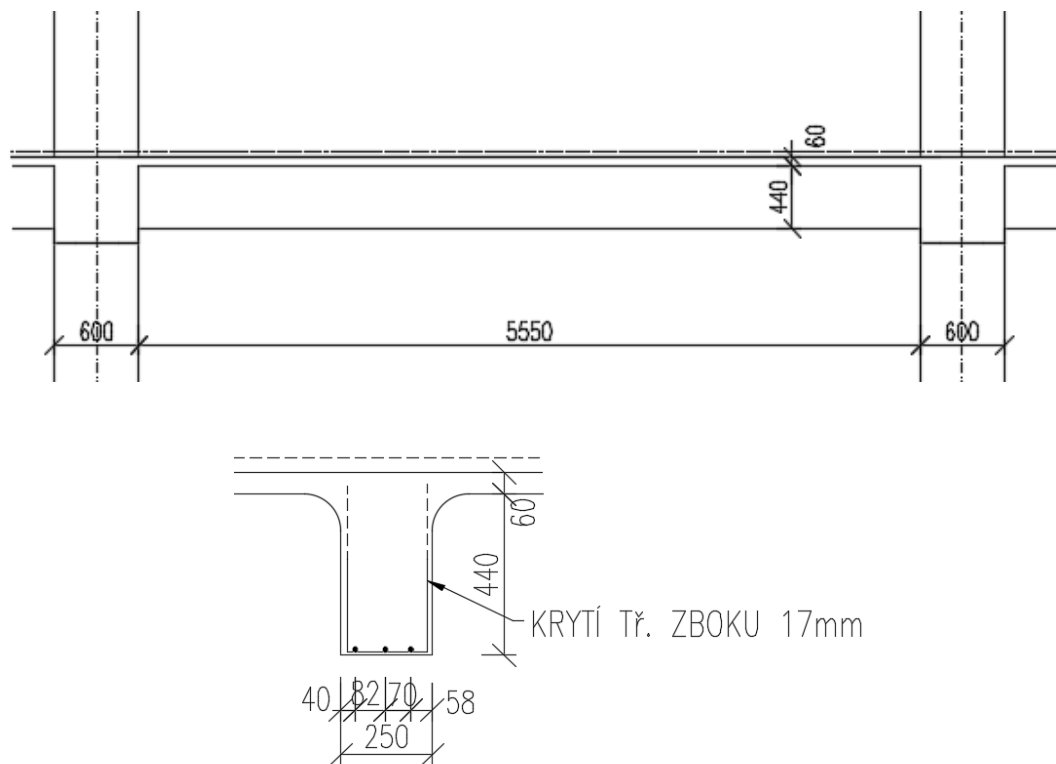
TRÁMOVÝ STROP:
PŮDORYS:



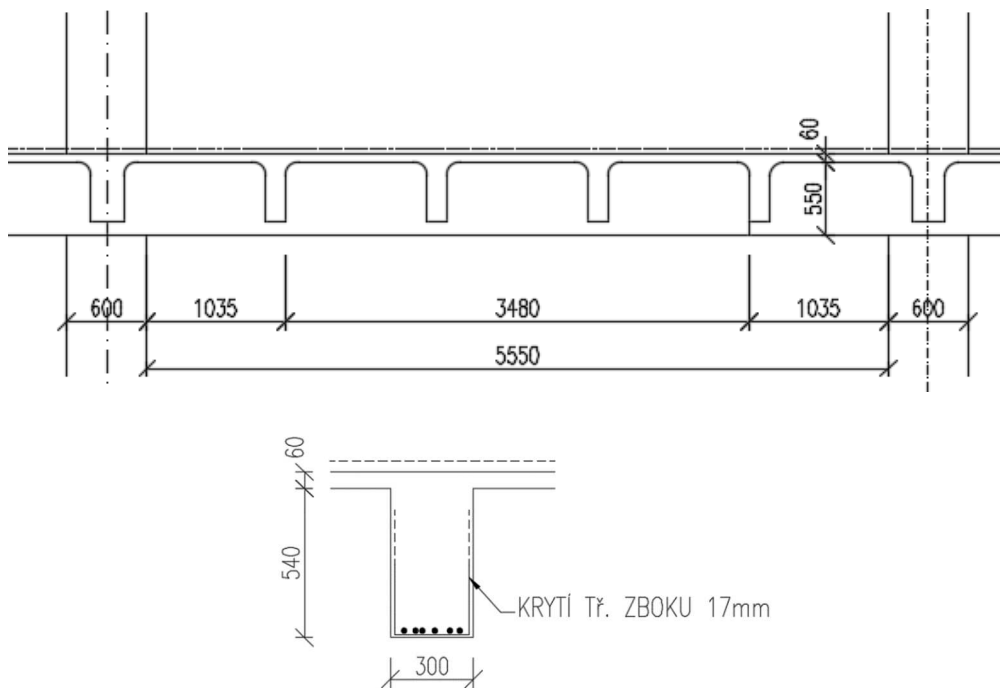
2.2.1 Trám běžný



2.2.2 Trám sloupový



2.2.3 Průvlak



2.3 Schodiště

Dvouramenná schodiště jsou umístěna na severní a jižní straně objektu. Nosná konstrukce schodišť je provedena z železobetonu, schodišťové stupně jsou rozměru 165,5 x 300 mm. Konstrukci schodiště tvoří desky podesty o tl. 60 mm (podlaha je realizována betonovou mazaninou o tl. cca 20 mm) a schodišťová ramena šířky 1250 mm (deska tl. cca 100 mm), jež jsou vynášena schodnicemi a podestovými trámy o rozměrech 150 x 500 mm.

2.4 Základové konstrukce

Železobetonové nosné sloupy objektu jsou založeny na studních. Upravený terén kolem objektu je v úrovni 184,76 m n. m. Ustálená hladina spodní vody je 181,94 m n. m., úroveň podlahy suterénu 182,29 m n. m. a hloubka založení 179,54 m n. m.

V databázi geofondu byl v blízkosti objektu nalezen archivní vrt 605870, který v hloubce 4 m pod terénem udává vrstvy štěrkopísků. Z uvedených údajů je zřejmé, že založení objektu je provedeno na vrstvu únosných štěrkopísků a základová spára je trvale pod hladinou podzemní vody. Odhadovaná tabulková únosnost $R_{dt} = 500$ kPa (třída G3). Základové studně pod sloupy jsou (dle působícího zatížení) provedeny o průměru 2,25 m, 2,5 m a 2,6 m, výplň je z prostého betonu.

3 Zatížení

Jednotlivé hodnoty zatížení byly stanoveny na základě podkladové výkresové dokumentace a stavebně technického průzkumu v souladu s platnými příslušnými normami, včetně všech změn.

3.1 Zatížení stálé

3.1.1 Plošná zatížení

3.1.1.1 střecha

skladba	tloušťka [m]	γ [kN/m ³]	g_{si} [kN/m ²]
SBS modifikovaný pás s posypem elastodek 40 S	0,004		0,055
izolační asfaltová lepenka ruberoid	0,0022		0,025
cementový potěr	0,03	22	0,66
struskový beton	0,05	15	0,75
škvárový násyp ve spádu 180 - 500 mm	0,365	9	3,285
třískocement	0,035	12	0,42
struskový beton	0,05	15	0,75
lepenka A 400H	0,001		0,036
cementová omítka	0,01	21	0,21
celkové zatížení $\sum g_{k, střecha} =$			6,19

3.1.1.2 Typické podlaží

skladba	tloušťka [m]	γ [kNm ⁻³]	g_{si} [kNm ⁻²]
cementový potěr	0,04	22	0,88
cementová omítka	0,01	21	0,21
celkové zatížení $\sum g_{k, typ. strop} =$			1,09

3.1.1.3 Strop nad 1. PP

skladba	tloušťka [m]	γ [kNm ⁻³]	g_{si} [kNm ⁻²]
cementový potěr	0,03	22	0,66
izolační desky	0,05	7	0,35
celkové zatížení $\sum g_{k, strop nad 1PP} =$			1,01

3.2 Zatížení proměnné

3.2.1 Užité zatížení

3.2.1.1 Střecha

Kategorie: H – nepřístupné střechy s výjimkou běžné údržby, oprav => $q_{k, střecha} = 0,75 \text{ kN/m}^2$

3.2.1.2 Typické podlaží

Kategorie E2 – skladovací prostory, plochy pro průmyslové využití. Pro konstrukci bylo v původním projektu (z roku 1958) uvažováno s tímto užitným zatížením:

- strop nad 1. PP - $1000 \text{ kg/m}^2 = 10 \text{ kN/m}^2$
- pro další podlaží s $600 \text{ kg/m}^2 = 6 \text{ kN/m}^2$

3.2.2 Zatížení sněhem

Objekt se nachází v lokalitě, které přísluší podle mapy sněhových oblastí sněhová oblast II.

