



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

HORSKÝ HOTEL V KRÁLÍKÁCH

MOUNTAIN HOTEL IN KRÁLÍKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Zdislava Hoffmannová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. MILAN ŠMAK, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Zdislava Hoffmannová
Název	Horský hotel v Králíkách
Vedoucí práce	doc. Ing. Milan Šmak, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2020
Datum odevzdání	15. 1. 2021

V Brně dne 31. 3. 2020

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 1991-1 "Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1: Obecná zatížení"

ČSN EN 1993-1 "Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby"

ČSN EN 1995-1 "Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby"

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte návrh nosné konstrukce třípodlažního horského hotelu v lokalitě Králíky. Při návrhu konstrukce respektujte požadavky na tvarové a dispoziční uspořádání objektu. Nosné konstrukční prvky navrhnete s využitím lepeného lamelového dřeva, rostlého dřeva, materiálů na bázi dřeva nebo oceli. Volba materiálu, základních dispozičních a konstrukčních parametrů je součástí diplomové práce.

Rozměry hotelu s přibližným půdorysným tvarem "U" uvažujte cca 40 x 26 m.

Požadované výstupy:

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

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

doc. Ing. Milan Šmak, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce byl návrh dřevěné nosné konstrukce horského hotelu v oblasti města Králíky. Jednalo se o třípodlažní objekt půdorysného tvaru U. Projekt byl proveden ve dvou variantách. První varianta byla dřevěný skeletový systém se stěnami z dřevěných sloupků opláštěných OSB deskami, které zajišťují prostorovou stabilitu konstrukce. Model byl vytvořen v programu SCIA Engineer 19.1 jako prutová konstrukce. Vnitřní síly byly stanoveny lineárním výpočtem. Posouzení prvků na mezní stav únosnosti a použitelnosti proběhlo pomocí programu SCIA Engineer 19.1. Kotvení a spoje a byly navrženy dle platných norem ručním výpočtem. Jako materiál nosné konstrukce bylo zvoleno lepené lamelové dřevo třídy GL24h a GL32h, stěny a pomocné konstrukce pak byly uvažovány z materiálu C24. Druhá varianta byla tvořena z CLT panelů Novatop, které byly nadimenzovány ručním výpočtem, stropní a střešní panely Element byly posouzeny v programu Element společnosti Agrop Nova a.s. Pro posouzení spojů a celkových deformací byl vytvořen 3D model v rámci programu SCIA Engineer 19.1. Práce zahrnuje technickou zprávu, statické výpočty obou variant a výkresovou dokumentaci.

KLÍČOVÁ SLOVA

Konstrukce, skelet, dřevo, horský hotel, lepené lamelové dřevo, rostlé dřevo, CLT, kotvení, spoje, sloup, průvlak, krokev, statický výpočet

ABSTRACT

The subject of this thesis was a structural design of a timber structure of a mountain hotel in Králíky. The object was a three storey building in a shape of letter U. The project was made in two different variations. The first one consisted of timber frame system with walls securing spacial stability. Computational model was created as a spacial bar 3D model in SCIA Engineer 19.1. The internal forces were calculated using the linear static analysis. The loadbearing structure was designed according to ultimate and serviceability limit states in SCIA Engineer 19.1. The thesis includes joints and anchorage design according to valid standards. Glue laminated timber was chosen as a material for the loadbearing structure while solid timber was chosen for wall structures. The second variation was made out of cross laminated panels. Wall panels were calculated by hand calculation whereas floor and roof panels were calculated using Agrop Nova Element software. Spatial model was made in SCIA Engineer 19.1 software to design joints and for global deformation check as well. The thesis includes engineering report, structural design report as well as drawings.

KEYWORDS

Structure, frame, timber, mountain hotel, glue laminated timber, solid timber, cross laminated timber, anchorage, joints, column, beam, rafter, structural design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Zdislava Hoffmannová *Horský hotel v Králíkách*. Brno, 2021. 44 s., 358 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Milan Šmak, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Horský hotel v Králíkách* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13. 1. 2021

Bc. Zdislava Hoffmannová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Horský hotel v Králíkách* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2021

Bc. Zdislava Hoffmannová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji především vedoucímu této diplomové práce doc. Ing. Milanu Šmakovi, Ph.D. za vstřícnost, odborné rady a pozitivní přístup.

Dále mé díky patří rodičům za podporu a umožnění mého studia, mému strýci za praktické dovednosti v projektování a všem mým blízkým, kteří mě podporovali v nejtěžších chvílích.

OBSAH DIPLOMOVÉ PRÁCE

- A Technická zpráva
- B Statický výpočet – varianta 1
- C Příloha ke statickému výpočtu – varianta 1
- D Statický výpočet – varianta 2
- E Příloha ke statickému výpočtu – varianta 2
- F Výkresová dokumentace



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

HORSKÝ HOTEL V KRÁLÍKÁCH

MOUNTAIN HOTEL IN KRÁLÍKY

TECHNICKÁ ZPRÁVA

ENGINEERING REPORT

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Zdislava Hoffmannová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. MILAN ŠMAK, Ph.D.

BRNO 2021

Obsah technické zprávy

1. ÚVOD.....	1
Základní informace, popis stavby.....	1
Popis konstrukce	2
Umístění stavby.....	2
Dispozice	3
2. PODKLADY, NORMY.....	4
3. VARIANTA 1.....	5
Zatěžovací stavy a kombinace.....	5
Kombinace.....	7
Průřezy	8
Přehled	8
Hlavní nosné prvky:	11
Mezní stav únosnosti a použitelnosti.....	16
Spoje.....	20
D1 – přípoj průvlaků na vnitřní sloup (kolmo)	21
D2 – přípoj průvlaků na vnitřní sloup (odklon 30°)	22
D3 – přípoj průvlaků na vnější sloup (kolmo).....	23
D4 – přípoj průvlaků na vnější sloup (odklon 30°)	23
D5 – přípoj stěnového sloupku k prahu	24
D6 – přípoj krokve k vaznici.....	25
D7 – přípoj dlouhé stropnice k vnějšímu průvlaků	25
D8 – přípoj krátké stropnice k vnějšímu průvlaků.....	26
D9 – přípoj stropnic k vnitřnímu průvlaků	26
D10 – přípoj stropnic k průvlaků pod úhlem 30°	27
K1 – kotvení sloupů	28
K2 – kotvení prahů	29
K3 – kotvení balkonových sloupů.....	29
Doprava	30
Montáž	30
Ochrana	30
Výkazy.....	30
4. VARIANTA 2.....	32
Zatěžovací stavy a kombinace.....	32
Kombinace.....	32

Průřezy	33
Mezní stav únosnosti a použitelnosti.....	33
Posudek prutových prvků.....	33
Posouzení plošných prvků.....	34
Spoje.....	36
D1a – přípoj stěnových panelů Solid tl. 168 mm.....	37
D1b – přípoj stěnových panelů Solid tl. 124 mm	37
D2 – přípoj stropních panelů Element	37
D3 – přípoj stropního panelu Element ke stěně	37
D4 – přípoj stěn pod úhlem 120°	38
D5 – přípoj střešního panelu Element ke stěně	38
K1 – kotvení stěnových panelů	38
K2 – kotvení sloupů	38
Doprava a montáž	38
Ochrana	39
Výkazy.....	39
5. ZÁVĚR	40
6. POUŽITÉ DOKUMENTY A SOFTWARE	40
Normy.....	40
Software	41
Literatura a internetové zdroje	41
7. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ V TECHNICKÉ ZPRÁVĚ	42
8. SEZNAM OBRÁZKŮ	43
9. SEZNAM TABULEK	44
10. SEZNAM PŘÍLOH.....	44

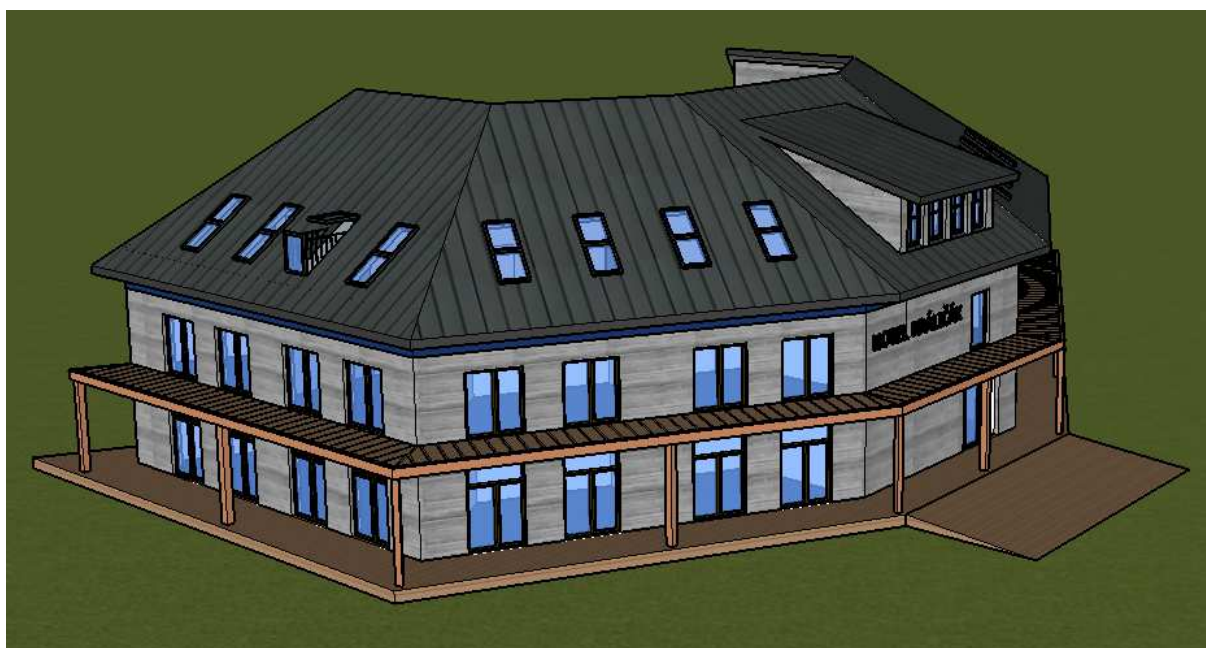
1. ÚVOD

ZÁKLADNÍ INFORMACE, POPIS STAVBY

Diplomová práce se zabývá návrhem konstrukčního řešení objektu horského hotelu v oblasti města Králíky. Objekt je třípodlažní s šikmou střechou se sklonem cca 36°. Ve střední části je součástí střechy také vikýř se sklonem střechy cca 11°. V přízemí se nachází příslušenství hotelu včetně restauračního zařízení. Hostinské pokoje jsou situovány ve druhém a třetím nadzemním podlaží. K pokojům druhého nadzemního podlaží přiléhá rozlehlá terasa. Třetí nadzemní podlaží je kryté šikmou střechou, okna v pokojích jsou uvažována střešní. Objekt má půdorysný tvar U. Střední část zahrnuje vstup do objektu a komunikační prostory včetně prostoru pro schodiště. Boční části jsou tvořeny segmenty lichoběžníkového tvaru. Celkové rozměry stavby jsou cca 40x26 m. Výška je cca 13 m.



Obrázek 1 Vizualizace hotelu - pohled jižní



Obrázek 2 Vizualizace hotelu

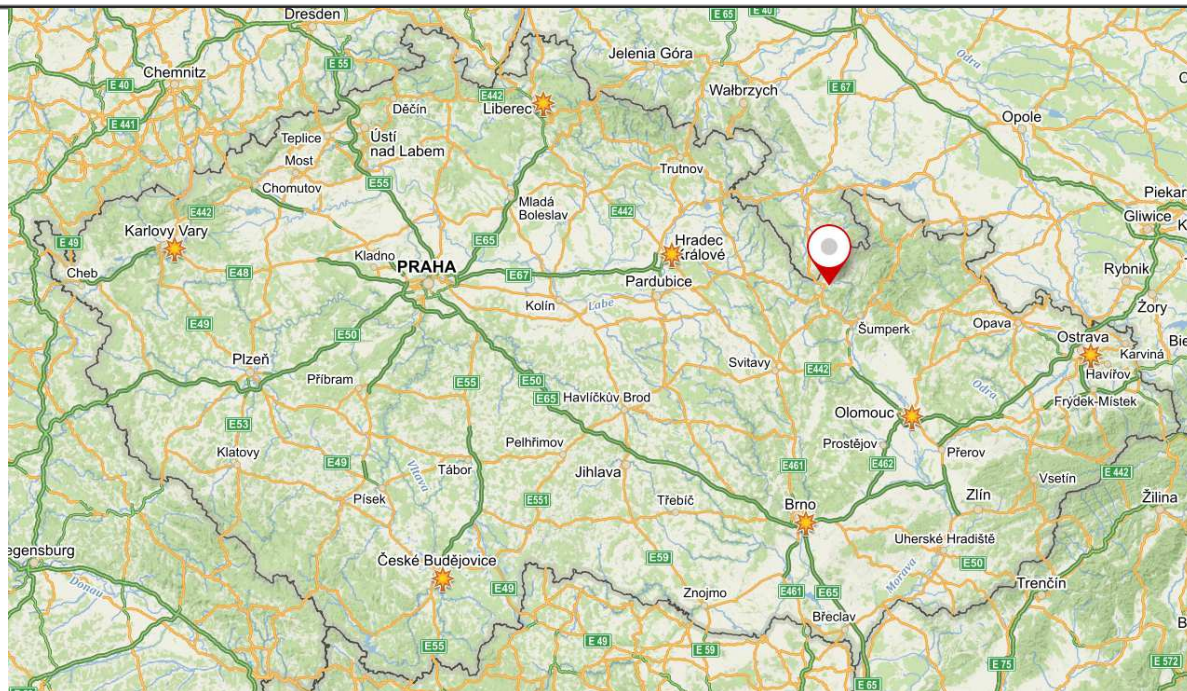
POPIS KONSTRUKCE

První varianta návrhu konstrukce je tvořena dřevěným skeletem z lepeného lamelového dřeva. Hlavní nosná konstrukce je tvořena sloupy a průvlaky, které vynášejí stropnice a krokve. Sloupy jsou kotveny do betonových patek pomocí plechů a závitových tyčí s chemickou kotvou. Z důvodu přenosu velkých sil jsou nutné výztuhy. Prostorové ztužení zajišťují stěny ze sloupků po 625 mm (pevnostní třídy C24) opláštěných OSB. V oblasti okenních a dveřních otvorů jsou sloupky zdvojené pro uložení překladů. Sloupky jsou kotveny do prahů. Dolní práh 1.NP je kotven do betonové desky (případně betonových pasů) pomocí závitových tyčí. Ostatní prahy mají pouze konstrukční funkci a byly v modelu zanedbány. Stropy jsou tvořeny dřevěnými stropnicemi se zatěžovací šířkou 0,5 m. Střecha je tvořena krokvemi s rozestupy 1 m. Stavba byla modelována jako 3D prutová konstrukce v programu SCIA Engineer 19.1, kde byl proveden výpočet vnitřních sil a posouzení prvků (lineární výpočet metodou konečných prvků). Podpory byly uvažovány jako kloubové neposuvné. Veškeré spoje byly modelovány jako kloubové. Bednicí prvky OSB zajišťující celkovou prostorovou stabilitu byly nahrazeny fiktivními prutovými prvky o šířce tažené diagonály. Pro výpočet spojů a kotvení byl použit MS Excel. Výkresová dokumentace byla zpracována v programu CADKON+ 2020. Výpočet byl zpracován dle platných norem ČSN. Byly použito lepené lamelové dřevo GL24h a GL32h, dále pak jehličnaté dřevo pevnostní třídy C24. Ve spojích byly použity plechy z oceli S235 a S355. Spojovací kolíkové prvky (svorníky a kolíky) byly uvažovány pevnostní třídy 8.8. Dále byly ve spojích použity vruty společnosti Rothoblaas a úhelníky společnosti Bova s hřebíky jako spojovací prostředky.

