

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU POŽÁRNÍ
STANICE**

Vypracovala:

Simona Skleničková

Vedoucí práce:

doc. Ing. Jitka Vašková, CSc.

2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Skleničková Jméno: Simona Osobní číslo: 468369
Zadávající katedra: K133 - katedra betonových a zděných konstrukcí
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Konstrukční řešení objektu požární stanice
Název bakalářské práce anglicky: Structural Design of Fire Station
Pokyny pro vypracování:
Návrh nosné konstrukce vybrané části objektu - výpočet a výkresová dokumentace v zadaném rozsahu (upřesnění na základě konzultací)
Technická zpráva

Seznam doporučené literatury:
platné normy pro navrhování
další dle konzultací

Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Jitka Vašková, CSc.
Datum zadání bakalářské práce: 23.2.2021 Termín odevzdání bakalářské práce: 15.5.2021
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

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“.

23.2.2021

Datum převzetí zadání



Podpis studenta(ky)

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracovala samostatně, pouze za odborného vedení vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jitky Vaškové, CSc.

Dále prohlašuji, že jsem veškeré použité zdroje a programy uvedla v seznamu použité literatury.

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování:

Ráda bych tímto poděkovala vedoucí mé bakalářské práce doc. Ing. Jitce Vaškové, CSc. za vlídný přístup při konzultacích a za odborné vedení při zpracování mé bakalářské práce.

Anotace:

Cílem této práce je představit konstrukční řešení objektu požární stanice, které bylo navrženo v rámci předmětu Projekt 2. Dále se práce věnuje podrobnějšímu popisu administrativní části objektu a návrhu více variant provedení hlavního schodiště. U dvou vybraných variant je proveden návrh vyztužení prvků s výkresovou dokumentací. K práci je přiložena výkresová dokumentace a technická zpráva.

Klíčová slova: konstrukční řešení, schodiště, vyztuž, statický výpočet, požární stanice

Abstract:

The aim of the thesis is to introduce the structural design of the fire station which were designed in the subject Projekt 2. Bachelor thesis includes more detailed description of the administrative part of the building and design of several variants of the main staircase. The reinforcement design of structural members with drawings are made for two selected variants. The attachment of the thesis contains drawings and the technical report.

Keywords: structural design, staircase, reinforcement, static analysis, fire station

Obsah

1 Úvod	8
2 Konstrukční řešení objektu.....	9
2.1 Základní údaje o objektu	9
2.1.1 Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby	9
2.1.2 Technické řešení objektu	10
2.1.3 Použité materiály	10
2.2 Navržený konstrukční systém celého objektu.....	10
3 Administrativní část.....	14
3.1 Přehled zatížení	14
3.1.1 Stálá zatížení.....	14
3.1.2 Zatížení příčkami	14
3.1.3 Užitná zatížení	14
3.1.4 Zatížení sněhem	15
3.1.4 Zatížení větrem.....	15
3.2 Základové konstrukce	15
3.3 Nosný systém.....	16
3.3.1 Svislé nosné konstrukce	16
3.3.2 Vodorovné nosné konstrukce	16
3.3.3 Svislé komunikační prvky	17
3.3.4 Zajištění vodorovného ztužení	17
3.4 Konstrukční schémata administrativní části objektu	17
4 Konstrukční varianty hlavního schodiště a návrh vyztužení dvou vybraných variant	23
4.1 Geometrie schodiště	23
4.2 Konstrukční varianty.....	25
4.2.1 Varianta č. 1.....	25
4.2.2 Varianta č. 2.....	26
4.2.3 Varianta č. 3.....	27
4.2.4 Varianta č. 4.....	29
4.3 Návrh a vyztužení dvou vybraných variant	30
4.3.1 Varianta č. 1.....	30
4.3.2 Varianta č. 4.....	50
5 Závěr.....	62

Seznam zdrojů	63
Seznam programů	64
Seznam obrázků	65
Seznam příloh.....	65

1 Úvod

Předmětem bakalářské práce je představit konstrukční řešení objektu požární stanice, jež vychází z předmětu Projekt 2. V projektu bylo navrženo konstrukční a stavební řešení celého objektu. Z důvodu rozsáhlosti objektu je v bakalářské práci podrobněji zpracována pouze administrativní část. Hlavním předmětem je návrh nosné konstrukce vybrané části objektu.

V druhé kapitole je představen celý objekt. Popis objektu, shrnutí předběžného výpočtu a z něj vypracovaná konstrukční schémata.

Třetí kapitola se zabývá pouze administrativní částí. Opět shrnutí předběžných výpočtů a z nich vycházející podrobnější konstrukční schémata.

Čtvrtá kapitola se věnuje vybraným prvkům v administrativní části. Konkrétně variantami konstrukčních řešení hlavního schodiště. Pro dvě vybrané varianty je proveden statický výpočet a vyztužení prvků, z toho následně zkompletována příslušná výkresová dokumentace.

Poslední kapitola obsahuje závěr, který shrnuje provedené řešení.

Příloha práce obsahuje výkresovou dokumentaci a technickou zprávu.



Obrázek 1: Požární stanice v Plzni [1]

2 Konstrukční řešení objektu

2.1 Základní údaje o objektu

Jedná se o stavbu požární stanice, která se nachází na Severním předměstí města Plzně. Objekt je orientován na jih, k městu. Dominantním prvkem je cvičná věž, charakteristická pro požární stanice. Objekt je rozdělen na dvě části. Části jsou odděleny dilatační spárou. Halovou část tvoří garáže a technické zázemí, což jsou sklady, myčka, dílna apod. Vyšší část objektu slouží převážně jako administrativní budova, tvoří ji kanceláře, učebny a nachází se zde také pokoje a obytné místnosti hasičů. [1]

2.1.1 Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby

Objekt je rozdělen na dva dilatační celky, na administrativní část a halovou část. Administrativní část má půdorys do tvaru L, tři nadzemní a jedno podzemní podlaží. Střecha je plochá. Celkové půdorysné rozměry nosné konstrukce jsou 16,4 m x 53,4 m + 24,0 m x 16,7 m. Nejvyšší bod nosné konstrukce je 13,70 m nad úrovní terénu. Konstrukční výška podlaží je 4,2 m. V podzemí se nachází sklady a speciální komora protiplynového polygonu. V 1.NP (nadzemním podlaží) se nachází vstup, kanceláře, učebny, hygienické zázemí. V části, která propojuje halovou a administrativní část, jsou parkovací místa a sklady. V 2.NP se nacházejí učebny, pokoje, společná jídelna s kuchyní, hygienické zázemí, šatny, tělocvična. V 3.NP se nacházejí byty, učebny a hygienické zázemí. Celou administrativní částí prochází hlavní dvouramenné schodiště společně s výtahem. Ve vnitřní části objektu se nachází ještě jedno schodiště, které spojuje pouze 1.NP a 1.PP (podzemní podlaží).

Halová část má pravidelný obdélníkový půdorys s plochou střechou. Část objektu je rozdělena na dvě nadzemní podlaží. Prostory, ve kterých se nachází garáže mají jedno nadzemní podlaží. Celkové půdorysné rozměry nosné konstrukce jsou 100,9 m x 27,4 m. Nejvyšší bod nosné konstrukce se nachází 8,10 m nad úrovní okolního terénu. Konstrukční výška, rozdělené části na dvě podlaží, je v 1. NP 3,2 m a v 2.NP 3,8 m. Konstrukční výška garážového podlaží je 7 m. Dvoupodlažní část tvoří sklady, jednopodlažní část tvoří garáže, myčka a dílna.

2.1.2 Technické řešení objektu

Administrativní část objektu je založena na základových pasech a patkách. Nosný systém je kombinovaný, je tvořen ŽB (železobetonovými) stěnami, sloupy a průvlaky. Stropní konstrukce jsou železobetonové monolitické po obvodě podepřené nebo jednosměrně pnuté. Hlavní schodiště je podrobněji řešeno ve více variantách v kapitole č. 4. Druhé schodiště, které propojuje pouze 1. NP s 1. PP, je železobetonové monolitické deskové. Půdorys je do tvaru L. Tuhost objektu zajišťuje železobetonové jádro společně s ŽB stěnami.

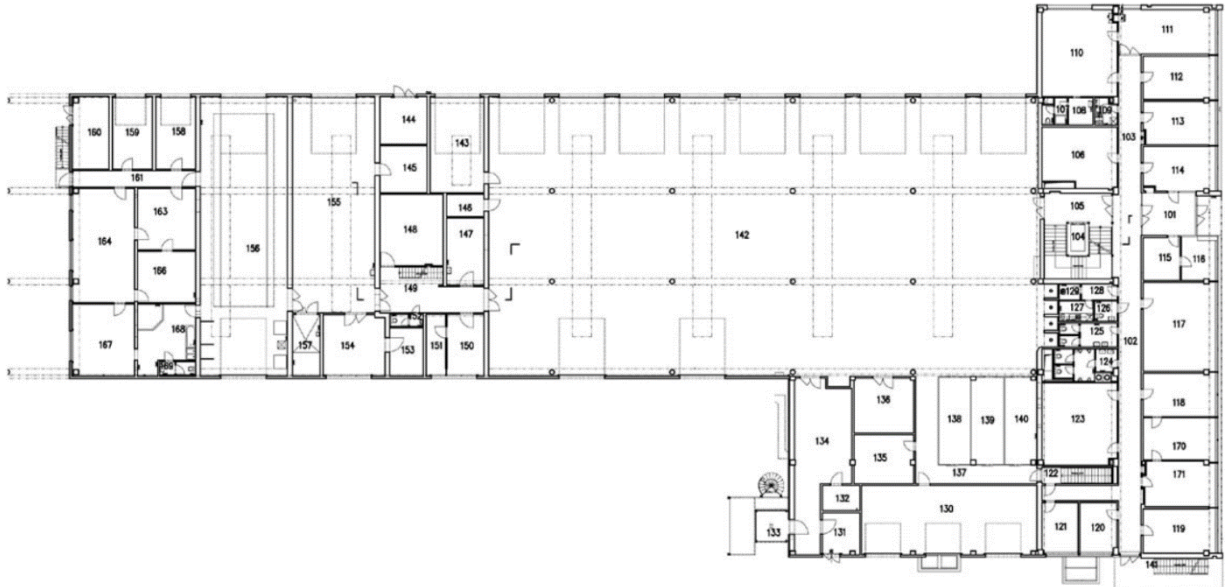
Halová část objektu je založena na základových pasech a patkách. Nosný systém je kombinovaný, převážně tvořen ŽB sloupy a průvlaky a je doplněn vnitřními ŽB stěnami. Stropní konstrukce v 1. NP dvou podlažní části jsou železobetonové monolitické po obvodě podepřené nebo jednosměrně pnuté. Celá nosná konstrukce střechy je tvořena předpjatými stropními panely SPIROLL [9]. Schodiště je železobetonové monolitické deskové jednoramenné. Tuhost objektu zajišťují ŽB stěny.

2.1.3 Použité materiály

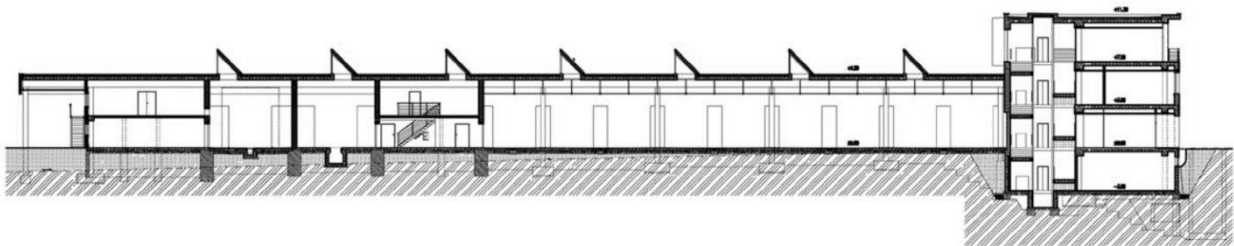
- beton: základy, suterénní stěny: C 30/37 XC2 – Cl 0,2 – D_{max} 16 – S3
ostatní nosné konstrukce: C 30/37 XC1 – Cl 0,2 – D_{max} 16 – S3
- použitá ocel: B 500 B
- výplňové zdivo: Porotherm 30/24 N [10]

2.2 Navržený konstrukční systém celého objektu

Nejprve je zobrazeno schéma půdorysu a řezu celého objektu. Obrázky jsou převzaty z webové stránky archiweb.cz. [1]

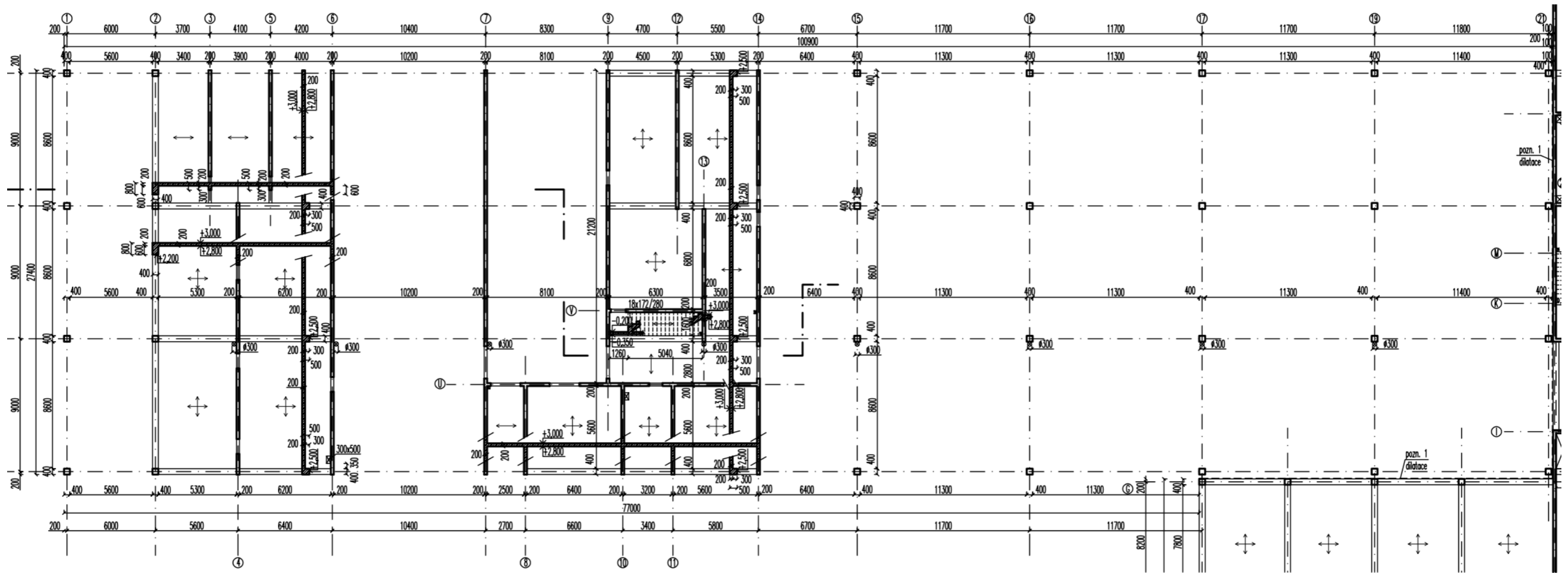


Obrázek 2: Schéma půdorysu [1]



Obrázek 3: Schéma řezu [1]

Níže jsou zobrazena konstrukční schémata jednotlivých podlaží halové části objektu. Konstrukční řešení administrativní části je podrobněji probráno ve třetí kapitole.