Zatížení sněhem je tedy uvažováno: $s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8 \text{ kN/m}^2$

3.2.3 Zatížení větrem

Větrová oblast: **II.**

Kategorie terénu: **II.**

Základní rychlost větru: **25 m/s**

Max. dynamický tlak větru: **0,98 kN/m²**

Jednotlivé hodnoty zatížení působící na konstrukci jsou uvedeny v příloze P3. Statický výpočet.

4 Popis poruch dle stavebně technického průzkumu [16]

Při vizuálním průzkumu bylo zjištěno, že konstrukce vykazuje řadu staticky významných poruch a to v poměrně velké četnosti.

Koroze výztuže je vizuálně patrná především na sloupech v 1. PP a 1. NP v místech, kde dochází k odpadání krycí vrstvy betonu díky nárůstu objemu výztuže tvorbou korozních produktů nebo došlo k jejímu mechanickému narušení od nárazu vozíku. Obecně lze konstatovat, že krycí vrstva sloupů je rozrušována nešetným provozem, což má negativní vliv na další životnost prvků.

V tenké desce trámového stropu nad 1. NP (v menší míře i nad 2. NP) v tloušťce 60 mm jsou viditelné staticky významné trhliny. Často se vyskytují podélné trhliny rovnoběžně s trámy indikující vyčerpání únosnosti průřezu v poli desky v ohybu.

Většina dilatačních ozubů u vložených polí všech stropních konstrukcí (včetně střechy) je porušena trhlinami. Tyto poruchy jsou nejvíce patrné na ozubech trámových stropů, kde konstrukční řešení neumožňuje volný posun v dilataci.

4.1 Fotodokumentace

Severozápadní pohled [16]



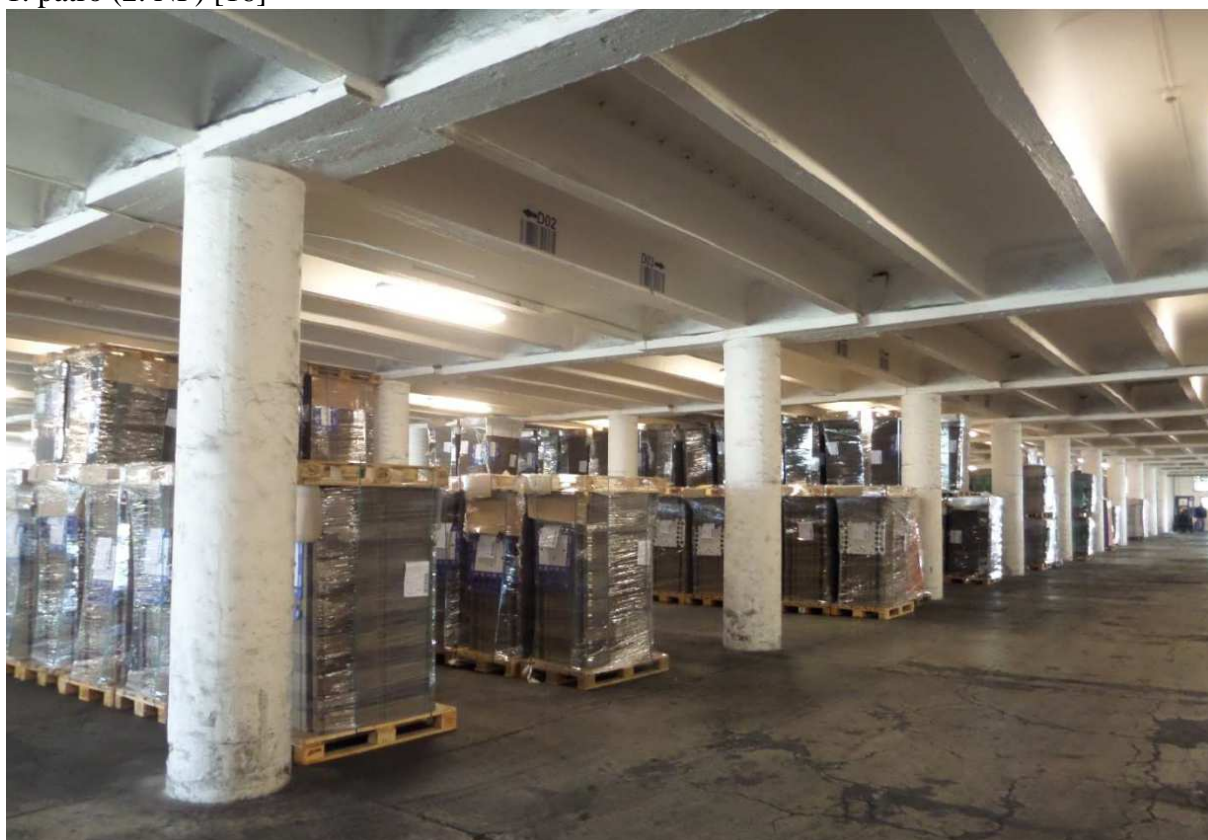
Suterén (1. PP) [16]



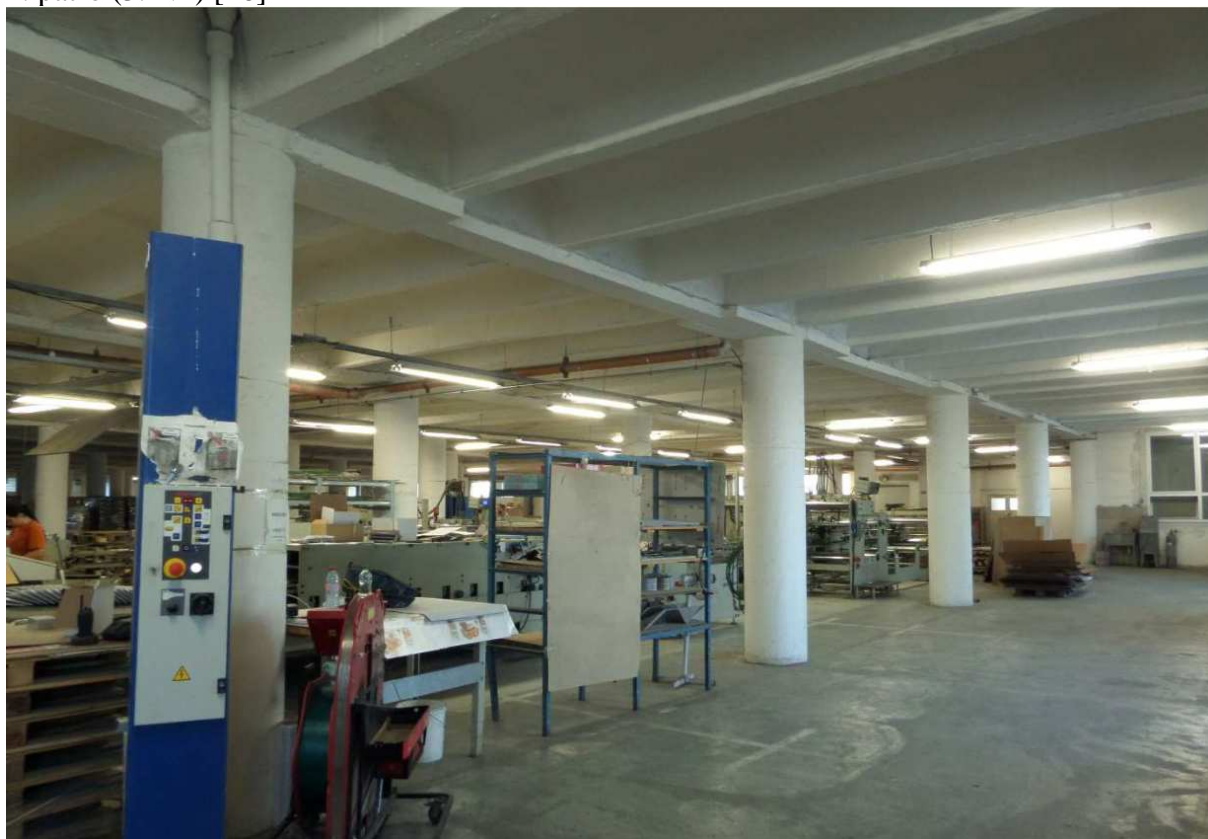
Přízemí (1. NP) [16]