Druhá varianta konstrukce je tvořena CLT panely. Uvažovaná pevnostní třída dřeva je C24, žebra panelů Element z lepeného lamelového dřeva GL24h. Jako výchozí byly uvažovány stěnové a stropní panely Novatop společnosti Agrop Nova a.s. Byly použity stěnové panely Solid tloušťky 168 a 124 mm. Pro strop nad 3.NP byl použit panel Solid tloušťky 116 mm. Pro stropní konstrukce nad 1.NP a 2.NP byly uvažovány panely Element tvořené horním a spodním pásem s žebry. Tyto panely byly uvažovány i pro zastřešení. V některých místech jsou stropní panely podepřeny průvlaky se sloupy, pro prutové prvky byly použity materiály GL32h a C24. Návrh stěnových panelů byl proveden ručním výpočtem. Pro panely Element byl použit program společnosti Agrop Nova a.s. – Novatop Elements verze 4.2. Pro posouzení celkových deformací a zjištění vnitřních sil pro výpočet spojů byl vytvořen 3D model v programu SCIA Engineer 19.1. Model se skládá z plošných a prutových prvků. Pro plošné prvky byla zadána ortotropie pomocí matic tuhostí příslušných panelů, které generoval program CLT Designer. Napojení panelů bylo modelováno liniovými klouby. Prutové prvky byly posouzeny pomocí programu SCIA Engineer 19.1 (lineární výpočet metodou konečných prvků). Pro posouzení stěnových panelů a spojů byl použit MS Excel. Výkresová dokumentace byla zpracována v programu CADKON+ 2020 na základě vzorů dokumentace Novatop.

UMÍSTĚNÍ STAVBY

Konstrukce je umístěna do Pardubického kraje, konkrétně do obce Králíky. Jako lokalita byla zvolena (část obce Králíky) Dolní Hedeč. Stavba je uvažována v nadmořské výšce cca 760 m n.m. Oblast je ve sněhové oblasti VII a ve větrné oblasti IV.



Obrázek 3 Mapa oblasti [1]



Obrázek 4 Pozice stavby [1]

DISPOZICE

Vstup do objektu je uvažován ve středním segmentu, kde se nachází recepce a hlavní komunikační prostory včetně schodiště. V prvním nadzemním podlaží jsou situovány společné a provozní prostory jako restaurační zařízení, úschovna sportovního vybavení, technická místnost atd. Pokoje jsou situovány ve druhém a třetím nadzemním podlaží. Standardní pokoj je uvažován jako třílůžkový

s vlastním hygienickým zařízením.



Obrázek 5 Vizualizace dispozice pokoje

Přístupová chodba je situována v severní (vnitřní) části objektu. Pokoje jsou orientovány na jihovýchod, jih až jihozápad s výhledem na klášter. K pokojům ve druhém nadzemním podlaží přiléhá terasa. Pokoje ve třetím nadzemním podlaží jsou podkrovní. Přívod světla je zajištěn střešními balkony VELUX Cabrio.



Obrázek 6 Střešní balkon VELUX Cabrio [2]

2. PODKLADY, NORMY

Zadání diplomové práce

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1995 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí

ČSN EN 338: Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti

ČSN EN 14080: Dřevěné konstrukce – Lepené lamelové dřevo – Požadavky

3. VARIANTA 1

Dřevěný skelet vyztužený sloupkovými stěnami opláštěnými OSB.

ZATĚŽOVACÍ STAVY A KOMBINACE

Zatížení se dělí na stálá a proměnná. Mezi stálá zatížení se řadí vlastní tíha generovaná programem SCIA Engineer 19.1 a ostatní stálé zatížení od opláštění nosných konstrukcí. Mezi proměnná zatížení patří klimatická zatížení od sněhu a větru. Dále se mezi proměnná zatížení řadí užitná zatížení v závislosti na účelu užívání.

Tabulka 1 Přehled zatěžovacích stavů

ozn.	název	typ	skupina zatížení
ZS1	vlastní tíha	stálé	stálé
ZS2	ostatní stálé	stálé	stálé
ZS3	vítr1	proměnné	vítr
ZS4	vítr2	proměnné	vítr
ZS5	vítr3	proměnné	vítr
ZS6	vítr4	proměnné	vítr
ZS7	vítr5	proměnné	vítr
ZS8	vítr6	proměnné	vítr
ZS9	vítr7	proměnné	vítr
ZS10	vítr8	proměnné	vítr
ZS11	vítr9	proměnné	vítr
ZS12	sníh 1	proměnné	sníh
ZS13	sníh 2	proměnné	sníh
ZS14	užitné A	proměnné	užitné A
ZS15	užitné C3	proměnné	užitné C
ZS16	užitné H	proměnné	užitné H

Charakteristické hodnoty zatížení dle statického výpočtu:

ZS1 vlastní tíha generováno programem SCIA Engineer 19.1

ZS2 ostatní stálé zatížení

Obvodová stěna	0,495 kN/m ²
Střecha	0,723 kN/m ²
Strop 1.NP, 2.NP	1,775 kN/m ²
Strop 3.NP	0,207 kN/m ²
Příčky	0,670 kN/m ²
Vnitřní stěna	0,598 kN/m ²

ZS3 – ZS11 zatížení větrem (oblast IV)

Tabulka 2 zatížení větrem na střechu se sklonem 36°

střecha 36°	θ°	$q_p(z)$ [kN/m ²]	C_{pe}	w_e [kN/m ²]
	F^+	1,42	0,7	0,994
	F^-	1,42	-0,2	-0,284
	G^+	1,42	0,7	0,994
	G^-	1,42	-0,2	-0,284
	H^+	1,42	0,48	0,682
	H^-	1,42	-0,08	-0,114

180°	q_p(z) [kN/m²]	C_{pe}	w_e [kN/m²]
<i>F</i> ⁻	1,42	-0,9	-1,278
<i>G</i> ⁻	1,42	-0,68	-0,966
<i>H</i> ⁻	1,42	-0,76	-1,079

90°	q_p(z) [kN/m²]	C_{pe}	w_e [kN/m²]
<i>F_{up}</i> ⁻	1,42	-1,86	-2,641
<i>F_{low}</i> ⁻	1,42	-1,3	-1,846
<i>G</i> ⁻	1,42	-1,46	-2,073
<i>H</i> ⁻	1,42	-1	-1,420
<i>I</i> ⁻	1,42	-0,84	-1,193

Tabulka 3 Zatížení větrem na stěny

stěny

h/d = 1,53	q_p(z) [kN/m²]	C_{pe}	w_e [kN/m²]
<i>A</i> ⁻	1,42	-1,2	-1,704
<i>B</i> ⁻	1,42	-0,8	-1,136
<i>C</i> ⁻	1,42	-0,5	-0,710
<i>D</i> ⁺	1,42	0,8	1,136
<i>E</i> ⁻	1,42	-0,503	-0,714

Tabulka 4 Zatížení větrem na střechu vikýře se sklonem 11°

vikýř 11,3°

0°	q_p(z) [kN/m²]	C_{pe}	w_e [kN/m²]
<i>F</i> ⁺	1,42	0,126	0,179
<i>F</i> ⁻	1,42	-0,944	-1,340
<i>G</i> ⁺	1,42	0,126	0,179
<i>G</i> ⁻	1,42	-0,948	-1,346
<i>H</i> ⁺	1,42	0,126	0,179
<i>H</i> ⁻	1,42	-0,411	-0,584

180°	q_p(z) [kN/m²]	C_{pe}	w_e [kN/m²]
<i>F</i> ⁻	1,42	-2,174	-3,087
<i>G</i> ⁻	1,42	-1,3	-1,846
<i>H</i> ⁻	1,42	-0,863	-1,225

90°	q_p(z) [kN/m²]	C_{pe}	w_e [kN/m²]
<i>F_{up}</i> ⁻	1,42	-2,289	-3,250
<i>F_{low}</i> ⁻	1,42	-1,785	-2,535
<i>G</i> ⁻	1,42	-1,863	-2,645
<i>H</i> ⁻	1,42	-0,726	-1,031
<i>I</i> ⁻	1,42	-0,626	-0,889

Tabulka 5 Zatížení větrem na terasu

terasa	$q_p(z)$ [kN/m ²]	C_{pe}	w_e [kN/m ²]
průměr	0,99	-1,64	-1,624
okraj B	0,99	-1,8	-1,782
okraj C	0,99	-2,2	-2,178

ZS12 – ZS13 zatížení sněhem (oblast VII)

Zatížení na střeše se sklonem 36°

$$S_{(36^\circ)} = 2,05 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení na střeše se sklonem 11°

$$S_{(11^\circ)} = 2,56 \text{ kN/m}^2$$

ZS14 – ZS16 užité zatížení

Tabulka 6 Užité zatížení

kategorie A	q_k [kN/m ²]
stropní konstrukce	1,5
schodiště	3
balkóny	3
kategorie C	
chodby C3	5
restaurace C1	3
kategorie H	
střecha nepřístupná	0,75

Tabulka 7 Základní zatěžovací šířky

prvek	ZŠ [mm]
stropnice	500
krokve	1000
stěnové sloupky	625

KOMBINACE

V kombinaci je uvažován vždy jen jeden zatěžovací stav sníh nebo vítr (výběrové zatížení). Kombinace pro první mezní stav únosnosti MSÚ a druhý mezní stav použitelnosti MSP byly generovány programem SCIA Engineer 19.1. Střecha je kategorie H – střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav. Neuvažuje se současné působení užitných zatížení a zatížení sněhem nebo větrem. Zatížení kategorie H je v tomto případě příznivější než zatížení sněhem, v kombinacích není dále uvažováno.

Pro první mezní stav únosnosti byl použit soubor EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B (kombinační rovnice 6.10a) a 6.10b)).

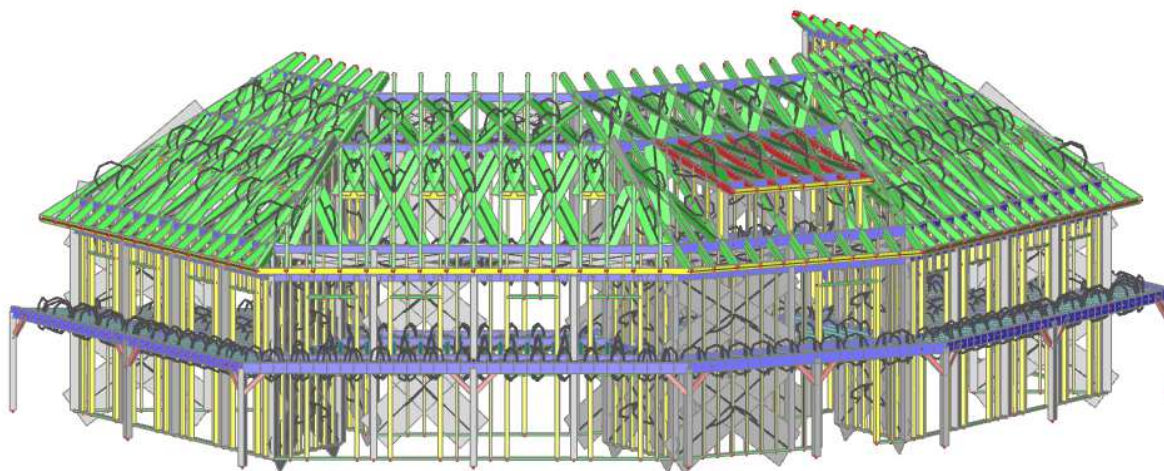
Pro mezní stav použitelnosti byla použita kombinace EN MSP charakteristická.

PRŮŘEZY

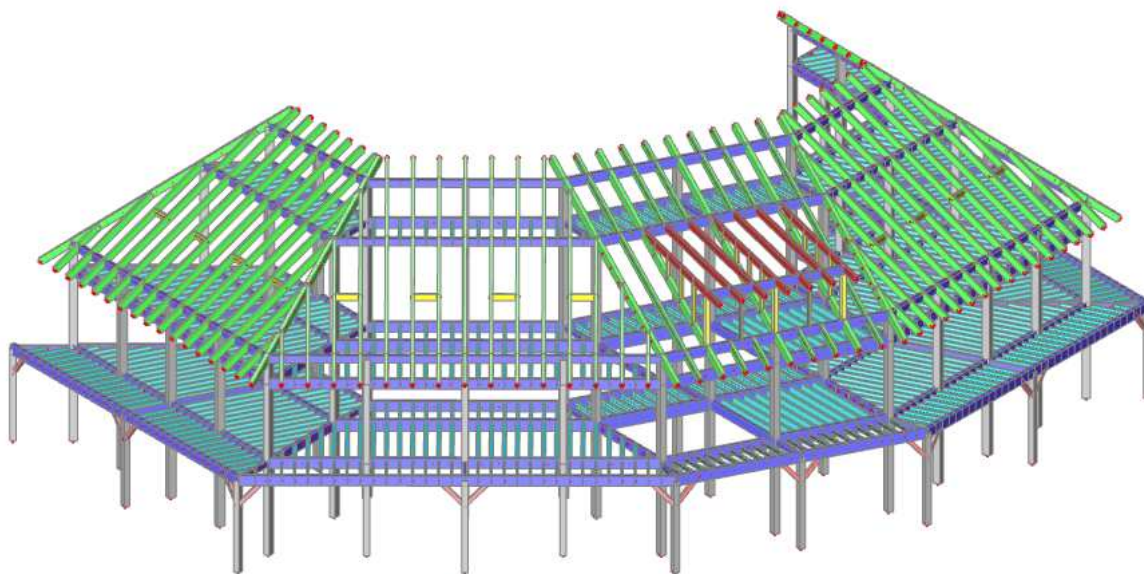
Přehled

Tabulka 8 Přehled použitých průřezů

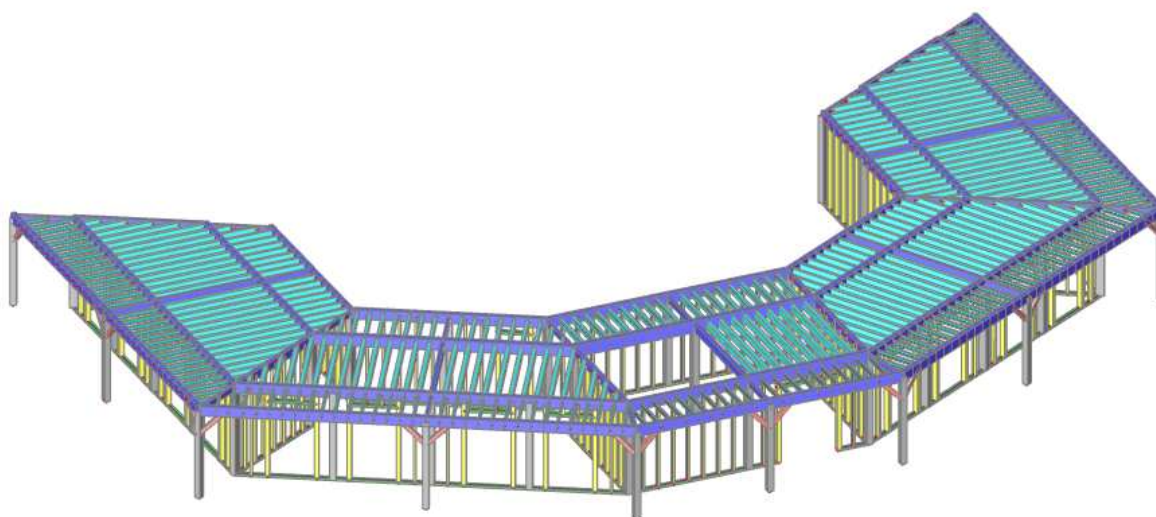
OZN.	Průřez	materiál	rozměry bxh [mm]
1	SLOUPY	GL32h	240x320
2	SLOUP BALKON	GL32h	240x240
3	PRŮVLAKY PODÉLNÉ VNĚJŠÍ	GL24h	200x400
4	PRŮVLAKY VNITŘNÍ PODÉLNÉ	GL32h	240x440
5	PRŮVLAKY PŘÍČNÉ DLOUHÉ	GL24h	160x360
6	PRŮVLAKY PŘÍČNÉ KRÁTKÉ	GL24h	120x240
7	PRŮVLAKY BALKON	GL24h	200x400
8	PRŮVLAKY SCHODIŠTĚ	GL32h	240x480
9	STROPNICE KRÁTKÉ	GL24h	120x240
10	STROPNICE DLOUHÉ	GL24h	160x280
11	STROPNICE BALKON	GL24h	80x160
12	VAZNICE	GL24h	240x280
13	VAZNICE STŘED	GL24h	240x360
14	VAZNICE VIKÝŘ	GL24h	200x320
15	KROKVE	GL24h	120x280
16	KROKVE VIKÝŘ	GL24h	120x280
17	NÁROŽNÍ KROKVE	GL24h	180x280
18	LEMOVACÍ PRVEK	C24	50x240
19	PRAHY	C24	200x80
20	SLOUPKY	C24	80x200
21	SLOUPKY DVOJITÉ	C24	160x200
22	VZPĚRY	C24	140x160
23	SLOUPKY VIKÝŘ	C24	80x160
24	PŘEKLADY STŘEŠNÍ OKNA	C24	100x260
25	PŘEKLADY OKNA	C24	200x100



