



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

## KONSTRUKCE ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY V BRNĚ

THE OFFICE BUILDING STRUCTURE IN BRNO

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Josef Svršek

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN ŠMAK, Ph.D.

BRNO 2018



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3608R001 Pozemní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Josef Svršek
<b>Název</b>	Konstrukce administrativní budovy v Brně
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Milan Šmak, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2017
<b>Datum odevzdání</b>	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

---

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

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

## PODKLADY A LITERATURA

Tvarové a dispoziční uspořádání objektu

ČSN EN 1990 "Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí"

ČSN EN 1991 "Eurokód 1: Zatížení konstrukcí"

ČSN EN 1993 "Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí"

ČSN EN 1995 "Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí"

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte návrh nosné konstrukce vícepodlažní administrativní budovy v Brně. Při návrhu respektujte požadavky na tvarové a dispoziční uspořádání objektu. Konstrukci navrhnete z oceli, lepeného lamelového dřeva, rostlého dřeva a materiálů na bázi dřeva. Objekt bude jedno až třípodlažní o půdorysných rozměrech 21x32m.

Požadované výstupy:

1. Technická zpráva
2. Statický výpočet základních nosných prvků, kotvení a směrných detailů
3. Výkresová dokumentace dle specifikace vedoucího práce

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

---

Ing. Milan Šmak, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Cílem bakalářské práce je návrh konstrukce administrativní budovy. Budova má obdelníkový půdorys o rozměrech 32x21 metrů. Zastřešení nad 3.NP je tvořeno dřevěnou konstrukcí, kde hlavním nosným prvkem je plnostěnný nosník s rozpětím 12 m. V úrovni 3.NP se nachází terasa, která je navržena jako vegetační střecha. Nosná konstrukce stavby je navržena z oceli a stropy zde tvoří železobetonová deska. Statické řešení bylo provedeno v programu Scia Engineer 17.1.

## **Klíčová slova**

Administrativní budova, nosná konstrukce, ocel, lepené dřevo, rostlé dřevo, plnostěnný nosník, spřažená stropní deska, podélný systém

## **Abstract**

The topic of this bachelor's thesis is a design of construction of an office building. The building's floor plan has a rectangle shape with a dimension 32x21 metres. The roofing above the third floor is made of timber structure where the main load-bearing element is a glue laminated timber beam. The terrace, which is placed in the third floor, is designed as a green roof. The load-bearing structure of the building is designed of steel and the ceiling consists of steel concrete slab. The statics solution was implemented using the Scia Engineer 17.1 software.

## **Keywords**

Office building, load-bearing structure, steel, glue laminated timber, solid timber, glue laminated timber beam, composite slab, longitudinal system

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Josef Svršek *Konstrukce administrativní budovy v Brně*. Brno, 2018. 30 s., 160 s. příl.  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Milan Šmak, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2018

---

Josef Svršek  
autor práce

### **Poděkování**

Velice rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Milanu Šmakovi, Ph.D. za věnovaný a strávený čas, odbornou pomoc a vstřícnost při konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a blízkým za poskytnutí zázemí a podporu během celého dosavadního studia.

Josef Svršek

autor práce

## **Obsah bakalářské práce**

- Technická zpráva
- Statický výpočet
- Přílohy:
  - Výkresová dokumentace
  - Příloha ke statickému výpočtu – Program Scia Engineer



# Obsah

1. Úvod .....	10
2. Technická zpráva .....	12
A.1 Obecné údaje .....	12
A.2 Normativní dokumenty .....	14
A.3 Předpoklady ověření nosné konstrukce .....	14
A.4 Statické řešení nosné konstrukce .....	16
A.5 Základní prvky nosné konstrukce .....	16
A.5.1 Sloupy .....	17
A.5.2 Průvlaky .....	17
A.5.3 Stropnice .....	19
A.5.4 Stropní deska .....	20
A.5.5 Ztužidla .....	21
A.5.6 Střešní konstrukce .....	22
A.5.7 Kotvení sloupů .....	24
A.5.8 Opláštění .....	25
A.6 Zatížení .....	25
A.6.1 Stálé: .....	25
A.6.2 Proměnné: .....	26
A.7 Výkaz materiálu, cena konstrukce .....	26
A.8 Přeprava .....	27
A.9 Montáž konstrukce .....	27
A.10 Výsledky statického ověření .....	28
A.11 Seznam použité literatury .....	29
A.12 Závěr .....	30

# 1. Úvod

Cílem mé bakalářské práce bylo vytvořit a navrhnout nosnou konstrukci administrativní budovy o třech nadzemních podlažích. Půdorys budovy je navržen jako obdélníkový s rozměry 32x21 m.

Pro tuto variantu jsem se rozhodl zejména z důvodu poptávky firem po nových administrativních prostorech v oblasti Brna.

Nosná konstrukce budovy je navržena jako ocelová se stropy tvořenými železobetonovou deskou. Zastřešení nad 3.NP je navrženo z dřevěných prvků. Hlavním nosným prvkem střechy je dřevěný plnostěnný nosník.

Cílem práce bylo zamýšlený objekt navrhnout a posoudit tak, aby vyhověl na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti.





# Technická zpráva

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Josef Svršek

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. MILAN ŠMAK, Ph.D.