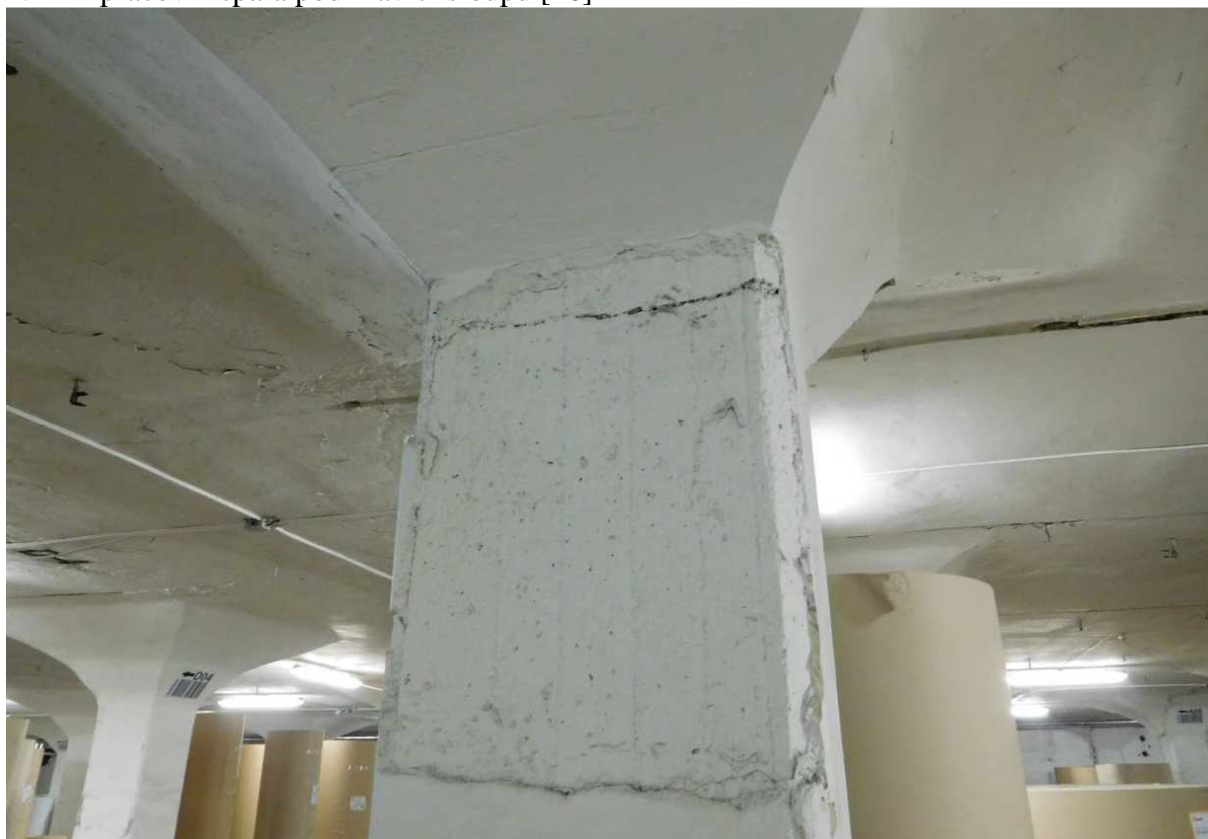
1. patro (2. NP) [16]



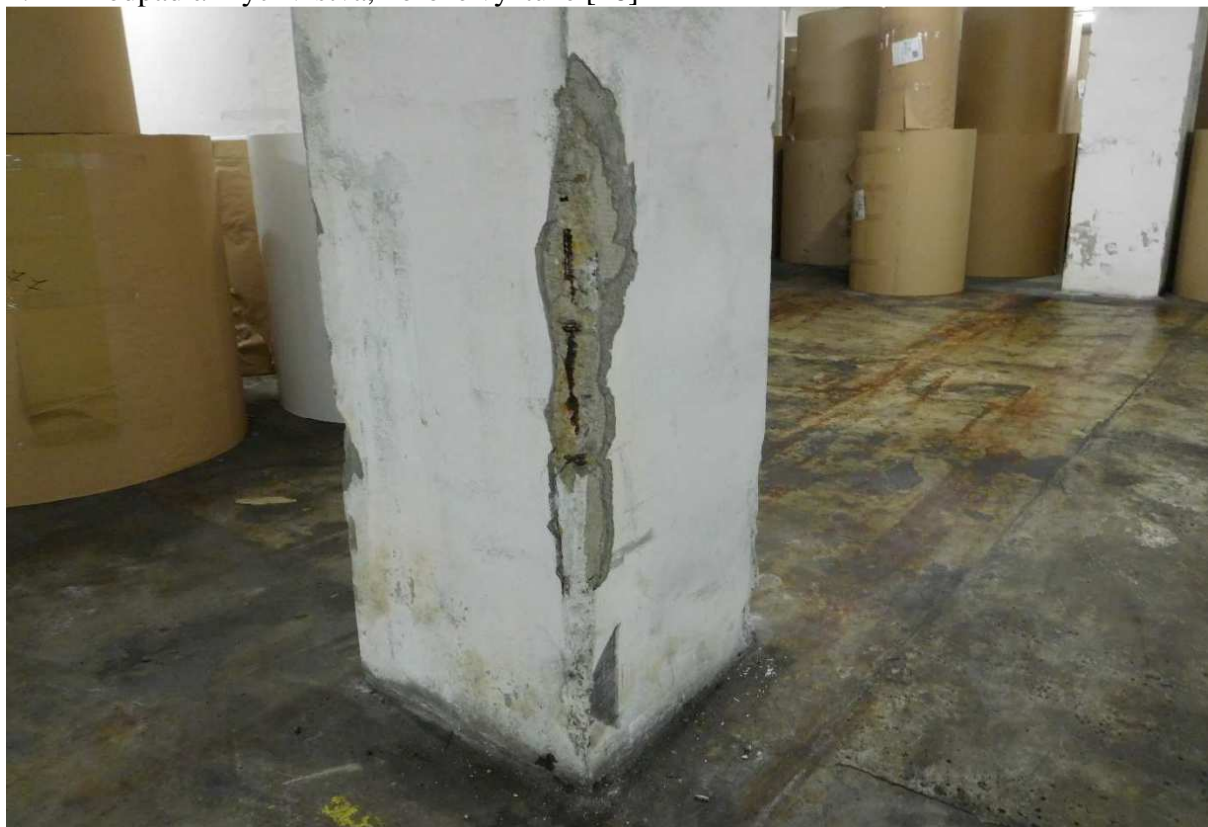
2. patro (3. NP) [16]



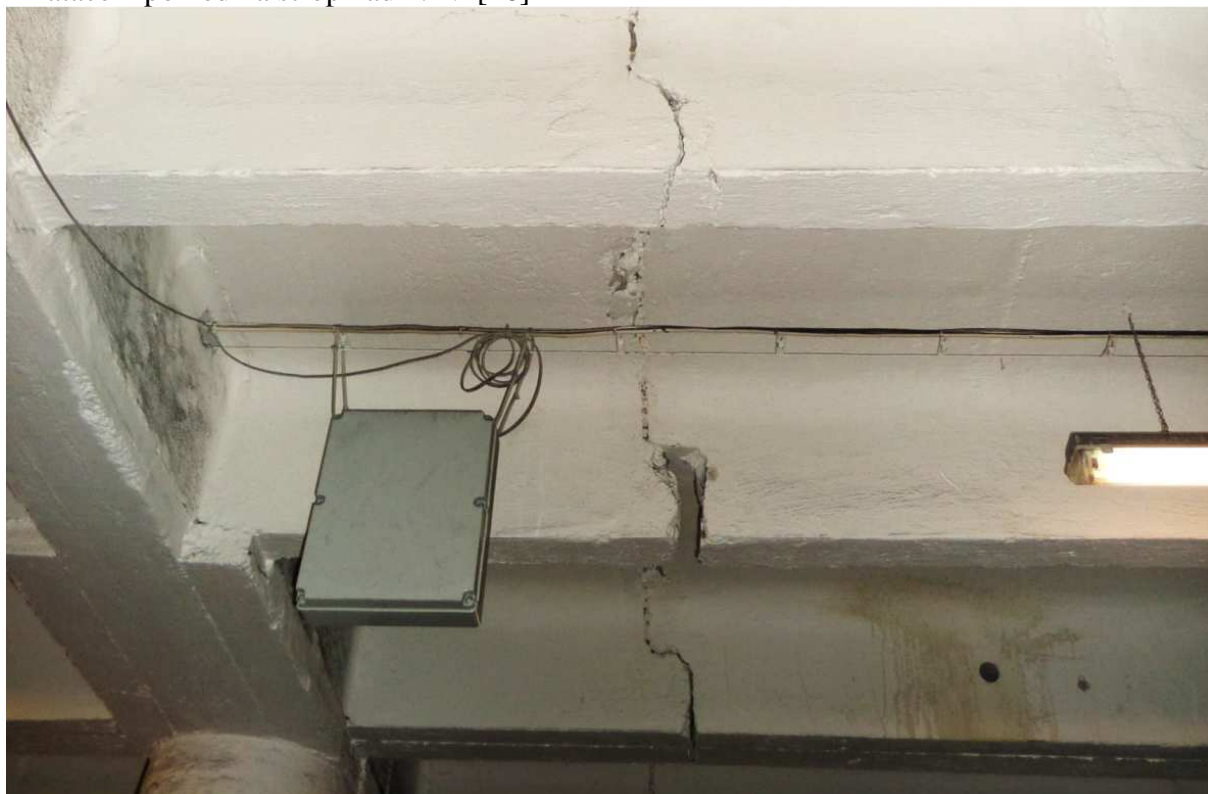
1. PP - pracovní spára pod hlavicí sloupu [16]