Obrázek 4: Konstrukční schéma halové části 1.NP

Konstrukční schéma halové části 1.NP:

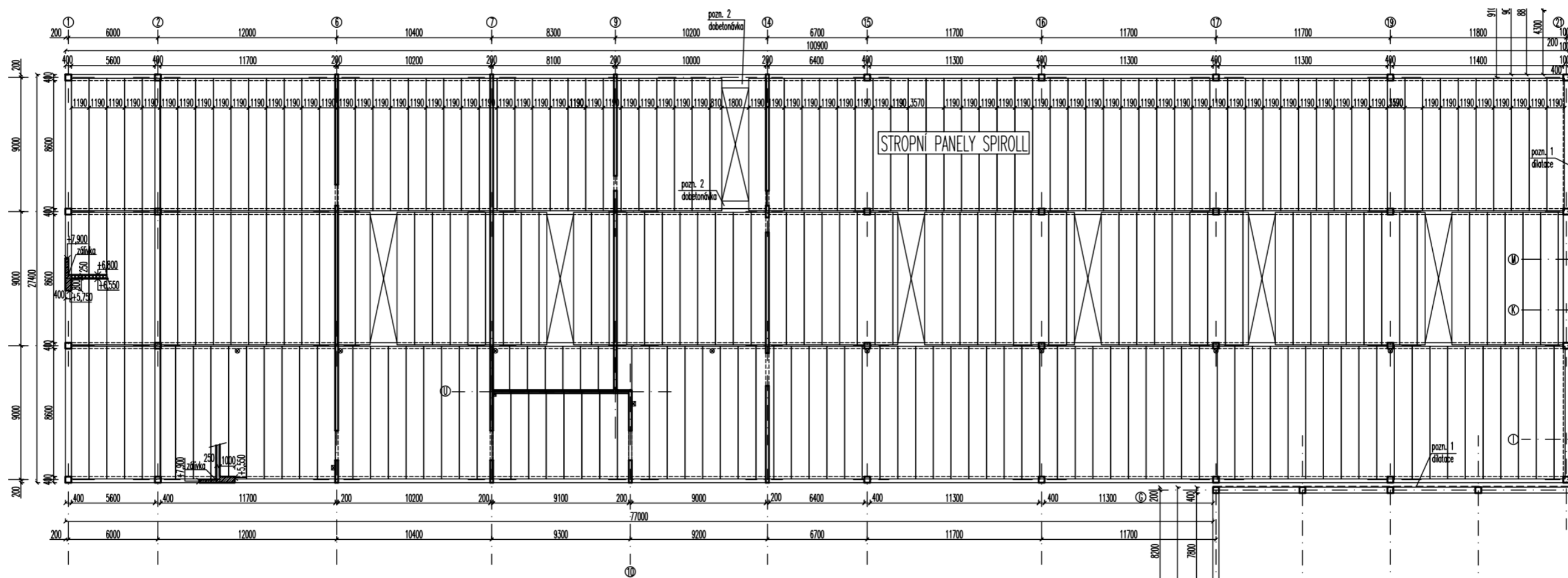
Konstrukční výška podlaží: 3,2 m

Účel využití podlaží: sklady, technické zázemí

Vodorovné nosné konstrukce: plná ŽB monolitická deska lokálně podepřená nebo jednosměrně pnutá, ŽB monolitické průvlaky

Svislé nosné konstrukce: ŽB monolitické stěny + ŽB sloupy

Schodiště: jednoramenné ŽB monolitické



Obrázek 5: Konstrukční schéma halové části 2.NP

Konstrukční schéma halové části 2.NP

Konstrukční výška podlaží: 3,8 m; 7 m

Účel využití podlaží: sklady, garáže, dílna, myčka

Vodorovné nosné konstrukce: předpjaté stropní panely SPIROLL, ŽB monolitické průvlaky

Svislé nosné konstrukce: ŽB monolitické stěny, ŽB monolitické sloupy

3 Administrativní část

V této kapitole jsou popsány a shrnuty výsledky předběžného výpočtu řešeného v projektu 2. Zobrazeny jsou pak v konstrukčních schématech na konci kapitoly.

3.1 Přehled zatížení

Níže jsou uvedeny charakteristické hodnoty zatížení, pro získání návrhových hodnot, byly charakteristické hodnoty násobeny příslušnými součiniteli bezpečnosti, a to 1,35 pro stálá a 1,5 pro proměnná zatížení. [2]

3.1.1 Stálá zatížení

Vlastní tíha železobetonových konstrukcí je uvažována hodnotou 25 kN/m^3 . Vlastní tíhy jednotlivých podlah jsou vypočteny v předběžném statickém výpočtu, který byl proveden v projektu 2. Pro další výpočty byla zjednodušeně a bezpečně uvažována konstantní hodnota $1,5 \text{ kN/m}^2$ na celé ploše nadzemních podlaží. Byla zanedbána tíha epoxidového nátěru v suterénu. Tíha střešního pláště jednoduché ploché střechy je $0,4 \text{ kN/m}^2$. Tíha obvodového pláště, který tvoří kontaktní zateplovací systém, byla zanedbána.

3.1.2 Zatížení příčkami

Prostory (učebny, kanceláře, byty, hygienická zázemí) jsou odděleny nenosnými zděnými akustickými příčkami Porotherm 11,5 AKU Profi [11]. Plošná hmotnost zdiva je 170 kg/m^2 . Vlastní tíha příčky byla uvažována podle světlé výšky místnosti s průvlakem a bez průvlakem.

3.1.3 Užité zatížení

V obytných místnostech a bytech je uvažováno zatížení dle kategorie A, a to pro stropní konstrukce $2,0 \text{ kN/m}^2$ a pro schodiště $3,0 \text{ kN/m}^2$. [2]

Kancelářské plochy mají užité zatížení rovno $2,5 \text{ kN/m}^2$ dle kategorie B. [2]

V učebnách je uvažováno zatížení rovno $3,0 \text{ kN/m}^2$ dle kategorie C1. [2]

V tělocvičně je užité zatížení rovno $5,0 \text{ kN/m}^2$ dle kategorie C4. [2]

V části s parkovacími plochami pro lehká vozidla je zatížení rovno $2,5 \text{ kN/m}^2$ dle kategorie F. [2]

Nepřístupná střecha s výjimkou běžné údržby a oprav je uvažována hodnotou $0,75 \text{ kN/m}^2$ dle kategorie H. [2]

3.1.4 Zatížení sněhem

Objekt se nachází na předměstí města Plzeň ve sněhové oblasti I. Průměrné zatížení sněhem bylo stanoveno $0,56 \text{ kN/m}^2$. Byla tedy uvažována hodnota proměnného zatížení střechy $0,75 \text{ kN/m}^2$ jako větší z hodnot.

3.1.4 Zatížení větrem

Zatížení větrem nebylo pro zjednodušení uvažováno, hlavně z důvodu dostatečné prostorové tuhosti objektu. Nosný systém objektu tvoří kombinace ŽB stěn, sloupů a průvlaků s ŽB stropními deskami. Celou administrativní částí prochází stěnové schodišťové jádro.

3.2 Základové konstrukce

Svrchní vrstvu geologického profilu do hloubky $0,2 \text{ m}$ tvoří ornice. Pod ní se nachází zpevněné sedimenty pískovce, jílovce, slepence a prachovce. Hladina podzemní vody do hloubky 6 m nebyla zjištěna. [18]

Železobetonové sloupy jsou založeny na ŽB základových patkách půdorysného rozměru $2,0 \times 2,5 \text{ m}$ a $1,1 \text{ m}$ vysokých. Stěny jsou založeny na ŽB základových pasech šířky $1,0 \text{ m}$ a výšky $1,1 \text{ m}$. V místě dojezdu výtahu je základová spára snížena v rozsahu požadavků použitého výtahu a to o $0,7 \text{ m}$. Je zde navržena základová deska, která je $0,6 \text{ m}$ vysoká. Do všech základových konstrukcí se osazuje kotevní výztuž pro ŽB sloupy a stěny. Mezi pasy a patkami je provedena ŽB deska tloušťky 200 mm , leží na vyrovnávacím podkladním betonu tloušťky 150 mm . V místech, kde probíhá dilatace částí objektu, jsou navrženy zdvojené patky nebo propojené patky s pasy. Sloupy halové části jsou protaženy do stejné úrovně s nosnou konstrukcí administrativní části. Dilatace je potřeba pouze kvůli objemové roztažnosti, nikoli kvůli rozdílnému sedání. Také v místech, kde jsou sloupy nebo stěny příliš blízko u sebe, jsou navrženy propojené patky a pasy.

3.3 Nosný systém

3.3.1 Svislé nosné konstrukce

ŽB stěny v 1.PP jsou monolitické tloušťky 250 mm a tvoří nosnou konstrukci obvodového pláště po celé délce. Vnitřní stěny v 1.PP jsou monolitické tloušťky 200 mm. V 1. – 3.NP jsou ŽB vnitřní i obvodové stěny monolitické tloušťky 200 mm.

Uvnitř dispozice 1.PP, 1. – 3.NP jsou navrženy ŽB monolitické sloupy jednotného čtvercového průřezu 400 x 400 mm. Navržené rozměry průřezu sloupu vyhovují a splňují dostatečnou rezervu na vliv ohybového momentu i štíhlosti.

Podrobnější informace jsou vyobrazeny v konstrukčních schématech v kapitole 3.4.

3.3.2 Vodorovné nosné konstrukce

Stropní konstrukce nad 1.PP jsou monolitické železobetonové sjednocené do jednotné tloušťky 250 mm. Desky jsou po obvodě podepřené nebo jednosměrně pnuté, podrobnosti jsou vyznačeny na konstrukčních schématech níže. Stropní konstrukce nad 1.NP jsou obdobně jako v 1. PP navrženy železobetonové monolitické v jednotné tloušťce 250 mm. V části, označené moduly A – G a zároveň 17 – 22, je přes 1. – 3.NP tělocvična s horolezeckou stěnou. Stropní konstrukce tělocvičny je navržena ocelová a nebyla předmětem řešení statického výpočtu. Nad 2.NP administrativní části je stropní konstrukce monolitická železobetonová. V částech, kde se nachází šest krátkých lodžii (vyznačené v konstrukčních schématech), jsou desky navrženy v tloušťce 160 mm, hlavně z důvodu větší tloušťky podlahy než ve zbylé části administrativní budovy. V napojení je navrženo přerušení tepelných mostů pomocí ISO-nosníků – Schock Isokorb XT typ KL M3 [12]. Ostatní stropní konstrukce nad 2. a 3.NP jsou navrženy v jednotné tloušťce 250 mm. Ve většině stropních konstrukcích se nacházejí prostupy pro rozvod vody, kanalizace, vytápění a vzduchotechniky. Rozměry prostupů (max. 500 x 500 mm) nevyžadují speciální statická posouzení, postačí shrnutí výztuže v oblasti otvoru do kraje desky a olemování okrajů desky výztuží v souladu s výkresy výztuže.

Stropní desky jsou po obvodě podepřeny průvlaky o rozměrech 400 x 800 mm nebo 400 x 650 mm, v závislosti na rozpětí a zatížení průvlaku. Rozmístění a rozměry průvlaků byly ověřeny ve statickém výpočtu a jsou vyznačeny v konstrukčních schématech.

Podrobnější informace jsou vyobrazeny v konstrukčních schématech v kapitole 3.4.

3.3.3 Svislé komunikační prvky

Vedlejší schodiště, které spojuje pouze 1. NP a 1.PP je monolitické železobetonové deskové do tvaru L. Jednotlivé desky jsou řešeny jako jednosměrně pnuté. Mezipodesta je pnutá jednosměrně do stěn a má tloušťku 200 mm. Tloušťka schodišťového ramene byla stanovena z detailu napojení na podestu jako 175 mm. Schodišťové stupně jsou betonovány společně s deskou, jejich výška je 186 mm a šířka 260 mm. Schodišťové rameno je akusticky odděleno od hlavní podesty pomocí akustického prvku Schock Tronsole typ T [13]. Schodišťová mezipodesta je vetknuta do ŽB stěny pomocí vylamovacích lišt. Konstrukční řešení hlavního schodiště jsou podrobně řešena v kapitole 4.

3.3.4 Zajištění vodorovného ztužení

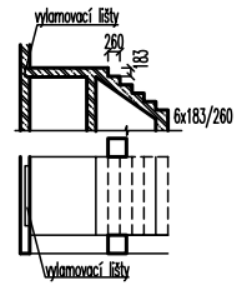
Nosný systém objektu je tvořen kombinací ŽB stěn a ŽB sloupů s železobetonovými stropními deskami s ŽB průvlaky. Všemi podlažními administrativní budovy prochází ŽB schodišťová jádro. S ohledem na malou výšku objektu nebyla prostorová tuhost ověřována podrobným výpočtem.

3.4 Konstrukční schémata administrativní části objektu

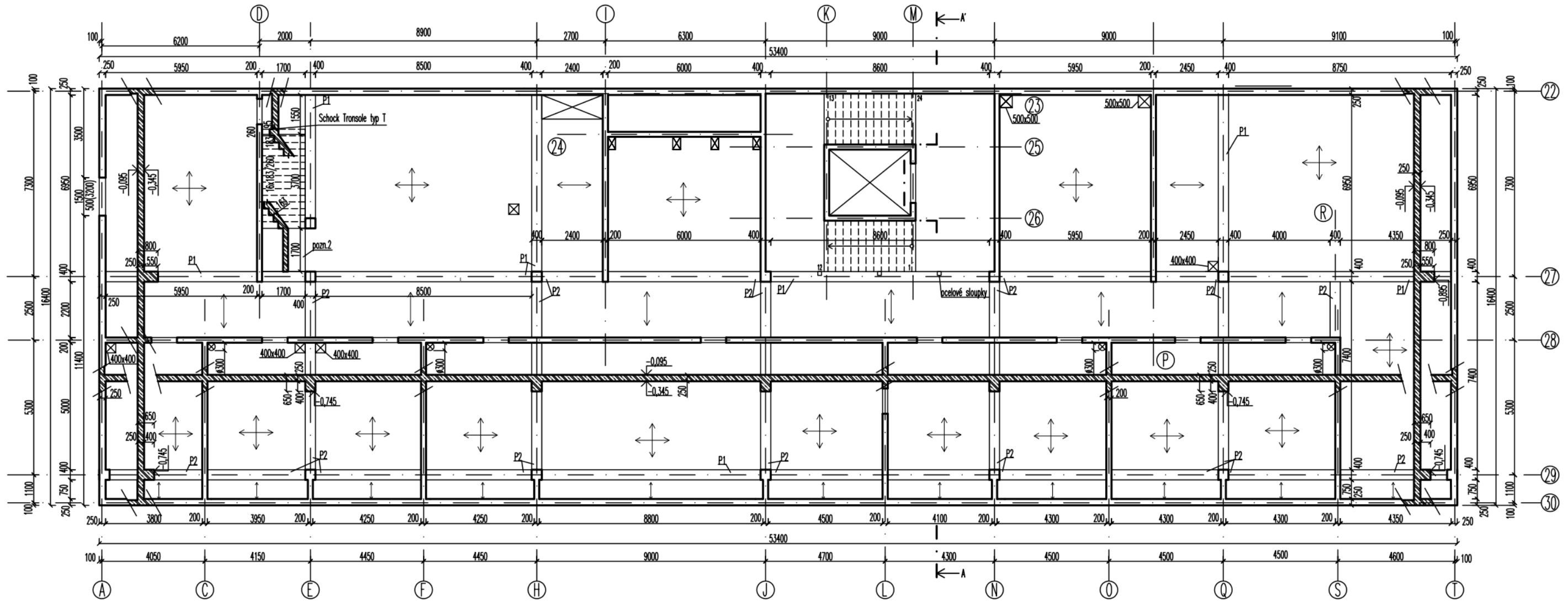
Níže jsou zobrazena konstrukční schémata 1.PP a 1. – 3. NP administrativní části objektu. Jsou zde popsány a vyznačeny jednotlivé rozměry a umístění prvků. Návaznost administrativní části na halovou část je ve schématech vyznačena dilatací.

Konstrukční schéma 1.PP

pozn.2:
část schodiště pod
úrovni stropní desky



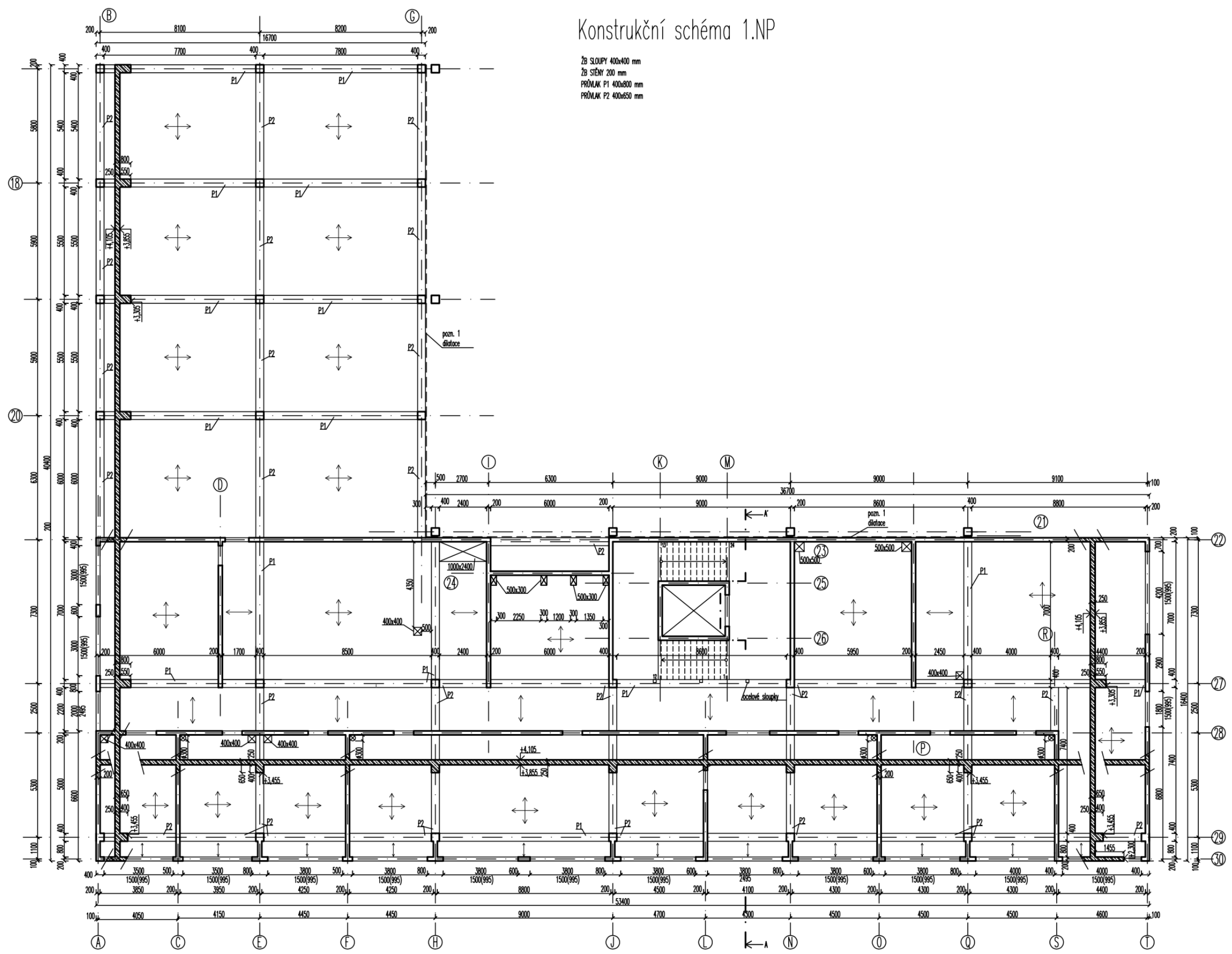
ŽB SLOUPY 400x400 mm
OBVODOVÉ ŽB STĚNY 250 mm
VNITŘNÍ ŽB STĚNY 200 mm
PRŮMLAK P1 400x800 mm
PRŮMLAK P2 400x650 mm