## 2. Technická zpráva

### A.1 Obecné údaje

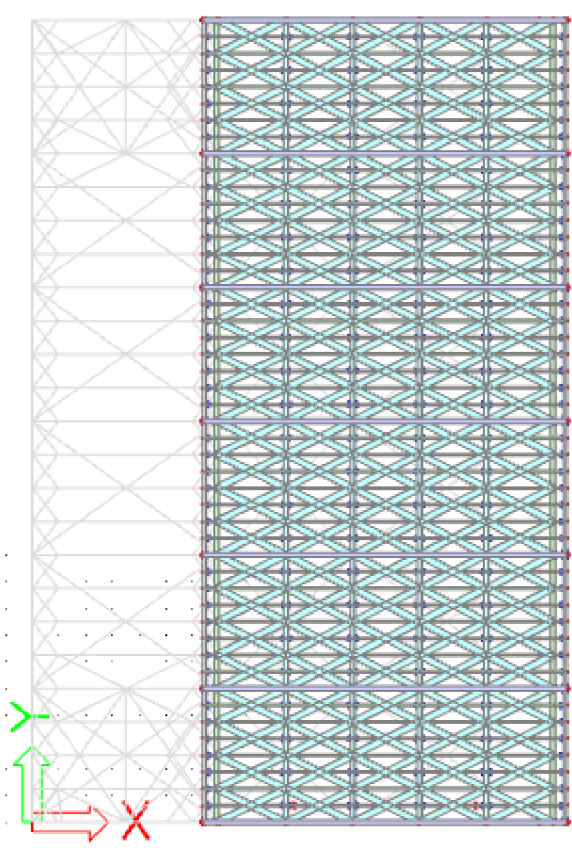
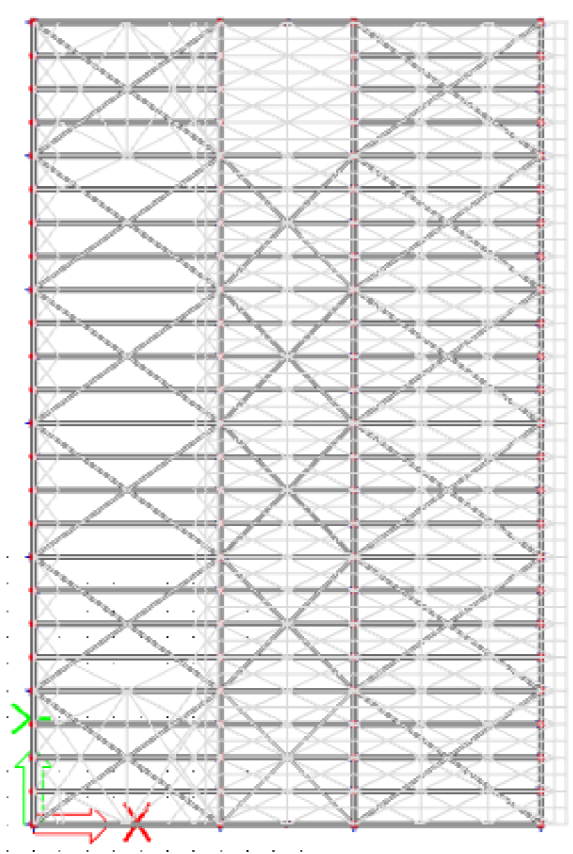
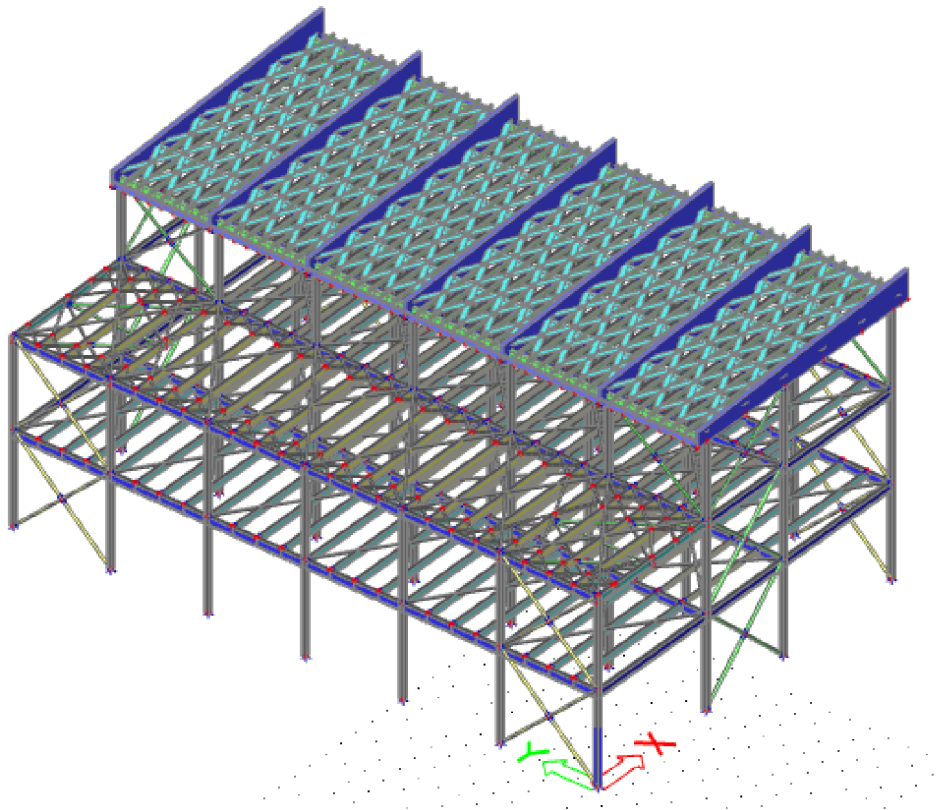
V rámci bakalářské práce byl řešen návrh nosné konstrukce administrativní budovy. Objekt má 3 nadzemní podlaží a půdorysné rozměry 32x21 m. Daný objekt se nachází v oblasti města Brna. Výběr této oblasti je z důvodu velké poptávky firem po administrativních prostorech.

Jak již bylo zmíněno, jedná se o třípodlažní objekt. Ve 3.NP je podlaží ustupující, tvořící terasu. Konstrukční systém je skeletový, podélný. Jednotlivé vazby v podélném směru tvoří tedy sloupy a průvlaky. Ve směru příčném jsou zde uloženy stropnice, nad kterými je nadbetonovaná železobetonová stropní deska. Nosná konstrukce samotné stavby je ocelová, ovšem konstrukce střechy nad 3.NP je provedena ze dřeva zejména z hlediska estetického.

Tuhost objektu ve vodorovném směru je zajištěna železobetonovou stropní deskou a stěnovými ztužidly jak v příčném, tak v podélném směru. V úrovni stropní konstrukce nad 2.NP jsou navržena montážní ztužidla, zajišťující tuhost stavby před betonáží stropní desky. Bude zde ekvivalentně řešeno spřažení stropní desky se stropnicemi, pomocí spřahovacích trnů. Dřevěná střešní konstrukce je provedena z krokví, vaznic a plnostěnných nosníků. Toto uspořádání je ztuženo zavětrovacími pásy BV/ZP 10-07 od firmy Bova spol. s.r.o.

Budova bude opláštěna ze dvou stran, Jižní a Západní pomocí lehkého obvodového pláště od firmy THERMETAL Moravia s.r.o. Ze strany Severní a Východní je opláštění provedeno vyzděním z porobetonových tvárníc Porfix a zatepleno tepelnou izolací. Střešní konstrukce v úrovni terasy je navržena jako vegetační střecha s částmi, kde bude navržena terasa. Střešní konstrukce nad 3.NP bude opláštěna OSB deskami tl. 15 mm. Na tomto opláštění bude uložena tepelná izolace, hydroizolace a zatížení kačirkem.

Cílem statického výpočtu bylo ověřit základní prvky nosné konstrukce objektu podle aktuálně platných normativních předpisů ČSN EN.



*Obr. 1 Nosná konstrukce administrativní budovy  
(Axonometrie, půdorys typického podlaží, půdorys střechy)*

## A.2 Normativní dokumenty

- ČSN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčnic
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro navrhování pozemních staveb