1. PP – odpadlá krycí vrstva, koroze výztuže [16]



Dilatace – pohled na strop nad 1. NP[16]



Dilatace – trhliny v ozubech trámů [16]



Strop nad 1. NP – oprava desky mezi žebry – nedostatečné krytí výztuže [16]



Podélná trhlina v desce mezi trámy (strop nad 1. NP) [16]



5 Zjištěné materiály [16]

5.1 Beton

Tab. C – Souhrnná tabulka hodnocení charakteristické pevnosti a pevnostní třídy

hodnocený beton	$f_{ck, is, cube}$ [MPa]	Pevnostní třída
		ČSN EN 206 ČSN 730038, tab. 6.1
SLOUPY 1. PP	25,4	C20/25
SLOUPY 1. NP	26,3	C20/25
SLOUPY 2.NP A 3.NP	18,0	C12/15
STROPNÍ KONSTRUKCE NAD 1.NP+SCHODIŠTĚ	13,2	(C9/12,5)
STROPNÍ KONSTRUKCE NAD 2.NP A 3.NP	10,2	C8/10
STROPNÍ KONSTRUKCE NAD 1.PP	21,1	C16/20

5.2 Betonářská ocel

5.2.1 ocel 10 210 (A-0)

za tepla válcovaná, kruhového hladkého průřezu

mez kluzu charakteristická $f_{yk} = 210 \text{ MPa}$

návrhová hodnota $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$

5.2.2 ocel 10 300 (A-II, R30)

za tepla válcovaná, žebírkový tvar (dva podélné výstupky a mezi nimi příčná žebírka se stejným směrem vinutí),

mez kluzu charakteristická $f_{yk} = 300 \text{ MPa}$

návrhová hodnota $f_{yd} = 250 \text{ MPa}$

5.2.3 ocel 10 302 (Ak-II, TOR 30)

zpevněná zkrucováním tyčí (ocel 10 210 s podélnými výstupky) za studena, kruhového průřezu se dvěma podélnými spirálovitě probíhajícími výstupky

mez kluzu charakteristická $f_{yk} = 300 \text{ MPa}$

návrhová hodnota $f_{yd} = 250 \text{ MPa}$

5.2.4 svařované sítě S

z drátů tažených za studena s vzdáleností ok 100/100 mm

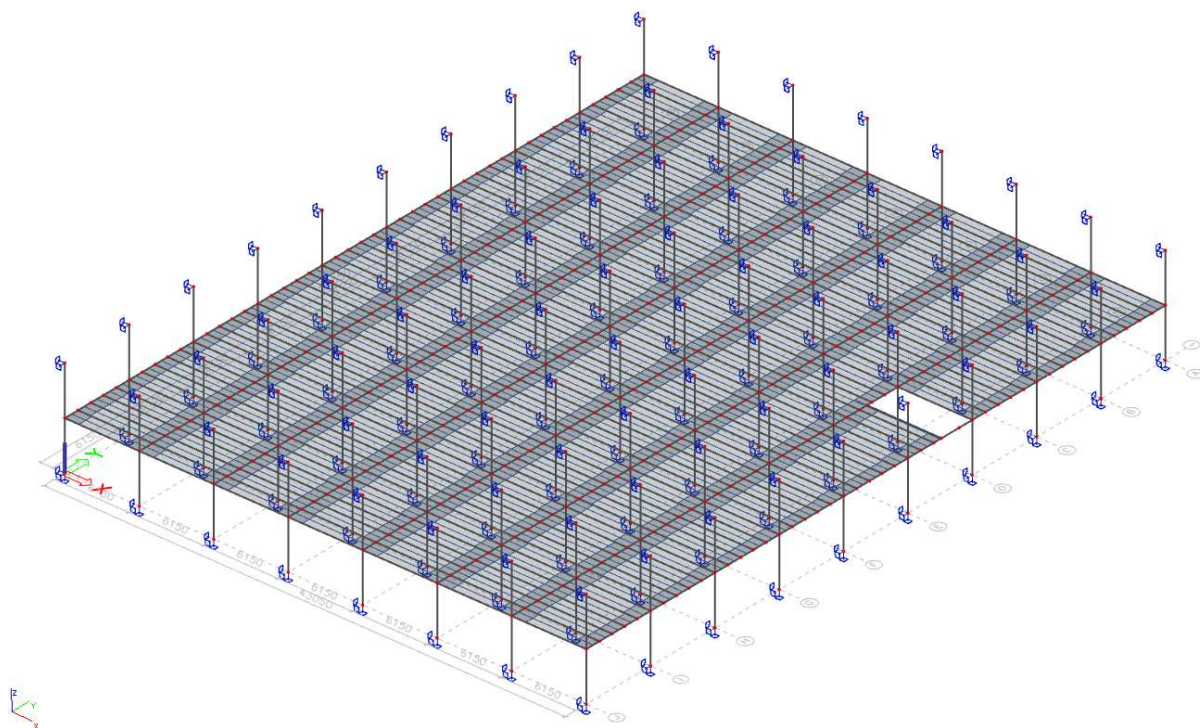
mez kluzu charakteristická $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

návrhová hodnota $f_{yd} = 270 \text{ MPa}$

6 Stanovení zatížitelnosti konstrukce

6.1 Výpočtový model

Výpočtový model pro zjištění vnitřních sil stropní desky nad 1. NP byl vytvořen v programu SCIA Engineer 18. Důležitým faktorem pro získání reálných výsledků z programu je správné zvolení výpočtového modelu a jeho podepření tak, aby byla zohledněna smyková tuhost podepření. Přetvoření výpočtového modelu se tak může nejvíce přiblížit reálnému přetvoření, ke kterému dochází vlivem působení zatížení na vyšetřovanou konstrukci.



Úkolem této diplomové práce je zjištění zatížitelnosti budovy a následné navýšení užitého zatížení dle přání investora. Dle dostupných informací ze stavebně technického průzkumu bude ke stanovení zatížitelnosti objektu vytvořen předpoklad, že nejslabším prvek celého objektu bude strop nad 1. NP. Tento trémový strop bude mít menší míru zatížitelnosti než strop nad 1. PP, který je tvořen železobetonovým hřibovým stropem, tl. desky je 250 mm.

Vytvořený model konstrukce stropu nad 1. NP byl zatížen jednotkovým užitém zatížením. Na základě jednotlivých posudků bude stanoveno, který konstrukční prvek bude mít nejmenší rezervu únosnosti.

Dále pak bude nalezen takový násobek užitého zatížení, aby návrhový moment M_{ed} nejslabšího prvku se rovnal momentu na mezi únosnosti M_{rd} .

Hledaný násobek bude zjištěn iterační metodou, kde se v kombinaci CO2 mění násobek užitého jednotkového zatížení.

Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1	jednotkové zatížení	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - vlastní tíha	1,00
			ZS2 - typické podlaží	1,00
			ZS3 - užité plné	1,00
			ZS4 - užité šach 1	1,00
			ZS5 - užité šach 2	1,00
			ZS6 - užité pás x	1,00
			ZS7 - užité pás y	1,00
			ZS8 - vítr směr y	1,00
CO2	zatížitelnost	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - vlastní tíha	1,00
			ZS2 - typické podlaží	1,00
			ZS3 - užité plné	2,24
			ZS4 - užité šach 1	2,24
			ZS5 - užité šach 2	2,24
			ZS6 - užité pás x	2,24
			ZS7 - užité pás y	2,24
			ZS8 - vítr směr y	1,00

Dle stavebně technického průzkumu [16] chybí k objektu výkresová dokumentace, a proto bylo cílem stanovit vyztužení průřezů v maximální možné míře. Horní výztuž nosných průřezů však s ohledem na hloubku uložení nebylo možné ověřit sekanými sondami, které by představovaly značný zásah do konstrukce.