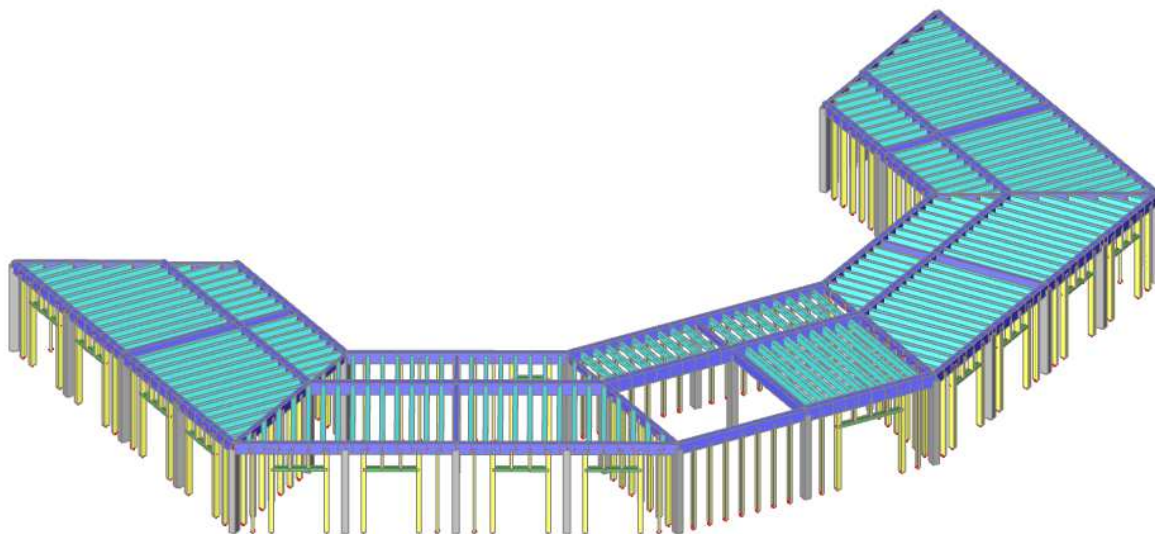
Obrázek 7 Model konstrukce včetně fiktivních prutů



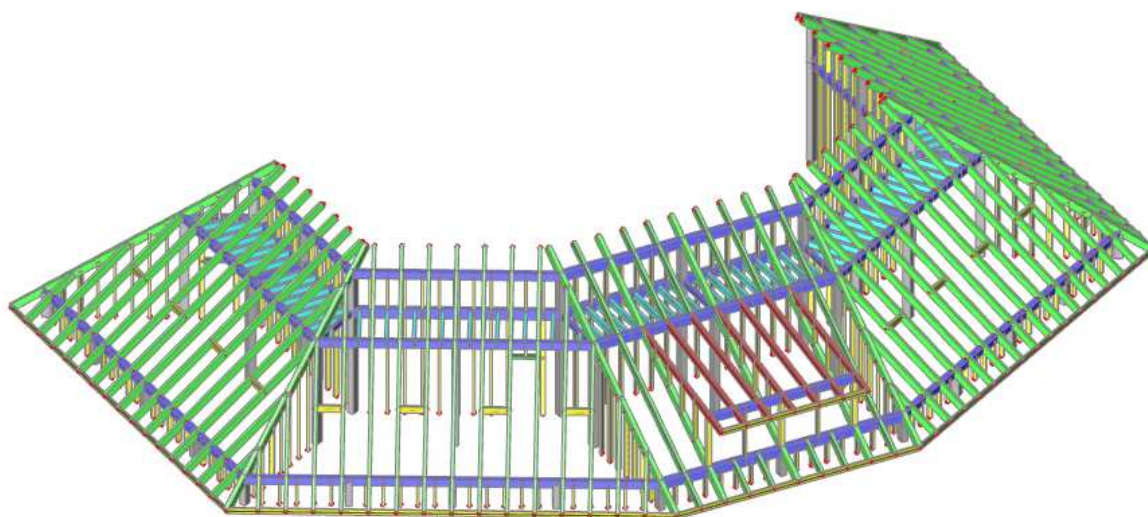
Obrázek 8 Model konstrukce bez výztužných stěn



Obrázek 9 Prvky 1.NP



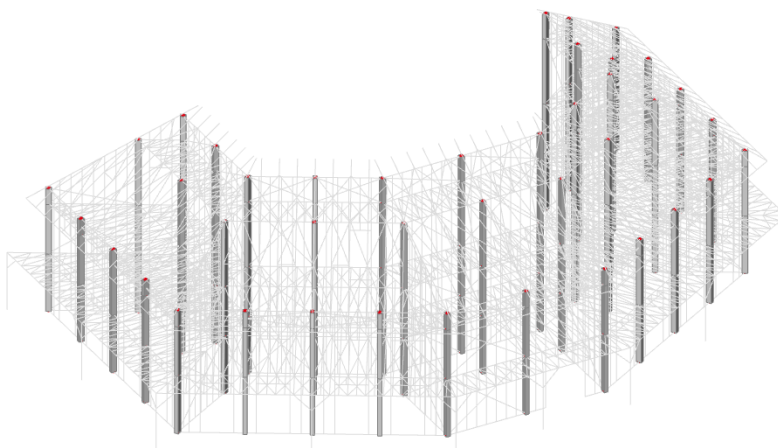
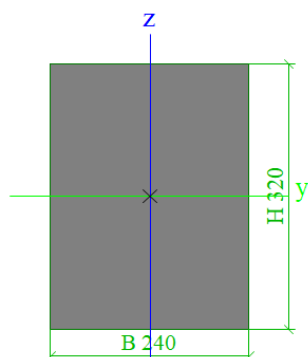
Obrázek 10 Prvky 2.NP



Obrázek 11 Prvky 3.NP

Hlavní nosné prvky:

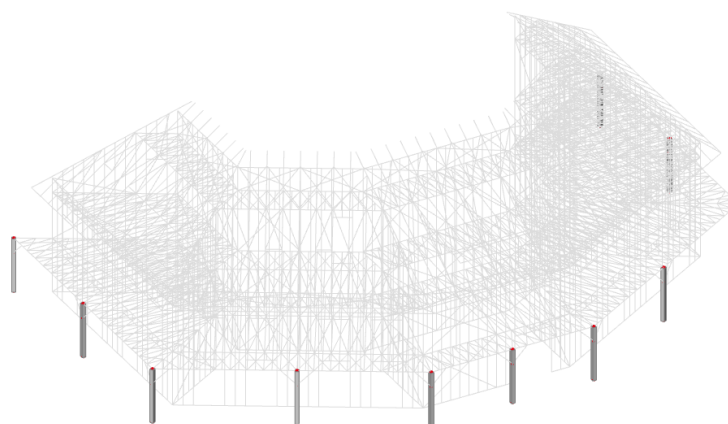
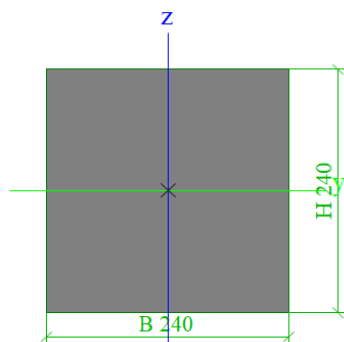
Sloupy



Obrázek 12 Sloupy 240x320 mm

Sloupy jsou hlavní nosný prvek skeletového systému konstrukce. Jsou tvořeny profily obdélníkového průřezu 240x320 mm z lepeného lamelového dřeva pevnostní třídy GL32h. Slouží pro přenos zatížení ze střechy a stropů do betonových základů. Kotvení je provedeno pomocí plechů, které jsou přikotveny k betonovému podkladu pomocí závitové tyče a chemické kotvy. Z důvodu velkých horizontálních sil v kotvení jsou nutné výztuhy.

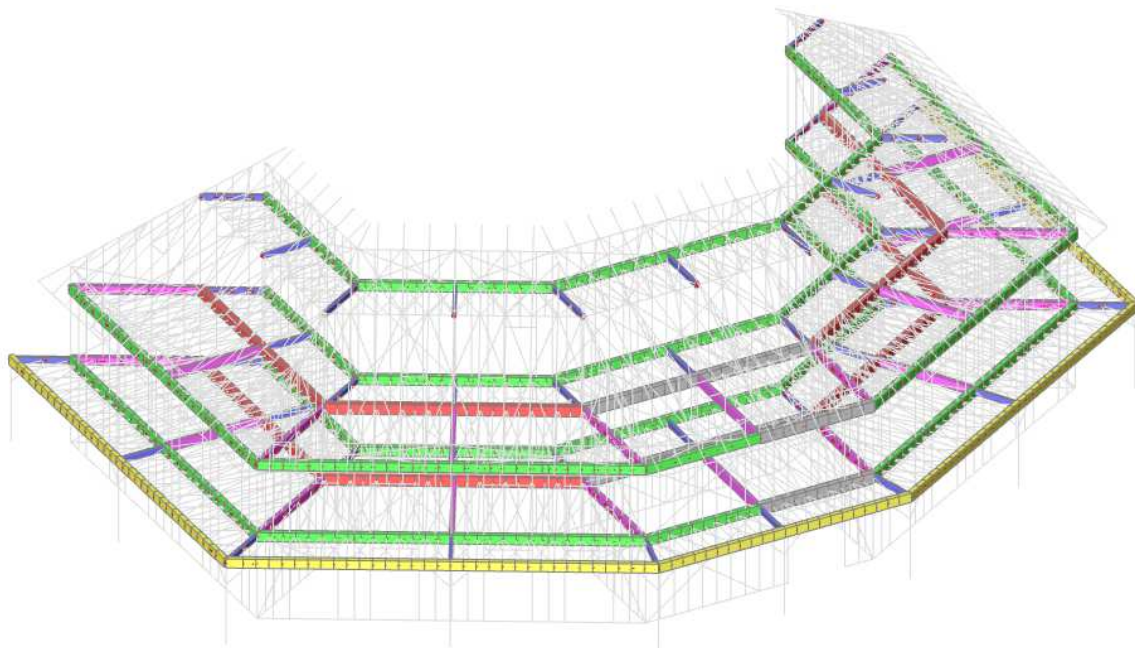
Balkonové sloupy



Obrázek 13 Balkonové sloupy 240x240 mm

Balkonové sloupy přenášejí zatížení od terasy. Jsou tvořeny profily z lepeného lamelového dřeva třídy GL32h průřezu 240x240 mm. Kotvení je provedeno pomocí plechů, které jsou přikotveny k betonovému podkladu pomocí závitové tyče a chemické kotvy.

Průvlaky



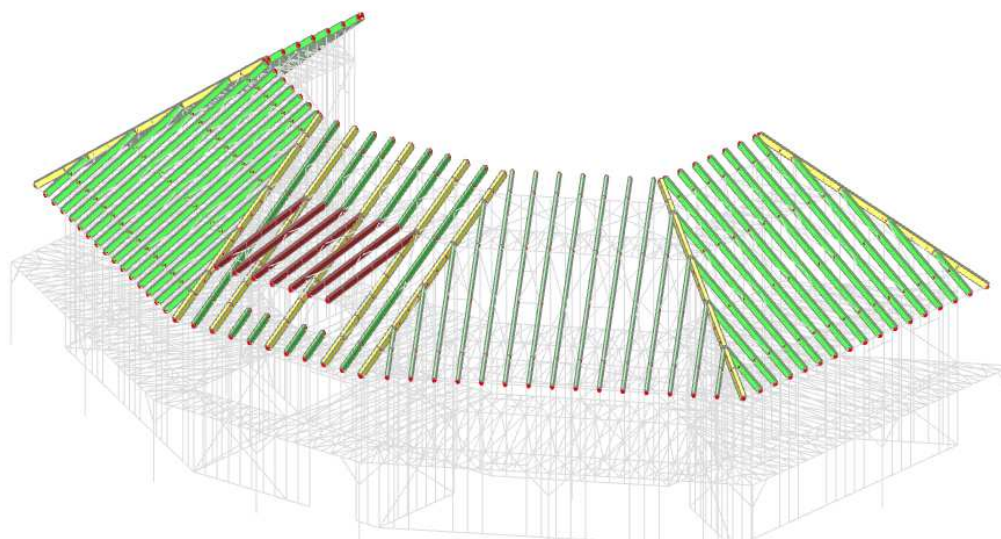
Obrázek 14 Průvlaky

Průvlaky slouží k přenosu zatížení ze stropnic a krokví do sloupů. Jsou kotveny ke sloupům pomocí vetknutých plechů a čelních desek z oceli S235 (S355) s kolíkovými spojovacími prostředky (svorníky a kolíky pevnostní třídy 8.8).