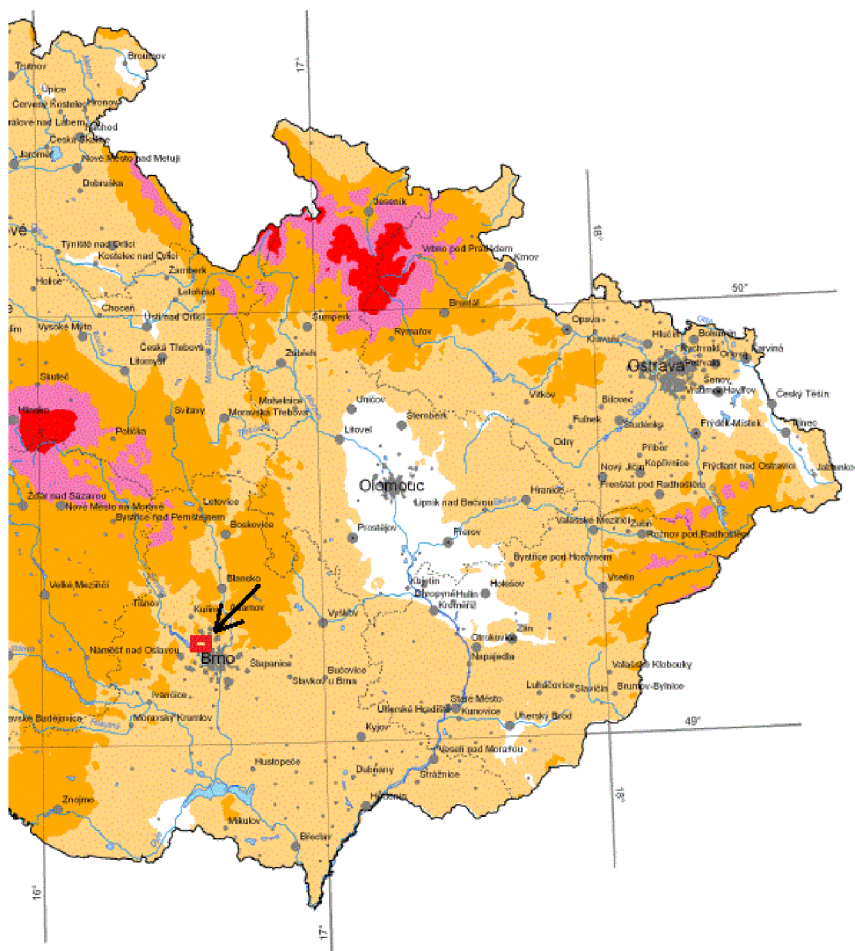
## A.3 Předpoklady ověření nosné konstrukce

Statické ověření základních prvků nosné konstrukce budovy bylo provedeno na:

- Mezní stav únosnosti s uvažováním ztráty stability prvku na nejnepříznivější z kombinací návrhových hodnot zatížení, přičemž mezní hodnoty pro ocel byly brány z normativních podkladů oceli S235, pro dřevo z podkladů dřeva C24, GL24h, pro beton z podkladů betonu C25/30 a C20/25.
- Mezní stav použitelnosti na nejnepříznivější hodnoty deformací z kombinací charakteristických hodnot zatížení, přičemž mezní hodnoty pro ocel byly brány z normativních podkladů oceli S235, pro dřevo z podkladů dřeva C24, GL24h, pro beton z podkladů betonu C25/30 a C20/25.

Nosná konstrukce budovy byla ověřena na následující proměnná zatížení:

- Klimatické zatížení budovy větrem s výchozí základní rychlostí  $v_{b,0} = 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  odpovídající II. větrové oblasti a kategorie terénu III (dle ČSN EN 1991-1-4).



Obr. 2: Mapa větrných oblastí, vyznačení oblasti stavby

- Klimatické zatížení sněhem s charakteristickou hodnotou zatížení sněhem na zemi  $s_{k,0} = 0,80 \text{ kNm}^{-2}$ , odpovídající I. sněhové oblasti (dle ČSN EN 1993-1-3, resp. [www.snehovamapa.cz](http://www.snehovamapa.cz) pro lokalitu Brno)



Obr. 3: [www.snehovamapa.cz](http://www.snehovamapa.cz) vyznačení oblasti

## A.4 Statické řešení nosné konstrukce

Statické řešení nosných dřevěných a ocelových konstrukcí bylo provedeno metodou konečných prvků v programu Scia Engineer 17.1. Prostorový model nosné konstrukce byl analyzován výpočtem na účinky stálých a proměnných zatížení, přičemž statický výpočet byl proveden jako lineární.

Posouzení mezních stavů bylo provedeno v souladu s normami ČSN EN 1995-1-1: Navrhování dřevěných konstrukcí a ČSN EN 1993-1-1: Navrhování ocelových konstrukcí.

## A.5 Základní prvky nosné konstrukce

Tab. 1: Výpis jednotlivých prvků

Jméno	Typ	Materiál
SLOUP	HEB240	S 235
STROPNICE 2.NP TERASA	IPE330	S 235
PRŮVLAKY TERASA	IPE360	S 235
STROPNICE 5m	IPE220	S 235
ZTUŽIDLO 1	ROR88.9/5.0	S 235
STR. NOSNÍK 1	OBDEL 180; 740	GL 24h (EN 14080)
STR. NOSNÍK 2	OBDEL 180; 1450	GL 24h (EN 14080)
VAZNICE 1	OBDEL 160; 360	GL 24h (EN 14080)
FIKTIVNI ZTUZIDLA	RD10	S 235
STROPNICE 7m	IPE300	S 235
PRŮVLAKY OSTATNI	IPE400	S 235
PRŮVLAKY 3.NP	IPE300	S 235
KROKVE	OBDEL 80; 140	C24 (EN 338)
FIKTIVNI ZTUZIDLA STRESI	OBDEL 250; 15	C20 (EN 338)
VAZNICE 2	OBDEL 160; 280	GL 24h (EN 14080)
VAZNICE 3	OBDEL 120; 240	C24 (EN 338)
ZTUŽIDLO 2	ROR108/7.1	S 235
ZTUŽIDLO 3	ROR133/10.0	S 235

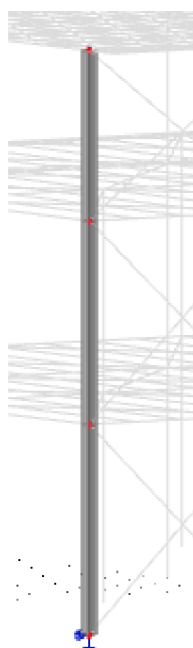


### A.5.1 Sloupy

Sloupy tvoří hlavní nosnou část stavby. Byly použity profily HEB 240. Jelikož se jedná o podélný nosný konstrukční systém, hlavní tuhá osa sloupů je v podélném směru.

Jednotlivé délky sloupů jsou dány výškou podlaží, tedy v 1.NP,  $h= 4,7$  m, ve 2.NP,  $h=4,55$  m, ve 3.NP,  $h= 3,8$  m. Celková výška sloupu = 13,05 m.

Pro návrh sloupů byl rozhodující mezní stav použitelnosti v místě 1. NP, kdy docházelo k deformaci sloupu od vodorovného zatížení, tedy je rozhodující mezní stav použitelnosti.