Bude tedy zaveden předpoklad stejného vyztužení jak v poli, tak nad podporou, kde dochází nejprve k redukci nadpodporového momentu a následně redistribuci momentů v poli a redukovaného momentu nad podporou.

7 Výsledná zatížitelnost

Rekapitulace výsledků - strop nad 1. NP				
Prvek	Med od jedn. zat.	Mrd [kNm]	rezerva únosnosti	Med ($q=2,24 \text{ kN/m}^2$)
Trám běžný	23,92 kNm	34,84	10,92	30,56 kNm
Trám sloupový	27,64 kNm	34,72	7,08	34,72 kNm
Vložené pole - trám běžný	16,34 kNm	30,85	14,51	20,69 kNm
Vložené pole - trám sloupový	19,7 kNm	30,87	11,17	24,53 kNm
Průvlak	131,97 kNm	200,64	68,67	179,75 kNm

Konstrukční prvky v tabulce vyhovují na maximální zatížitelnost $2,24 \text{ kN/m}^2$, kde byl řídicím (nejslabším) prvkem **sloupový trám**.

Při dalším postupu výpočtu na tuto hodnotu zatížení **nevyhověla deska mezi trámy**.

Konkrétně nevyhověla na druhou podmínku a tou je součet poloviny plochy výztuže pro podélný smyk a potřebné plochy výztuže pro příčný ohyb, **proto je rozhodujícím prvkem pro stanovení zatížitelnosti objektu**.

Maximální zatížitelnost objektu ve stávajícím stavu je $2,00 \text{ kN/m}^2$.

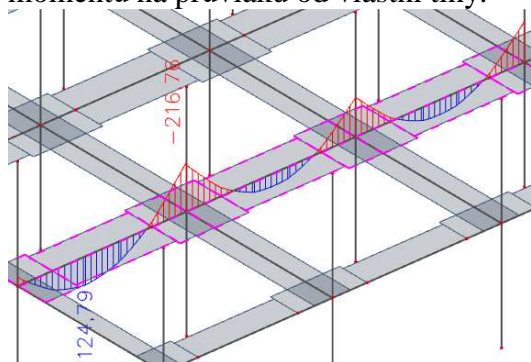
V další části práce bude proveden návrh sanace na požadované užité zatížení **$5,00 \text{ kN/m}^2$ a provoz jednoho vysokozdvížného vozíku**.

8 Ověření vnitřních sil

Ověření vnitřních sil bude provedeno na rámovém modelu kde bude porovnán průběh ohybových momentů na průvlaku od vlastní tíhy.

8.1 Prostorový model

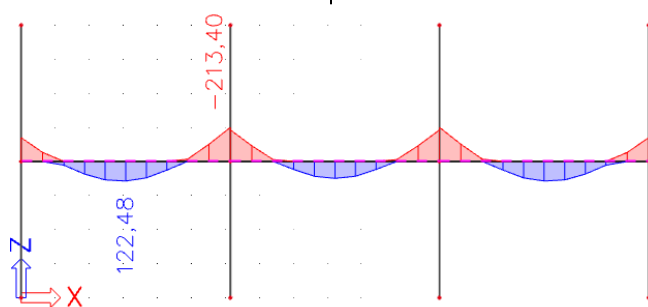
V prostorovém modelu je vymodelována konstrukce trámového stropu, včetně nově nadbetonované železobetonové desky tl. 200 mm. Na obrázku je vykreslen průběh ohybových momentů na průvlaku od vlastní tíhy.



8.2 Rámový model

Rámový model bude zatížen zatížením od vlastní tíhy.

zatížení	rozměr [m]	γ [kNm ⁻³]	g_{ki} [kN/m]	g_{ki} [kN]
průvlak sloupový	0,6 0,54	25	8,1	
průvlak	0,3 0,54	25	4,05	
deska tl. 60 mm	0,06 6,15	25	9,23	
trám sloupový	0,15 0,44 6,15	25		10,15
trám běžný	0,25 0,44 6,15	25		16,91
nová deska tl. 200 mm	0,2 6,15	25	30,75	



8.3 Porovnání výsledků

prostorový model	rámový model	rozdíl
$M_{,pole}$ 124,79	$M_{,pole}$ 122,48	1,89%
$M_{,podpora}$ 216,76	$M_{,podpora}$ 213,4	1,57%

Dle výsledků dochází k dobré shodě. Prostorový model se chová dle předpokladů. V dalším výpočtu bude používán prostorový model konstrukce.

9 Návrh sanace objektu

Pro konstrukci bylo v původním projektu (z roku 1958) uvažováno s tímto užitným zatížením:

- strop nad 1. PP - $1000 \text{ kg/m}^2 = 10 \text{ kN/m}^2$
- pro další podlaží s $600 \text{ kg/m}^2 = 6 \text{ kN/m}^2$

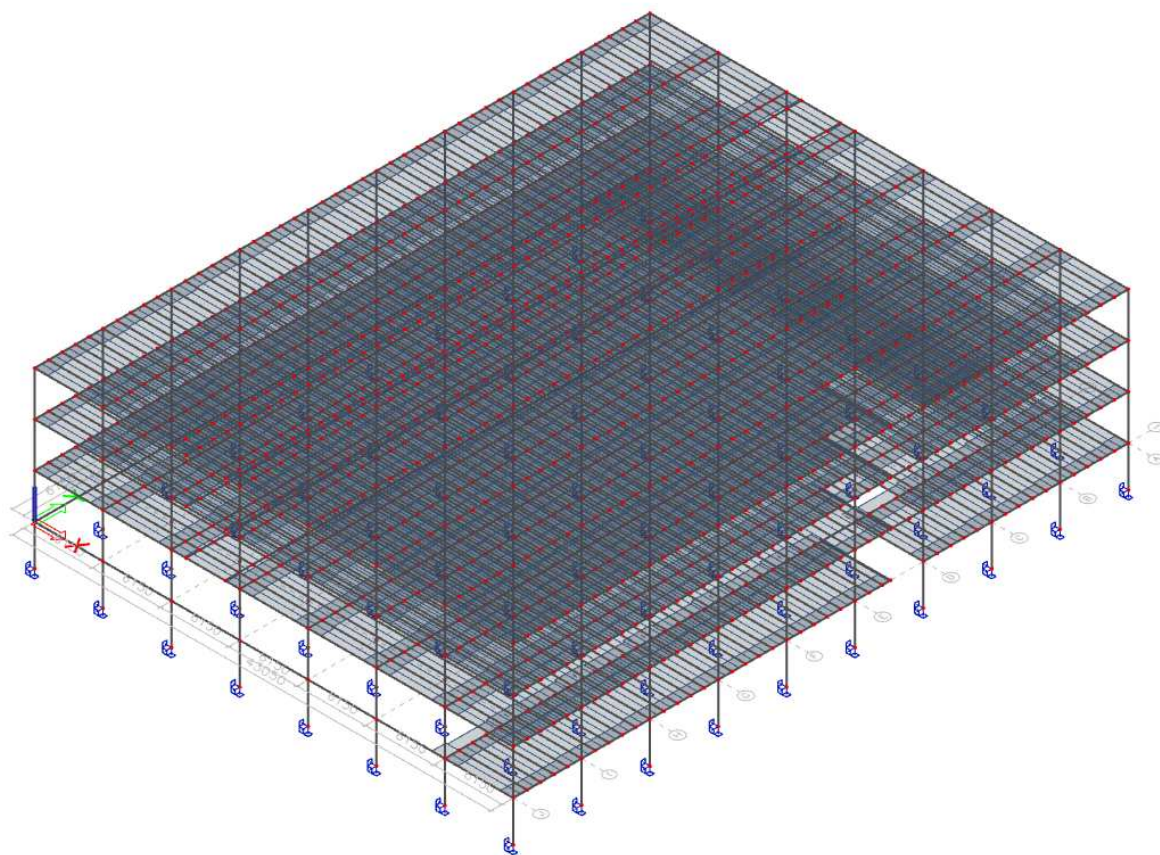
Investor má požadavek, že nesmí být zasahováno do základů objektu, proto musí být zjištěna maximální reakce od stálého a užitého zatížení původního stavu objektu, a tato reakce pak může být navýšena maximálně o 10 až 15%.

Na základě tohoto omezení bude zvoleno vhodné řešení sanace objektu.