Obrázek 6: Konstrukční schéma administrativní části 1.PP

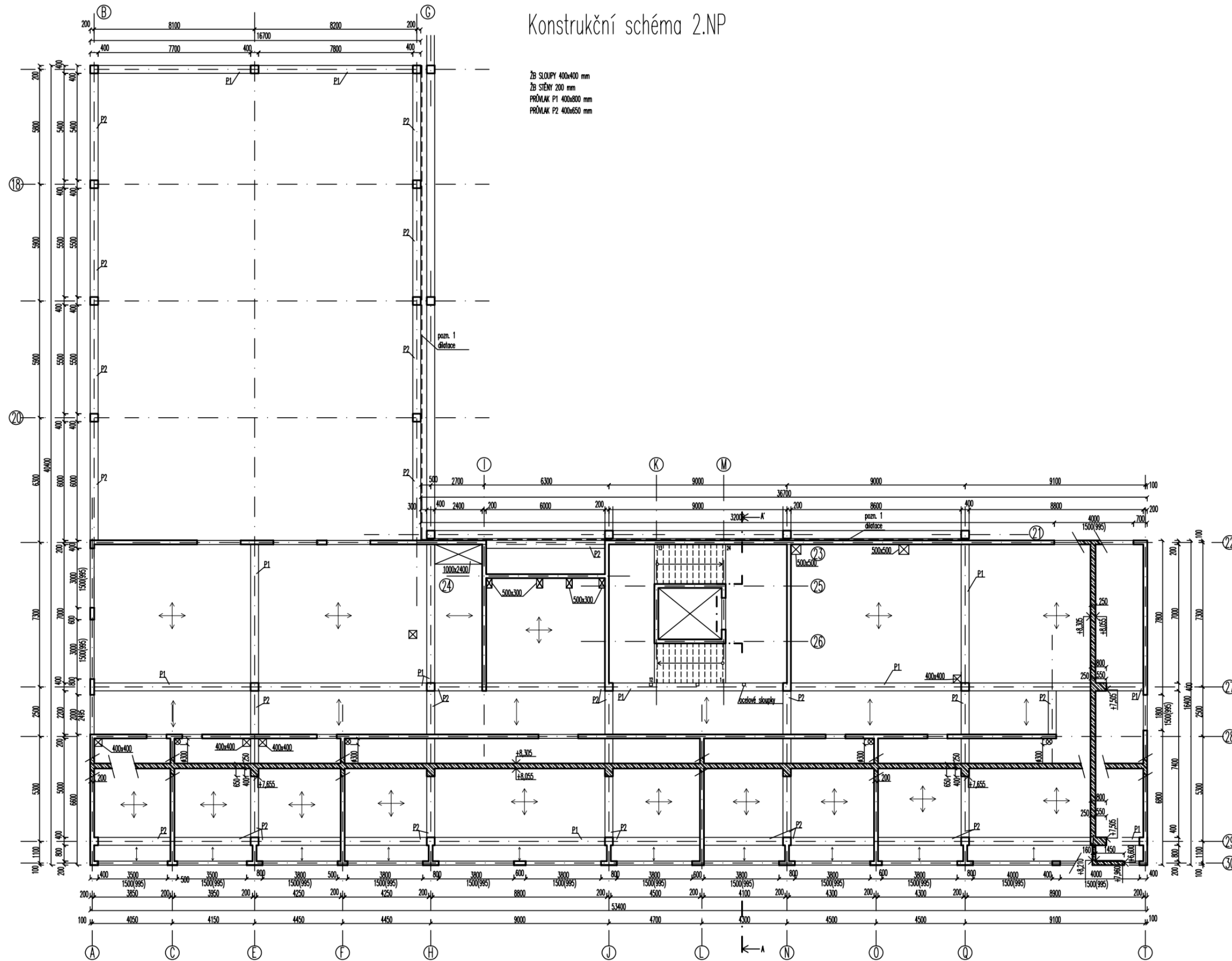
Konstrukční schéma 1.NP

- ŽB SLOUPY 400x400 mm
- ŽB STĚNY 200 mm
- PRŮMLAK P1 400x800 mm
- PRŮMLAK P2 400x650 mm



Obrázek 7: Konstrukční schéma administrativní části 1.NP

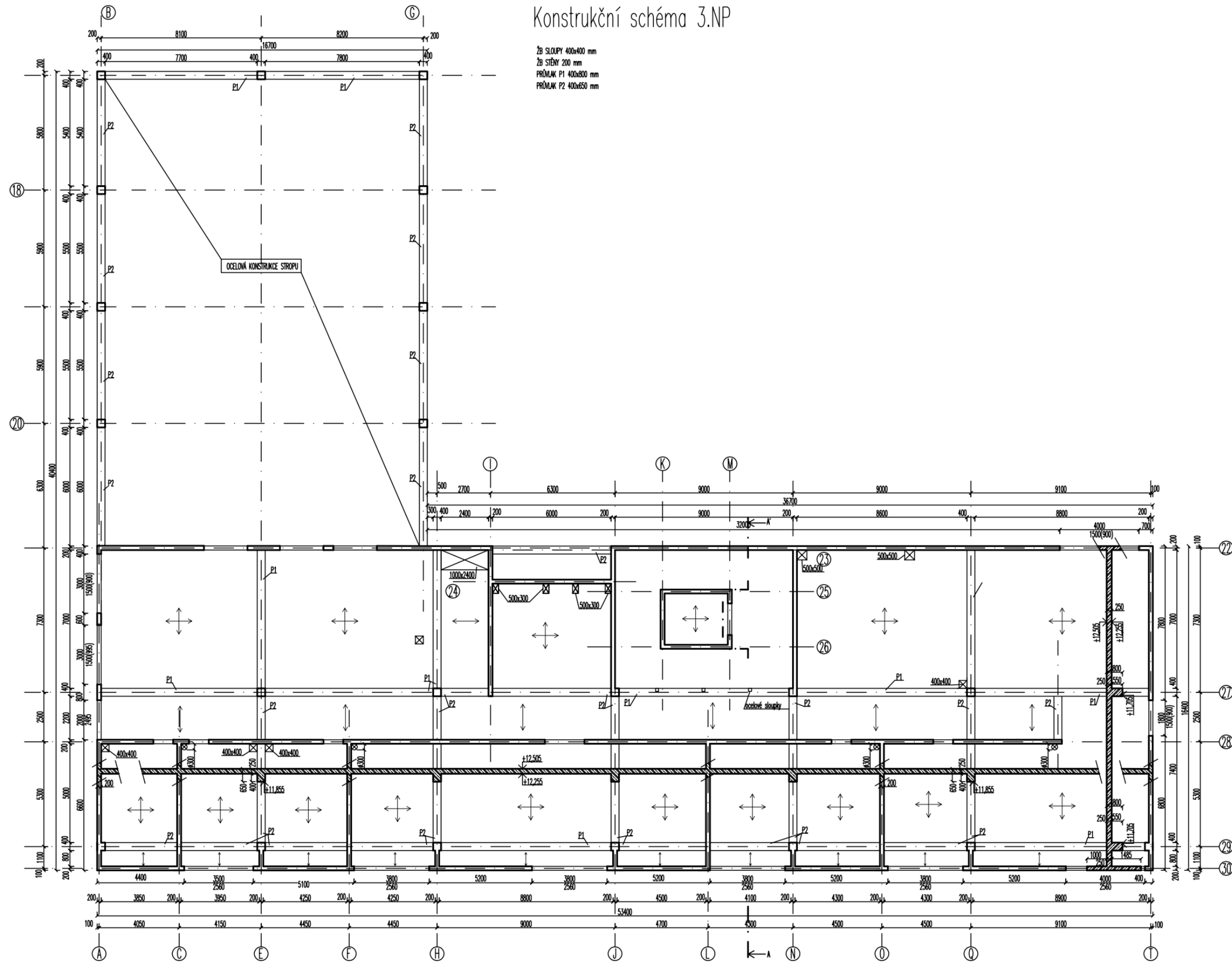
Konstrukční schéma 2.NP



Obrázek 8: Konstrukční schéma administrativní části 2.NP

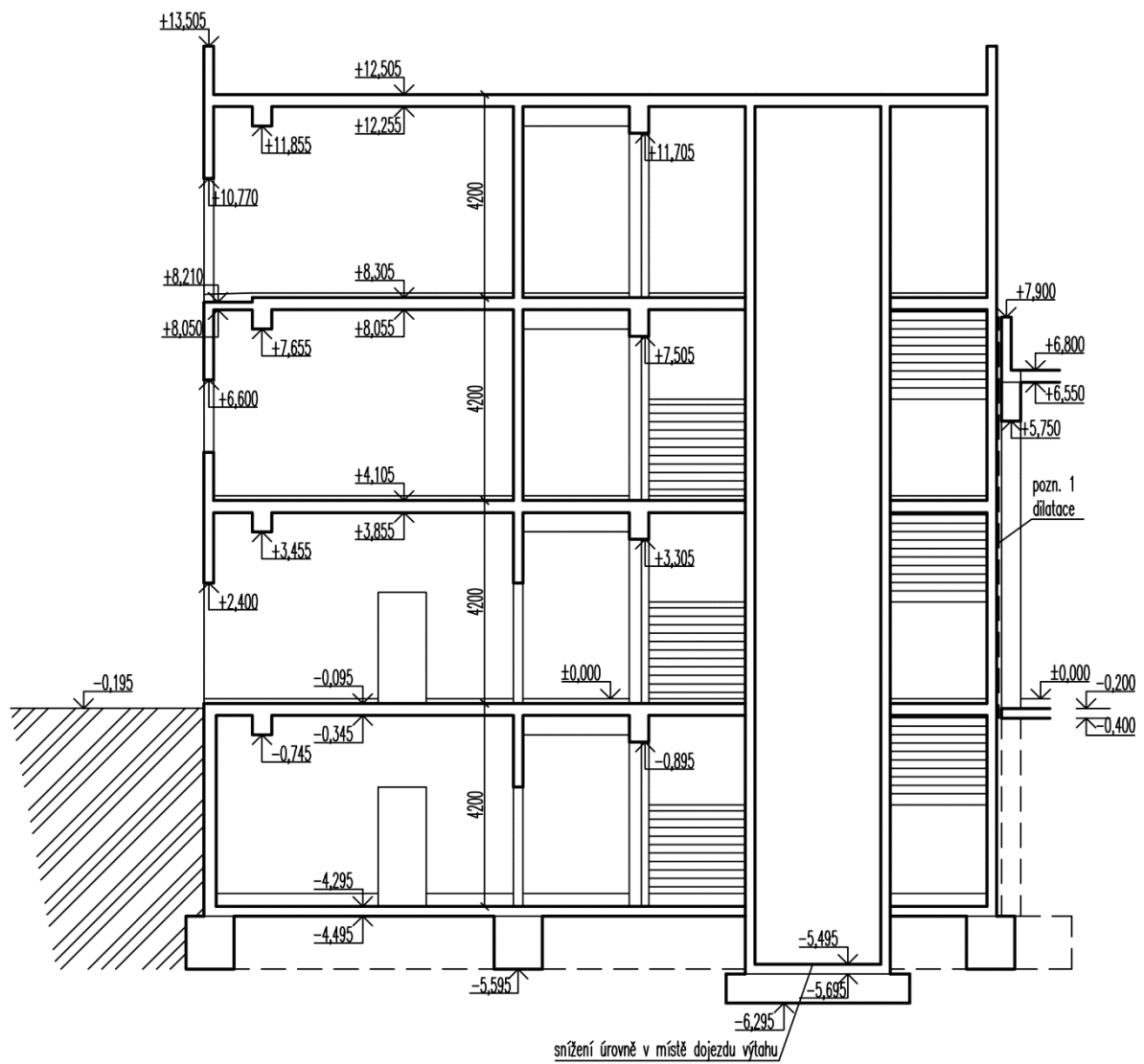
Konstrukční schéma 3.NP

ŽB SLOUPY 400x400 mm
 ŽB STĚNY 200 mm
 PRŮMLAK P1 400x600 mm
 PRŮMLAK P2 400x650 mm



Obrázek 9: Konstrukční schéma administrativní části 3.NP

Řez A - A'



Obrázek 10: Řez A-A' - administrativní částí

4 Konstrukční varianty hlavního schodiště a návrh vyztužení dvou vybraných variant

4.1 Geometrie schodiště

Schodiště je navrženo ve více variantách, ale geometrie zůstává u všech čtyř variant stejná.

Konstrukční výška schodiště K.V.: 4200 mm

Počet stupňů n: $K.V./h = 4200/170 = 24,71 \rightarrow 24$ stupňů

Výška stupně h: $K.V./n = 4200/24 = 175$ mm

Šířka stupně b: $630 - 2 * h = 630 - 2*175 = 280 \rightarrow 300$ mm

Sklon ramene: $\tan \alpha = h/b \rightarrow 30,256^\circ$

Návrh dvouramenného deskového schodiště s 12 stupni na každém rameni, výšce 175 mm a šířce 300 mm.

Šířka ramene schodiště = 2000 mm

Šířka zrcadla = 3000 mm

Šířka mezipodesty = 2300 mm

Šířka podesty = 3100 mm

Délka schodišťového ramene = 3600 mm

Délka podesty = 7000 mm

Tloušťka podest = 250 mm

Skladba podlahy = 95 mm

Skladba podlahy stupňů = 40 mm

Ověření podchodné a průchodné výšky:

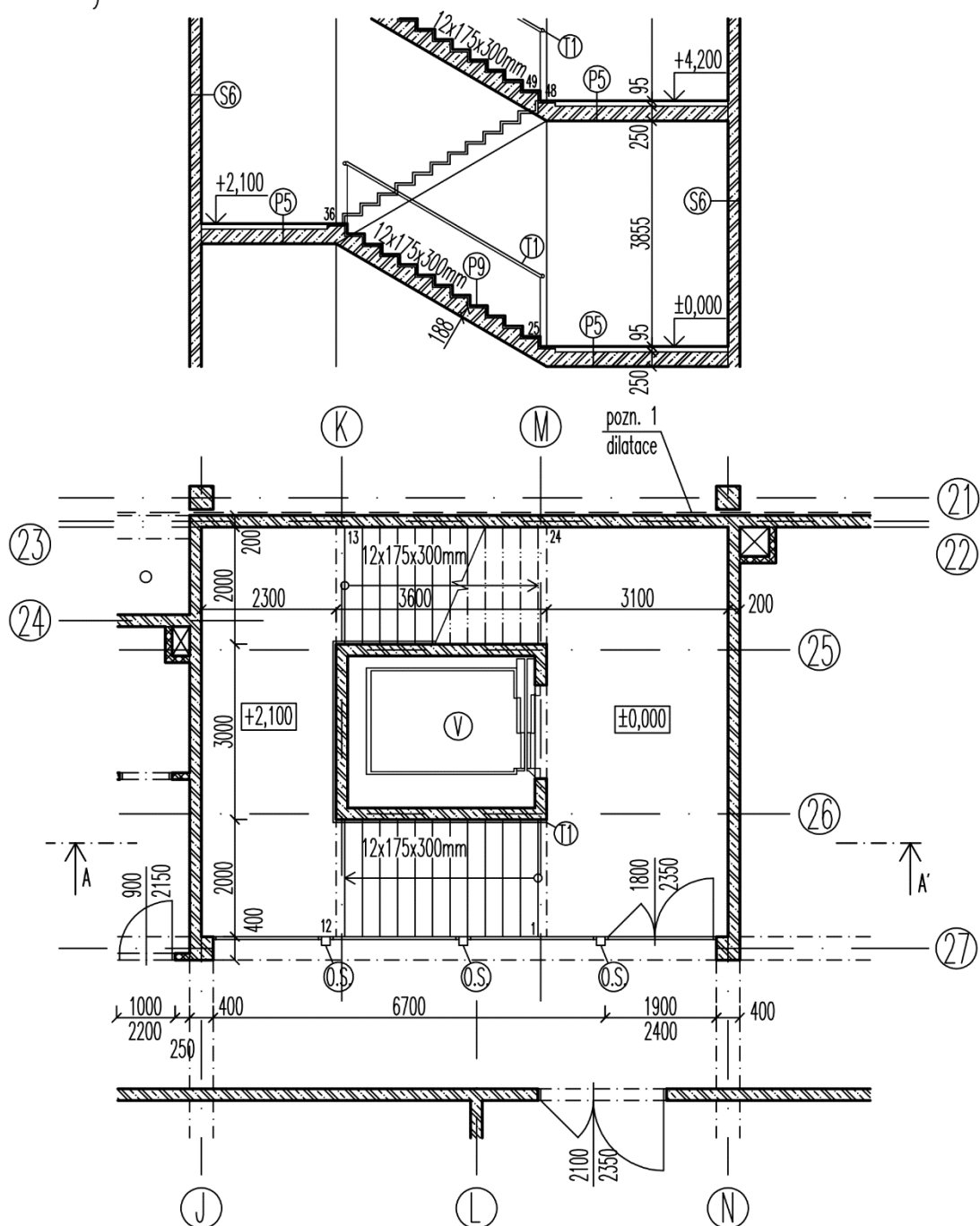
Podchodná výška $h_1 \geq 1500 + 750/\cos\alpha = 1500 + 750/\cos 30,256^\circ = 2368,3$ mm a zároveň ≥ 2100 mm

Podchodná výška $h_1 = K.V - h_d - h_p - h = 4200 - 250 - 95 - 175 = 3680$ mm $\geq 2368,3$ mm VYHOVUJE



Průchodná výška $\geq 750 + 1500 * \cos\alpha = 750 + 1500 * \cos 30,256^\circ = 2045,7$ mm a zároveň ≥ 1900 mm

Průchodná výška $h_2 = h_1 * \cos\alpha = 3680 * \cos 30,256^\circ = 3178,7$ mm $\geq 2045,7$ mm VYHOVUJE

Půdorys a řez schodištěm



LEGENDA MATERIÁLU

-  Nosné vnitřní stěny ŽB monolitické, tl. 200 mm
-  Příčky Porotherm 11,5 AKU Profi, tl. 115 mm + malta Porotherm Profi pro tenké spáry

VÝPIS PRVKŮ

- Ⓞ.S) ocelové sloupky
- Ⓣ1) dřevěné madlo schodiště kulaté
- Ⓥ) lanový výtah

pozn. 1: Administrativní část objektu je po celé délce oddilátována od halové části.