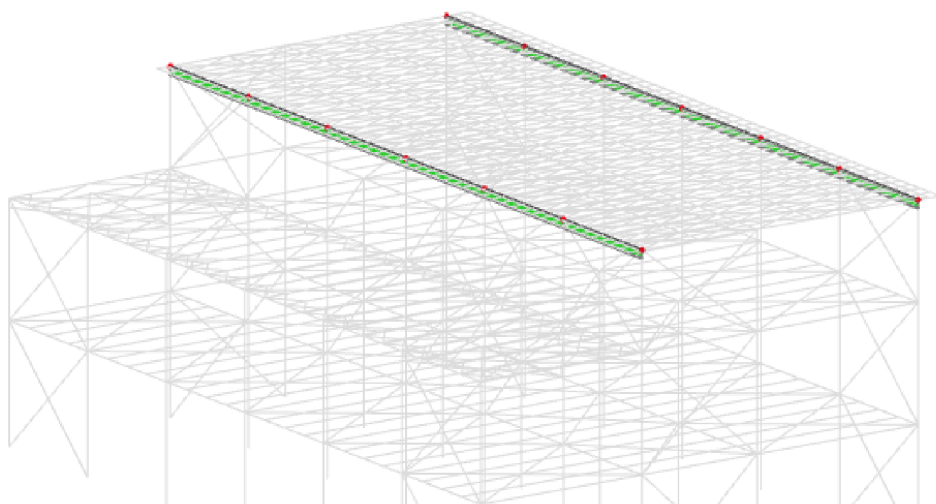


*Obr. 4: Sloup (výpočtový model)*

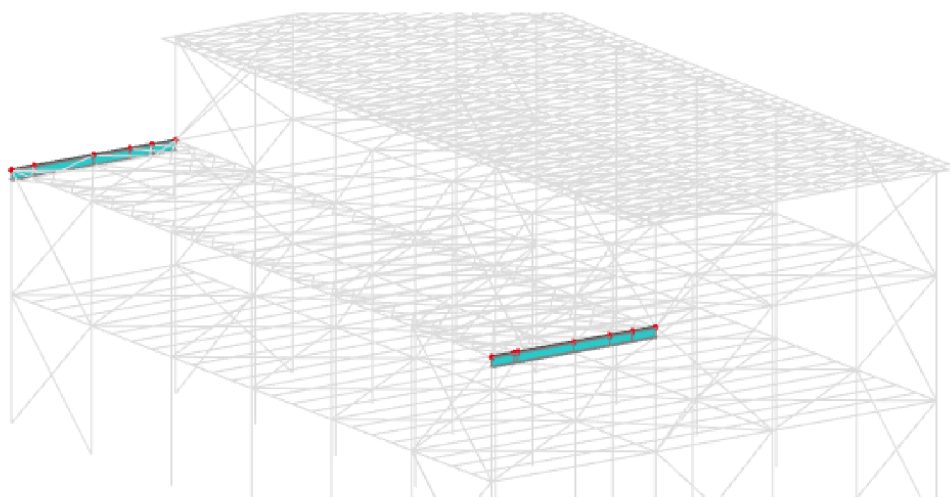
### A.5.2 Průvlaky

V budově jsou použity 3 druhy průvlaků, jak je vidět z tabulky výpisu prvků. Ve 3.NP jsou průvlaky dimenze IPE 300, délka těchto průvlaků je 5,0 m. Dimenze je použita z důvodu průhybu a tuhosti stavby. Dále krajní průvlaky terasy profilu IPE 360, délky 7,0 m, což jsou v podstatě krajní stropnice, ovšem kvůli převislému konci je zde vyšší dimenze. Rozhodující je zde posudek na mezní stav použitelnosti. Posledními jsou běžné průvlaky, uložené v podélném směru, profilu IPE 400, délky 5,0 m.

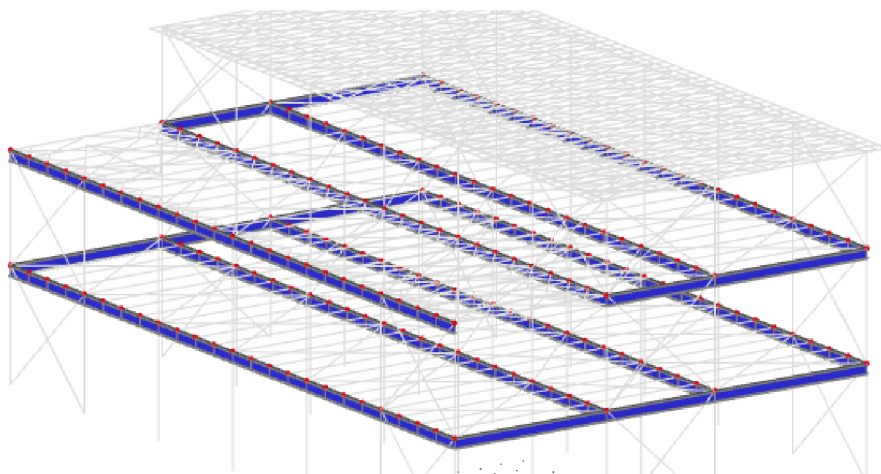
Rozhodujícím posudkem je posudek na mezní stav únosnosti. V místě připojení stropnic na průvlaky jsou navařené výztuhy. Tyto výztuhy budou mít v místě přechodu stojiny a pásnice výřezy, které zabraňují vzniku trhlin a reziduálních napětí v tomto místě. Samotný přípoj bude proveden jednostřížným spojem.