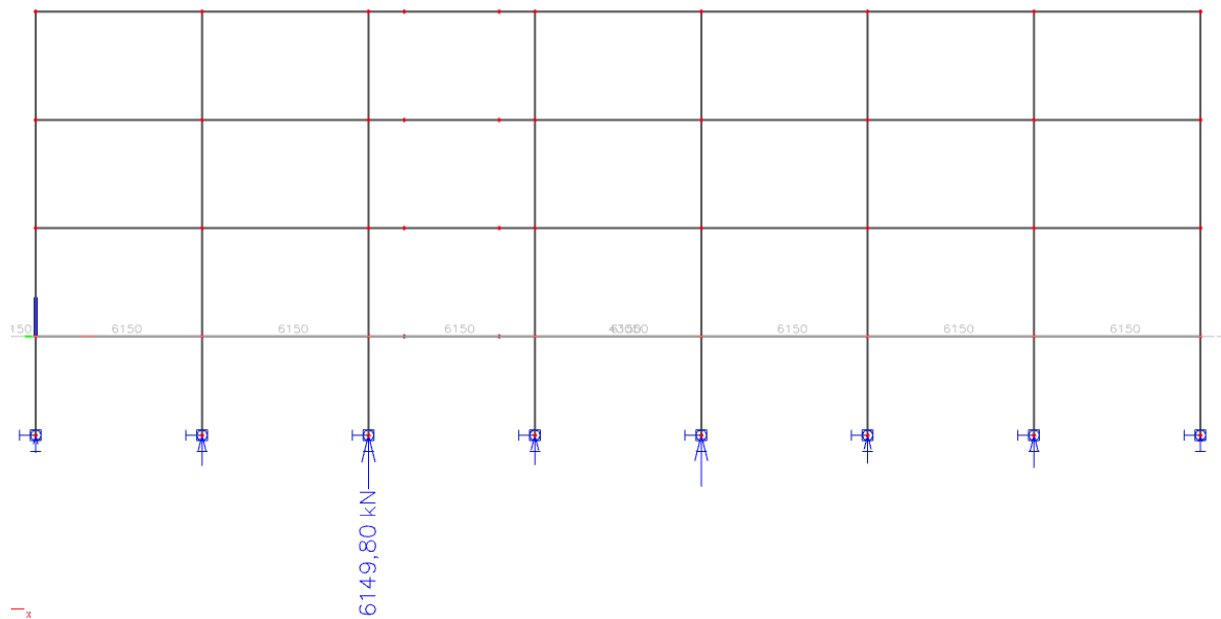
9.1 Určení maximální reakce

9.1.1 Původní stav

Maximální reakce bude určena z globálního modelu konstrukce, který bude zatížen veškerým užitným a stálým zatížením, který na konstrukci působí.



9.1.1.1 Reakce R_z

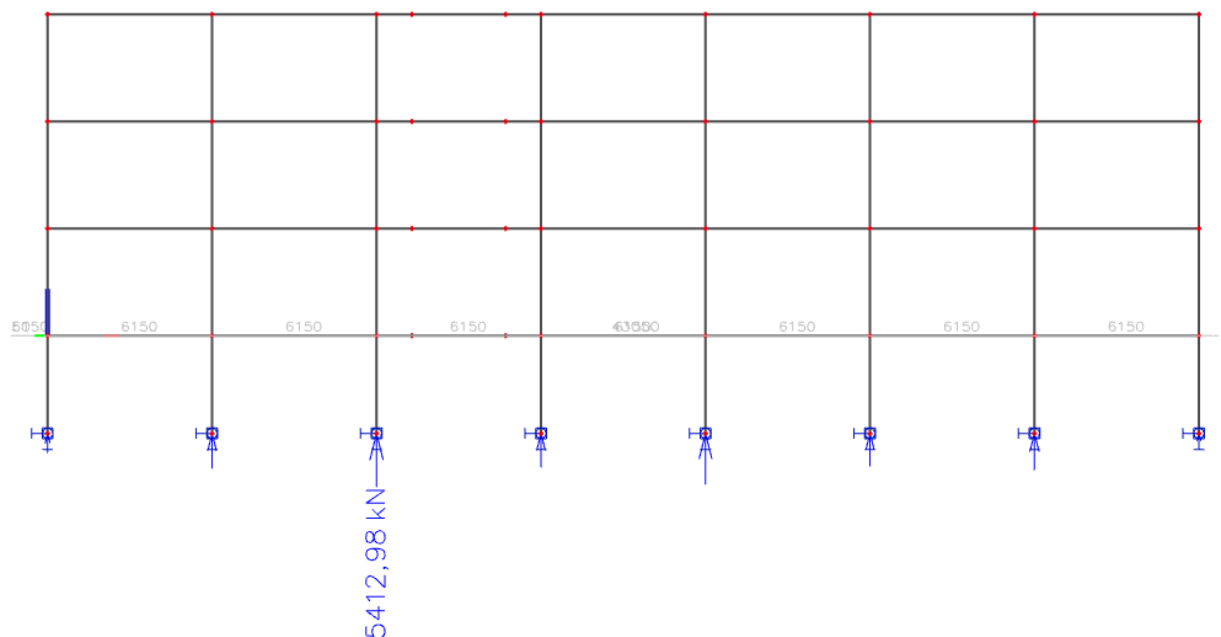


9.1.2 Nový stav – sanace 1

Předpokladem je, že bude navrženo nesoudržné předpětí průvlaků a trámů pomocí monostrandů. Na průvlaků a trámy bude aplikován stříkaný beton – torkret (protipožární ochrana). Dále pak nová podlahová železobetonová deska tl. 200 mm, působící v obou směrech na rozpětí 6,15 m.

9.1.2.1 Reakce R_z – nový stav

Reakce
Hodnoty: R_z
Lineární výpočet
Kombinace: CO1
Systém: Globální
Extrém: Globální
Výběr: Vše



9.1.3 Rekapitulace původního a nového stavu objektu

Výsledná reakce - původní stav: $R_z = 6149,80 \text{ kN}$

Výsledná reakce - nový stav: $R_z = 5412,98 \text{ kN}$

Z tohoto vyplývá, že po provedení sanace objektu nebude maximální reakce do základů při max. užitém zatížení 5 kN/m^2 větší než při původním navrhovaném stavu konstrukce.

Proto nebude nutné zasahovat do základů objektu.

9.2 Navržená varianta sanace 1

V této variantě bylo navrženo:

- nesoudržné předpětí ve dvou směrech - průvlaků a trámů pomocí monostrandů
- na průvlaků a trámy bude aplikován stříkaný beton – torkret (protipožární ochrana)
- nová podlahová železobetonová deska tl. 200 mm, působící v obou směrech na rozpětí 6,15 m
- v místě vloženého pole bude navržena jednostranně pnutá deska tl. 200 mm

Stávající běžné trámy v poli s deskou 60 mm se v tomto případě nepodílí na statické únosnosti konstrukce. Slouží jako bednění pro nově navrženou železobetonovou desku.

Stávající stropní konstrukci je nutné před betonáží desky podstojkovat.

Průvlak

2 × předpínací lano bez soudržnosti (monostrand), **Y-1860-S7-15,7-A**

Trám sloupový

2 × předpínací lano bez soudržnosti (monostrand), **Y-1860-S7-15,7-A**

Posudek při požárním zatížení u průvlaků ani u sloupového trámu nevyhověl na požadovanou dobu 60 min. Byl zaveden předpoklad, že při požáru nebude uvažována předpínací výztuž, a proto bylo nutné navrhnout dodatečnou měkkou výztuž a stříkaný beton (torkret).

Průvlak dolní výztuž - 4 ϕ 12

horní výztuž - 4 ϕ 12

Trám sloupový dolní výztuž - 4 ϕ 12

horní výztuž - 4 ϕ 12

Při posouzení smyku průvlaků ani sloupový trám nevyhověl.
Bylo navrženo dodatečné vyztužení.

Průvlak – 8 / 250

Trám sloupový – 8 / 300

Deska byla navržena tl. 200 mm jako křížem vyztužená. Roznáší zatížení do průvlaků a sloupových trámů díky vložení pružné podložky mezi stávající a novou desku.

Dolní výztuž směr X - **8 / 150**

Dolní výztuž směr Y - **8 / 150**

Horní výztuž směr X - **8 / 150**

v celé ploše

8 / 200

příložky nad průvlaků a sloupovými trámy

Horní výztuž směr Y - **8 / 150**

v celé ploše

8 / 200

příložky nad průvlaků a sloupovými trámy

V místě vloženého pole byla navržena jednostranně pnutá deska tl. 200 mm.