Legenda průřezů průvlaků:

- Průvlaky vnitřní podélné – 240x440 mm GL32h – červená
- Průvlaky schodiště – 240x480 mm GL32h – šedá
- Průvlaky vnější podélné – 200x400 mm GL24h – zelená
- Průvlaky příčné dlouhé – 160x360 mm GL24 h – fialová
- Průvlaky příčné krátké – 120x240 mm GL24h – modrá
- Průvlaky balkon – 200x400 mm GL24h – žlutá

krokve



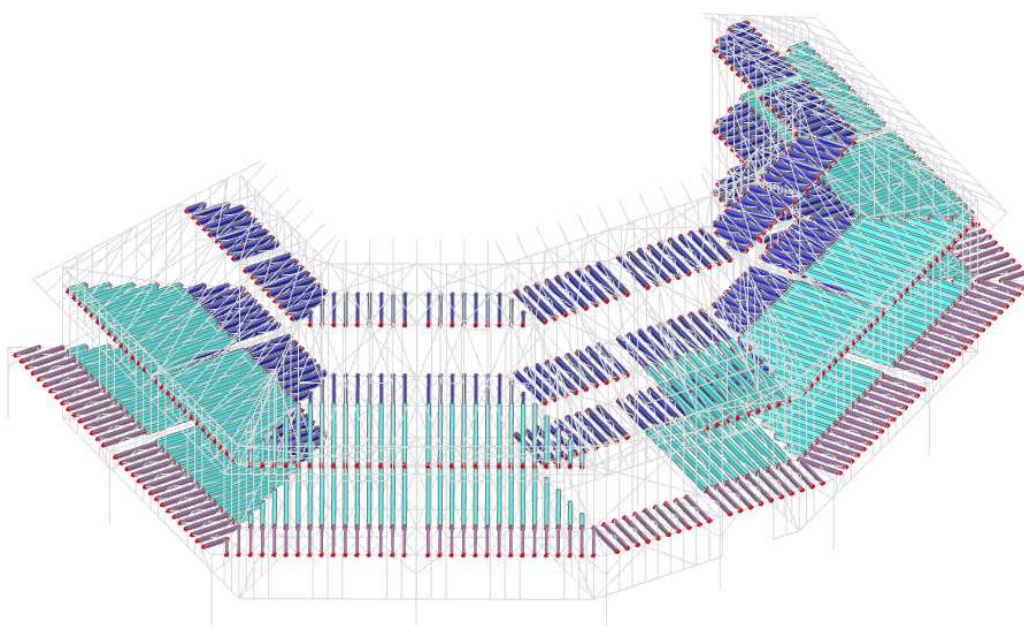
Obrázek 15 Krokve

Krokve slouží k přenosu zatížení střechy (hlavně klimatických) přes vaznice a sloupy do základů. Osová vzdálenost je 1 m. Krokve jsou k vaznicím připojeny pomocí vetknutého plechu do krokve, který je přivařen k plechu přilehlému k vaznici. Spojovací prostředky jsou kolíky a svorníky. Detail je doplněn o příložku připevněnou vruty pro zvětšení kontaktní plochy krokve na vaznici viz detail D6.

Legenda průřezů krokví (GL24h):

- Krokve – 120x280 mm – zelená
- Krokve vikýř – 120x280 mm – hnědá
- Nárožní krokve – 180x280 mm – žlutá

Stropnice



Obrázek 16 Stropnice

Stropnice slouží pro přenos zatížení stropů přes sloupky do základů. Osové vzdálenosti jsou 0,5 m. Stropnice jsou připojeny k průvlakům pomocí vrutů namáhaných stříhem a tahem viz detaily D7, D8, D9 a D10. Velikost průřezu krátké stropnice je ovlivněna proveditelností přípoje.

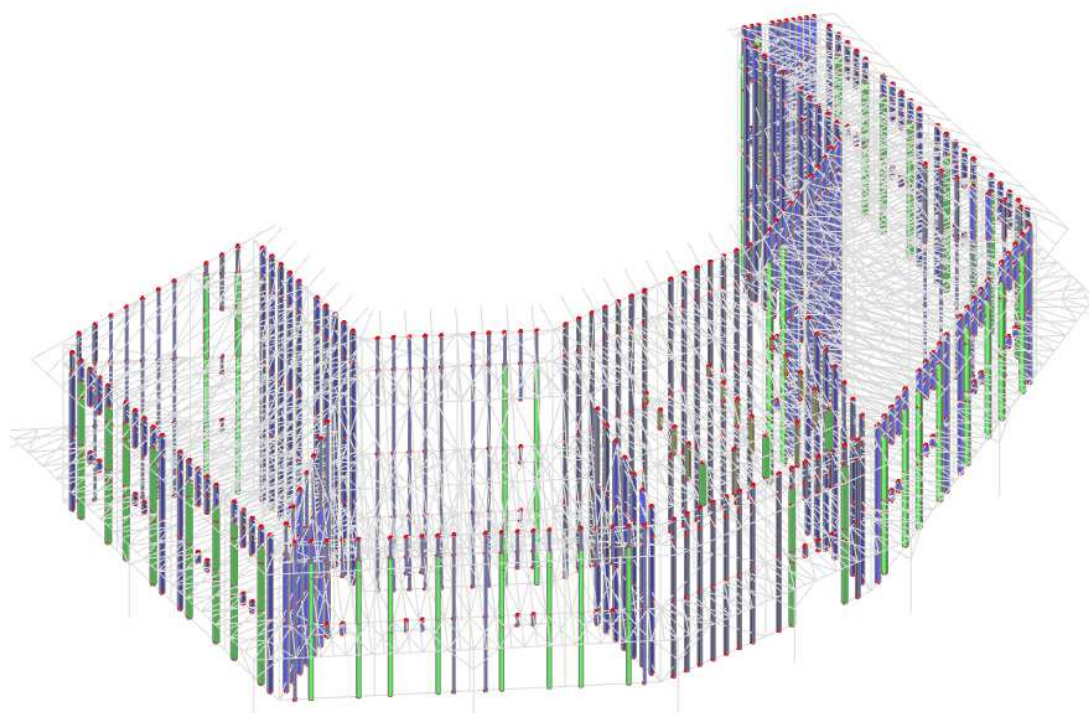
Legenda průřezů stropnic (GL24h):

Stropnice dlouhé – 160x280 mm – světle modrá

Stropnice balkon – 80x160 mm – fialová

Stropnice krátké – 120x240 mm – tmavě modrá

Stěnové sloupky



Obrázek 17 Stěnové sloupky

Stěnové sloupky tvoří spolu s opláštěním z OSB desek ztužující prvky konstrukce. Jsou tvořeny KVH profily obdélníkového průřezu ze dřeva pevnostní třídy C24. V místě otvorů jsou sloupky zdvojené kvůli zvýšenému zatížení a připojení překladů. Sloupky jsou kotveny do horních a dolních prahů pomocí úhelníků s hřebíky viz detail D5. Sloupky jsou rozmístěny po 625 mm tak, aby napojení OSB desek o šířce 1250 mm vycházelo vždy přesně na sloupek, což je důležité pro plnění funkce ztužení.

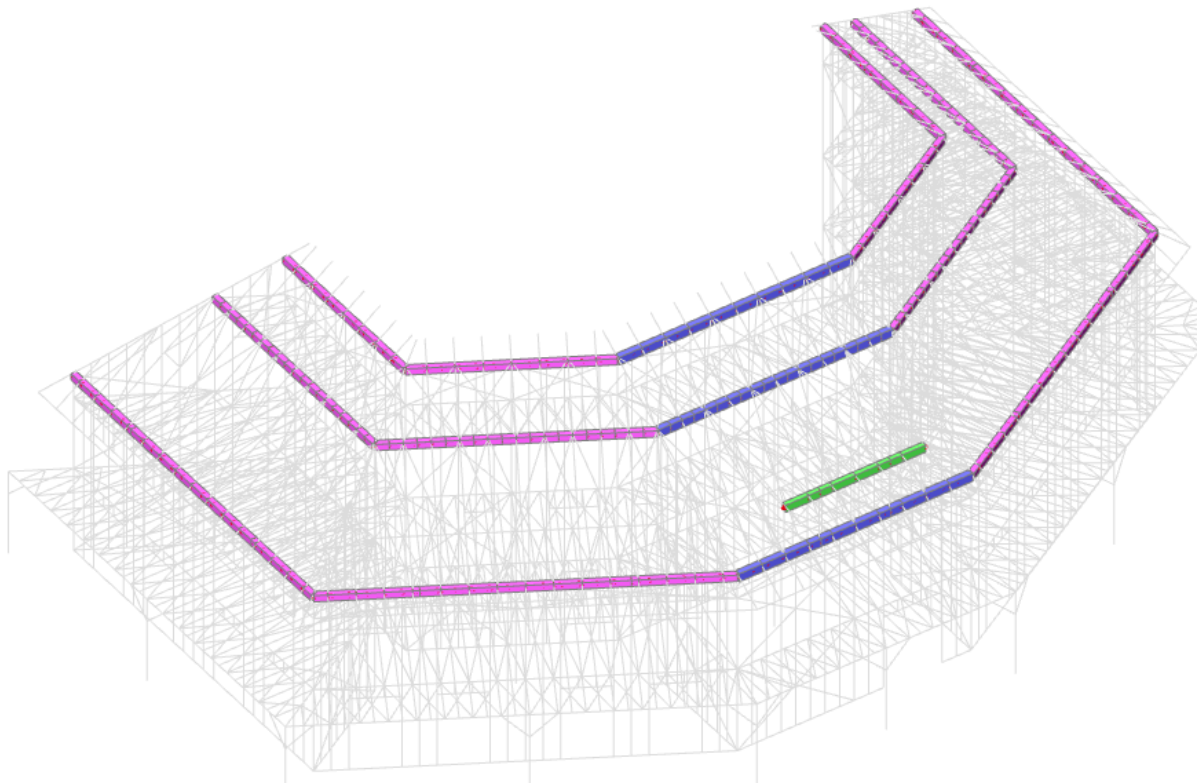
Legenda průřezů sloupků (C24):

Sloupky – 80x200 mm – modrá

Dvojitě sloupky – 160x200 mm – zelená

Sloupky vikýř – 80x160 mm – hnědá

Vaznice



Obrázek 18 Vaznice

Vaznice slouží k přenosu zatížení z krokví pře sloupy do základů. Průřezy jsou obdélníkové z lepeného lamelového dřeva třídy GL24h.

Legenda průřezů vaznic (GL24h):

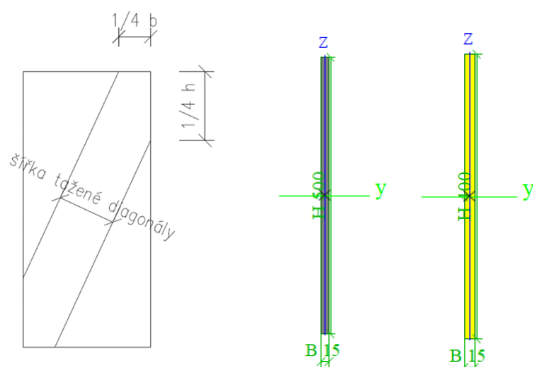
Vaznice střed – 240x360 mm – modrá

Vaznice – 240x280 mm – fialová

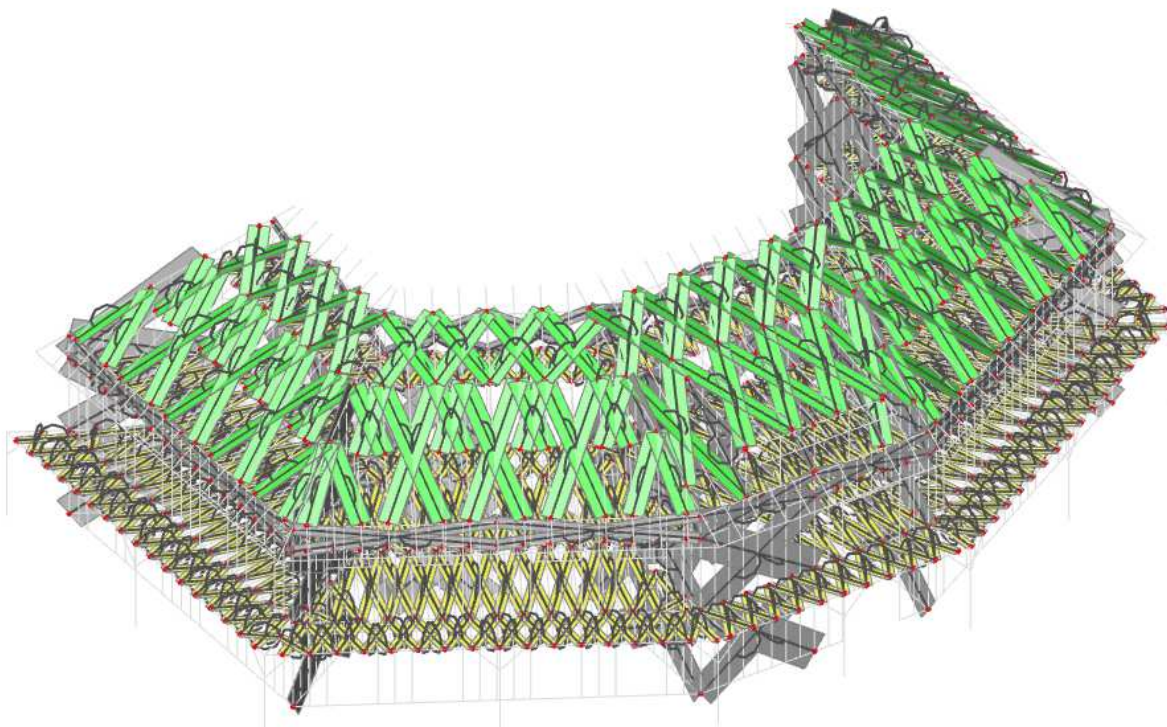
Vaznice vikýř – 200x320 mm – zelená

Ostatní prvky

Ostatní prvky tvoří pomocné konstrukce, prahy pro připevnění sloupků, překlady, vzpěry a fiktivní pruty, které nahrazují funkci OSB desek. Tyto pruty zajišťují prostorovou tuhost konstrukce. Průřez fiktivních prutů vychází z šířky tažené diagonály.



Obrázek 19 Příklad průřezů fiktivních prutů



Obrázek 20 Fiktivní pruty v konstrukci

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI A POUŽITELNOSTI

Tabulka 9 Přehled využití prvků na první mezní stav únosnosti

ozn.	Nosník	Průřez	Jedn. posudek [-]	Posudek v řezu [-]	Posudek stability [-]
1	B1275	sloup - OBDEL	0,32	0,26	0,32
2	B1303	sloup balkon - OBDEL	0,68	0,68	0,21
3	B6378	průvlaky vnější podélné - OBDEL	0,64	0,64	0,41
4	B2473	průvlaky vnitřní podélné - OBDEL	0,5	0,5	0
5	B2240	průvlaky příčné dlouhé - OBDEL	0,5	0,5	0,48
6	B416	průvlaky příčné krátké - OBDEL	0,64	0,64	0,47
7	B2304	průvlaky balkon - OBDEL	0,59	0,59	0,51
8	B2346	průvlaky schodiště - OBDEL	0,66	0,66	0
9	B2880	stropnice krátké - OBDEL	0,24	0,18	0,24
10	B825	stropnice dlouhé - OBDEL	0,45	0,45	0,45
11	B239	stropnice balkon - OBDEL	0,47	0,46	0,47
12	B6393	vaznice - OBDEL	0,61	0,61	0,39
13	B1602	vaznice střed - OBDEL	0,75	0,75	0,59
14	B1720	vaznice vikýř - OBDEL	0,87	0,87	0,87
15	B580	krokve - OBDEL	0,45	0,45	0,43
16	B1315	krokve vikýř - OBDEL	0,46	0,46	0,46
17	B579	nároční krokve - OBDEL	0,4	0,4	0,33
18	B3148	lemovací prvek - OBDEL	0,57	0,56	0,57
19	B3309	prahy - OBDEL	0,24	0,24	0
20	B4068	sloupky - OBDEL	0,46	0,45	0,46
21	B3247	sloupky dvojité - OBDEL	0,25	0,21	0,25

22	B6410	vzpěry - OBDEL	0,5	0,46	0,5
23	B1341	sloupky vikýř - OBDEL	0,23	0,23	0,11
24	B6159	překlady střešní okna - OBDEL	0,01	0,01	0
25	B4250	překlady okna - OBDEL	0,15	0,15	0

Mezní stav únosnosti byl posouzen programem SCIA Engineer 19.1. Posudky jsou součástí přílohy C - Příloha ke statickému výpočtu – varianta 1.