Obrázek 11: Stavební půdorys a řez schodištěm

4.2 Konstrukční varianty

V této kapitole jsou řešeny a popsány čtyři konstrukční varianty hlavního schodiště.

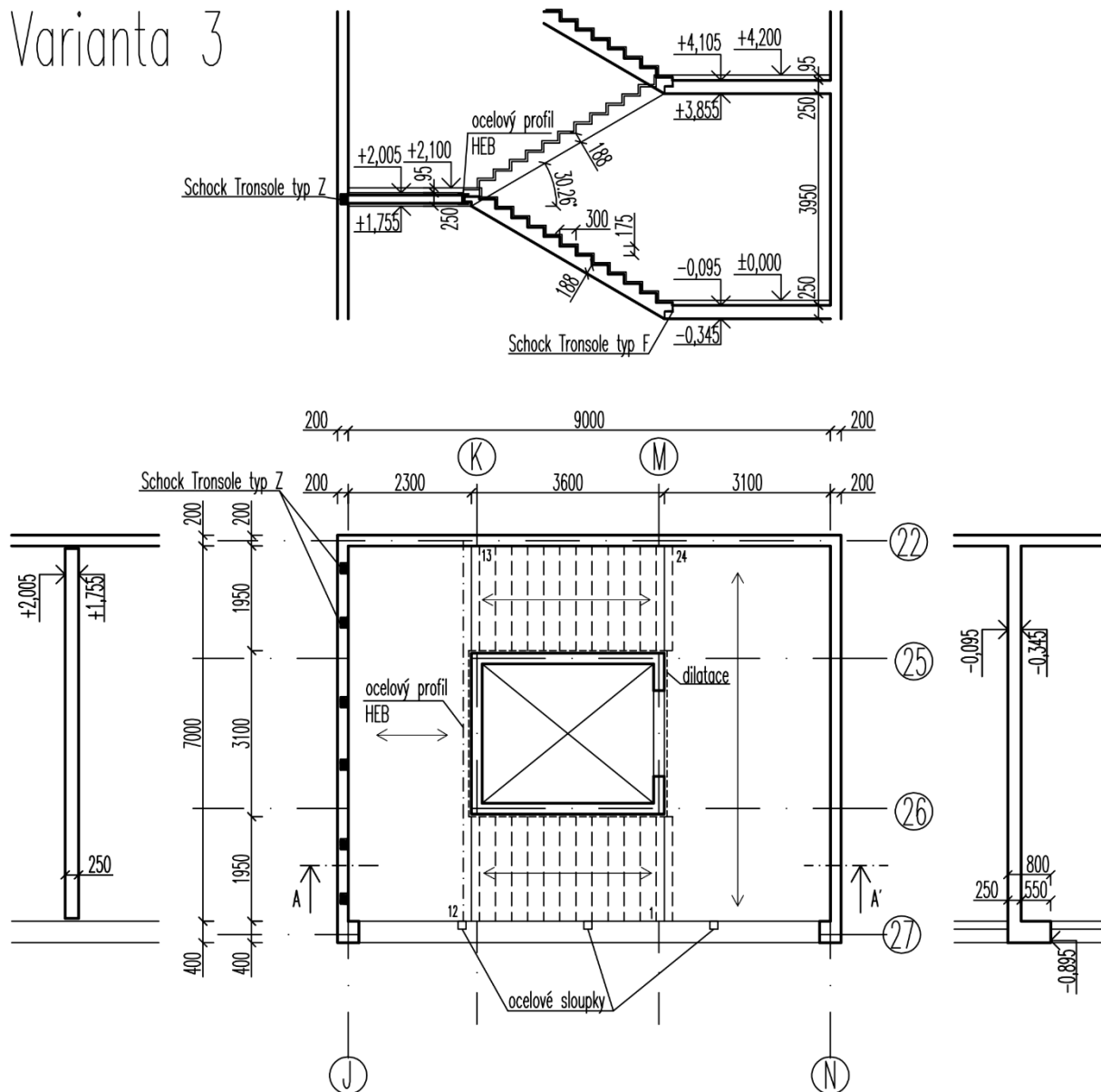
4.2.1 Varianta č. 1

První varianta je z hlediska zadané dispozice nejvhodnější. Splňuje požadavek, kdy je stěna v modulové ose 27 celá prosklená. Jsou zde i zcela splněny akustické požadavky. Železobetonové stěny tvořící jádro výtahu jsou oddílatovány od prvků schodiště.

Hlavní podesta má tloušťku 250 mm, tloušťka je shodná se stropní konstrukcí administrativní budovy. Podesta je jednosměrně pnutá do ŽB stěny a ŽB průvlaku. Do hlavní podesty je přes ozub s akustickými prvky Schock Tronsole typ F [14] vložena prefabrikovaná jeden krát zalomená deska schodišťového ramene. Deska je přes akustické prvky Schock Tronsole typ Z [15] uložena do ŽB stěny s modulovou osou J. Kvůli většímu riziku špatného a nepřesného uložení akustických prvků do stěny, je vhodnější varianta uložení zalomené desky na ocelové L profily – úhelníky. Prefabrikovaná mezipodesta je přes ozub s akustickými prvky Schock Tronsole typ F [14] uložena do 1x zalomené desky. Tloušťka mezipodesty je shodná s hlavní podestou 250 mm. Podlaha obou podest obsahuje kročejovou izolaci. Tloušťka schodišťového ramena byla stanovena z detailu napojení na podestu jako 188 mm. Prvky a jejich rozměry jsou zobrazeny v konstrukčním schématu.

profil je na druhém konci ukotven do ŽB stěny. Podlaha obou podest obsahuje kročejovou izolaci. Schodišťová ramena jsou prefabrikovaná a na jednom konci uložena do již popsaného ocelového profilu HEB a na opačném konci uložena ozubem pomocí akustického prvku Schock Tronsole typ F [14] na hlavní podestu. Tloušťka ramene vychází z detailu napojení na podestu jako 188 mm. Schodišťové prvky jsou oddilátovány od ŽB stěn, které tvoří jádro výtahu. Podobné řešení by bylo nahradit ocelový nosník železobetonovým průvlakem.

Varianta 3

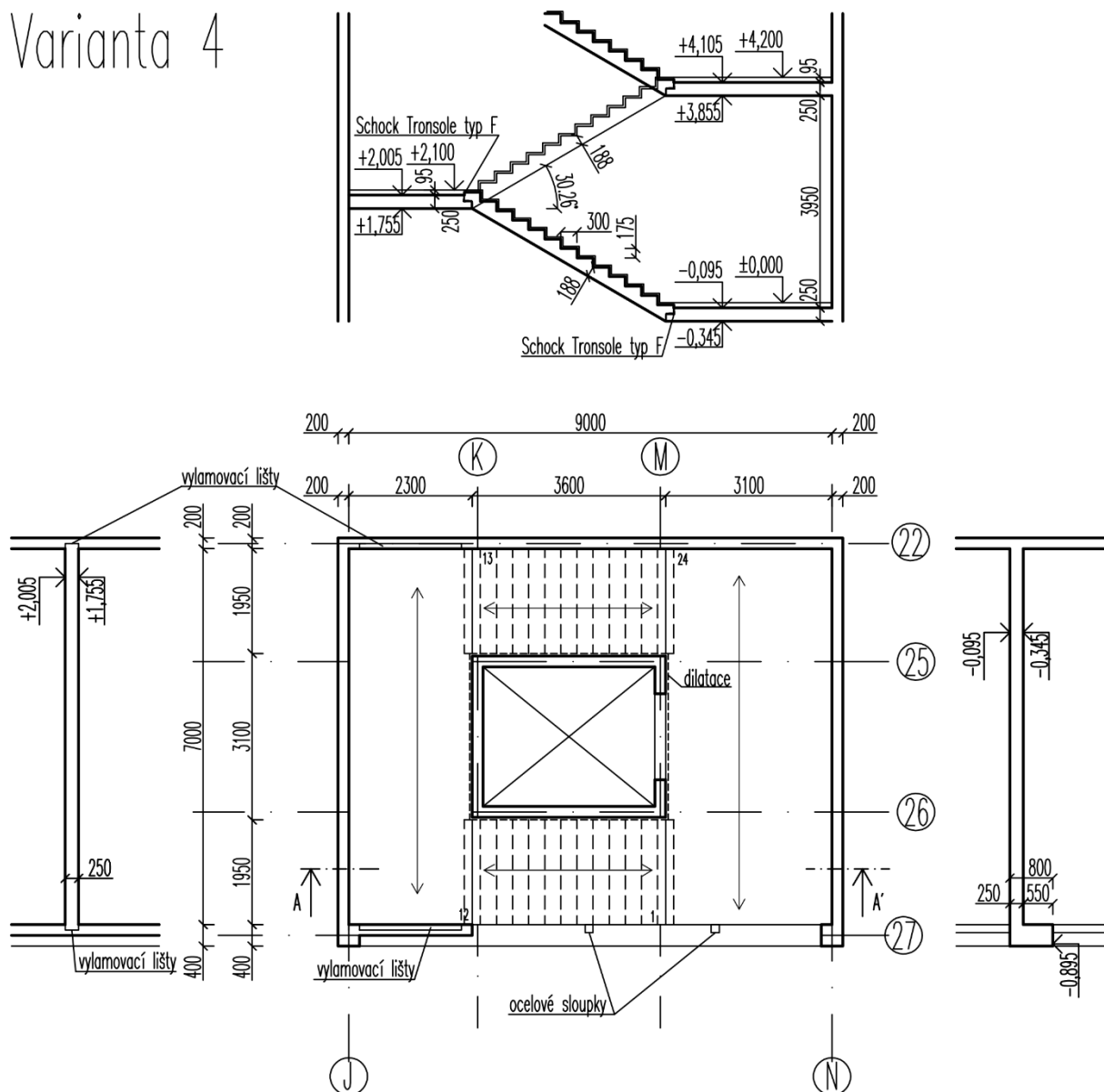


Obrázek 14: Konstrukční schéma schodiště varianty č.3

4.2.4 Varianta č. 4

Čtvrtá varianta nesplňuje požadavek celé prosklené stěny, protože část je nahrazena ŽB stěnou. Hlavní podesta i mezipodesta jsou jednosměrně pnuté monolitické desky uložené pomocí vylamovacích lišt do ŽB stěn. Tloušťka obou desek je 250 mm. Podlaha obou podest obsahuje kročejovou izolaci. Na podesty jsou pomocí ozubů s akustickými prvky Schock Tronsole typ F [14] uložena schodišťová ramena. Jejich tloušťka je 188 mm a vychází z detailu napojení na podesty.

Varianta 4



Obrázek 15: Konstrukční schéma schodiště varianty č. 4

4.3 Návrh a vyztužení dvou vybraných variant

Níže jsou navrženy a vyztuženy dvě vybrané varianty. Varianta č. 1 s celou prosklenou stěnou a varianta č. 4 s doplněním krátké ŽB stěny.

4.3.1 Varianta č. 1

Použité materiály

Beton C30/37, $E_{cm} = 31 \text{ GPa}$, $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $\rightarrow f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$, $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$

Ocel B500B, $E_s = 210 \text{ GPa}$, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{m0} = 500/1,15 = 434,78 \text{ MPa}$

Výpočet zatížení

užitné zatížení $q = 3 \text{ kN/m}^2$ [2]

skladba podlahy podest $g_1 = 1,5 \text{ kN/m}^2$

skladba podlahy ramen $g_2 = 0,85 \text{ kN/m}^2$ (předběžný statický výpočet – projekt 2)

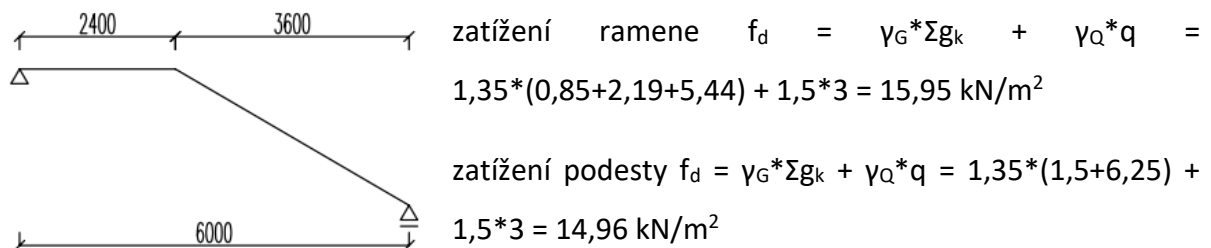
schodišťové stupně $g_3 \rightarrow$ stupeň výšky 175 mm \rightarrow náhradní betonová vrstva $175/2 = 87,5 \text{ mm}$
 $\rightarrow 0,0875 * 25 = 2,19 \text{ kN/m}^2$

ŽB podesta tl. 250 mm $g_4 = 0,25 * 25 = 6,25 \text{ kN/m}^2$

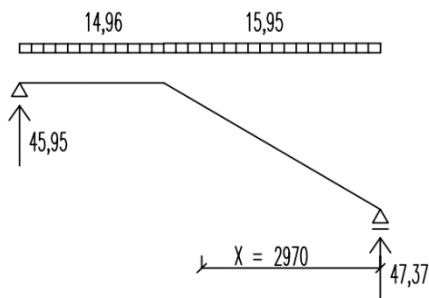
ŽB rameno tl. 188 mm $g_5 = (0,188/\cos\alpha) * 25 = (0,188/\cos 30,256^\circ) * 25 = 5,44 \text{ kN/m}^2$ (deska ramene je ve sklonu $\alpha = 30,256^\circ$)

a) Návrh výztuže 1x zalomené desky

Je použit zjednodušený výpočetní model.



výpočet ohybového momentu na m'



$$V(x) = -47,37 + 15,95 x = 0 \rightarrow x' = 2,97 \text{ m}$$

$$m_{Ed}(2,97) = 47,37 * 2,97 - 15,95 * (2,97^2 / 2) = 70,34 \text{ kNm/m'}$$

účinná výška průřezu

$$d_{ram} = h_{ram} - c - \varnothing / 2 = 188 - 20 - 14 / 2 = 161 \text{ mm}$$

$c = 20 \text{ mm}$ (předběžný statický výpočet – projekt 2)

rameno vnitřních sil $z = 0,9 * d$

$$\text{návrh výztuže } a_{s,rqd} = m_{Ed} / (f_{yd} * z) = (70,34 * 1000000) / (434,78 * 0,9 * 161) = 1116,51 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} = (\pi * 14^2) / 4 = 153,94 \text{ mm}^2$$

návrh $\varnothing 14 \text{ mm}$ à 100 mm ($a_{s,prov} = 1539,38 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$a_{s,prov} \geq a_{s,min} \rightarrow 1539,38 \geq \max(0,26 * f_{ctm} / f_{yk} * b * d; 0,0013 * b * d) = (0,26 * 2,9 / 500 * 1000 * 161; 0,0013 * 1000 * 161) = (242,79; 209,3) \text{ mm}^2$$

$1539,38 \geq 242,79 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální plocha výztuže

$$a_{s,prov} \leq 0,04 * b * d = 0,04 * 1000 * 161 = 6440 \text{ mm}^2$$

$1539,38 \leq 6440 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min(2 * d; 250) = (2 * 161; 250) = (322; 250) \text{ mm}$$