Dolní výztuž směr X - **10 / 200**

Dolní výztuž směr Y - **8 / 200**

Horní výztuž směr X - **10 / 200**

Horní výztuž směr Y - **8 / 200**

9.3 Navržená varianta sanace 2

V této variantě bylo navrženo:

- nesoudržné předpětí v jednom směru - průvlaků pomocí monostrandů
- průvlaky - dodatečná výztuž + stříkaný beton – torkret (protipožární ochrana)
- trámy - dodatečná výztuž + stříkaný beton – torkret
- nová podlahová železobetonová deska tl. 200 mm působící v obou směrech na rozpětí 6,15 m
- v místě vloženého pole bude navržena jednostranně pnutá deska tl. 200 mm

Opět platí, jako v předešlé variantě, že stávající běžné trámy v poli s deskou 60 mm se v tomto případě nepodílí na statické únosnosti konstrukce. Slouží jako bednění pro nově navrženou železobetonovou desku.

Stávající stropní konstrukci je nutné před betonáží desky podstojkovat.

V této variantě bylo navrženo dodatečné nesoudržné předpětí v jednom směru - průvlaku.

Průvlak

2 × předpínací lano bez soudržnosti (monostrand), **Y-1860-S7-15,7-A**

Maximální předpínací síla v jednom laně $P_{max} = 221,4 \text{ kN}$ je ponížena na 76%

$$P = P_{max} \cdot 0,76 = 221,4 \cdot 0,76 = 168,26 \text{ kN}$$

Trám

Byla navržena dodatečně přidaná výztuž + stříkaný beton – torkret tl. 50 mm

dolní výztuž - 4 ϕ 12

horní výztuž - 4 ϕ 12 – výztuž přivařena k deviatorům, viz. výkres č. 04

Posudek při požárním zatížení na 60 min u průvlaku nevyhověl. U sloupového trámu vyhověl s dodatečnou přídatnou výztuží a stříkaným betonem.

Byl zaveden předpoklad, že při požáru nebude uvažována předpínací výztuž, a proto bylo nutné navrhnout dodatečnou měkkou výztuž a stříkaný beton (torkret).

Průvlak dolní výztuž - 4 ϕ 12
horní výztuž - 4 ϕ 12

Při posouzení smyku průvlak ani sloupový trám nevyhověl.

Bylo navrženo dodatečné vyztužení.

Průvlak – 8 / 250

Trám sloupový – 8 / 200

Deska byla navržena tl. 200 mm jako křížem vyztužená. Roznáší zatížení do průvlaků a sloupových trámů díky vložení pružné podložky mezi stávající a novou desku stejně jako ve variantě sanace 1.

Dolní výztuž směr X -	8 / 150	
Dolní výztuž směr Y -	8 / 150	
Horní výztuž směr X -	8 / 150	v celé ploše
	8 / 200	příložky nad průvlaků a sloupovými trámy
Horní výztuž směr Y -	8 / 150	v celé ploše
	8 / 200	příložky nad průvlaků a sloupovými trámy

V místě vloženého pole byla navržena jednostranně pnutá deska tl. 200 mm.

Dolní výztuž směr X -	10 / 200
Dolní výztuž směr Y -	8 / 200
Horní výztuž směr X -	10 / 200
Horní výztuž směr Y -	8 / 200

10 Technologický předpis

10.1 Popis technologií [15]

10.1.1 Tryskání abrazivem (pískování)

Je nutné odstranit nátěr z průvlaků a sloupových trámů, aby byla zajištěna soudržnost se stříkaným betonem.

Pískování spočívá v otryskání povrchu nebo výztuže proudem abraziva unášeného stlačeným vzduchem (nejčastěji se používá křemičitý písek o velikosti zrna 0,3 až 0,7 mm). Při odstraňování nátěrů je vhodné používat ostrohrannější abraziva. Orientační spotřeba křemenného písku je cca 50 kg/m² opracovaného povrchu. Nezbytným doplňkem aparatur pro pískování za sucha je vysoká prašnost a hygienická rizika, spojená s respirační kamenného prachu. Tomu lze předejít účinným odsáváním kamenného prachu.

Pískování za sucha je také velmi účinné při odstraňování korozních zplodin z výztuže, výhodou je i to, že nedochází k vytváření tzv. náletové rzi před nanášením antikorozi ochrany. Pískování lze použít na povrchy vodorovné, svislé i na podhledy.

10.1.2 Antikorozi ochrana výztuže

Antikorozi ochrana výztuže se nanáší na povrch výztužných vložek zbavený všech korozních zplodin, a to pokud možno vzápětí po provedeném čištění. Antikorozi ochrana výztuže musí být nanášena na veškerý odhalený povrch výztužných prutů a musí být naprosto celistvá.

10.1.3 Nástřik betonu (torkretování)

Podstatou technologie nástřiku je stříkání betonu na betonový podklad.

10.1.3.1 Za mokra stříkaný beton

Namíchaný materiál se dávkuje do čerpadla nebo tlakové nádoby dopravující materiály do výstupní trysky, kam se přivádí stlačený vzduch.

Opravy prováděné pomocí nástřiku patří mezi rozhodující postupy používané při opravách rozsáhlých a silně poškozených konstrukcí.

Beton C 30/37, $D_{\max} = 8$ mm s vyšším podílem jemné frakce, navrženo dle ČEN EN 14487, ČSN EN 1992-1-1, ČSN EN 206-1

Torkretování a přidání dodatečné výztuže bude provedeno na sloupových trámech a průvlacích. Tloušťka nástřiku bude 50 mm.

10.1.4 Výplň a injektáž trhlin, dutin nebo mezer

Je nutné zainjektovat a vyplnit veškeré zjištěné trhliny. Vyplňování trhlin probíhá na stejném principu jako injektáž. Při vyplňování nez hutněných hnízd a dutin se často používá malta větší viskozity, kterou vyplníme vzniklé dutiny.

10.1.5 Dodatečné předpínání

Metoda spočívá v umístění předpínací výztuže procházející prvkem betonové konstrukce nebo kolem něho a jejím následným napnutím, čímž se prvek zpevní nebo se jím přenesou síly, které na něj působily.

Předpínání prvků je možné provést až po nadbetonování nové železobetonové desky tl. 200 mm. Zatížitelnost stávajícího objektu je **2,00 kN/m²**, proto je nutné strop před betonáží desky, která má tíhu **5,00 kN/m²**, podepřít stojkami.

10.1.5.1 Předpínací výztuž

Předpínací výztuž:	Y-1860-S7-15,7-A	monostrand - sedmídrátová popouštěná lana
charakteristická pevnost v tahu		$f_{pk} = 1860 \text{ MPa}$
charakteristická smluvní mez kluzu		$f_{p,0,1k} = 1640 \text{ MPa}$
součinitel spolehlivosti materiálu		$\gamma_s = 1,15$
výpočtová pevnost v tahu		$f_{pd} = f_{p,0,1k} / \gamma_s = 1640 / 1,15 = 1426 \text{ MPa}$
průměr lana		$d = 15,7 \text{ mm}$
plocha lana		$A_{p1} = 150 \text{ mm}^2$
počet drátů		$n = 7 \text{ drátů}$
lana s nízkou relaxací		(třída 2)
modul pružnosti		$E_p = 195 \text{ GPa}$
Poissonova konstanta		$\nu = 0,15$
objemová hmotnost		$\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$
tepelná roztažnost		$\alpha = 1,20 \text{E-}05 \text{ K}^{-1}$

11 Technologický postup

11.1 Bourací práce

viz. výkres bouracích prací č. 01

- vybourání nášlapné vrstvy betonové mazaniny tl. 20 mm
- vybourání vloženého pole včetně trámů a ozubu
- vyvrtání potřebných vrtů pro vedení předpínacích lan a pro zakotvení dodatečné betonářské výztuže sloupových trámů a průvlaků
- úprava dosedací plochy deviátorů

11.2 Provedení sanace 2

viz. výkresová dokumentace v příloze P2.

- **tryskání abrazivem (pískování)** - je nutné odstranit nátěr z průvlaků a sloupových trámů, aby byla zajištěna soudržnost se stříkaným betonem
- **ošetření obnažené výztuže** - očištění od koroze a opatření antikoročním nátěrem
- **zapravení všech trhlin a odpadlých krycích vrstev výztuže betonem**
- **osazení a připevnění deviátorů** viz. výkresová dokumentace
- **protážení lan konstrukcí**
- **bednění desky** kolem vnitřní kotevní oblasti – bude dobetonována dodatečně
- **podepření** stávající stropní konstrukce stojkami
- **vyvázání měkké výztuže** desky a sloupových trámů, u průvlaků výztuž prochází otvory v deviátorech, otvory dodatečně vyvrtat, dle projektové dokumentace
- **betonáž** nové stropní desky tl. 200 mm
- **předpínání průvlaku** po fázích, nejprve na 50% a pak do 100%
průvlak bude předpínán na dvě poloviny své délky (osa A-F a F-J)
překotvení bude provedeno v ose F. Je nutné předpínat obě lana zároveň, aby nedošlo k vytržení deviátorů, které jsou pod průvlakem
- **postup předpínání:**
nejprve bude předepnuta první polovina průvlaku osa A–F na 50%, jedna strana a pak druhá strana dopnuta na 50%
druhá polovina průvlaku osa F-J bude předepnuta také na 50%
tento postup bude opakován i v druhém kole a prvek bude postupně dopnut na 100%
- aplikování stříkaného betonu na sloupové trámy a průvlaků
- dodatečná betonáž vnitřní kotevní oblasti (osa F)
- po nabytí předepsané pevnosti lze odstranit podepření stropní konstrukce

12 Podmínky pro provedení sanace

12.1 Betonáž nové desky tl. 200 mm

Je nutné se řídit předpisem o bezpečnosti práce.