Tabulka 10 Přehled posouzení mezních štíhlostí

Dílec	Jméno průřezu	ky [-]	kz [-]	ly [m]	lz [m]	Lam y [-]	Lam z [-]		Lam lim [-]
B285	stropnice balkon	1	0,1	2	0,2	43,3	8,66	<	120
B205	stropnice balkon	1	0,1	2	0,2	43,3	8,66	<	120
B3117	průvlaky příčné krátké	1	1	2,501	0,501	36,1	14,47	<	120
B292	průvlaky příčné krátké	1	0,1	2,071	0,207	29,89	5,98	<	120
B491	průvlaky příčné krátké	1	0,1	2,5	0,25	36,09	7,22	<	120
B369	průvlaky příčné krátké	1	1	2,309	1	33,33	28,87	<	120
B3246	průvlaky příčné krátké	1	1	2,309	1,309	33,33	37,8	<	120
B1845	průvlaky vnitřní podélné	1	1	5	0,5	39,36	7,22	<	120
B360	průvlaky vnitřní podélné	1	1	5	0,5	39,36	7,22	<	120
B2596	průvlaky vnitřní podélné	1	1	5	0,5	39,36	7,22	<	120
B3057	průvlaky příčné dlouhé	1	1	5	2	48,11	43,31	<	120
B361	průvlaky příčné dlouhé	1	0,1	4,33	0,433	41,67	9,38	<	120
B379	průvlaky příčné dlouhé	1	0,1	5	0,5	48,11	10,83	<	120
B371	průvlaky příčné dlouhé	1	1	5	2	48,11	43,3	<	120
B429	průvlaky schodiště	1	1	5	0,5	36,08	7,22	<	120
B363	průvlaky schodiště	1	1	5	0,5	36,08	7,22	<	120
B430	průvlaky vnější podélné	1	1	5	0,5	43,3	8,66	<	120
B364	průvlaky vnější podélné	1	1	5	0,5	43,3	8,66	<	120
B432	průvlaky vnější podélné	1	1	5	5	43,3	86,6	<	120
B1979	průvlaky balkon	1	1	6,655	0,5	57,63	8,66	<	120
B378	průvlaky balkon	1	1	1	0,5	8,66	8,66	<	120
B1974	průvlaky balkon	1	1	6,655	1	57,63	17,32	<	120
B481	vaznice střed	1	1	5	0,5	48,11	7,22	<	120
B1563	vaznice střed	1	1	5	5	48,11	72,17	<	120
B507	vaznice	1	1	5,001	0,001	61,87	0,02	<	120
B485	vaznice	1	1	5	0,5	61,86	7,22	<	120
B1642	vaznice	1	1	3,75	3,75	46,4	54,13	<	120
B572	krokve	1	0,05	5,936	0,297	73,44	8,57	<	120
B510	krokve	1	0,05	1,077	0,054	13,33	1,55	<	120
B3122	nárožní krokve	1	0,05	5,937	0,037	73,45	0,71	<	120
B532	nárožní krokve	1	0,05	5,937	0,037	73,45	0,71	<	120
B2807	nárožní krokve	1	1	5,936	5,936	73,44	114,24	<	120
B573	nárožní krokve	1	1	5,936	5,936	73,44	114,24	<	120
B809	stropnice dlouhé	1	0,1	5	0,5	61,86	10,83	<	120
B754	stropnice dlouhé	1	0,1	4,33	0,433	53,57	9,38	<	120

B1195	stropnice krátké	1	0,1	2,5	0,25	36,09	7,22	<	120
B755	stropnice krátké	1	0,1	2,165	0,217	31,25	6,25	<	120
B1274	sloup balkon	1	1	3,7	3,7	53,4	53,4	<	120
B1267	sloup balkon	1	1	3,7	3,7	53,4	53,4	<	120
B2925	sloup	1	1	4,2	4,2	45,47	60,63	<	120
B1268	sloup	1	1	3,7	3,7	40,05	53,4	<	120
B1311	krokve vikýř	1	0,05	5,099	0,255	63,08	7,36	<	120
B1341	sloupky vikýř	1	0,1	2,2	0,22	47,63	9,53	<	120
B1322	sloupky vikýř	1	0,1	1,769	0,177	38,29	7,66	<	120
B1718	vaznice vikýř	1	1	3	3	32,48	51,96	<	120
B4140	sloupky dvojité	1	0,1	4,2	0,24	72,75	5,2	<	120
B2963	sloupky dvojité	1	0,1	2,08	0,208	36,03	4,5	<	120
B3531	sloupky dvojité	1	0,1	3,7	0,32	64,09	6,93	<	120
B3153	lemovací prvek	1	1	1,125	1,125	16,24	77,95	<	120
B3143	lemovací prvek	1	1	1	1	14,43	69,28	<	120
B3309	prahy	1	1	1,875	1,875	81,19	32,48	<	120
B3309	prahy	1	1	0,625	0,625	27,06	10,83	<	120
B4106	sloupky	1	0,1	4,2	0,42	72,75	18,19	<	120
B3317	sloupky	1	0,1	3,7	0,37	64,09	16,02	<	120
B4301	překlady okna	1	1	0,625	1,25	21,66	21,65	<	120
B3421	překlady okna	1	1	0,625	1,875	21,65	32,48	<	120
B3437	překlady okna	1	1	0,625	2,5	21,65	43,3	<	120
B6168	překlady střešní okna	1	0,1	1	0,1	13,33	3,46	<	120
B6156	překlady střešní okna	1	0,1	1	0,1	13,32	3,46	<	120
B6426	vzpěry	1	1	1,414	1,414	30,62	34,99	<	120
B6409	vzpěry	1	1	1,414	1,414	30,62	34,99	<	120

Smluvní hodnota mezní štíhlosti byla uvažována jako 120. Všechny prvky vyhoví.

Tabulka 11 Přehled využití prvků na druhý mezní stav použitelnosti

Průřez	Jedn. posudek [-]	uy inst [mm]	uz inst [mm]	Posudek uy inst [-]	Posudek uz inst [-]	uy fin [mm]	uz fin [mm]	Posudek uy fin [-]	Posudek uz fin [-]
stropnice balkon - OBDEL	0,66	0	-2,9	0	0,66	0	-3,2	0	0,4
průvlaky příčné krátké - OBDEL	0,44	0	-2,3	0	0,44	0	-2,6	0	0,28
průvlaky vnitřní podélné - OBDEL	0,67	0	-7,4	0	0,67	0	-12,3	0	0,62
průvlaky příčné dlouhé - OBDEL	0,7	0	-7,8	0	0,7	0	-13	0	0,65
průvlaky schodiště - OBDEL	0,76	0	-8,4	0	0,76	0	-13,3	0	0,66
průvlaky vnější podélné - OBDEL	0,77	0	-8,5	0	0,77	0	-13,9	0	0,69



průvlaky balkon - OBDEL	0,78	0	-11,5	0	0,78	0	-13	0	0,49
vaznice střed - OBDEL	0,74	3,7	-8,2	0,33	0,74	4,5	-10,1	0,23	0,5
vaznice - OBDEL	0,68	0,9	0	0,68	0	1	0	0,42	0
krokve - OBDEL	0,73	0	-8,7	0	0,73	0	-10,7	0	0,5
nárožní krokve - OBDEL	0,39	0	-5,1	0,02	0,39	0	-6	0,01	0,25
stropnice dlouhé - OBDEL	0,92	0	-8,8	0	0,92	0	-14,9	0	0,86
stropnice krátké - OBDEL	0,23	0	-1,3	0	0,23	0	-2	0	0,2
sloup balkon - OBDEL	0,78	-0,2	6,4	0,03	0,78	-0,3	7,2	0,02	0,49
sloup - OBDEL	0,26	0,2	2,4	0,02	0,26	0,2	2,7	0,01	0,16
krokve vikýř - OBDEL	0,91	-0,2	-10,3	0,02	0,91	-0,2	-12,4	0,01	0,61
sloupky vikýř - OBDEL	0,23	0	1,1	0	0,23	0	1,1	0	0,13
vaznice vikýř - OBDEL	0,16	-0,6	-1,1	0,08	0,16	-0,7	-1,3	0,06	0,11
sloupky dvojité - OBDEL	0,47	0	-4,4	0	0,47	0	-4,4	0	0,26
lemovací prvek - OBDEL	0,16	0,4	0	0,16	0	0,4	0	0,11	0
prahy - OBDEL	0,1	0	-0,1	0	0,1	0	-0,1	0	0,05
sloupky - OBDEL	0,81	0	-7,5	0	0,81	0	-7,5	0	0,45
překlady okna - OBDEL	0,07	0,3	-0,1	0,05	0,07	0,3	-0,2	0,03	0,07
překlady střešní okna - OBDEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
vzpěry - OBDEL	0,09	0,3	0	0,09	0	0,3	0	0,05	0

Hodnoty deformací byly vypočteny programem SCIA Engineer 19.1 včetně posouzení. Limitní hodnoty byly uvažovány jako L/450 pro okamžité deformace a L/250 pro konečné deformace.

Tabulka 12 Posouzení globálních deformací

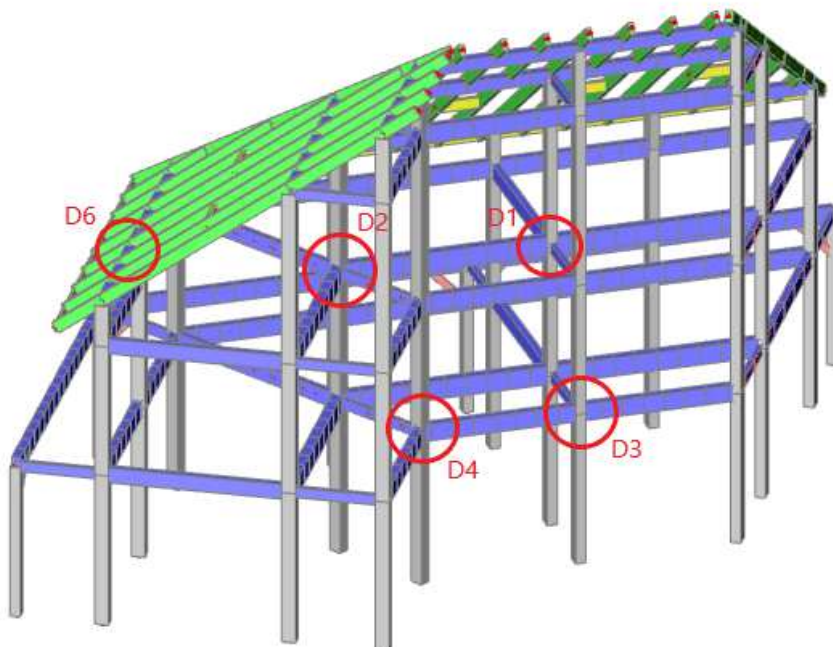
deformace [mm]	<>	L/500	posouzení	
$u_{inst,x} =$	13,9	<	16,99	vyhoví
$u_{inst,y} =$	17,8	<	34,62	vyhoví
$u_{inst,z} =$	19,4	<	26,83	vyhoví

Obdobně jako lokální deformace prvků byly porovnány i globální 3D deformace celé konstrukce. Tyto deformace jsou menší než L/500 příslušné délky či výšky.

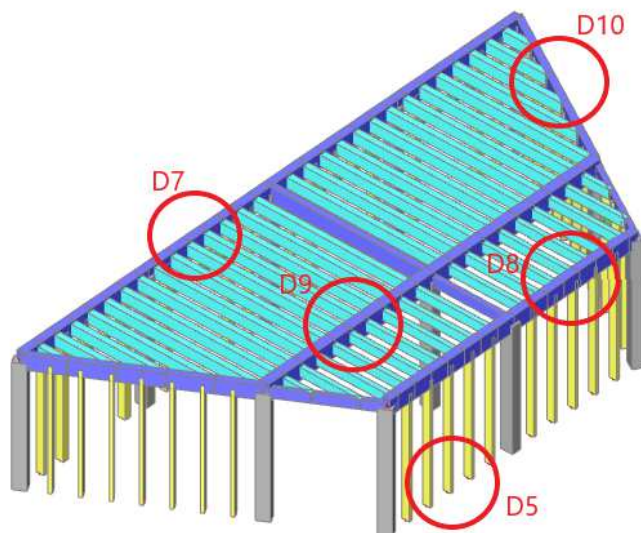
SPOJE

Legenda detailů:

- D1 – přípoj průvlaků na vnitřní sloup (kolmo)
- D2 – přípoj průvlaků na vnitřní sloup (odklon 30°)
- D3 – přípoj průvlaků na vnější sloup (kolmo)
- D4 – přípoj průvlaků na vnější sloup (odklon 30°)
- D5 – přípoj stěnového sloupku k prahu
- D6 – přípoj krokve k vaznici
- D7 – přípoj dlouhé stropnice k vnějšímu průvlaku
- D8 – přípoj krátké stropnice k vnějšímu průvlaku
- D9 – přípoj stropnic k vnitřnímu průvlaku
- D10 – přípoj stropnic k průvlaku pod úhlem 30°
- K1 – kotvení sloupů
- K2 – kotvení prahů
- K3 – kotvení balkonových sloupů

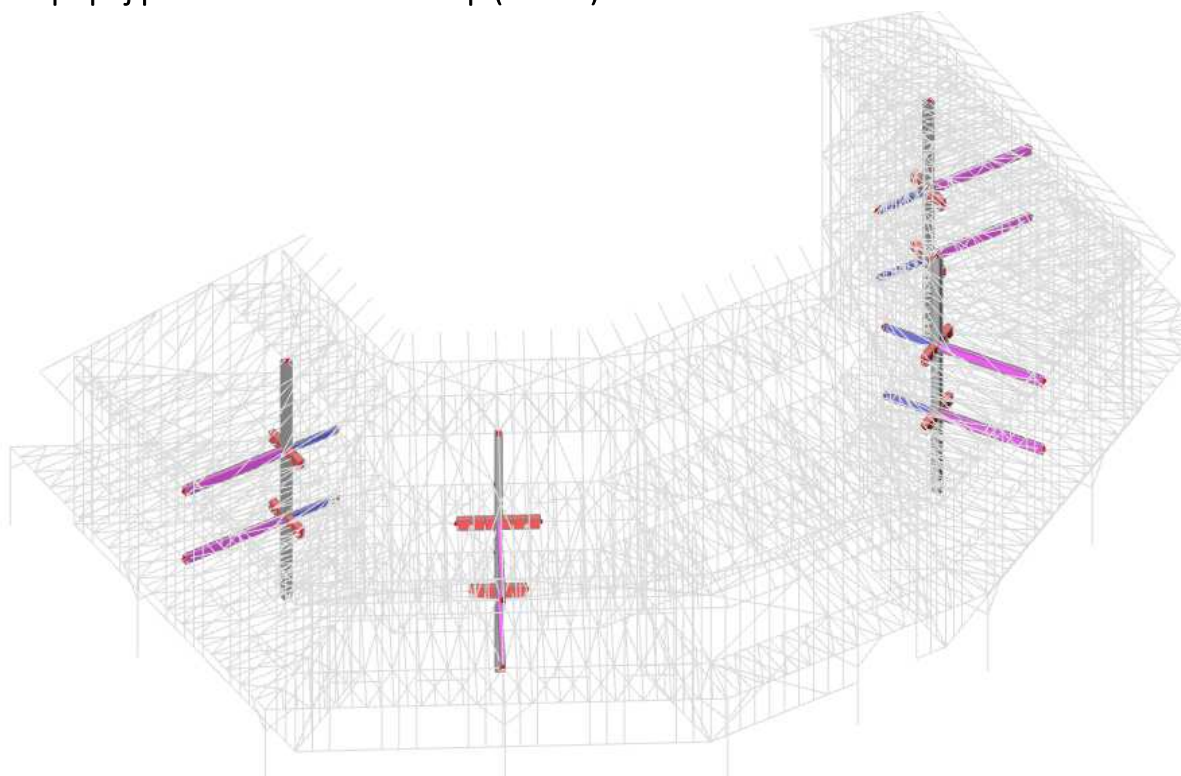


Obrázek 21 Umístění detailů



Obrázek 22 Umístění detailů

D1 – přípoj průvlaků na vnitřní sloup (kolmo)