$s = 100 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm}$ **VYHOVUJE**

$$s \geq \max(20 \text{ mm}; 1,2 * \varnothing; D_{max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 * 14; 16 + 5) = (20; 16,8; 21)$$

$100 \text{ mm} \geq 21 \text{ mm}$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (a_{s,prov} * f_{yd}) / (0,8 * b * f_{cd}) = (1539,38 * 434,78) / (0,8 * 1000 * 20) = 41,83 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 161 - 0,4 * 41,83 = 144,27 \text{ mm}$$

$$m_{Rd} = a_{s,prov} * f_{yd} * z = 1539,38 * 434,78 * 144,27 = 96558704 \text{ Nmm} = 96,56 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \rightarrow 96,56 \geq 70,34 \text{ kNm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x/d = 41,83/161 = 0,26 \leq \xi_{max} = 0,45 \text{ **VYHOVUJE**}$$

Návrh vyztužení 1x zalomené desky vyhovuje.

b) Návrh výztuže prefabrikované mezipodesty

$$\text{zatížení mezipodesty } f_d = \gamma_G * \Sigma g_k + \gamma_Q * q = 1,35 * (1,5 + 6,25) + 1,5 * 3 = 14,96 \text{ kN/m}^2$$



$$m_{Ed,1} = 1/8 * f_d * l_{pod}^2 = 1/8 * 14,96 * 3,1^2 = 17,97 \text{ kNm}$$

účinná výška průřezu

$$d_{mezipod} = h_{mezipod} - c - \phi/2 = 250 - 20 - 8/2 = 226 \text{ mm}$$

$c = 20 \text{ mm}$ (předběžný statický výpočet – projekt 2)

rameno vnitřních sil $z = 0,9 * d$

$$\text{návrh výztuže } a_{s,rqd} = m_{Ed}/(f_{yd} * z) = (17,97 * 1000000)/(434,78 * 0,9 * 226) = 203,2 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} = (\pi * 8^2)/4 = 50,27 \text{ mm}^2$$

návrh $\phi 8 \text{ mm}$ à 125 mm ($a_{s,prov} = 402,12 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$a_{s,prov} \geq a_{s,min} \rightarrow 402,12 \geq \max(0,26 * f_{ctm}/f_{yk} * b * d; 0,0013 * b * d) = (0,26 * 2,9/500 * 1000 * 226; 0,0013 * 1000 * 226) = (340,81; 293,8) \text{ mm}^2$$

$$402,12 \geq 340,81 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální plocha výztuže

$$a_{s,prov} \leq 0,04 * b * d = 0,04 * 1000 * 226 = 9040 \text{ mm}^2$$

$$402,12 \leq 9040 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min (2 * d; 250) = (2 * 226; 250) = (452; 250) \text{ mm}$$

$$s = 125 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

$$s \geq \max (20 \text{ mm}; 1,2 * \emptyset; D_{max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 * 8; 16 + 5) = (20; 9,6; 21)$$

$$125 \text{ mm} \geq 21 \text{ mm}$$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (a_{s,prov} * f_{yd}) / (0,8 * b * f_{cd}) = (402,12 * 434,78) / (0,8 * 1000 * 20) = 10,93 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 226 - 0,4 * 10,93 = 221,63 \text{ mm}$$

$$m_{Rd} = a_{s,prov} * f_{yd} * z = 402,12 * 434,78 * 221,63 = 38748400 \text{ Nmm} = 38,75 \text{ kNm}$$

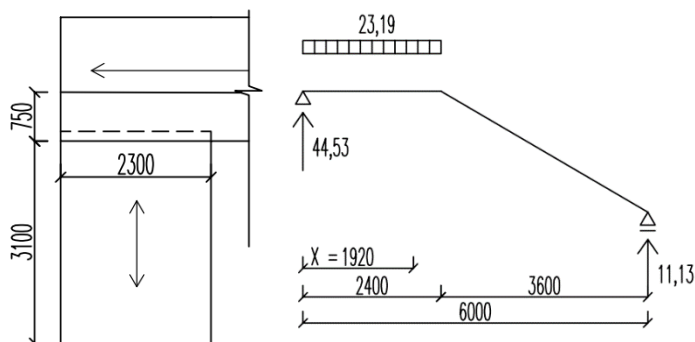
$$m_{Rd} \geq m_{Ed} \rightarrow 38,75 \geq 17,79 \text{ kNm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x/d = 10,93/226 = 0,05 \leq \xi_{max} = 0,45 \text{ **VYHOVUJE**}$$

Zhuštění výztuže na okraji 1x zalomené desky (v místě spojení přes ozub s mezipodestou):

Je potřeba přidat výztuž ve vzdálenosti $4 * h = 4 * 250 = 1000 \text{ mm}$ od kraje desky, kvůli působení síly od desky mezipodesty.



liniové zatížení od mezipodesty

$$R = (f_d * l_{mezipod}) / 2 = (14,96 * 3,1) / 2 = 23,19 \text{ kN/m}$$

a) moment od liniového zatížení mezipodesty – moment v podestě (250 mm)

$$V(x) = 44,53 - 23,19 * x = 0 \rightarrow x' = 1,92 \text{ m}$$

$$M_{Ed}(2,37) = 44,53 * 1,92 - 23,19 * (1,92^2/2) = 42,75 \text{ kNm}$$

účinná výška průřezu

$$d = h_{zal.des} - c - \emptyset/2 = 250 - 20 - 14/2 = 223 \text{ mm}$$

$c = 20 \text{ mm}$ (předběžný statický výpočet – projekt 2)

rameno vnitřních sil $z = 0,9 * d$

$$\text{návrh výztuže } A_{s,rqd} = M_{Ed}/(f_{yd} * z) = (42,75 * 1000000)/(434,78 * 0,9 * 223) = 489,91 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = (\pi * 14^2)/4 = 153,94 \text{ mm}^2$$

návrh 4 x \emptyset 14 mm ($A_{s,prov} = 615,75 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \geq A_{s,min} \rightarrow 615,75 \geq \max(0,26 * f_{ctm}/f_{yk} * b * d; 0,0013 * b * d) = (0,26 * 2,9/500 * 1000 * 223; 0,0013 * 1000 * 223) = (336,28; 289,9) \text{ mm}^2$$

$615,75 \geq 336,28 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \leq 0,04 * b * d = 0,04 * 1000 * 223 = 8920 \text{ mm}^2$$

$615,75 \leq 8920 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min(2 * d; 250) = (2 * 223; 250) = (446; 250) \text{ mm}$$

$$s = b/n = 1000/4 = 250 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

$$s \geq \max(20 \text{ mm}; 1,2 * \emptyset; D_{max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 * 14; 16 + 5) = (20; 16,8; 21)$$

$$250 \text{ mm} \geq 21 \text{ mm}$$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (A_{s,prov} * f_{yd}) / (0,8 * b * f_{cd}) = (615,75 * 434,78) / (0,8 * 1000 * 20) = 16,73 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 223 - 0,4 * 16,73 = 216,31 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_{s,prov} * f_{yd} * z = 615,75 * 434,78 * 216,31 = 57909601 \text{ Nmm} = 57,91 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \rightarrow 57,91 \geq 42,75 \text{ kNm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x/d = 16,73/223 = 0,08 \leq \xi_{max} = 0,45 \text{ **VYHOVUJE**}$$

b) moment od liniového zatížení mezipodesty – moment v rameni (188 mm)

$$x = 2,4 \text{ m}$$

$$M_{Ed}(2,4) = 44,53 * 2,4 - 23,19 * (2,4^2/2) = 40,08 \text{ kNm}$$

účinná výška průřezu

$$d = h_{zal.des} - c - \emptyset/2 = 188 - 20 - 14/2 = 161 \text{ mm}$$

$$c = 20 \text{ mm (předběžný statický výpočet – projekt 2)}$$

$$\text{rameno vnitřních sil } z = 0,9 * d$$

$$\text{návrh výztuže } A_{s,rqd} = M_{Ed}/(f_{yd} * z) = (40,08 * 1000000)/(434,78 * 0,9 * 161) = 636,19 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = (\pi * 14^2)/4 = 153,94 \text{ mm}^2$$

$$\text{návrh } 5 \times \emptyset 14 \text{ mm (} A_{s,prov} = 769,69 \text{ mm}^2 \text{)}$$

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \geq A_{s,min} \rightarrow 769,69 \geq \max (0,26 * f_{ctm}/f_{yk} * b * d; 0,0013 * b * d) = (0,26 * 2,9/500 * 1000 * 161; 0,0013 * 1000 * 161) = (242,79; 209,3) \text{ mm}^2$$

$$769,69 \geq 242,79 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \leq 0,04 * b * d = 0,04 * 1000 * 161 = 6440 \text{ mm}^2$$

$$769,69 \leq 6440 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min (2 * d; 250) = (2 * 161; 250) = (322; 250) \text{ mm}$$

$$s = b/n = 1000/5 = 200 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

$$s \geq \max (20 \text{ mm}; 1,2 \cdot \varnothing; D_{\max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 \cdot 14; 16 + 5) = (20; 16,8; 21)$$

$$200 \text{ mm} \geq 21 \text{ mm}$$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (A_{s,\text{prov}} \cdot f_{yd}) / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = (769,69 \cdot 434,78) / (0,8 \cdot 1000 \cdot 20) = 20,92 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 161 - 0,4 \cdot 20,92 = 152,63 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_{s,\text{prov}} \cdot f_{yd} \cdot z = 769,69 \cdot 434,78 \cdot 152,63 = 51076991 \text{ Nmm} = 51,08 \text{ kNm}$$

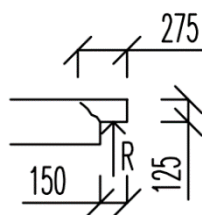
$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \rightarrow 51,08 \geq 40,08 \text{ kNm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x/d = 50,2/161 = 0,31 \leq \xi_{\max} = 0,45 \text{ **VYHOVUJE**}$$

Návrh přídatné výztuže na okraj zalomené desky ve styku s mezipodestou 5 x Ø 14 mm (A_{s,prov} = 769,69 mm²) vyhovuje.

Návrh výztuže ozubu mezipodesty:



$$r = 275 \text{ mm}; R = (f_d \cdot l_{\text{mezipod}}) / 2 = (14,96 \cdot 3,1 \cdot 2,3) / 2 = 53,33 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = R \cdot r = 53,33 \cdot 0,275 = 14,67 \text{ kNm}$$

$$z = 0,9 \cdot d; d = h - c - \varnothing / 2 = 125 - 20 - 6 / 2 = 102 \text{ mm}$$

návrh vodorovné ohybové výztuže:

$$A_{s,\text{vod}} \geq M_{Ed} / (z \cdot f_{yd}) = (14,67 \cdot 1000000) / (0,9 \cdot 102 \cdot 434,78) = 367,55 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = (\pi \cdot 6^2) / 4 = 28,27 \text{ mm}^2$$

návrh 20 x Ø 6 mm (A_{s,prov} = 565,49 mm²)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$A_{s,\text{prov}} \geq A_{s,\text{min}} \rightarrow 565,49 \geq \max (0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d) = (0,26 \cdot 2,9 / 500 \cdot 2300 \cdot 102; 0,0013 \cdot 2300 \cdot 102) = (353,78; 304,98) \text{ mm}^2$$

$565,49 \geq 353,78 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \leq 0,04 * b * d = 0,04 * 2300 * 102 = 9384 \text{ mm}^2$$

$565,49 \leq 9384 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min (2 * d; 250) = (2 * 102; 250) = (204; 250) \text{ mm}$$

$s = 115 \text{ mm} \leq 204 \text{ mm}$ **VYHOVUJE**

$$s \geq \max (20 \text{ mm}; 1,2 * \emptyset; D_{max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 * 6; 16 + 5) = (20; 7,2; 21)$$

$115 \text{ mm} \geq 21 \text{ mm}$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (A_{s,prov} * f_{yd}) / (0,8 * b * f_{cd}) = (565,49 * 434,78) / (0,8 * 2300 * 20) = 6,68 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 102 - 0,4 * 6,68 = 99,33 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_{s,prov} * f_{yd} * z = 565,49 * 434,78 * 99,33 = 24421646 \text{ Nmm} = 24,42 \text{ kNm}$$

$M_{Rd} \geq M_{Ed} \rightarrow 24,42 \geq 14,67 \text{ kNm}$ **VYHOVUJE**

poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x/d = 6,68/102 = 0,07 \leq \xi_{max} = 0,45$$
 VYHOVUJE

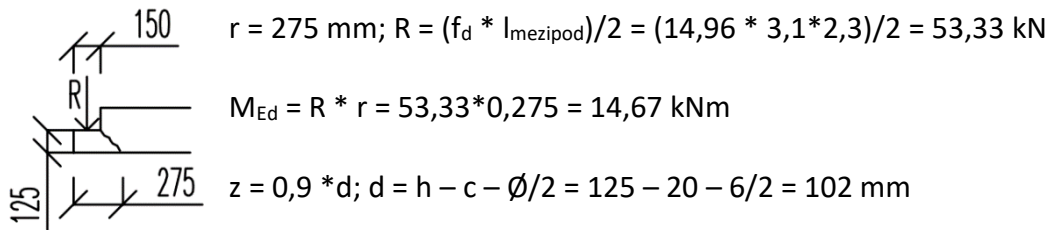
Návrh vodorovné ohybové výztuže ozubu podesty vyhovuje.

návrh svislé tahové výztuže:

$$A_{s,sv} \geq R/f_{yd} = (53,33 * 1000) / 434,78 = 122,66 \text{ mm}^2$$

Stačí kotvit hlavní výztuž mezipodesty – viz. návrh $\emptyset 8 \text{ mm}$ à 125 mm ($a_{s,prov} = 402,12 \text{ mm}^2$).

Návrh výztuže ozubu lomené desky ve styku s mezipodestou:



návrh vodorovné ohybové výztuže:

$$A_{s,\text{vod}} \geq M_{Ed}/(z * f_{yd}) = (14,67 * 1000000)/(0,9 * 102 * 434,78) = 367,55 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = (\pi * 6^2)/4 = 28,27 \text{ mm}^2$$

návrh 20 x Ø 6 mm ($A_{s,\text{prov}} = 565,49 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$A_{s,\text{prov}} \geq A_{s,\text{min}} \rightarrow 565,49 \geq \max(0,26 * f_{ctm}/f_{yk} * b * d; 0,0013 * b * d) = (0,26 * 2,9/500 * 2300 * 102; 0,0013 * 2300 * 102) = (353,78; 304,98) \text{ mm}^2$$

$$565,49 \geq 353,78 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální plocha výztuže

$$A_{s,\text{prov}} \leq 0,04 * b * d = 0,04 * 2300 * 102 = 9384 \text{ mm}^2$$

$$565,49 \leq 9384 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min(2 * d; 250) = (2 * 102; 250) = (204; 250) \text{ mm}$$

$$s = 115 \text{ mm} \leq 204 \text{ mm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

$$s \geq \max(20 \text{ mm}; 1,2 * \varnothing; D_{\text{max}} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 * 6; 16 + 5) = (20; 7,2; 21)$$

$$115 \text{ mm} \geq 21 \text{ mm}$$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (A_{s,\text{prov}} * f_{yd})/(0,8 * b * f_{cd}) = (565,49 * 434,78)/(0,8 * 2300 * 20) = 6,68 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 102 - 0,4 * 6,68 = 99,33 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_{s,prov} * f_{yd} * z = 565,49 * 434,78 * 99,33 = 24421646 \text{ Nmm} = 24,42 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \rightarrow 24,42 \geq 14,67 \text{ kNm} \text{ VYHOVUJE}$$

poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x/d = 6,68/102 = 0,07 \leq \xi_{max} = 0,45 \text{ VYHOVUJE}$$

Návrh vodorovné ohybové výztuže ozubu 1x zalomené desky v místě styku s mezipodestou vyhovuje.

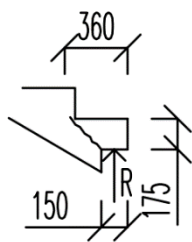
návrh svislé tahové výztuže:

$$A_{s,sv} \geq R/f_{yd} = (53,33 * 1000)/434,78 = 122,66 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = (\pi * 6^2)/4 = 28,27 \text{ mm}^2$$

Stačí kotvit konstrukční výztuž - návrh 10 x Ø 6 mm ($A_{s,prov} = 282,74 \text{ mm}^2$).