*Obr. 5: Umístění průvlaků IPE 300 (výpočtový model)*



*Obr. 6: Umístění průvlaků IPE 360 (výpočtový model)*

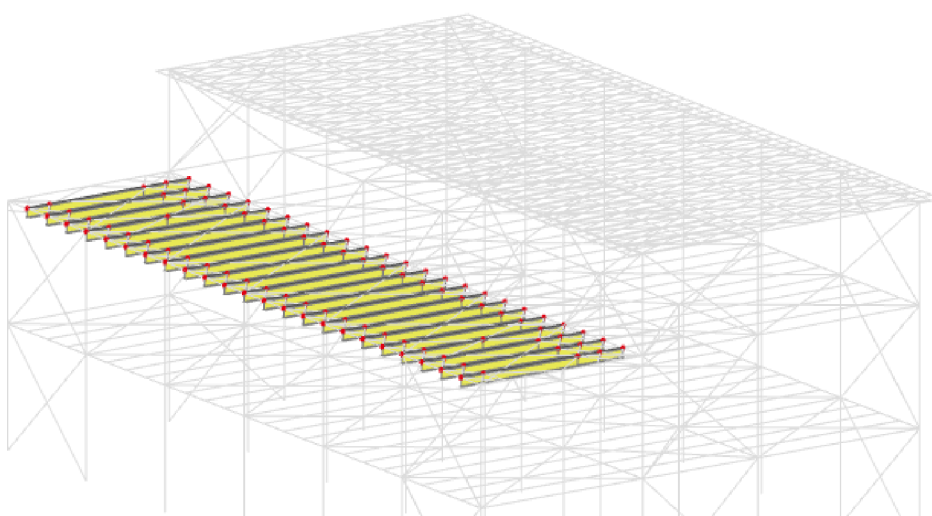


*Obr. 7: Umístění průvlaků IPE 400 (výpočtový model)*

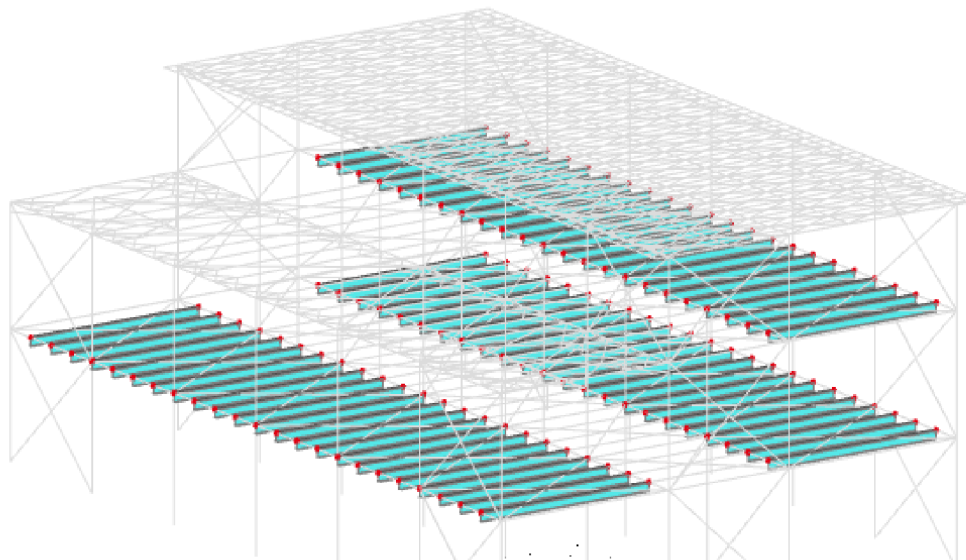
### **A.5.3 Stropnice**

Jak bylo zmíněno, stropnice se budou připojovat na průvlaky. Byly použity tři druhy stropnic. Stropnice terasy jsou navrženy z profilů IPE 330. Stropnice, které jsou délky 7m jsou navrženy z profilu IPE 300. Pro oba průřezy jsou rozhodujícím posudkem posouzení na mezní stav použitelnosti. Stropnice délky 5 m jsou navrženy z profilu IPE 220, pro tento průřez je rozhodujícím posudkem posouzení na mezní stav únosnosti.

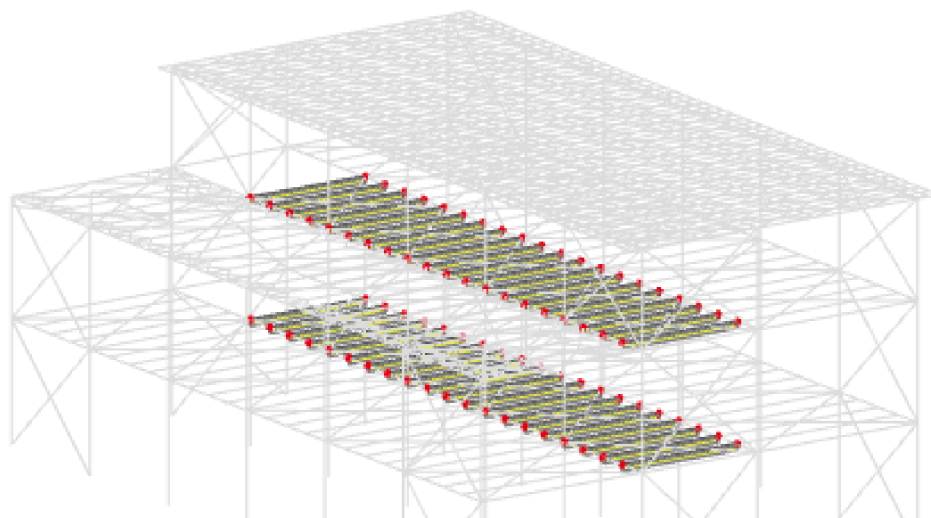
Pro případ použití nespřážené stropní desky se stropnicemi, budou stropnice navrženy v osové vzdálenosti 1,25 m. Pro spřážení je osové vzdálenost stropnic navržena dvojnásobná, tedy 2,5 m.



*Obr. 8: Umístění stropnic IPE 330 (výpočtový model)*



*Obr. 9: Umístění stropnic IPE 300 (výpočtový model)*



*Obr. 10: Umístění stropnic IPE 220 (výpočtový model)*

#### **A.5.4 Stropní deska**

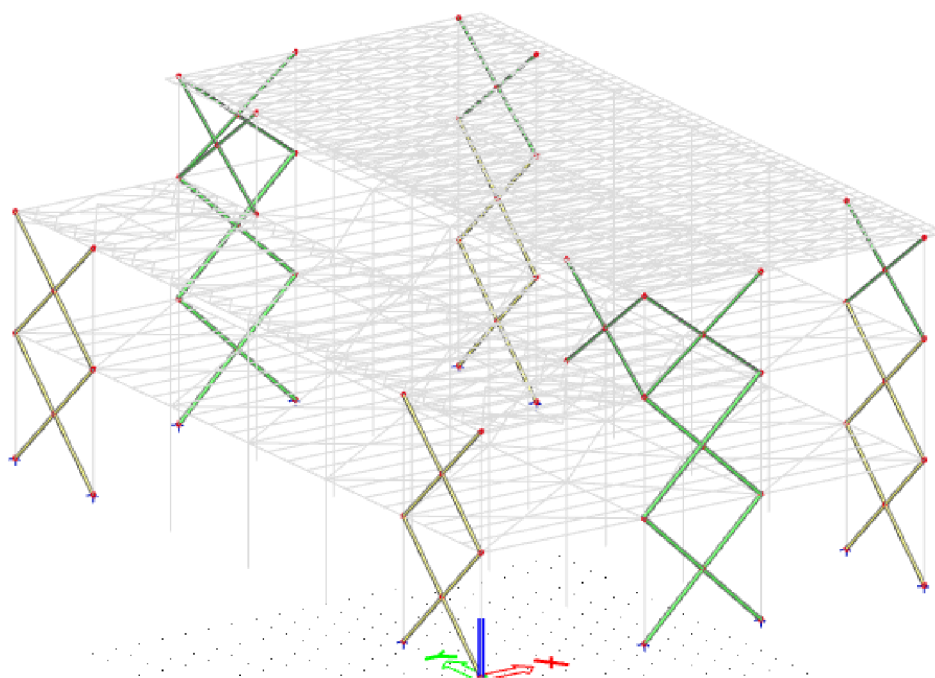
Stropní deska bude navržena jako železobetonová. Bude zde navržen trapézový plech s výškou žebér 100 mm, např. od firmy Kovové profily spol. s.r.o. typ TR 100/275. Plech bude navržen pouze jako bednění. Tudiž nebude zahrnut ve výpočtu.

Pro variantu spřažení, bude použit plech TR 85/280, který bude uložen tak, aby širší žebra směřovala dolů.

### A.5.5 Ztužidla

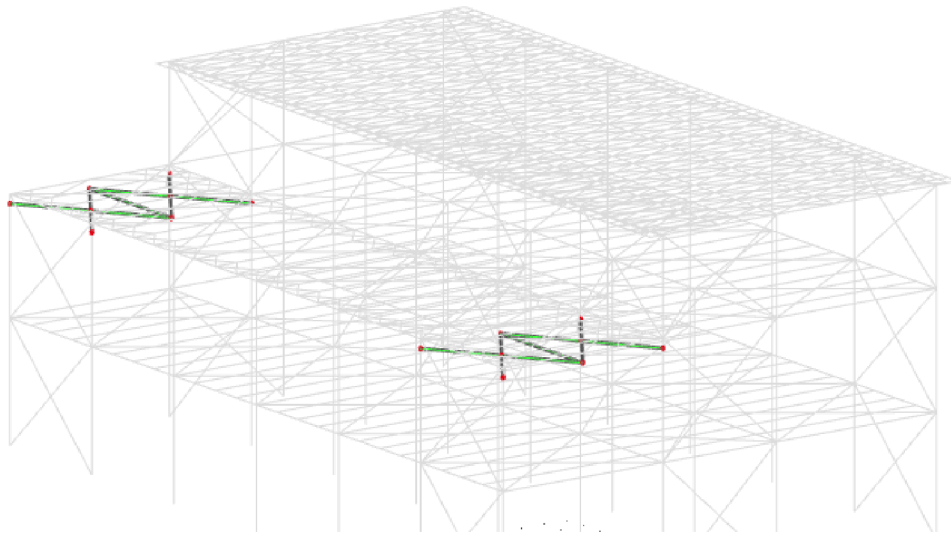
V budově jsou použita ztužidla trubkového profilu, navržena tak, aby přenášela jak tahovou, tak tlakovou sílu. Jednotlivé profily jsou navrženy podle sil, které ztužidla přenášejí. Ztužidla budou provedena jako diagonální a to tak, že vždy jedno ztužidlo je průběžné a druhé se do něj bude v polovině připojovat. Bude se jednat o kloubové styky provedené pomocí šroubů.