Při provádění sanace je nutné se řídit normou **ČSN EN 206 - 1**.

Bednění navrhovaných konstrukcí musí být dostatečně tuhé, aby konstrukce po odbednění vyhovovaly požadavkům na maximální odchylky konstrukce.

Betonářská výztuž je navržena z oceli třídy B500B.

Je nutné dodržet minimální požadovanou krycí vrstvu výztuže 20 mm.

Výroba betonu, betonáž a ošetřování musí být provedeno dle platných norem, včetně všech změn. **Konzistence čerstvého betonu musí být S3.**

Je nutné se řídit prováděcí normou **ČSN EN 13670: TŘÍDA PROVÁDĚNÍ – 2
TŘÍDA OŠETŘOVÁNÍ - 2**

12.2 Torkretování

Je nutné se řídit předpisem o bezpečnosti práce.

Při provádění sanace je nutné se řídit normou **ČSN EN 14487**.

Množství odpadu je závislé na vodním součiniteli. Pro nástřik za mokra se doporučuje volit vodní součinitel **0,45 až 0,50**.

12.2.1 Zásady provedení

- vzdálenost mezi tryskou a podkladem volit v závislosti na velikosti materiálového toku
- tryska by měla směřovat k podkladu pod úhlem 90°
- minimální doporučená teplota podkladu a při provádění je 5°C
- minimální teplota čerstvého betonu je 13°C
- dodatečné přidávání vody je nepřípustné
- **je nutné dodržet minimální požadovanou krycí vrstvu výztuže 20 mm**
- **konzistence čerstvého betonu musí být S3**

Je nutné se řídit prováděcí normou **ČSN EN 13670: TŘÍDA PROVÁDĚNÍ – 2
TŘÍDA OŠETŘOVÁNÍ - 2**

Betonářská výztuž je navržena z oceli třídy B500B. Smyková výztuž trámů a průvlaků bude na stavbu dodána ve tvaru “U“. Výztuž bude prostrčena předem vyvrtanými otvory ve stávající desce 60 mm, následně bude výztuž dodatečně ohnuta k horní výztuži desky do konečné podoby trmíneků.

13 Závěr

Dle platných norem byla navržena vhodná úprava konstrukce, která vyhoví na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti a splňuje požární odolnost po dobu 60 min. Podrobný statický výpočet vybraných částí konstrukce je v příloze P3. Statický výpočet.

Výstupem této diplomové práce jsou podrobné výrobní výkresy navržené sanace 2.

Po celou dobu provádění stavebních úprav je nutné zajistit statickou stabilitu konstrukce a řídit se předpisem bezpečnosti práce a ochrany zdraví.

14 Seznam použitých zkratk a symbolů

NP	nadzemní podlaží
f_{ck}	charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
$f_{ctk0,05}$	pevnost v tahu betonu – pětiprocentní kvantil
f_{ctd}	návrhová pevnost betonu v tahu
E_{cm}	sečnový modul pružnosti betonu
ε_{cu3}	mezní poměrné stlačení betonu
f_{yk}	charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
f_{yd}	návrhová mez kluzu betonářské výztuže
f_{ywd}	návrhová mez kluzu betonářské smykové výztuže
E_s	návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli
ε_{yd}	mezní poměrné protažení oceli
q_k	proměnné zatížení
γ_s	dílčí součinitel spolehlivosti betonářské oceli
γ_c	dílčí součinitel spolehlivosti betonu
γ_G	součinitel stálého zatížení
γ_Q	součinitel proměnného zatížení
ψ_0	kombinační součinitel
ξ	kombinační součinitel
mxD-	hodnota dimenzačního ohybového momentu ve směru x, dolní okraj
myD-	hodnota dimenzačního ohybového momentu ve směru y, dolní okraj
mxD+	hodnota dimenzačního ohybového momentu ve směru x, horní okraj
myD+	hodnota dimenzačního ohybového momentu ve směru y, horní okraj
I_c	tuhost příčle desky
I_t	moment tuhosti průřezu v kroucení ztužujícího trámu
b	šířka rámového výseku
G_{cb}	modul pružnosti ve smyku okrajového krouceného prvku
I_s	moment setrvačnosti
λ	štíhlost
β_t	součinitel kroucení
A_c	průřezová plocha betonu
A_s	průřezová plocha betonářské výztuže
$A_{s,prov}$	navržená plocha výztuže
$A_{s,req}$	potřebná plocha výztuže
$A_{s,w}$	průřezová plocha smykové výztuže
L	účinné rozpětí
M_{ED}	návrhová hodnota ohybového momentu
N_{ED}	návrhová hodnota normálové síly

15 Použitý software

AutoCAD 2016

SCIA Engineer 18.1

Revit 2019

Schöck BOLE SLD

Microsoft Office

PTC Mathcad Prime 3.1

FIN EC 2019

16 Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN EN 1992-1-1 ed. 2 ZMĚNA Z1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016. str. 10. Třídící znak 73 1201.
- [2] ČSN EN 1992-1-1 ed. 2. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. str. 202. Třídící znak 73 1201.
- [3] ČSN EN 1991-1-1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2004. str. 44. Třídící znak 73 0035.
- [4] ČSN EN 1991-1-3 ed. 2. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013. str. 52. Třídící znak 73 0035.
- [5] ČSN EN 1991-1-4 ed. 2. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013. str. 124. Třídící znak 73 0035.
- [6] PROCHÁZKA, Jaroslav. Navrhování betonových konstrukcí 1. Praha: ČBS Servis, 2005. ISBN 80-903-5020-8.
- [7] ČSN 73 1201. Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. str. 64. Třídící znak 73 1201.
- [8] ČERVENKA, Petr. Statické a konstrukční tabulky – 3. vydání – část I. II.
- [9] ZICH, Miloš. Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů. Praha: Dashöfer, 2010. ISBN 978-80-86897-38-7.
- [10] PROCHÁZKA, Jaroslav, Alena KOHOUTKOVÁ a Jitka VAŠKOVÁ. Příklady navrhování betonových konstrukcí 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03675-4.
- [11] BAŽANT, Zdeněk. Plošné betonové konstrukce. Brno: CERM, 1998. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-0975-4.
- [12] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [13] BAŽANT, Zdeněk a Ladislav KLUSÁČEK. Statika při rekonstrukcích objektů. 5. vyd., V Akademickém nakladatelství CERM 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010. ISBN 978-80-7204-692-8.
- [14] NAVRÁTIL, Jaroslav. Předpjaté betonové konstrukce. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 978-80-7204-561-7.
- [15] DROCHYTKA, Rostislav. Technické podmínky pro sanace betonových konstrukcí TP SSBK III. Brno: Sdružení pro sanace betonových konstrukcí, 2012. ISBN 978-80-260-2210-7.
- [16] Stavebně technický průzkum – podklady pro vypracování diplomové práce

17 Seznam příloh

P1. Použité podklady

1) 1. PP – ZÁZNAM PORUCH, MEŘENÍ, SONDY	M 1:100
2) 1. NP – ZÁZNAM PORUCH, MEŘENÍ, SONDY	M 1:100
3) 2. NP – ZÁZNAM PORUCH, MEŘENÍ, SONDY	M 1:100
4) 3. NP – ZÁZNAM PORUCH, MEŘENÍ, SONDY	M 1:100
5) STŘECHA	M 1:100
6) ŘEZ A – A	M 1:100

P2. Výkresová dokumentace navrženého zesílení

1) STROP NAD 1. NP, DIL. CELEK 3 - BOURACÍ	M 1:100
2) VÝKRES TVARU – DESKA	M 1:100
3) PODROBNÝ VÝKRES VÝZTUŽE - DESKA	M 1:100
4) PODROBNÝ VÝKRES VÝZTUŽE – TRÁM, PRŮVLAK	M 1:100
5) PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ	M 1:100

P3. Statický výpočet