Návrh výztuže ozubu ramene zalomené desky ve styku s hlavní podestou:

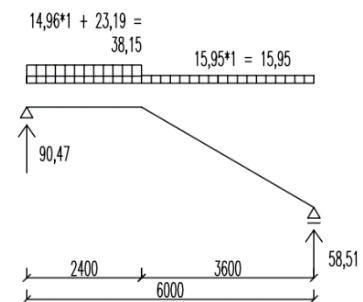


$r = 300 \text{ mm}; R = 58,51/1 * 1,9 = 111,17 \text{ kN}$ (nejvíce zatížená část – zatížení i od mezipodesty; sjednoceno pro celou desku)

$$M_{Ed} = R * r = 111,17 * 0,36 = 40,02 \text{ kNm}$$

$$z = 0,9 * d;$$

$$d = h - c - \phi/2 = 175 - 20 - 6/2 = 152 \text{ mm}$$



návrh vodorovné ohybové výztuže:

$$A_{s,vod} \geq M_{Ed}/(z * f_{yd}) = (40,02 * 1000000)/(0,9 * 152 * 434,78) = 672,85 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = (\pi * 6^2)/4 = 28,27 \text{ mm}^2$$

návrh 28 x Ø 6 mm ($A_{s,prov} = 791,68 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \geq A_{s,min} \rightarrow 791,68 \geq \max (0,26 * f_{ctm}/f_{yk} * b * d; 0,0013 * b * d) = (0,26 * 2,9/500 * 1900 * 152; 0,0013 * 1900 * 152) = (435,51; 375,44) \text{ mm}^2$$

$791,68 \geq 435,51 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \leq 0,04 * b * d = 0,04 * 1900 * 152 = 11552 \text{ mm}^2$$

$791,68 \leq 11552 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min (2 * d; 250) = (2 * 152; 250) = (304; 250) \text{ mm}$$

$$s = 1900 / 28 = 67,86 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

$$s \geq \max (20 \text{ mm}; 1,2 * \emptyset; D_{\max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 * 6; 16 + 5) = (20; 7,2; 21)$$

$$67,86 \text{ mm} \geq 21 \text{ mm}$$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (A_{s,prov} * f_{yd}) / (0,8 * b * f_{cd}) = (791,68 * 434,78) / (0,8 * 1900 * 20) = 11,32 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 152 - 0,4 * 11,32 = 147,47 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_{s,prov} * f_{yd} * z = 791,68 * 434,78 * 147,47 = 50760152 \text{ Nmm} = 50,76 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \rightarrow 50,76 \geq 40,02 \text{ kNm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x / d = 11,32 / 152 = 0,07 \leq \xi_{\max} = 0,45 \text{ **VYHOVUJE**}$$

Návrh vodorovné ohybové výztuže ozubu podesty vyhovuje.

návrh svislé tahové výztuže:

$$A_{s,sv} \geq R / f_{yd} = (111,17 * 1000) / 434,78 = 255,69 \text{ mm}^2$$

Stačí kotvit hlavní výztuž 1x zalomené desky – viz. návrh $\emptyset 14 \text{ mm}$ à 100 mm ($a_{s,prov} = 1539,38 \text{ mm}^2$).

Návrh transportní kotvy pro 1x zalomenou desku:

Návrhové zatížení 1x zalomené desky na šířku b je rozděleno pro 2x2 transportní kotvy.

$$g_{1d} = (6,25 * 1,35 * 1,9) / 2 = 8,02 \text{ kN/m}$$

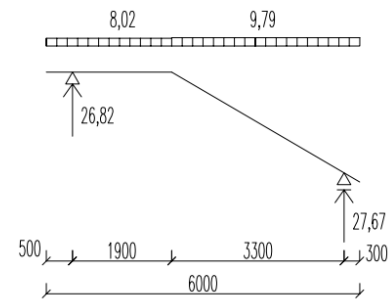
$$g_{2d} = ((2,19+5,44)*1,35*1,9)/2 = 9,79 \text{ kN/m}$$

$$\rightarrow R_{\max} = 28,44 \text{ kN}$$

návrh transportní kotvy PFEIFER Allround Anchor short typ ARK 30 [16]

$$N_{R,adm} = 40,0 \text{ kN}$$

$$R_{\max} \leq N_{R,adm} \rightarrow 27,67 \leq 40,0 \text{ kN}$$



Návrh transportní kotvy pro mezipodestu:

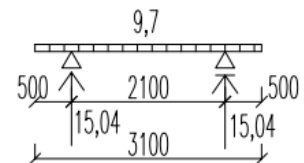
Návrhové zatížení mezipodesty na šířku b je rozděleno pro 2x2 transportní kotvy.

$$g_{1d} = (6,25*1,35*2,3)/2 = 9,7 \text{ kN/m} \rightarrow R_{\max} = 15,04 \text{ kN}$$

návrh transportní kotvy PFEIFER Allround Anchor short typ ARK 30 [16]

$$N_{R,adm} = 40,0 \text{ kN}$$

$$R_{\max} \leq N_{R,adm} \rightarrow 15,04 \leq 40,0 \text{ kN}$$



Návrh akustického prvku Schock Tronsole typ Z [15]:

Pro uložení 1 x zalomené desky do stěny jsou potřeba akustické prvky Schock Tronsole typ Z.

$R = 90,47/1*1,9 = 171,89/3 = 57,3 \text{ kN}$ (viz. výpočet ozubu – návrh pro nejvíce namáhanou část, sjednoceno pro celou desku, rozděleno pro 3 akustické prvky)

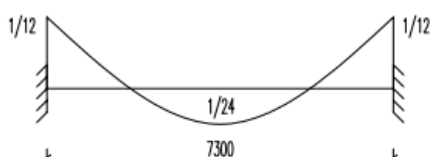
návrh 3 x Schock Tronsole typ Z – VH + VH – T

$$V_{Rd,z} = 75 \text{ kN} \geq 57,3 \text{ kN}$$

Návrh výztuže hlavní podesty:

$$\text{zatížení podesty } f_d = \gamma_G * \Sigma g_k + \gamma_Q * q = 1,35 * (1,5 + 6,25) + 1,5 * 3 = 14,96 \text{ kN/m}^2$$

$$l_{\text{podesta}} = 7,3 \text{ m}, b = 1 \text{ m}$$



výpočet ohybového momentu – horní výztuž

$$m_{Ed,1} = 1/12 * f_d * l_{\text{pod}}^2 = 1/12 * 14,96 * 7,3^2 = 66,43 \text{ kNm}$$

účinná výška průřezu

$$d_{\text{pod}} = h_{\text{pod}} - c - \varnothing/2 = 250 - 20 - 12/2 = 224 \text{ mm}$$

$c = 20 \text{ mm}$ (předběžný statický výpočet – projekt 2)

rameno vnitřních sil $z = 0,9 * d$

$$\text{návrh výztuže } a_{s,rqd} = m_{Ed}/(f_{yd} * z) = (66,43 * 1000000)/(434,78 * 0,9 * 224) = 757,89 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} = (\pi * 12^2)/4 = 113,1 \text{ mm}^2$$

návrh $\varnothing 12 \text{ mm}$ à 125 ($a_{s,prov} = 904,78 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$a_{s,prov} \geq a_{s,min} \rightarrow 904,78 \geq \max(0,26 * f_{ctm}/f_{yk} * b * d; 0,0013 * b * d) = (0,26 * 2,9/500 * 1000 * 224; 0,0013 * 1000 * 224) = (324,8; 291,2) \text{ mm}^2$$

$904,78 \geq 324,8 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální plocha výztuže

$$a_{s,prov} \leq 0,04 * b * d = 0,04 * 1000 * 224 = 8960 \text{ mm}^2$$

$904,78 \leq 8960 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min(2 * d; 250) = (2 * 224; 250) = (448; 250) \text{ mm}$$

$s = 125 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm}$ **VYHOVUJE**

$$s \geq \max(20 \text{ mm}; 1,2 * \varnothing; D_{\text{max}} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 * 12; 16 + 5) = (20; 14,4; 21)$$

$125 \geq 21 \text{ mm}$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (a_{s,prov} * f_{yd}) / (0,8 * b * f_{cd}) = (904,78 * 434,78) / (0,8 * 1000 * 20) = 24,59 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 224 - 0,4 * 24,59 = 214,16 \text{ mm}$$

$$m_{Rd} = a_{s,prov} * f_{yd} * z = 904,78 * 434,78 * 214,16 = 84246314 \text{ Nmm} = 84,25 \text{ kNm}$$

$m_{Rd} \geq m_{Ed} \rightarrow 84,25 \geq 66,43 \text{ kNm}$ **VYHOVUJE**

poměrná výška tlačené oblasti

$\xi = x/d = 24,59/224 = 0,11 \leq \xi_{max} = 0,45$ **VYHOVUJE**

výpočet ohybového momentu – dolní výztuž

$m_{Ed,1} = 1/24 * f_d * l_{pod}^2 = 1/24 * 14,96 * 7,3^2 = 33,22 \text{ kNm}$

účinná výška průřezu

$d_{pod} = h_{pod} - c - \emptyset/2 = 250 - 20 - 12/2 = 224 \text{ mm}$

$c = 20 \text{ mm}$ (předběžný statický výpočet – projekt 2)

rameno vnitřních sil $z = 0,9 * d$

návrh výztuže $a_{s,rqd} = m_{Ed}/(f_{yd} * z) = (33,22 * 1000000)/(434,78 * 0,9 * 224) = 379 \text{ mm}^2$

$a_{s1} = (\pi * 12^2)/4 = 113,1 \text{ mm}^2$

návrh $\emptyset 12 \text{ mm}$ à 200 ($A_{s,prov} = 565,49 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$a_{s,prov} \geq a_{s,min} \rightarrow 565,49 \geq \max(0,26 * f_{ctm}/f_{yk} * b * d; 0,0013 * b * d) = (0,26 * 2,9/500 * 1000 * 224; 0,0013 * 1000 * 224) = (324,8; 291,2) \text{ mm}^2$

$565,49 \geq 324,8 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální plocha výztuže

$a_{s,prov} \leq 0,04 * b * d = 0,04 * 1000 * 224 = 8960 \text{ mm}^2$

$565,49 \leq 8960 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální rozteč výztuže

$s \leq \min(2 * d; 250) = (2 * 224; 250) = (448; 250) \text{ mm}$

$s = 200 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm}$ **VYHOVUJE**

$s \geq \max(20 \text{ mm}; 1,2 * \emptyset; D_{max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 * 10; 16 + 5) = (20; 12; 21)$

$$200 \geq 21 \text{ mm}$$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (a_{s,prov} * f_{yd}) / (0,8 * b * f_{cd}) = (565,49 * 434,78) / (0,8 * 1000 * 20) = 15,37 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 224 - 0,4 * 15,37 = 217,85 \text{ mm}$$

$$m_{Rd} = a_{s,prov} * f_{yd} * z = 565,49 * 434,78 * 217,85 = 53561416 \text{ Nmm} = 53,56 \text{ kNm}$$

$$m_{Rd} \geq m_{Ed} \rightarrow 53,56 \geq 33,22 \text{ kNm VYHOVUJE}$$

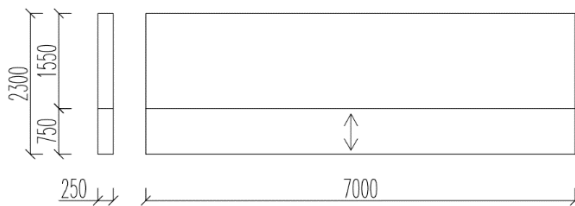
poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x/d = 15,37/224 = 0,07 \leq \xi_{max} = 0,45 \text{ VYHOVUJE}$$

Návrh jednotné výztuže $\varnothing 12 \text{ mm}$ à 125 ($A_{s,prov} = 904,78 \text{ mm}^2$) vyhovuje.

Zhuštění výztuže na okraji podesty:

Je potřeba přidat výztuž ve vzdálenosti $3h = 3 * 250 = 750 \text{ mm}$ od kraje podesty, kvůli působení síly od schodišťového ramene.



liniové zatížení od ramene

$$R = 111,17/1,9 = 58,51 \text{ kN/m (viz výpočet ozubu)}$$

moment od liniového zatížení ramene

$$M_{Ed} = 113,15 \text{ kNm (výpočet proveden pomocí webové stránky) [8]}$$

účinná výška průřezu

$$d_{pod} = h_{pod} - c - \varnothing/2 = 250 - 20 - 16/2 = 222 \text{ mm}$$

$c = 20 \text{ mm}$ (předběžný statický výpočet – projekt 2)

rameno vnitřních sil $z = 0,9 * d$

$$\text{návrh výztuže } A_{s,rqd} = M_{Ed} / (f_{yd} * z) = (113,15 * 1000000) / (434,78 * 0,9 * 222) = 1302,54 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = (\pi * 16^2) / 4 = 201,06 \text{ mm}^2$$

návrh 7 x $\varnothing 16 \text{ mm}$ ($A_{s,prov} = 1407,43 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \geq A_{s,min} \rightarrow 1407,43 \geq \max (0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d) = (0,26 \cdot 2,9 / 500 \cdot 750 \cdot 222; 0,0013 \cdot 750 \cdot 222) = (251,08; 216,45) \text{ mm}^2$$

$$1407,43 \geq 251,08 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \leq 0,04 \cdot b \cdot d = 0,04 \cdot 750 \cdot 222 = 6660 \text{ mm}^2$$

$$1407,43 \leq 6660 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min (2 \cdot d; 250) = (2 \cdot 222; 250) = (444; 250) \text{ mm}$$

$$s = b/n = 750/7 = 107,14 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

$$s \geq \max (20 \text{ mm}; 1,2 \cdot \emptyset; D_{max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 \cdot 16; 16 + 5) = (20; 19,2; 21)$$

$$107,14 \text{ mm} \geq 21 \text{ mm}$$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (A_{s,prov} \cdot f_{yd}) / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = (1407,43 \cdot 434,78) / (0,8 \cdot 750 \cdot 20) = 50,99 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 222 - 0,4 \cdot 50,99 = 201,6 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z = 1407,43 \cdot 434,78 \cdot 201,6 = 123363559 \text{ Nmm} = 123,36 \text{ kNm}$$

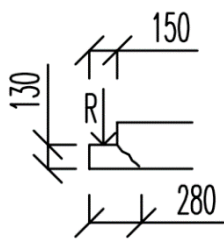
$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \rightarrow 123,36 \geq 113,15 \text{ kNm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x/d = 50,99/222 = 0,23 \leq \xi_{max} = 0,45 \text{ **VYHOVUJE**}$$

Návrh přídatné výztuže na okraj podesty 7 x Ø 16 mm ($A_{s,prov} = 1407,43 \text{ mm}^2$) vyhovuje.

Návrh výztuže ozubu hlavní podesty:



$$r = 280 \text{ mm}; R = 111,17 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = R \cdot r = 111,17 \cdot 0,28 = 31,13 \text{ kNm}$$

$$z = 0,9 \cdot d; d = h - c - \varnothing/2 = 130 - 20 - 6/2 = 107 \text{ mm}$$

návrh vodorovné ohybové výztuže:

$$A_{s,vod} \geq M_{Ed} / (z \cdot f_{yd}) = (31,13 \cdot 1000000) / (0,9 \cdot 107 \cdot 434,78) = 734,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = (\pi \cdot 6^2) / 4 = 28,27 \text{ mm}^2$$

návrh 28 x Ø 6 mm ($A_{s,prov} = 791,68 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \geq A_{s,min} \rightarrow 791,68 \geq \max(0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d) = (0,26 \cdot 2,9 / 500 \cdot 1900 \cdot 107; 0,0013 \cdot 1900 \cdot 107) = (306,58; 264,29) \text{ mm}^2$$

$791,68 \geq 306,58 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \leq 0,04 \cdot b \cdot d = 0,04 \cdot 1900 \cdot 107 = 8132 \text{ mm}^2$$

$791,68 \leq 8132 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min(2 \cdot d; 250) = (2 \cdot 107; 250) = (214; 250) \text{ mm}$$

$$s = 1900 / 28 = 67,86 \text{ mm} \leq 214 \text{ mm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

$$s \geq \max(20 \text{ mm}; 1,2 \cdot \varnothing; D_{max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 \cdot 6; 16 + 5) = (20; 7,2; 21)$$

$$67,86 \text{ mm} \geq 21 \text{ mm}$$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (A_{s,prov} \cdot f_{yd}) / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = (791,68 \cdot 434,78) / (0,8 \cdot 1900 \cdot 20) = 11,32 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 107 - 0,4 \cdot 11,32 = 102,47 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_{s,prov} * f_{yd} * z = 791,68 * 434,78 * 102,47 = 35270853 \text{ Nmm} = 35,27 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \rightarrow 35,27 \geq 31,13 \text{ kNm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x/d = 11,32/107 = 0,11 \leq \xi_{max} = 0,45 \text{ **VYHOVUJE**}$$

Návrh vodorovné ohybové výztuže ozubu podesty vyhovuje.

návrh svislé tahové výztuže:

$$A_{s,sv} \geq R/f_{yd} = (111,17 * 1000)/434,78 = 255,69 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = (\pi * 6^2)/4 = 28,27 \text{ mm}^2$$

Stačí kotvit konstrukční výztuž - návrh 13 x Ø 6 mm ($A_{s,prov} = 367,57 \text{ mm}^2$).