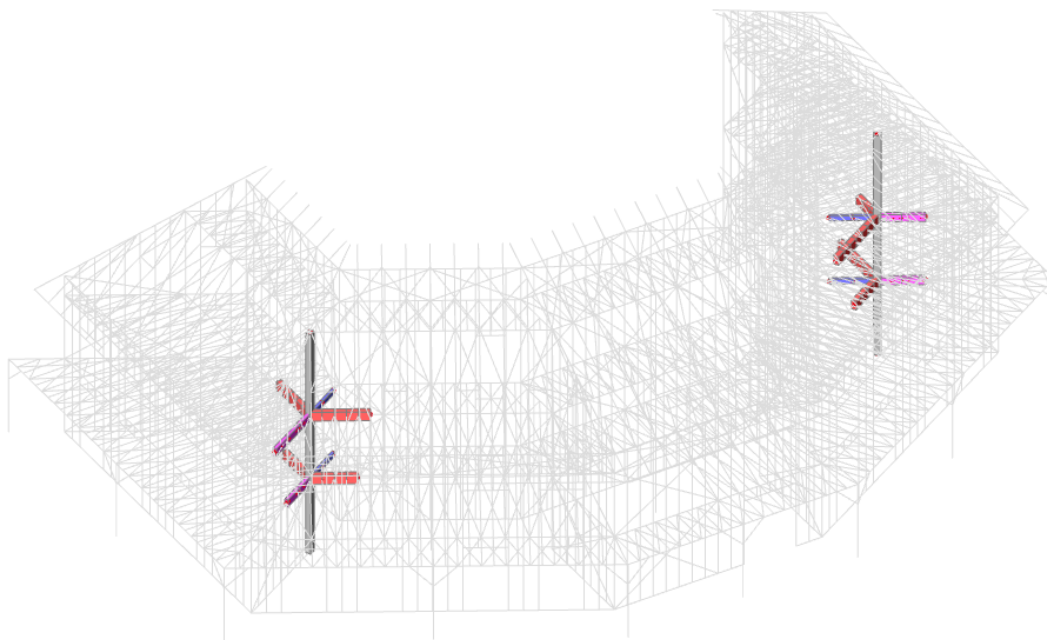


Obrázek 23 Umístění detailu D1

Detail zahrnuje připojení podélných a příčných průvlaků na vnitřní sloup průřezu 240x320 mm z lepeného lamelového dřeva GL32h. Průvlaky jsou připevněny pomocí vetknutých plechů z oceli S235 a kolíkových spojovacích prostředků pevnostní třídy 8.8. Na plechy jsou přivařeny také podložky pro podepření průvlaků. Podélný průvlak z lepeného lamelového dřeva GL32h průřezu 240x440 mm je připevněn šesti kolíky a dvěma svorníky M20. Vetknutý plech má tloušťku 8 mm. Plechy jsou vetknuté do sloupu. Krátký příčný průvlak průřezu 120x240 mm z lepeného lamelového dřeva třídy GL24h je připojen obdobně pomocí vetknutého plechu tloušťky 8 mm a dvěma kolíky se dvěma svorníky M12. Dlouhý příčný průvlak průřezu 160x360 mm z lepeného lamelového dřeva třídy GL24h

je připojen vetknutým plechem s jedním kolíkem a dvěma svorníky M16. Napojení sloupů je provedeno také pomocí vetknutého plechu tloušťky 8 mm se dvěma kolíky a dvěma svorníky M10. Svorníky jsou provedeny včetně podložek pro dřevěné konstrukce a matic příslušných rozměrů. Plechy jsou spojeny svarovými spoji o výšce svaru 3 mm.

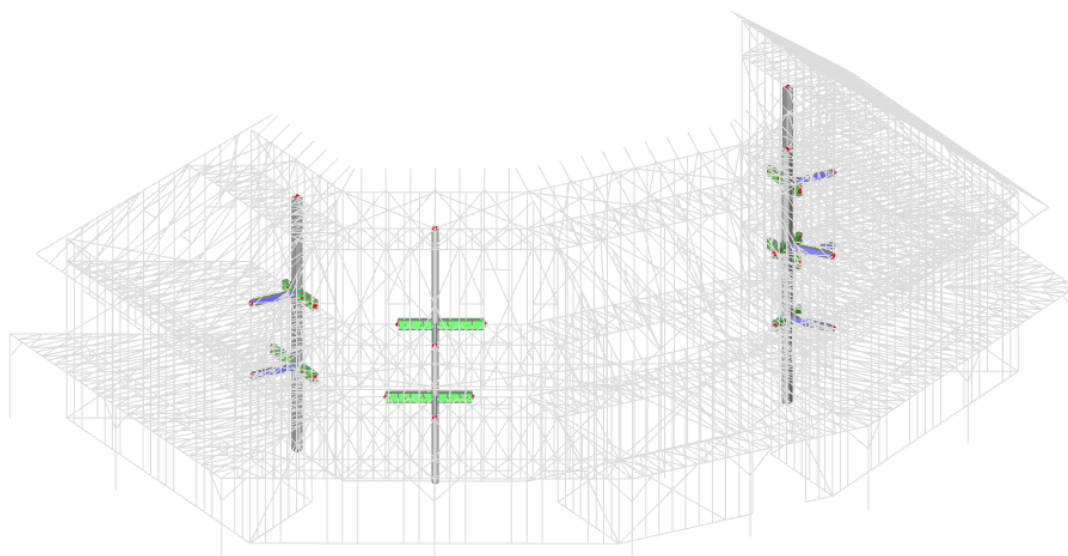
D2 – přípoj průvlaků na vnitřní sloup (odklon 30°)



Obrázek 24 Umístění detailu D2

Detail zahrnuje připojení podélných a příčných průvlaků na vnitřní sloup průřezu 240x320 mm z lepeného lamelového dřeva GL32h. Průvlaky jsou připevněny pomocí vetknutých plechů z oceli S235 a kolíkových spojovacích prostředků pevnostní třídy 8.8. Na plechy jsou přivařeny také podložky pro podepření průvlaků. Podélné průvlaky průřezu 240x440 mm z lepeného lamelového dřeva třídy GL32h připojené pod úhlem jsou ke sloupu připevněny pomocí čelních desek z plechů tloušťky 8 mm. K čelním deskám jsou přivařeny plechy tl. 8 mm pro vetknutí do průvlaků. Spojení zajišťuje šest kolíků a dva svorníky M20. Krátký příčný průvlak průřezu 120x240 mm z lepeného lamelového dřeva třídy GL24h je připojen obdobně pomocí vetknutého plechu tloušťky 8 mm a čtyřmi kolíky se dvěma svorníky M12. Dlouhý příčný průvlak průřezu 160x360 mm z lepeného lamelového dřeva třídy GL24h je připojen vetknutým plechem se čtyřmi kolíky a dvěma svorníky M22. Napojení sloupů je provedeno také pomocí vetknutého plechu tloušťky 8 mm se dvěma kolíky a dvěma svorníky M10. Svorníky jsou provedeny včetně podložek pro dřevěné konstrukce a matic příslušných rozměrů. Plechy jsou spojeny svarovými spoji o výšce svaru 3 mm. U podélných průvlaků budou vybrány otvory pro svorníky připevňující čelní desky. Minimální vzdálenost kolíkových spojovacích prostředků od namáhaného okraje bude splněna ve všech místech průvlaku.

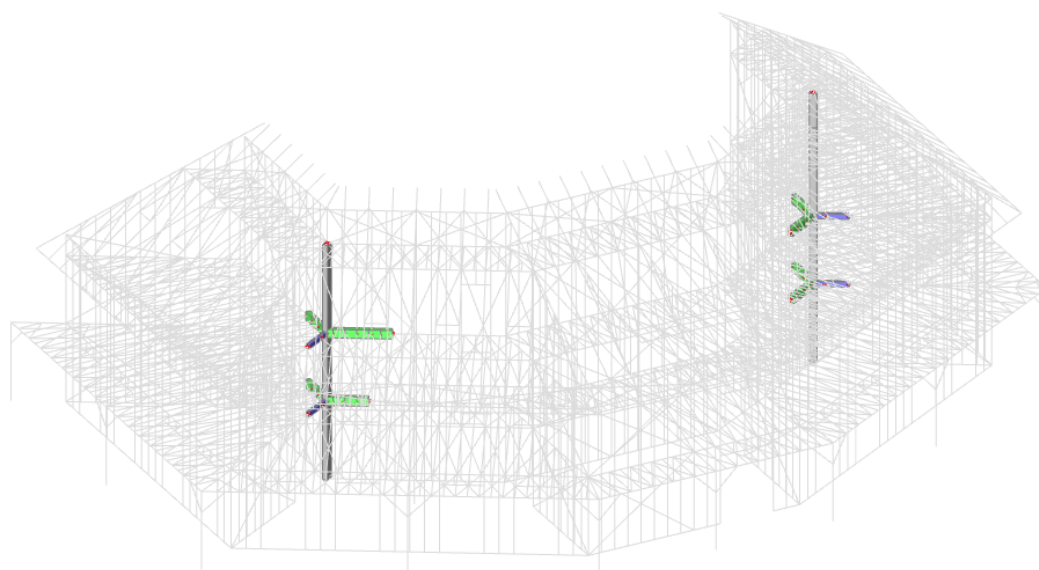
D3 – přípoj průvlaků na vnější sloup (kolmo)



Obrázek 25 Umístění detailu D3

Detail zahrnuje připojení podélných průvlaků a příčného krátkého průvlaku na vnější sloup průřezu 240x320 mm z lepeného lamelového dřeva GL32h. Průvlaky jsou připevněny pomocí vetknutých plechů tloušťky 8 mm z oceli S235 a kolíkových spojovacích prostředků pevnostní třídy 8.8. Na plechy jsou přivařeny také podložky pro podepření průvlaků. Podélné průvlaky průřezu 200x400 mm z lepeného lamelového dřeva třídy GL24h jsou připojeny pomocí vetknutého plechu a 7 kolíků a dvou svorníků M20. Příčný průvlak průřezu 120x240 mm z lepeného lamelového dřeva třídy GL24h je připevněn pomocí vetknutého plechu a dvou kolíků a dvou svorníků M12. Napojení sloupů je provedeno také pomocí vetknutého plechu tloušťky 8 mm se dvěma kolíky a dvěma svorníky M12. Svorníky jsou provedeny včetně podložek pro dřevěné konstrukce a matic příslušných rozměrů. Plechy jsou spojeny svarovými spoji o výšce svaru 3 mm.

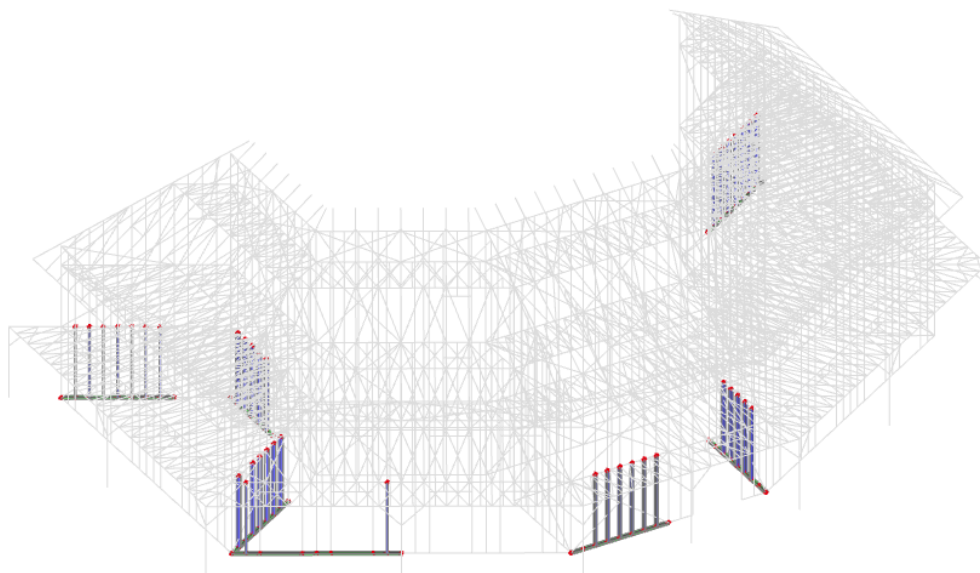
D4 – přípoj průvlaků na vnější sloup (odklon 30°)



Obrázek 26 Umístění detailu D4

Detail zahrnuje připojení podélných průvlaků a příčného krátkého průvlaku na vnější sloup průřezu 240x320 mm z lepeného lamelového dřeva GL32h. Průvlaky jsou připevněny pomocí vetknutých plechů z oceli S235 a S355 a kolíkových spojovacích prostředků pevnostní třídy 8.8. Na plechy jsou přivařeny také podložky pro podepření průvlaků. Podélné průvlaky průřezu 200x400 mm z lepeného lamelového dřeva třídy GL24h připojené pod úhlem jsou ke sloupu připevněny pomocí čelních desek z plechů tloušťky 8 mm. K čelním deskám jsou přivařeny plechy tl. 15 mm z oceli S355 pro vetknutí do průvlaků. Spojení zajišťuje sedm kolíků a dva svorníky M20. Krátký příčný průvlak průřezu 120x240 mm z lepeného lamelového dřeva třídy GL24h je připojen obdobně pomocí vetknutého plechu tloušťky 8 mm a osmi kolíků se dvěma svorníky M20. Napojení sloupů je provedeno také pomocí vetknutého plechu tloušťky 8 mm se dvěma kolíky a dvěma svorníky M14. Svorníky jsou provedeny včetně podložek pro dřevěné konstrukce a matic příslušných rozměrů. Plechy jsou spojeny svarovými spoji o výšce svaru 3 mm. U podélných průvlaků budou vybrány otvory pro svorníky připevňující čelní desky. Minimální vzdálenost kolíkových spojovacích prostředků od namáhaného okraje bude splněna ve všech místech průvlaku.

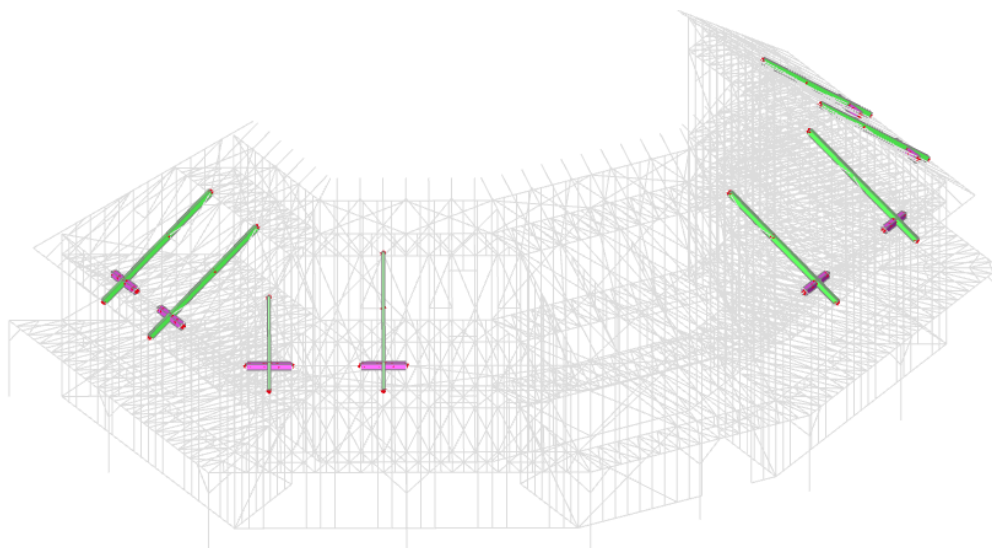
D5 – přípoj stěnového sloupku k prahu



Obrázek 27 Příklad umístění detailu D5

Přípoj sloupků průřezu 80x200 mm ze dřeva třídy C24 k dolnímu prahu průřezu 200x80 mm ze dřeva třídy C24 je řešen pomocí jednostranných úhelníků Bova 70x70x80 mm s hřebíky BV/KH průměru 4 mm délky 60 mm. Minimální počet hřebíků pro přenos sil je 7 kusů (7 do sloupku a 7 do prahu, celkem tedy 14 kusů).