**Stěnová ztužidla:** Ve 3.NP mají ztužidla profil TR 88,9x5 mm. Ve 2.NP jsou ztužidla navržena z profilu TR 108x7,1 mm a také z profilu TR 133x10 mm, která jsou použita ve štítových stěnách. Totéž platí pro 1.NP. U všech ztužidel je rozhodující mezí stav únosnosti.



*Obr. 11: Rozmístění stěnových ztužidel (výpočtový model)*

**Stropní, montážní ztužidla:** Tato ztužidla jsou zde použita v úrovni stropu nad 2.NP. Jsou montážní, tudíž plní funkci po dobu, kdy ještě nebude stropní deska provedena, aby přenášela tyto síly. Tato ztužidla jsou navržena v profilu TR 88,9x5 mm.



*Obr. 12: Rozmístění stropních ztužidel (výpočtový model)*

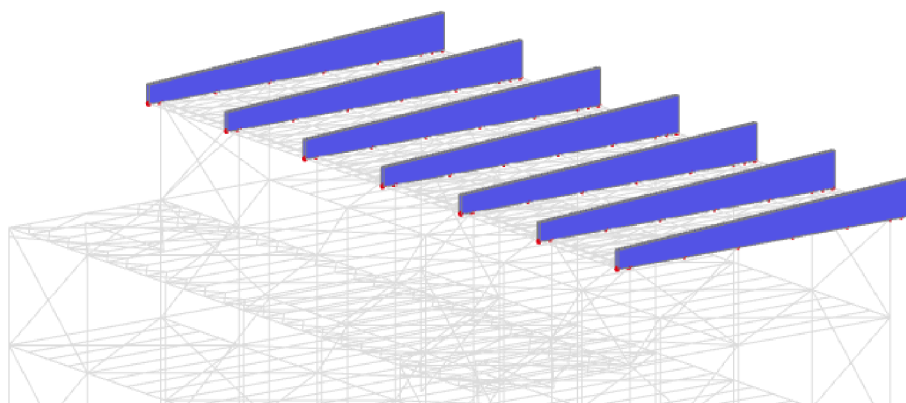
**Ztužidla zabráňující klopení střešních nosníků v místě uložení:** Tato ztužidla budou použita zejména kvůli zajištění plnostěnných střešních nosníků v místě uložení. Budou provedena z profilu TR 88,9/5 mm. Sklon těchto ztužidel bude 45°.

**Ztužidla ve střešní rovině:** Ztužidla zde budou navržena z důvodu přenosu vodorovných sil v úrovni střešy. Budou zde použity zavětrovací pásy BV/ZP 10-07 od firmy Bova spol. s.r.o.

## **A.5.6 Střešní konstrukce**

### **a) Plnostěnné střešní nosníky**

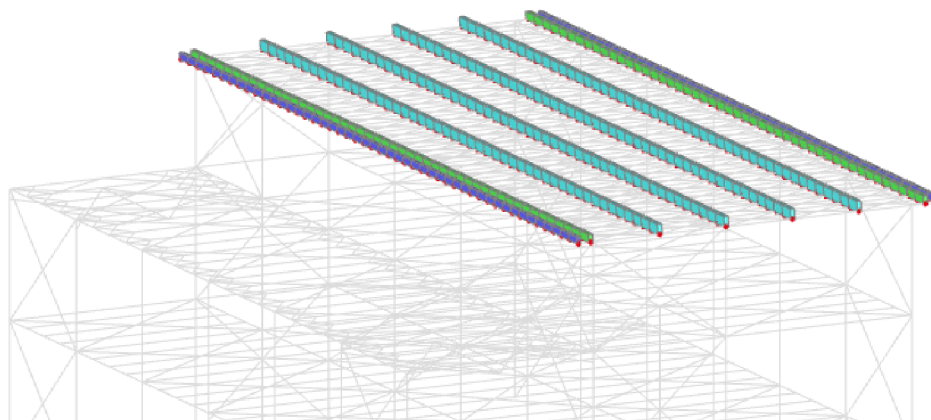
Tyto nosníky jsou hlavním prvkem nosné konstrukce střešy. Jedná se o pultový nosník, se sklonem horního pásu 3°. Profil je tudíž proměnný, a to od 740 do 1450 mm. Šířka nosníku je 180 mm a celková délka nosníku= 13,6 m. Pro posouzení byl rozhodující mezní stav použitelnosti. Uložení střešních nosníků je provedeno pomocí tangenciálních ložisek umožňující natočení v místě uložení.



*Obr. 13: Umístění střešních nosníků (výpočtový model)*

### **b) Vaznice**

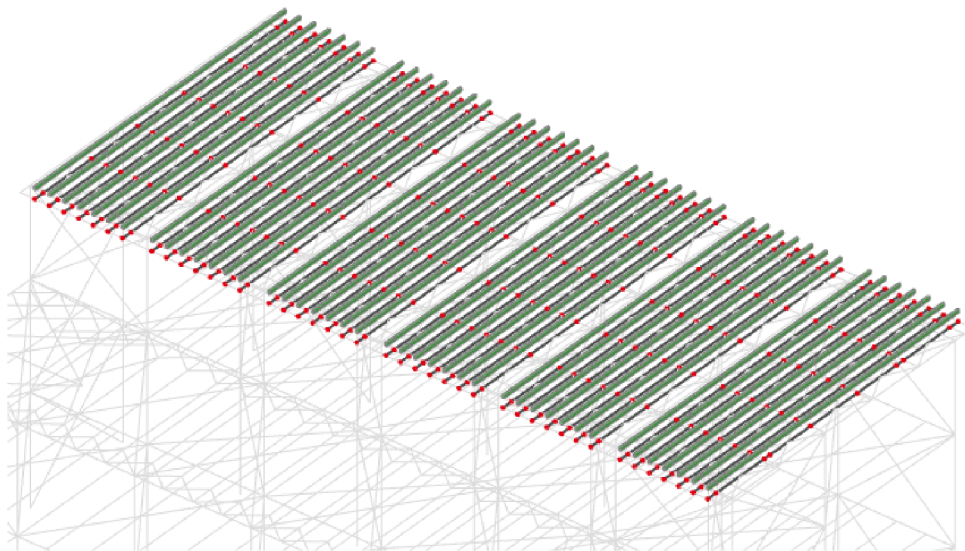
Vaznice jsou zde provedeny ze tří různých profilů. Krajní vaznice mají profil 120x240 mm. Druhá řada vaznic má profil 160x280 mm a zbylé střední vaznice jsou z profilu 160x360 mm. Délka všech vaznic = 5,0 m. Profily jsou poměrně masivní zejména kvůli meznímu stavu použitelnosti tak, aby nevyvozovaly nadměrný průhyb.