Kotevní délka výztuže:

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd})$$

$$f_{bd} = 2,25 * \eta_1 * \eta_2 * f_{ctd} = 2,25 * 1 * 1 * 1,333 = 3 \text{ MPa}$$

$$\eta_1 = \eta_2 = 1$$

$$f_{ctd} = f_{ctk,0.05}/1,5 = 2/1,5 = 1,333 \text{ MPa}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 * l_{b,rqd}; 10 * \varnothing; 100 \text{ mm})$$

a) pro Ø 14

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (14/4) * (434,78/3) = 510 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * l_{b,rqd} = 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 510 = 510 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 * l_{b,rqd}; 10 * \varnothing; 100 \text{ mm}) = (153; 140; 100) \text{ mm}$$

$$510 \text{ mm} \geq 153 \text{ mm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

b) pro Ø 12

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (12/4) * (434,78/3) = 435 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * l_{b,rqd} = 1*1*1*1*1*435 = 435 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max (0,3 * l_{b,rqd}; 10 * \varnothing; 100 \text{ mm}) = (130,5; 120; 100) \text{ mm}$$

435 mm \geq 130,5 mm **VYHOVUJE**

c) pro $\varnothing 8$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (8/4) * (434,78/3) = 290 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * l_{b,rqd} = 1*1*1*1*1*290 = 290 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max (0,3 * l_{b,rqd}; 10 * \varnothing; 100 \text{ mm}) = (87; 80; 100) \text{ mm}$$

290 mm \geq 100 mm **VYHOVUJE**

d) pro $\varnothing 6$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (6/4) * (434,78/3) = 220 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * l_{b,rqd} = 1*1*1*1*1*220 = 220 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max (0,3 * l_{b,rqd}; 10 * \varnothing; 100 \text{ mm}) = (66; 60; 100) \text{ mm}$$

220 mm \geq 100 mm **VYHOVUJE**

Délka přesahu výztuže:

$$l_{0,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * \alpha_6 * l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1$$

$$\alpha_6 = 1,5$$

$$l_{0,min} = \max (0,3 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15 * \varnothing; 200 \text{ mm})$$

a) pro $\varnothing 14$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (14/4) * (434,78/3) = 510 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * \alpha_6 * l_{b,rqd} = 1*1*1*1*1*1,5*510 = 765 \text{ mm}$$

$$l_{0,min} = \max (0,3 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15 * \varnothing; 200 \text{ mm}) = (229,5; 210; 200)$$

765 mm \geq 229,5 mm **VYHOVUJE**

b) pro \varnothing 12

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (12/4) * (434,78/3) = 435 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * \alpha_6 * l_{b,rqd} = 1*1*1*1*1*1,5*435 = 655 \text{ mm}$$

$$l_{0,min} = \max(0,3 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15*\varnothing; 200 \text{ mm}) = (196,5; 180; 200)$$

655 mm \geq 200 mm **VYHOVUJE**

c) pro \varnothing 8

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (8/4) * (434,78/3) = 290 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * \alpha_6 * l_{b,rqd} = 1*1*1*1*1*1,5*290 = 435 \text{ mm}$$

$$l_{0,min} = \max(0,3 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15*\varnothing; 200 \text{ mm}) = (130,5; 120; 200)$$

435 mm \geq 200 mm **VYHOVUJE**

d) pro \varnothing 6

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (6/4) * (434,78/3) = 220 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * \alpha_6 * l_{b,rqd} = 1*1*1*1*1*1,5*220 = 330 \text{ mm}$$

$$l_{0,min} = \max(0,3 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15*\varnothing; 200 \text{ mm}) = (99; 90; 200)$$

330 mm \geq 200 mm **VYHOVUJE**

4.3.2 Varianta č. 4

Použité materiály

Beton C30/37, $E_{cm} = 31 \text{ GPa}$, $f_{ck} = 30 \text{ MPa} \rightarrow f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,5 = 20 \text{ MPa}$, $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$

Ocel B500B, $E_s = 210 \text{ GPa}$, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{m0} = 500/1,15 = 434,78 \text{ MPa}$

Výpočet zatížení

užitné zatížení $q = 3 \text{ kN/m}^2$ [2]

skladba podlahy podest $g_1 = 1,5 \text{ kN/m}^2$

skladba podlahy ramen $g_2 = 0,85 \text{ kN/m}^2$ (předběžný statický výpočet – projekt 2)

schodišťové stupně $g_3 \rightarrow$ stupeň výšky $175 \text{ mm} \rightarrow$ náhradní betonová vrstva $175/2 = 87,5 \text{ mm} \rightarrow 0,0875 * 25 = 2,19 \text{ kN/m}^2$

ŽB podesta tl. 250 mm $g_4 = 0,25 * 25 = 6,25 \text{ kN/m}^2$

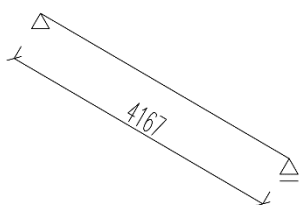
ŽB rameno tl. 188 mm $g_5 = (0,188/\cos\alpha) * 25 = (0,188/\cos 30,256^\circ) * 25 = 5,44 \text{ kN/m}^2$ (deska ramene je ve sklonu $\alpha = 30,256^\circ$)

Návrh výztuže schodišťového ramene:

zatížení ramene $f_d = \gamma_G * \Sigma g_k + \gamma_Q * q = 1,35 * (0,85 + 2,19 + 5,44) + 1,5 * 3 = 15,95 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ zatížení na šiknou plochu $f'_d = f_d * \cos \alpha = 15,95 * \cos 30,256^\circ = 13,78 \text{ kN/m}^2$

šířka ramene $b_{ram} = 2000 \text{ mm} \rightarrow f'_d * 2 = 27,56 \text{ kN/m}$

délka ramene ve sklonu $\alpha = 30,256^\circ$ $l_{ram} = \cos 30,256^\circ * 3,6 = 4167 \text{ mm}$



výpočet ohybového momentu

$$M_{Ed} = 1/8 * f'_d * l_{ram}^2 = 1/8 * 27,56 * 4,167^2 = 59,82 \text{ kNm}$$

účinná výška průřezu

$$d_{ram} = h_{ram} - c - \emptyset/2 = 188 - 20 - 10/2 = 163 \text{ mm}$$

$c = 20 \text{ mm}$ (předběžný statický výpočet – projekt 2)

rameno vnitřních sil $z = 0,9 * d$

$$\text{návrh výztuže } A_{s,rqd} = M_{Ed}/(f_{yd} * z) = (59,82 * 1000000)/(434,78 * 0,9 * 163) = 937,88 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = (\pi * 10^2)/4 = 78,54 \text{ mm}^2$$

návrh 14 x Ø 10 mm ($A_{s,prov} = 1099,56 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \geq A_{s,min} \rightarrow 1099,56 \geq \max(0,26 * f_{ctm}/f_{yk} * b * d; 0,0013 * b * d) = (0,26 * 2,9/500 * 2000 * 163; 0,0013 * 2000 * 163) = (491,61; 423,8) \text{ mm}^2$$

$$1099,56 \geq 491,61 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \leq 0,04 * b * d = 0,04 * 2000 * 163 = 13040 \text{ mm}^2$$

$$1099,56 \leq 13040 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min(2 * d; 250) = (2 * 163; 250) = (326; 250) \text{ mm}$$

$$s = b/n = 2000/14 = 142,9 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

$$s \geq \max(20 \text{ mm}; 1,2 * \emptyset; D_{max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 * 10; 16 + 5) = (20; 12; 21)$$

$$142,9 \geq 21 \text{ mm}$$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (A_{s,prov} * f_{yd}) / (0,8 * b * f_{cd}) = (1099,56 * 434,78) / (0,8 * 2000 * 20) = 14,94 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 163 - 0,4 * 14,94 = 157,02 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_{s,prov} * f_{yd} * z = 1099,56 * 434,78 * 157,02 = 75066032 \text{ Nmm} = 75,07 \text{ kNm}$$

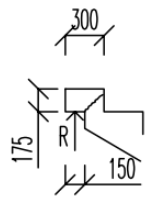
$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \rightarrow 75,07 \geq 59,82 \text{ kNm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x/d = 14,94/163 = 0,091 \leq \xi_{max} = 0,45 \text{ **VYHOVUJE**}$$

Návrh výztužení schodišťového ramene vyhovuje.

Návrh výztuže ozubu schodišťového ramene:



$r = 300 \text{ mm}; R = (f_d' * I_{ram})/2 = (27,56 * 4,167)/2 = 57,42 \text{ kN}$

$M_{Ed} = R * r = 57,42 * 0,3 = 17,23 \text{ kNm}$

$z = 0,9 * d; d = h - c - \varnothing/2 = 175 - 20 - 6/2 = 152 \text{ mm}$

návrh vodorovné ohybové výztuže:

$$A_{s,vod} \geq M_{Ed}/(z * f_{yd}) = (17,23 * 1000000)/(0,9 * 152 * 434,78) = 289,69 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = (\pi * 6^2)/4 = 28,27 \text{ mm}^2$$

návrh 20 x Ø 6 mm ($A_{s,prov} = 565,49 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \geq A_{s,min} \rightarrow 565,49 \geq \max(0,26 * f_{ctm}/f_{yk} * b * d; 0,0013 * b * d) = (0,26 * 2,9/500 * 2000 * 152; 0,0013 * 2000 * 152) = (458,43; 395,2) \text{ mm}^2$$

$565,49 \geq 458,43 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \leq 0,04 * b * d = 0,04 * 2000 * 152 = 12160 \text{ mm}^2$$

$565,49 \leq 12160 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min(2 * d; 250) = (2 * 152; 250) = (304; 250) \text{ mm}$$

$s = 100 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm}$ **VYHOVUJE**

$$s \geq \max(20 \text{ mm}; 1,2 * \varnothing; D_{max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 * 6; 16 + 5) = (20; 7,2; 21)$$

$100 \geq 21 \text{ mm}$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (A_{s,prov} * f_{yd})/(0,8 * b * f_{cd}) = (565,49 * 434,78)/(0,8 * 2000 * 20) = 7,68 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 152 - 0,4 * 7,68 = 148,93 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_{s,prov} * f_{yd} * z = 565,49 * 434,78 * 148,93 = 36616487 \text{ Nmm} = 36,62 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \rightarrow 36,62 \geq 17,23 \text{ kNm} \text{ VYHOVUJE}$$

poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x/d = 7,68/152 = 0,05 \leq \xi_{max} = 0,45 \text{ VYHOVUJE}$$

Návrh vodorovné ohybové výztuže ozubu ramene vyhovuje.

návrh svislé tahové výztuže:

$$A_{s,sv} \geq R/f_{yd} = (57,42 * 1000)/434,78 = 132,07 \text{ mm}^2$$

Stačí kotvit hlavní výztuž schodišťového ramene – viz. návrh 14 x Ø 10 mm ($A_{s,prov} = 1099,56 \text{ mm}^2$).

Návrh transportní kotvy:

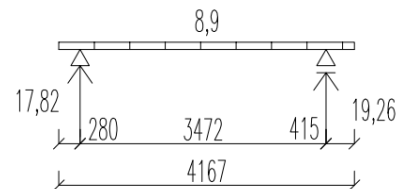
Návrhové zatížení ramene na šířku b je rozděleno pro 2x2 transportní kotvy.

$$g_{kd} = (2,19 + 5,44) * 1,35 * \cos 30,256^\circ * 2 * 1/2 = 8,9 \text{ kN/m} \rightarrow R_{max} = 19,26 \text{ kN}$$

návrh transportní kotvy PFEIFER Allround Anchor short typ Ark 30 [16]

$$N_{R,adm} = 40 \text{ kN}$$

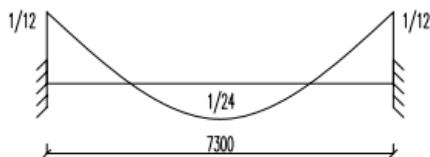
$$R_{max} \leq N_{R,adm} \rightarrow 19,26 \leq 40 \text{ kN}$$



Návrh výztuže podesty:

$$\text{zatížení podesty } f_d = \gamma_G * \Sigma g_k + \gamma_Q * q = 1,35 * (1,5 + 6,25) + 1,5 * 3 = 14,96 \text{ kN/m}^2$$

$$l_{podesta} = 7,3 \text{ m}, b = 1 \text{ m}$$



výpočet ohybového momentu – horní výztuž

$$m_{Ed,1} = 1/12 * f_d * l_{pod}^2 = 1/12 * 14,96 * 7,3^2 = 66,43 \text{ kNm}$$

účinná výška průřezu

$$d_{pod} = h_{pod} - c - \phi/2 = 250 - 20 - 12/2 = 224 \text{ mm}$$

$c = 20 \text{ mm}$ (předběžný statický výpočet – projekt 2)

rameno vnitřních sil $z = 0,9 * d$

$$\text{návrh výztuže } a_{s,rqd} = m_{Ed}/(f_{yd} * z) = (66,43 * 1000000)/(434,78 * 0,9 * 224) = 757,89 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} = (\pi * 12^2)/4 = 113,1 \text{ mm}^2$$

návrh \varnothing 12 mm à 125 ($a_{s,prov} = 904,78 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$a_{s,prov} \geq a_{s,min} \rightarrow 904,78 \geq \max(0,26 * f_{ctm}/f_{yk} * b * d; 0,0013 * b * d) = (0,26 * 2,9/500 * 1000 * 224; 0,0013 * 1000 * 224) = (324,8; 291,2) \text{ mm}^2$$

$$904,78 \geq 324,8 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální plocha výztuže

$$a_{s,prov} \leq 0,04 * b * d = 0,04 * 1000 * 224 = 8960 \text{ mm}^2$$

$$904,78 \leq 8960 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min(2 * d; 250) = (2 * 224; 250) = (448; 250) \text{ mm}$$

$$s = 125 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

$$s \geq \max(20 \text{ mm}; 1,2 * \varnothing; D_{max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 * 12; 16 + 5) = (20; 14,4; 21)$$

$$125 \geq 21 \text{ mm}$$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (a_{s,prov} * f_{yd}) / (0,8 * b * f_{cd}) = (904,78 * 434,78) / (0,8 * 1000 * 20) = 24,59 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 224 - 0,4 * 24,59 = 214,16 \text{ mm}$$

$$m_{Rd} = a_{s,prov} * f_{yd} * z = 904,78 * 434,78 * 214,16 = 84246314 \text{ Nmm} = 84,25 \text{ kNm}$$

$$m_{Rd} \geq m_{Ed} \rightarrow 84,25 \geq 66,43 \text{ kNm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x/d = 24,59/224 = 0,11 \leq \xi_{max} = 0,45 \text{ **VYHOVUJE**}$$

výpočet ohybového momentu – dolní výztuž

$$m_{Ed,1} = 1/24 * f_d * l_{pod}^2 = 1/24 * 14,96 * 7,3^2 = 33,22 \text{ kNm}$$

účinná výška průřezu

$$d_{pod} = h_{pod} - c - \emptyset/2 = 250 - 20 - 12/2 = 224 \text{ mm}$$

$c = 20 \text{ mm}$ (předběžný statický výpočet – projekt 2)

rameno vnitřních sil $z = 0,9 * d$

$$\text{návrh výztuže } a_{s,rqd} = m_{Ed}/(f_{yd} * z) = (33,22 * 1000000)/(434,78 * 0,9 * 224) = 379 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} = (\pi * 12^2)/4 = 113,1 \text{ mm}^2$$

návrh $\emptyset 12 \text{ mm}$ à 200 ($A_{s,prov} = 565,49 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$a_{s,prov} \geq a_{s,min} \rightarrow 565,49 \geq \max(0,26 * f_{ctm}/f_{yk} * b * d; 0,0013 * b * d) = (0,26 * 2,9/500 * 1000 * 224; 0,0013 * 1000 * 224) = (324,8; 291,2) \text{ mm}^2$$

$565,49 \geq 324,8 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální plocha výztuže

$$a_{s,prov} \leq 0,04 * b * d = 0,04 * 1000 * 224 = 8960 \text{ mm}^2$$

$565,49 \leq 8960 \text{ mm}^2$ **VYHOVUJE**

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min(2 * d; 250) = (2 * 224; 250) = (448; 250) \text{ mm}$$

$s = 200 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm}$ **VYHOVUJE**

$$s \geq \max(20 \text{ mm}; 1,2 * \emptyset; D_{max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 * 10; 16 + 5) = (20; 12; 21)$$

$200 \geq 21 \text{ mm}$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (a_{s,prov} * f_{yd}) / (0,8 * b * f_{cd}) = (565,49 * 434,78) / (0,8 * 1000 * 20) = 15,37 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 224 - 0,4 * 15,37 = 217,85 \text{ mm}$$

$$m_{Rd} = a_{s,prov} * f_{yd} * z = 565,49 * 434,78 * 217,85 = 53561416 \text{ Nmm} = 53,56 \text{ kNm}$$

$$m_{Rd} \geq m_{Ed} \rightarrow 53,56 \geq 33,22 \text{ kNm} \text{ VYHOVUJE}$$

poměrná výška tlačené oblasti

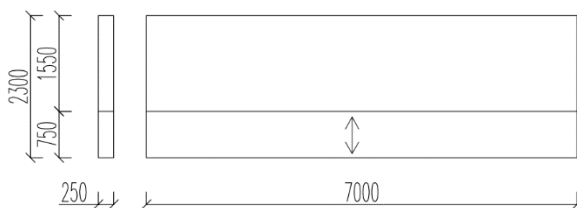
$$\xi = x/d = 15,37/224 = 0,07 \leq \xi_{max} = 0,45 \text{ VYHOVUJE}$$

Návrh jednotné výztuže $\varnothing 12 \text{ mm}$ à 125 ($A_{s,prov} = 904,78 \text{ mm}^2$).

Návrh hlavní výztuže mezipodesty $\varnothing 12 \text{ mm}$ à 100 mm ($A_{s,prov} = 1130,97 \text{ mm}^2$) pro sjednocení s vylamovací výztuží – viz. návrh níže.