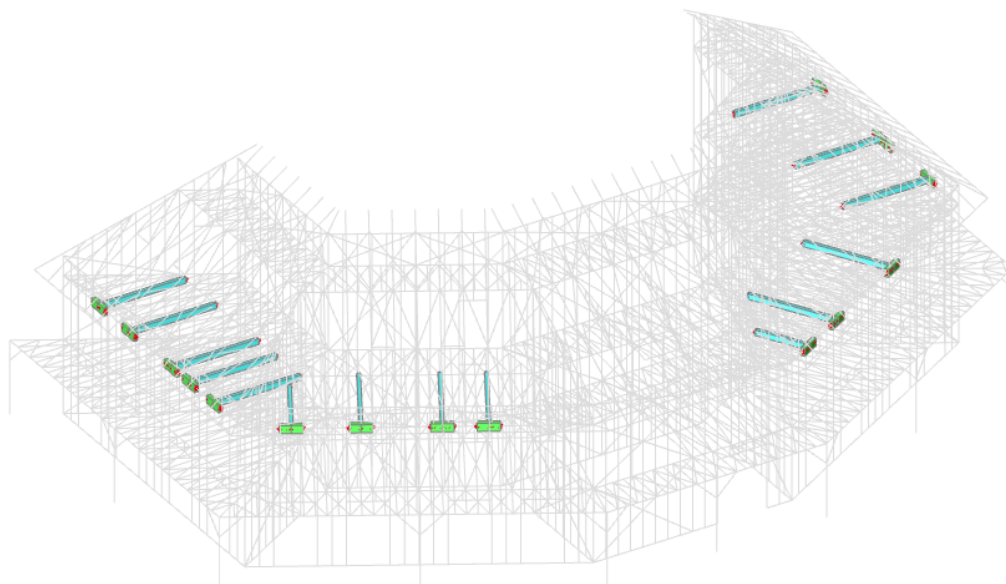
D6 – přípoj krokve k vaznici



Obrázek 28 Příklad umístění detailu D6

Krokev průřezu 120x280 mm z lepeného lamelového dřeva třídy GL24h je připojena k vaznici pomocí vetknutého plechu z oceli S235 tloušťky 8 mm a dvou kolíků se dvěma svorníky M16 pevnostní třídy 8.8. Plech je přivařen k vodorovnému plechu tloušťky 8 mm z oceli S235 přilehlému k vaznici, který je připevněn pomocí svislých svorníků M20. Krokev je osedlána na vaznici, výška oslabeného průřezu je 210 mm. Pro zvětšení kontaktní plochy krokve na vaznici je přidána dřevěná příložka C24 tloušťky 60 mm pomocí třech vrutů HBS 5/100. Plechy jsou spojeny svarovými spoji o výšce svaru 3 mm. Svorníky jsou provedeny včetně podložek pro dřevěné konstrukce a matic příslušných rozměrů.

D7 – přípoj dlouhé stropnice k vnějšímu průvlaku

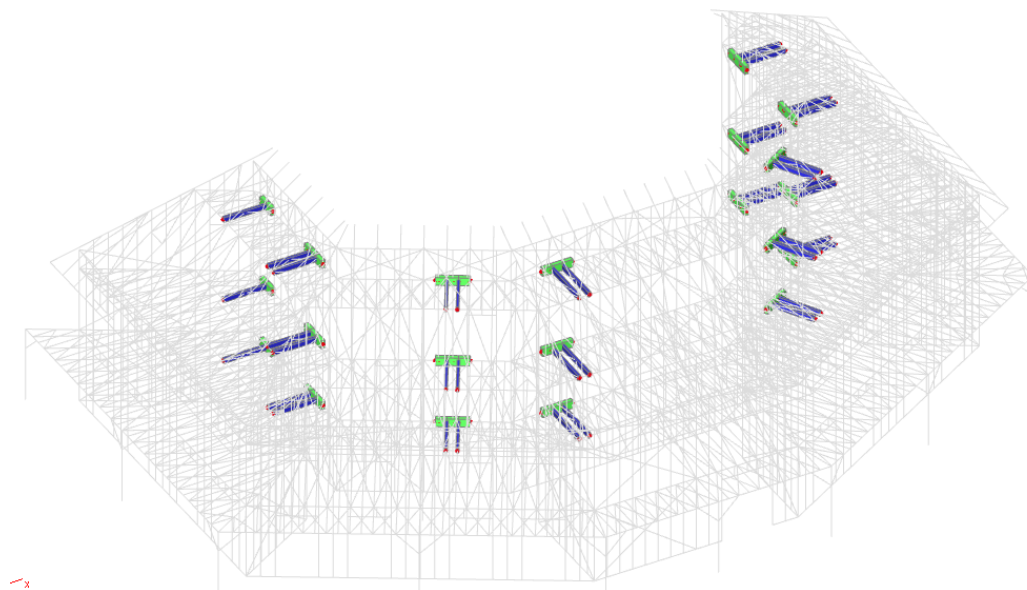


Obrázek 29 Příklad umístění detailu D7

Přípoj stropnice průřezu 160x280 mm z lepeného lamelového dřeva GL24h k vnějšímu průvlaku průřezu 200x400 mm z lepeného lamelového dřeva GL24h je řešen pomocí čtyř vrutů VGZ 9/360.

Vruty jsou uvažovány s předvrtáním. Úhel zavrtání je 45°, dvojice vrutů je zavrtána ze strany průvlaku a druhá dvojice ze strany stropnice za dodržení minimálních vzdáleností.

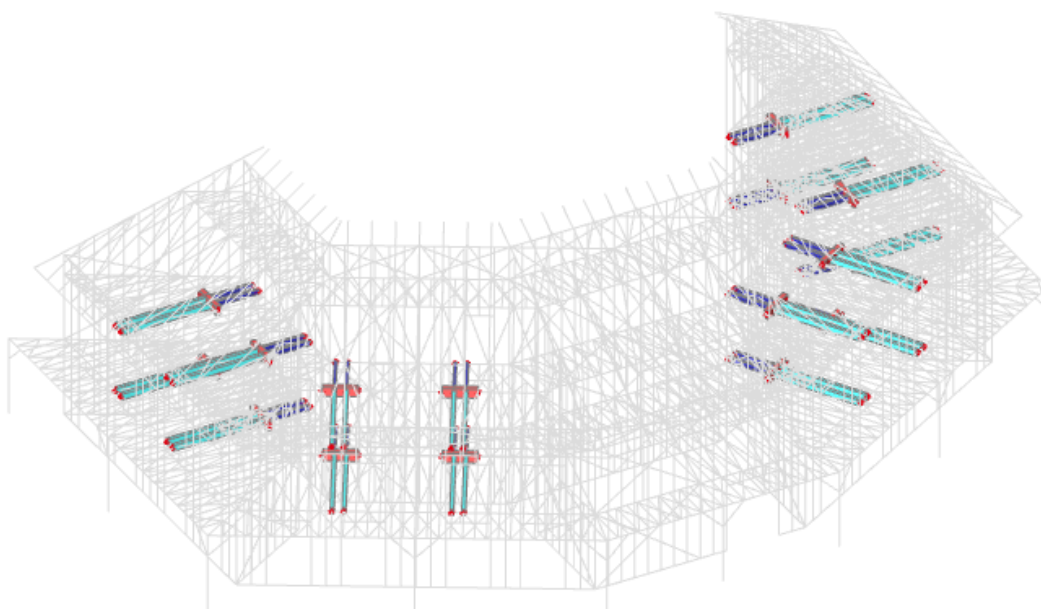
D8 – přípoj krátké stropnice k vnějšímu průvlaku



Obrázek 30 Příklad umístění detailu D8

Přípoj stropnice průřezu 120x240 mm z lepeného lamelového dřeva GL24h k vnějšímu průvlaku průřezu 200x400 mm z lepeného lamelového dřeva GL24h je řešen pomocí čtyř vrutů VGZ 9/280. Vruty jsou uvažovány s předvrtáním. Úhel zavrtání je 45°, dvojice vrutů je zavrtána ze strany průvlaku a druhá dvojice ze strany stropnice za dodržení minimálních vzdáleností.

D9 – přípoj stropnic k vnitřnímu průvlaku

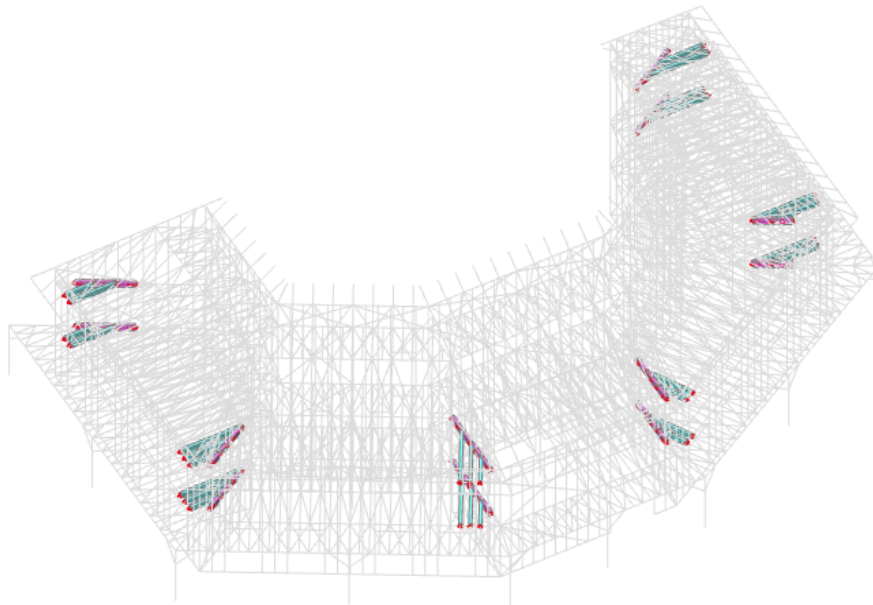


Obrázek 31 Příklad umístění detailu D9

Přípoj stropnice průřezu 120x240 mm z lepeného lamelového dřeva GL24h k vnějšímu průvlaku průřezu 200x400 mm z lepeného lamelového dřeva GL24h je řešen pomocí čtyř vrutů VGZ 9/280.

Vrutý jsou uvažovány s předvrtáním. Úhel zavrtání je 45° , dvojice vrutů je zavrtána ze strany průvlaku a druhá dvojice ze strany stropnice za dodržení minimálních vzdáleností. Přípoj stropnice průřezu 160×280 mm z lepeného lamelového dřeva GL24h k vnějšímu průvlaku průřezu 200×400 mm z lepeného lamelového dřeva GL24h je řešen pomocí čtyř vrutů VGZ 9/360. Vrutý jsou uvažovány s předvrtáním. Úhel zavrtání je 45° , dvojice vrutů je zavrtána ze strany průvlaku a druhá dvojice ze strany stropnice za dodržení minimálních vzdáleností.

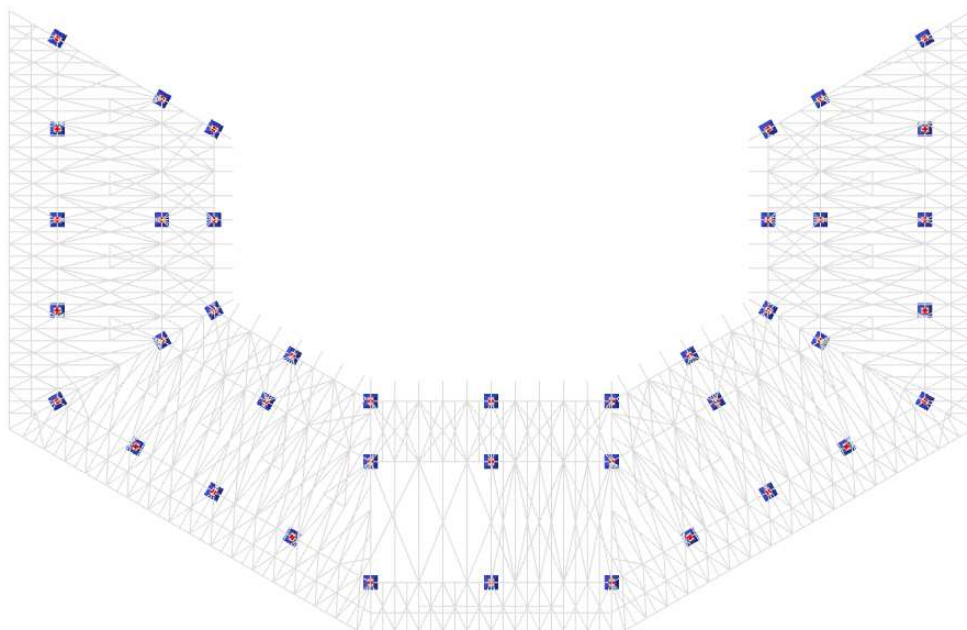
D10 – přípoj stropnic k průvlaku pod úhlem 30°



Obrázek 32 Příklad umístění detailu D10

Přípoj stropnice průřezu 160×280 mm z lepeného lamelového dřeva GL24h k průvlaku průřezu 160×360 mm z lepeného lamelového dřeva GL24h je řešen pomocí čtyř vrutů VGZ 9/160. Vrutý jsou uvažovány s předvrtáním. Zavrtání je uvažováno kolmo k průvlaku. Vrutý jsou namáhány kombinací tahu a stříhu. Předpokládá se dodržení všech minimálních vzdáleností.