*Obr. 14: Umístění střešních vaznic (výpočtový model)*

### **c) Krokve**

Krokve jsou ve střešní konstrukci použity zejména z důvodu přenosu zatížení ze střešního pláště. Krokve mají profil 80x140 mm. Je zde také rozhodující mezní stav použitelnosti, tedy rozhodujícím hlediskem je průhyb.

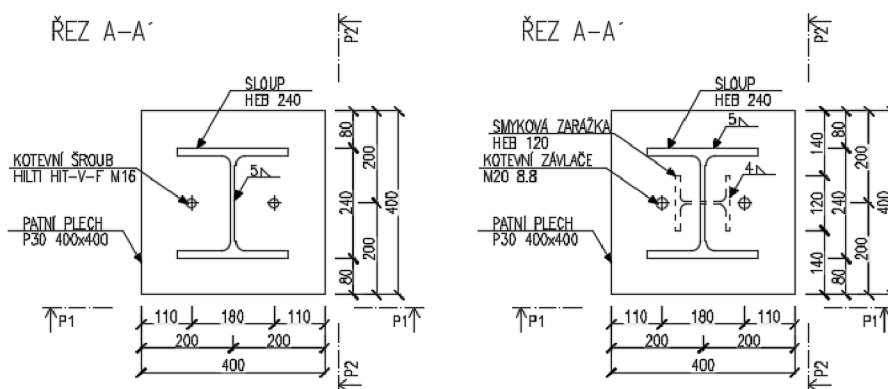


Obr. 15: Umístění krokvi (výpočtový model)

### A.5.7 Kotvení sloupů

Pro návrh bylo uvažováno, že kotvení bude kloubové jak ve směru příčném, tak podélném. Vnitřní sloupy budou kotveny pomocí chemických kotev Hilti HIT V-F-5.8. M16x400, taktéž krajní sloupy v podélném směru. Tlakovou sílu zde bude přenášet patní plech P30 o rozměrech 400x400mm. Zajištění sloupů, do kterých jsou připojena ztužidla, proti smyku je provedeno díky kotevní záračce délky 180 mm a profilu HEB 120. Sloupy krajní příčné budou kotveny pomocí kotevních závlaček ze závitových tyčí a to z důvodu tahových sil vznikajících od působení větru. V tomto kotvení jsou navrženy vysokopevnostní závitové tyče délky 800 mm M20x800-8.8 – 2 kusy/kotvení.

Samotné základové konstrukce budou tvořeny jako železobetonové základové patky o rozměrech 2x2 m. Beton C20/25.



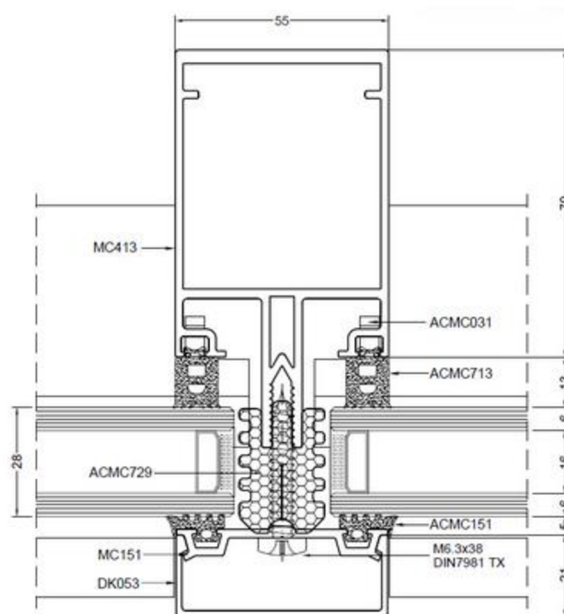
Obr. 16: Detail kotvení(1. kotvení běžných sloupů; 2. kotvení krajních příčných sloupů)



## A.5.8 Opláštění

Opláštění budovy je tvořeno dvěma druhy obvodových pláštů.

Strana Jižní a Západní bude opláštěna lehkými sklo-hliníkovými panely od firmy TERMETAL Moravia s.r.o. Tento druh obvodového pláště bude uložen na vyložené stropní desce. Těmito panely bude opláštěna také čelní strana schodišťového prostoru na straně Východní.



Obr. 17: Detail opláštění

Strana Severní a východní bude opláštěna pomocí plynosilikátových tvárníc Porfíx. Pod samotnou stěnou bude proveden základ tak, aby stěna přenášela svou vlastní hmotnost a nezatěžovala převislý konec desky. Po vyzdění se na stěně provede tepelná izolace a dřevěný obklad.

## A.6 Zatížení

### A.6.1 Stálé:

Vl. tíha – generováno programem

Ostatní Stálé :Podlaha typického podlaží 5,02 kN/m<sup>2</sup>

Terasa 7,46 kN/m<sup>2</sup>

Střecha	2,27 kN/m <sup>2</sup>
Lehký obvodový plášť	0,60 kN/m <sup>2</sup>
Zděný plášť	2,82 kN/m <sup>2</sup>
Tíha podhledu + vzduchotechnika	0,40 kN/m <sup>2</sup>

### A.6.2 Proměnné:

Užitné: Normové zatížení	2,50 kN/m <sup>2</sup>
Tíha příček	1,00 kN/m <sup>2</sup>
Charakteristická hodnota zatížení sněhem	0,8 kPa
Základní rychlost větru	25 m/s

## A.7 Výkaz materiálu, cena konstrukce

Tab.2: Výkaz materiálu

Materiál	Hmotnost [kg]	Povrch [m <sup>2</sup> ]	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]
S 235	88966,0	2025,452	7850,0	1,1333e+01
C20 (EN 338)	1012,7	357,819	400,0	2,5317e+00
C24 (EN 338)	3392,9	292,681	420,0	8,0784e+00
GL 24h (EN 14080)	11912,9	420,360	420,0	2,8364e+01

Celková hmotnost: Ocelová část – 88,97 t

Dřevěná část – 16,32 t

Pokud se budeme zabývat cenou konstrukce, pouze za materiál, budu uvažovat s cenou oceli cca 14 030 Kč/t. Cena dřeva rostlého cca 8 000 Kč/m<sup>3</sup> a dřeva lepeného lamelového cca 16 000 Kč/m<sup>3</sup>.

Cena oceli:  $88,97 \cdot 14030 = 1\,250\,000$  Kč

Cena dřeva celkem:  $10,5 \cdot 8000 + 28,4 \cdot 16000 = 540\,000$  Kč

Celková cena konstrukce: 1 790 000 Kč

## A.8 Přeprava

Největší prvek:	Dřevěný plnostěnný nosník
Rozměry:	13,6x0,18x1,095
Hmotnost:	$2,68 \cdot 380 = 1018,6$ kg



Obr. 18: Souprava Faymonville Combimax

Pro daný nosník je třeba zajistit přepravu nadměrného nákladu. Pro tuto přepravu byla vybrána firma Pavel Švestka s.r.o., která disponuje příslušným povolením a podvalníkem Faymonville Combimax o délce 18m s celkovou nosností 108t.