Zhuštění výztuže na okraji podesty:

Je potřeba přidat výztuž ve vzdálenosti $3 * h = 3 * 250 = 750 \text{ mm}$ od kraje podesty, kvůli působení síly od schodišťového ramene.



liniové zatížení od ramene

$$R = (f_d' * l_{ram})/2 = (13,78 * 4,167)/2 = 28,71 \text{ kN/m}$$

moment od liniového zatížení ramene

$$M_{Ed} = 55,52 \text{ kNm} \text{ (výpočet proveden pomocí webové stránky) [8]}$$

účinná výška průřezu

$$d_{pod} = h_{pod} - c - \varnothing/2 = 250 - 20 - 12/2 = 224 \text{ mm}$$

$c = 20 \text{ mm}$ (předběžný statický výpočet – projekt 2)

rameno vnitřních sil $z = 0,9 * d$

$$\text{návrh výztuže } A_{s,rqd} = M_{Ed}/(f_{yd} * z) = (55,52 * 1000000)/(434,78 * 0,9 * 224) = 633,42 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = (\pi * 12^2)/4 = 113,1 \text{ mm}^2$$

návrh 7 x $\varnothing 16 \text{ mm}$ ($A_{s,prov} = 791,68 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \geq A_{s,min} \rightarrow 791,68 \geq \max (0,26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d) = (0,26 \cdot 2,9 / 500 \cdot 750 \cdot 224; 0,0013 \cdot 750 \cdot 224) = (253,34; 218,4) \text{ mm}^2$$

$$791,68 \geq 253,34 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \leq 0,04 \cdot b \cdot d = 0,04 \cdot 750 \cdot 224 = 6720 \text{ mm}^2$$

$$791,68 \leq 6720 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min (2 \cdot d; 250) = (2 \cdot 224; 250) = (448; 250) \text{ mm}$$

$$s = b / n = 750 / 7 = 107,14 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

$$s \geq \max (20 \text{ mm}; 1,2 \cdot \emptyset; D_{max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 \cdot 12; 16 + 5) = (20; 14,4; 21)$$

$$107,14 \geq 21 \text{ mm}$$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (A_{s,prov} \cdot f_{yd}) / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = (791,68 \cdot 434,78) / (0,8 \cdot 750 \cdot 20) = 28,68 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 224 - 0,4 \cdot 28,68 = 212,53 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z = 791,68 \cdot 434,78 \cdot 212,53 = 73154235 \text{ Nmm} = 73,15 \text{ kNm}$$

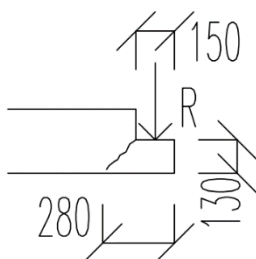
$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \rightarrow 73,15 \geq 55,52 \text{ kNm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x / d = 28,68 / 224 = 0,13 \leq \xi_{max} = 0,45 \text{ **VYHOVUJE**}$$

Návrh přídatné výztuže na okraj podesty 7 x \emptyset 16 mm ($A_{s,prov} = 791,68 \text{ mm}^2$) vyhovuje.

Návrh výztuže ozubu podesty:



$$r = 280 \text{ mm}; R = (f_d' \cdot I_{ram}) / 2 = (27,56 \cdot 4,167) / 2 = 57,42 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = R \cdot r = 57,42 \cdot 0,28 = 16,08 \text{ kNm}$$

$$z = 0,9 \cdot d; d = h - c - \emptyset / 2 = 130 - 20 - 6 / 2 = 107 \text{ mm}$$

návrh vodorovné ohybové výztuže:

$$A_{s,vod} \geq M_{Ed}/(z * f_{yd}) = (16,08 * 1000000)/(0,9*107*434,78) = 384,05 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = (\pi * 6^2)/4 = 28,27 \text{ mm}^2$$

návrh 20 x Ø 6 mm ($A_{s,prov} = 565,49 \text{ mm}^2$)

konstrukční zásady:

minimální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \geq A_{s,min} \rightarrow 565,49 \geq \max(0,26 * f_{ctm}/f_{yk} * b * d; 0,0013 * b * d) = (0,26 * 2,9/500 * 2000 * 107; 0,0013 * 2000 * 107) = (322,71; 278,2) \text{ mm}^2$$

$$565,49 \geq 322,71 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální plocha výztuže

$$A_{s,prov} \leq 0,04 * b * d = 0,04 * 2000 * 107 = 8560 \text{ mm}^2$$

$$565,49 \leq 8560 \text{ mm}^2 \text{ **VYHOVUJE**}$$

maximální rozteč výztuže

$$s \leq \min(2 * d; 250) = (2 * 107; 250) = (214; 250) \text{ mm}$$

$$s = 100 \text{ mm} \leq 214 \text{ mm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

$$s \geq \max(20 \text{ mm}; 1,2 * \emptyset; D_{max} + 5 \text{ mm}) = (20; 1,2 * 6; 16 + 5) = (20; 7,2; 21)$$

$$100 \geq 21 \text{ mm}$$

posouzení:

$$F_c = F_s \rightarrow x = (A_{s,prov} * f_{yd}) / (0,8 * b * f_{cd}) = (565,49 * 434,78) / (0,8 * 2000 * 20) = 7,68 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 * x = 107 - 0,4 * 7,68 = 103,93 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_{s,prov} * f_{yd} * z = 565,49 * 434,78 * 103,93 = 25552619 \text{ Nmm} = 25,55 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \rightarrow 25,55 \geq 16,08 \text{ kNm} \text{ **VYHOVUJE**}$$

poměrná výška tlačené oblasti

$$\xi = x/d = 7,68/107 = 0,072 \leq \xi_{max} = 0,45 \text{ **VYHOVUJE**}$$

Návrh vodorovné ohybové výztuže ozubu podesty vyhovuje.

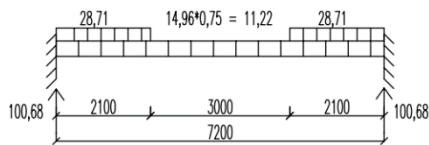
návrh svislé tahové výztuže:

$$A_{s,sv} \geq R/f_{yd} = (57,42 \cdot 1000)/434,78 = 132,07 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = (\pi \cdot 6^2)/4 = 28,27 \text{ mm}^2$$

Stačí kotvit konstrukční výztuž - návrh 10 x Ø 6 mm ($A_{s,prov} = 282,74 \text{ mm}^2$).

Návrh vylamovací lišty:



$$R = 100,68/0,75 = 134,24 \text{ kN/m}$$

návrh FERBOX typ B – 18 – 12 – 10 (případ C) [17]

$$V_{Ed,max} = 277,3 \text{ kN/m (maximální smyková únosnost spoje)}$$

$$134,24 \leq 277,3 \text{ kN/m VYHOVUJE}$$

$$l_0 = 655 \text{ mm}$$

Návrh Ø12 mm à 100 mm – sjednocení s hlavní výztuží mezipodesty.

Kotevní délka výztuže:

$$l_{b,d} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd})$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,333 = 3 \text{ MPa}$$

$$\eta_1 = \eta_2 = 1$$

$$f_{ctd} = f_{ctk,0.05}/1,5 = 2/1,5 = 1,333 \text{ MPa}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot \varnothing; 100 \text{ mm})$$

e) pro Ø 16

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (16/4) \cdot (434,78/3) = 580 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 580 = 580 \text{ mm}$$

$$l_{b,\min} = \max(0,3 * l_{b,rqd}; 10 * \emptyset; 100 \text{ mm}) = (174; 160; 100) \text{ mm}$$

580 mm \geq 174 mm **VYHOVUJE**

f) pro \emptyset 12

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (12/4) * (434,78/3) = 435 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * l_{b,rqd} = 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 435 = 435 \text{ mm}$$

$$l_{b,\min} = \max(0,3 * l_{b,rqd}; 10 * \emptyset; 100 \text{ mm}) = (130,5; 120; 100) \text{ mm}$$

435 mm \geq 130,5 mm **VYHOVUJE**

g) pro \emptyset 10

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (10/4) * (434,78/3) = 365 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * l_{b,rqd} = 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 365 = 365 \text{ mm}$$

$$l_{b,\min} = \max(0,3 * l_{b,rqd}; 10 * \emptyset; 100 \text{ mm}) = (109,5; 100; 100) \text{ mm}$$

365 mm \geq 109,5 mm **VYHOVUJE**

h) pro \emptyset 6

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (6/4) * (434,78/3) = 220 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * l_{b,rqd} = 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 220 = 220 \text{ mm}$$

$$l_{b,\min} = \max(0,3 * l_{b,rqd}; 10 * \emptyset; 100 \text{ mm}) = (66; 60; 100) \text{ mm}$$

220 mm \geq 100 mm **VYHOVUJE**

Délka přesahu výztuže:

$$l_{0,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * \alpha_6 * l_{b,rqd} \geq l_{0,\min}$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1$$

$$\alpha_6 = 1,5$$

$$l_{0,\min} = \max(0,3 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15 * \emptyset; 200 \text{ mm})$$

e) pro \emptyset 16

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (16/4) * (434,78/3) = 580 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * \alpha_6 * l_{b,rqd} = 1*1*1*1*1*1,5*580 = 870 \text{ mm}$$

$$l_{0,min} = \max (0,3 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15*\emptyset; 200 \text{ mm}) = (261; 240; 200)$$

870 mm \geq 261 mm **VYHOVUJE**

f) pro \emptyset 12

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (12/4) * (434,78/3) = 435 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * \alpha_6 * l_{b,rqd} = 1*1*1*1*1*1,5*435 = 655 \text{ mm}$$

$$l_{0,min} = \max (0,3 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15*\emptyset; 200 \text{ mm}) = (196,5; 180; 200)$$

655 mm \geq 200 mm **VYHOVUJE**

g) pro \emptyset 10

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (10/4) * (434,78/3) = 365 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * \alpha_6 * l_{b,rqd} = 1*1*1*1*1*1,5*365 = 550 \text{ mm}$$

$$l_{0,min} = \max (0,3 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15*\emptyset; 200 \text{ mm}) = (165; 150; 200)$$

550 mm \geq 200 mm **VYHOVUJE**

h) pro \emptyset 6

$$l_{b,rqd} = (\emptyset/4) * (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (6/4) * (434,78/3) = 220 \text{ mm}$$

$$l_{b,d} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * \alpha_6 * l_{b,rqd} = 1*1*1*1*1*1,5*220 = 330 \text{ mm}$$

$$l_{0,min} = \max (0,3 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15*\emptyset; 200 \text{ mm}) = (99; 90; 200)$$

330 mm \geq 200 mm **VYHOVUJE**

5 Závěr

Hlavním předmětem bakalářské práce bylo představit administrativní část objektu požární stanice a navrhnout konstrukční varianty hlavního schodiště. Poté navrhnout vyztužení a zpracovat výkresovou dokumentaci dvou vybraných variant. Vycházelo se z projektu 2, který se obecně zabýval konstrukčním řešením celého objektu.

Byly představeny čtyři možné varianty řešení hlavního schodiště. Důležitou podmínkou návrhu byla zadaná dispozice. Stěna vedoucí na chodbu je podle zadané dispozice prosklená. Další podmínkou bylo splnění akustických požadavků. Stěny výtahové šachty jsou oddílatovány od prvků schodiště.

Práce se dále soustředí na dvě varianty. Bylo potřeba navrhnout a spočítat vyztužení jednotlivých prvků. V návaznosti byly zpracovány výkresy výtzuže a tvaru.

Varianta č. 4 splňuje akustický požadavek, ale dispoziční požadavek prosklené stěny splňuje jen z části. Je potřeba část prosklené stěny nahradit železobetonovou stěnou, která slouží jako podpora pro mezipodestu. Varianta je výhodná i z hlediska provedení, hlavní podesta a mezipodesta jsou monolitické, ramena jsou prefabrikované a osazené přes ozub. Navrhování vyztužení prvků bylo v této variantě nejjednodušší.

Varianta č. 1 splňuje akustický požadavek i požadavek prosklené stěny, z hlediska provedení je to nevhodnější varianta. Pouze hlavní podesta je monolitická, zbylé části schodiště jsou prefabrikované. Důležité je předem správně uložit stěnová pouzdra akustických prvků Schock Tronsole typ Z. Z důvodu shledání této varianty za nevhodnější, byla varianta vyznačena ve výkresech tvaru administrativní části objektu.

Seznam zdrojů

- [1] DRAGOUN, Radek. Centrální požární stanice Plzeňského kraje. Archiweb [online]. 2005 [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/centralni-pozarni-stanice-plzenskeho-kraje>
- [2] ČSN EN 1991-1-1: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. 2004.
- [3] ČSN EN 13670: Provádění betonových konstrukcí. 2010.
- [4] ČSN EN 1992-1-1: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. 2006.
- [5] ČSN 73 5710: Požární stanice a požární zbrojnice. 2006.
- [6] ČSN 73 4130: Schodiště a šikmé rampy - Základní požadavky. 2010.
- [7] PROCHÁZKA, CSC., prof. Ing. Jaroslav a Ing. Jiří ŠMEJKAL, CSC. Betonové stropní a schodišťové konstrukce. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2017. ISBN 978-80-01-06323-1.
- [8] Výpočet průhybu a ohybového momentu nosníku. Stavba.tzb-info.cz [online]. [cit. 2021-5-14]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/188-vypocet-pruhybu-a-ohyboveho-momentu-nosniku>
- [9] Předpjaté stropní panely Spiroll. PREFA BRNO [online]. Brno, c2019 [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.prefa.cz/pozemni-stavby/stropy-a-stropni-panely-spiroll/predpjate-stropni-panely-spiroll/>
- [10] Porotherm 30/24 N. Wienerberger [online]. České Budějovice, c2021 [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.wienerberger.cz/produkty/zdivo/cihly-porotherm/porotherm-30-24-n.html>
- [11] Porotherm 11,5 AKU Profi. Wienerberger [online]. České Budějovice, c2021 [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.wienerberger.cz/produkty/zdivo/cihly-porotherm/porotherm-11-5-aku-profi.html>

- [12] Schock Isokorb XT typ K. Schock [online]. Opava, c2021 [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.schoeck.com/cs/isokorb-xt-typ-k>
- [13] Schock Tronsole typ T. Schock [online]. Opava, c2021 [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.schoeck.com/cs/tronsole-typ-t>
- [14] Schock Tronsole typ F. Schock [online]. Opava, c2021 [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.schoeck.com/cs/tronsole-typ-f>
- [15] Schock Tronsole typ Z. Schock [online]. Opava, c2021 [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.schoeck.com/cs/tronsole-typ-z>
- [16] Univerzální kotva PFEIFER Allround krátký. PFEIFER [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: https://www.pfeifer.info/cs/vyrobky-sluzby/vyrobky/betonove-vestavne-dily/systemy-prepravnich-kotev/zavitovy-system/transportni-kotva/univerzalni-kotva-pfeifer-allround-kratky.html?force_sid=kois8af0g97nmoirqlib2nmn87
- [17] Vylamovací výztuž FERBOX. Jpcz [online]. Praha [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://jpcz.cz/produkty/vyztuzovani/vylamovaci-vyztuz-ferbox>
- [18] Geologické a geovědní mapy: Geologie, radon a geologická mapa Bolevec. *Geologické mapy* [online]. [cit. 2021-5-22]. Dostupné z: <http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/ku-722120/>

Seznam programů

AutoCAD 2020

Microsoft Office Word

Seznam obrázků

Obrázek 1: Požární stanice v Plzni [1]	8
Obrázek 2: Schéma půdorysu [1]	11
Obrázek 3: Schéma řezu [1]	11
Obrázek 4: Konstrukční schéma halové části 1.NP	12
Obrázek 5: Konstrukční schéma halové části 2.NP	13
Obrázek 6: Konstrukční schéma administrativní části 1.PP	18
Obrázek 7: Konstrukční schéma administrativní části 1.NP	19
Obrázek 8: Konstrukční schéma administrativní části 2.NP	20
Obrázek 9: Konstrukční schéma administrativní části 3.NP	21
Obrázek 10: Řez A-A' - administrativní částí	22
Obrázek 11: Stavební půdorys a řez schodištěm	24
Obrázek 12: Konstrukční schéma schodiště varianty č.1	26
Obrázek 13: Konstrukční schéma schodiště varianty č.2	27
Obrázek 14: Konstrukční schéma schodiště varianty č.3	28
Obrázek 15: Konstrukční schéma schodiště varianty č. 4	29

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Výkres tvaru 1.PP administrativní části objektu
Příloha č. 2 – Výkres tvaru 1.NP administrativní části objektu
Příloha č. 3 – Výkres tvaru 2. NP administrativní části objektu
Příloha č. 4 – Výkres tvaru 3. NP administrativní části objektu
Příloha č. 5 – Výkres schodiště varianty č. 1 a varianty č. 4
Příloha č. 6 – Výkres tvaru a výztuže prefabrikované 1x zalomené desky varianty č. 1
Příloha č. 7 – Výkres tvaru a výztuže prefabrikované mezipodesty varianty č. 1
Příloha č. 8 – Výkres výztuže monolitické podesty varianty č. 1
Příloha č. 9 – Výkres tvaru a výztuže prefabrikovaného schodišťového ramene varianty č. 4
Příloha č. 10 – Výkres výztuže monolitické podesty varianty č. 4
Příloha č. 11 – Technická zpráva