Bude možno přepravit všech 7 nosníků najednou. Celková hmotnost nosníků 7,13t.

## A.9 Montáž konstrukce

Celková montáž konstrukce bude probíhat následovně:

1. Nejprve se provedou výkopové práce a poté základové konstrukce, tedy základové patky v daném rastru. Patky pro kotvení vnitřních dvou sloupů v příčných stěnách už budou obsahovat předem uložené kotevní závlače pro kotvení sloupů. Kotvení ostatních sloupů bude provedeno pomocí chemických kotev dodatečně vložených.

2. Po zatvrdnutí patek bude možno osazovat nosné sloupy. Ty budou již z výroby obsahovat kotevní plechy a plechy pro připojení průvlaků a stropnic. Sloupy se budou svařovat po výšce, vždy v místě stropní desky. Nastavení sloupů proběhne až po vytvoření celé prutové konstrukce daného patra.

3. Montáž průvlaků, na osazené sloupy bude probíhat na předem připravené montážní plechy s otvory. Tím vytvoříme tuhou vazbu ve směru podélném. Průvlaky budou obsahovat výztuhy, na které se budou montovat stropnice. Stropnice budou mít v místě kotvení na průvlaky odstraněnou horní i dolní pásnici tak, aby průvlak i stropnice byly uloženy ve stejné výšce.

4. Montáž ztužidel proběhne v každém patře zvlášť. Tak aby došlo ke ztužení již při výstavbě. Ztužidla budou montovaná taktéž na předem připravené montážní plechy.

5. Provedení všech pater tímto způsobem zajišťuje bezpečnou montáž. V místě stropu 2.NP je nutné provést montážní ztužidla. Po provedení všech pater dojde k vytvoření střešní konstrukce v úrovni 3.NP. Konstrukce bude ihned opláštěna a zajištěna proti povětrnostním vlivům.

6. Dále je nutné provést samotné stropní desky v úrovni podlaží a také podkladní betonovou desku. Součástí betonáže bude i provedení schodiště.

7. Poslední fází, kterou je nutno provést pro dokončení hlavních částí konstrukce je opláštění. Lehké opláštění bude provádět specializovaná firma. Taktéž provedení zděného pláště provede certifikovaná firma. V obou případech musí být dodržen technologický postup daný výrobcem.

## **A.10 Výsledky statického ověření**

Byl sestaven prostorový model konstrukce administrativní budovy, na který se dále aplikovalo zatížení, a to zatížení stálé, a proměnné. Pod proměnné zatížení spadá zatížení klimatické (sněhem, větrem) a zatížení užitné + tíha příček. Při zatížení sněhem byl v místě terasy dále uvažován vznik návějí a to jak u atiky, tak u stěny budovy.

Z těchto zatížení byly vytvořeny kombinace zatěžovacích stavů pro mezní stav únosnosti a použitelnosti. Výsledky jsou řešeny v příloze – Statický výpočet.

Z výsledků vyplývá, že celá konstrukce Vyhoví jak na mezní stav únosnosti, tak na mezní stav použitelnosti.

Tab.3: Posouzení ocelových prvků v programu Scia Engineer 17.1

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	Materiál	UC celkový [-]	UC průřez [-]
B2	0,000	CO1 ÚNOSNOST/1	SLOUP - HEB240	S 235	<b>0,66</b>	0,38
B731	0,000	CO1 ÚNOSNOST/2	PRŮVLAKY OSTATNÍ - IPE400	S 235	<b>0,94</b>	0,67
B60	3,500-	CO1 ÚNOSNOST/3	STROPNICE 7m - IPE300	S 235	<b>0,62</b>	0,62
B109	2,500-	CO1 ÚNOSNOST/4	STROPNICE 5m - IPE220	S 235	<b>0,68</b>	0,68
B1089	0,000	CO1 ÚNOSNOST/5	PRŮVLAKY TERASA - IPE360	S 235	<b>0,82</b>	0,82
B1013	2,520-	CO1 ÚNOSNOST/6	STROPNICE 2.NP TERASA - IPE330	S 235	<b>0,66</b>	0,66
B283	0,000	CO1 ÚNOSNOST/7	ZTUŽIDLO 3 - ROR.133/10.0	S 235	<b>0,97</b>	0,30
B484	0,000	CO1 ÚNOSNOST/8	ZTUŽIDLO 1 - ROR.88.9/5.0	S 235	<b>0,87</b>	0,15
B458	0,000	CO1 ÚNOSNOST/9	ZTUŽIDLO 2 - ROR.108/7.1	S 235	<b>1,00</b>	0,21
B426	0,000	CO1 ÚNOSNOST/9	PRŮVLAKY 3.NP - IPE300	S 235	<b>0,09</b>	0,03

Tab.4: Posouzení dřevěných prvků v programu Scia Engineer 17.1

Nosník	Průřez	Materiál	dx [m]	Zatěžovací stav	Jedn.posudek [-]	Posudek v řezu [-]	Posudek stability [-]
B2009	VAZNICE 3 - OBDEL	C24 (EN 338)	0,000	CO1 ÚNOSNOST/1	<b>0,36</b>	0,34	0,36
B1775	VAZNICE 1 - OBDEL	GL 24h (EN 14080)	0,625	CO1 ÚNOSNOST/1	<b>0,52</b>	0,52	0,48
B1954	VAZNICE 2 - OBDEL	GL 24h (EN 14080)	0,000	CO1 ÚNOSNOST/1	<b>0,52</b>	0,49	0,52
B1460	KROKVE - OBDEL	C24 (EN 338)	1,400	CO1 ÚNOSNOST/1	<b>0,60</b>	0,60	0,44
B2166	STR. NOSNÍK 1 - OBDEL	GL 24h (EN 14080)	0,600	CO1 ÚNOSNOST/1	<b>0,85</b>	0,85	0,28

## A.11 Seznam použité literatury

- ČSN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro navrhování pozemních staveb
- ČSN EN 14080: Dřevěné konstrukce – Lepené lamelové dřevo – Požadavky

- ČSN EN 386: Lepené lamelové dřevo – Požadavky na užité vlastnosti a minimální výrobní požadavky
- Doc. Ing. Bohumil Straka ,CSc., Ing. Karel Sýkora – Dřevěné konstrukce, studijní opory BO03, VUT – Fast Brno, 2005
- Ing. Karel Sýkora – Kovové a dřevěné konstrukce, studijní opory BO07, VUT – Fast Brno, 2005
- Sněhová mapa – dostupné z: <http://www.snehovamapa.cz/>
- Lehké opláštění – dostupné z: <http://www.termetalmoravia.cz/>
- Zděná část opláštění – dostupné z: <http://www.porfix.cz/>
- Průřezové charakteristiky– dostupné z: <http://www.staticstools.eu/>

## **A.12 Závěr**

Výsledkem je návrh ocelového skeletu administrativní budovy a to pomocí programu Scia Engineer 17.1. Výsledky z tohoto programu byly ověřeny ručním výpočtem. Všechny prvky tedy vyhoví na MSÚ i MSP.

Výkresová dokumentace byla vypracována v programu Archicad 19 a Autocad 2016.

Vedoucí Práce:

Ing. Milan Šmak, Ph.D.

Autor Práce:

Josef Svršek