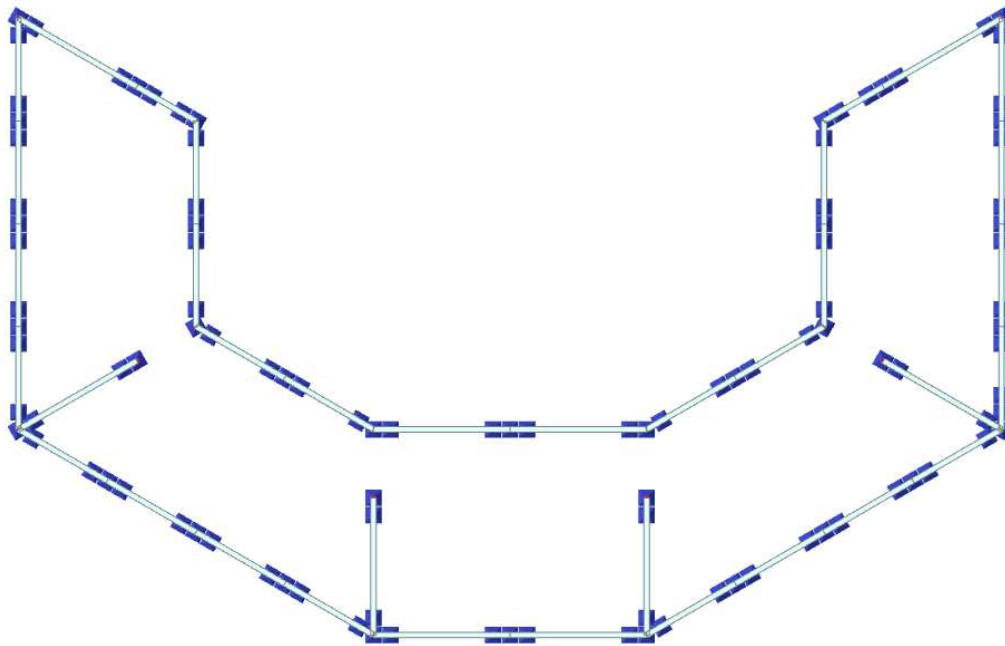
K1 – kotvení sloupů



Obrázek 33 Umístění kotvení K1

Z důvodu přítomnosti konstrukce ve větrové oblasti IV a z důvodu konstrukčního uspořádání objektu jsou některé kotvy výrazně namáhány tahovými silami a také výraznými horizontálními silami. Horizontální síla R_y je přenášena plechem tloušťky 20 mm s výztuhou z oceli S355. Pro sílu R_x je navíc navržena zarážka z plechu S355 tloušťky 20 mm s výztuhou, která přenáší značnou část tohoto zatížení. Tahová síla $R_{z(t)}$ je pak přenášena pomocí osmi svorníků M24 pevnostní třídy 8.8. Tlak $R_{z(c)}$ je přenesen kontaktem. Plechy jsou přivařeny k patní desce tloušťky 20 mm, která je přikotvena k betonovému základu pomocí čtyř závitových tyčí M24 třídy 8.8 a chemické kotvy HIT-RE 500 společnosti Hilti spol. s r.o. Plechy jsou spojeny svarovými spoji o výšce svaru 3 respektive 4 mm. Svorníky jsou provedeny včetně podložek a matic příslušných rozměrů.

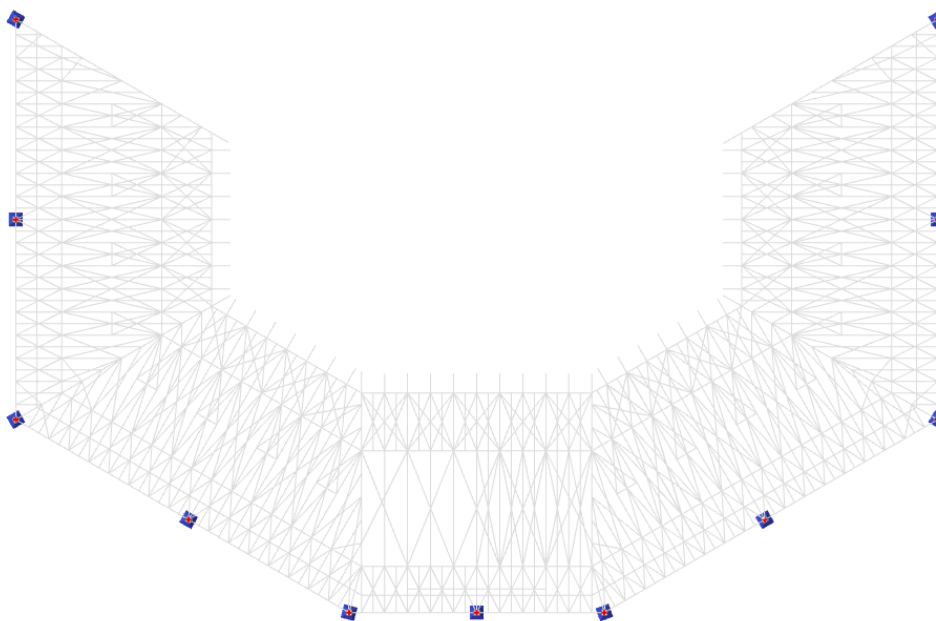
K2 – kotvení prahů



Obrázek 34 Umístění kotev K2 v souvislosti s kótami K1

Dřevěné prahy průřezu 200x80 mm ze dřeva třídy C24 jsou kotveny k podkladnímu betonu (betonovým pasům) pomocí závitové tyče M16 pevnostní třídy 8.8 a chemické kotvy HIT-RE 500 společnosti Hilti spol. s r.o. Efektivní kotevní výška je minimálně 125 mm. Minimální tloušťka podkladu je 161 mm. Uvažuje se s předvrtáním ve dřevě o průměru 17 mm a v betonu o průměru 18 mm. Konstrukčně je uvažován vrut VGZ 7/180 z každé strany kotvy ze strany prahu proti rozštípnutí. Závitová tyč je uvažována včetně podložky a matice příslušné velikosti.

K3 – kotvení balkonových sloupů



Obrázek 35 Umístění kotev K3

Horizontální síla R_y je přenášena plechem tloušťky 10 mm z oceli S235. Tahová síla $R_{z(t)}$ a síla R_x jsou pak přenášeny pomocí dvou svorníků M16 pevnostní třídy 8.8. Tlak $R_{z(c)}$ je přenesen kontaktem. Plechy jsou přivařeny k patní desce tloušťky 10 mm, která je přikotvena k betonovému základu pomocí dvou závitových tyčí M8 třídy 8.8 a chemické kotvy HIT-RE 500 společnosti Hilti spol. s r.o. Plechy jsou spojeny svarovými spoji o výšce svaru 3 mm. Svorníky jsou provedeny včetně podložek a matic příslušných rozměrů.

DOPRAVA

Pro zjednodušení montáže na staveništi budou dovezeny prvky s připravenými předvrtanými otvory pro spojovací prvky. Nejdelšími prvky jsou 11,4 metru dlouhé kroky, které lze dopravit pomocí kamionu s návěsem. Není nutné tyto prvky řezat a navrhovat montážní spoje.

MONTÁŽ

Před začátkem montáže musí být hotový betonový podklad pro kotvení sloupů a prahů. Výstavba bude probíhat po segmentech. Nejprve se zakotví sloupy do podkladu, následně se připojí průvlaky v podélném i příčném směru. Poté následuje montáž stropnic včetně bednění z OSB desek. Po montáži celého prvního nadzemního podlaží bude analogicky probíhat výstavba druhého a třetího nadzemního podlaží. Po montáži sloupů třetího nadzemního podlaží budou připojeny vaznice a kroky včetně bednicích prvků. Ve všech fázích výstavby je nutné dbát na celkovou stabilitu objektu. Pro výstavbu bude použita mechanizace. Před stavbou výztužných stěn je nutné zabezpečit konstrukci dočasnými výztuhami. Postup montáže výztužných stěn-na betonový podklad je položena vrstva hydroizolace. Hranoly jsou naimpregnovány, zejména prvky ve styku s podkladem (dolní práh). Sloupky jsou kotveny k dolnímu prahu pomocí úhelníků s hřebíky, stejně je připojen horní práh. Osová vzdálenost sloupků je 625 mm. Pokud nejsou ihned připevněny i OSB desky pro zajištění funkce vyztužení je nutno provizorně uhlopříčně připojit prkna z vnější strany stěn. V místě otvorů jsou navrženy dvojité sloupky, které umožní podepření překladů. Překlady musí být podepřeny zespodu sloupky. Po dokončení montáže všech prvků následuje provádění zbylých vrstev opláštění konstrukcí a úpravy povrchů.

OCHRANA

Dřevěné prvky je nutné chránit proti houbám, plísním, UV záření a dřevokaznému hmyzu. Nejvyšší riziko znehodnocení dřeva představují podmínky se zvýšenou vlhkostí. Všem prvkům, které mohou být vystaveny zvýšené vlhkosti, je nutné věnovat obzvláštní pozornost a ochranu. Ochrana bude zajištěna barevnou impregnací dřeva, aby byla možná kontrola provedení. V případě pohledových prvků je vhodné použití bezbarvých laků. Ochranné prostředky mají splňovat požadavky pro třídu ohrožení 2 (dřevo je pod střechou chráněné proti povětrnosti, ale vysoká vlhkost okolí může vést k občasnému zvýšení vlhkosti nad 20 %) proti napadení dřevokazným hmyzem a houbami. Fasáda je tvořena pohledovými dřevěnými prvky, které musí být rovněž chráněny a přípravky musí splňovat požadavky pro třídu ohrožení 3 proti napadení hmyzem, houbami a plísněmi. Impregnační látka musí být vodou nevylouhovatelná. Způsob aplikace je libovolný pro třídu ohrožení 2. Pro třídu ohrožení 3 je doporučena vakuotlaková impregnace nebo dlouhodobé máčení. V případě, že jsou prvky pravidelně kontrolovány a dodatečně ošetřovány, lze prvky ošetřit také nátěrem či postřikem. Ochrana proti požáru je u většiny prvků zajištěna opláštěním (sádrovláknité desky) konstrukcí. Vetknuté plechy a spojovací prvky jsou chráněné dřevěnými prvky. Veškeré spojovací prvky jsou chráněné proti korozi pozinkováním.

VÝKAZY

Výkaz je orientační a nezahrnuje prvky opláštění a ocelové prvky spojů – plechy a spojovací prostředky. Výkaz je generován programem SCIA Engineer19.1.

Tabulka 13 Orientační výkaz materiálu podle průřezů

Průřez	Materiál	Délka [m]	Jednotková hmotnost [kg/m]	Hmota [kg]	Objem [m ³]
sloup - OBDEL (240; 320)	GL 32h	411,901	37,6	15500,7	31,634
krokve - OBDEL (120; 280)	GL 24h	518,791	14,1	7321,2	17,431
stropnice dlouhé - OBDEL (160; 280)	GL 24h	921,387	18,8	17336,8	41,278
průvlaky vnitřní podélné - OBDEL (240; 440)	GL 32h	80	51,7	4139,5	8,448
vzpěry - OBDEL (140; 160)	C24	28,284	9,4	266,1	0,63356
krokve vikýř - OBDEL (120; 280)	GL 24h	42,693	14,1	602,5	1,4345
sloupky vikýř - OBDEL (80; 160)	C24	17,856	5,4	96	0,22856
překlady okna - OBDEL (200; 100)	C24	80	8,4	672	1,6
stropnice balkon - OBDEL (80; 160)	GL 24h	286,804	5,4	1541,9	3,6711
lemovací prvek - OBDEL (50; 240)	C24	81	5	408,2	0,972
sloupky - OBDEL (80; 200)	C24	1353,195	6,7	9093,5	21,651
prahy - OBDEL (200; 80)	C24	142,5	6,7	957,6	2,28
překlady střešní okna - OBDEL (100; 260)	C24	16	10,9	174,7	0,416
průvlaky schodiště - OBDEL (240; 480)	GL 32h	30	56,4	1693,4	3,456
stropnice krátké - OBDEL (120; 240)	GL 24h	561,139	12,1	6787,5	16,161
průvlaky vnější podélné - OBDEL (200; 400)	GL 24h	249,999	33,6	8400	20
průvlaky příčné dlouhé - OBDEL (160; 360)	GL 24h	104,641	24,2	2531,5	6,0273
průvlaky příčné krátké - OBDEL (120; 240)	GL 24h	101,863	12,1	1232,1	2,9336
průvlaky balkon - OBDEL (200; 400)	GL 24h	79,072	33,6	2656,8	6,3257
vaznice střed - OBDEL (240; 360)	GL 24h	30	36,3	1088,6	2,592
nárožní krokve - OBDEL (180; 280)	GL 24h	101,423	21,2	2146,9	5,1117
vaznice - OBDEL (240; 280)	GL 24h	130,002	28,2	3669,2	8,7361
sloupky dvojité - OBDEL (160; 200)	C24	329,637	13,4	4430,3	10,548
vaznice vikýř - OBDEL (200; 320)	GL 24h	6	26,9	161,3	0,384
sloup balkon - OBDEL (240; 240)	GL 32h	40,699	28,2	1148,7	2,3443
Celkem		5744,886		94057	216,3

Tabulka 14 Orientační výkaz materiálu podle pevnostní třídy

Materiál	Hustota [kg/m ³]	Hmota [kg]	Objem [m ³]
C24	420	16098,4	38,33
GL 24h	420	55476,3	132,09
GL 32h	490	22482,3	45,882
Celkem		94057	216,3

4. VARIANTA 2

Konstrukce vytvořená z CLT panelů Novatop Solid a Element. Panely Solid 116 mm budou provedeny v pohledové kvalitě. Ostatní panely budou provedeny v nepohledové kvalitě.

ZATĚŽOVACÍ STAVY A KOMBINACE

Zatížení se dělí na stálá a proměnná. Mezi stálá zatížení se řadí vlastní tíha generovaná programem SCIA Engineer 19.1 a ostatní stálé zatížení od opláštění nosných konstrukcí. Mezi proměnná zatížení patří klimatická zatížení od sněhu a větru. Dále se mezi proměnná zatížení řadí užitná zatížení v závislosti na účelu užívání.

Tabulka 15 Přehled zatěžovacích stavů varianty 2

ozn.	název	typ	skupina zatížení
ZS1	vlastní tíha	stálé	stálé
ZS2	ostatní stálé	stálé	stálé
ZS3	vítr 1	proměnné	vítr
ZS4	vítr 2	proměnné	vítr
ZS5	vítr 3	proměnné	vítr
ZS6	vítr 4a	proměnné	vítr
ZS7	vítr 5a	proměnné	vítr
ZS8	vítr 6a	proměnné	vítr
ZS9	vítr 7	proměnné	vítr
ZS10	vítr 8a	proměnné	vítr
ZS11	vítr 9	proměnné	vítr
ZS12	sníh 1	proměnné	sníh
ZS13	sníh 2	proměnné	sníh
ZS14	užitné A	proměnné	užitné A
ZS15	užitné C3	proměnné	užitné C
ZS16	užitné H	proměnné	užitné H
ZS17	vítr 4b	proměnné	vítr
ZS18	vítr 5b	proměnné	vítr
ZS19	vítr 6b	proměnné	vítr
ZS20	vítr 8b	proměnné	vítr

ZS1 vlastní tíha generováno programy SCIA Engineer 19.1, Novatop Elements

ZS2 ostatní stálé zatížení

Obvodová stěna	0,439 kN/m ²
Střecha	0,364 kN/m ²
Strop 1.NP a 2.NP	1,685 kN/m ²
Příčka	2,144 kN/m ²
Vnitřní stěna	0,378 kN/m ²

ZS3 – ZS20 viz varianta 1

KOMBINACE

V kombinaci je uvažován vždy jen jeden zatěžovací stav sníh nebo vítr (výběrové zatížení). Kombinace pro první mezní stav únosnosti MSÚ a druhý mezní stav použitelnosti MSP byly generovány programem SCIA Engineer 19.1. Střecha je kategorie H – střechy nepřístupné s výjimkou běžné

údržby a oprav. Neuvažuje se současné působení užitečných zatížení a zatížení sněhem nebo větrem. Zatížení kategorie H je v tomto případě příznivější než zatížení sněhem, v kombinacích není dále uvažováno.

Pro první mezní stav únosnosti byl použit soubor EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B (kombinační rovnice 6.10a) a 6.10b)).

Pro mezní stav použitelnosti byla použita kombinace EN MSP charakteristická.

PRŮŘEZY

Tabulka 16 Přehled průřezů prutových prvků

Ozn.	Průřez	materiál	rozměry b x h [mm]
1	SLOUPY	C24	240x240
2	PRŮVLAKY	C24	200x280
3	PRŮVLAKY HALA	GL32h	240x480
4	VZPĚRKY	C24	140x160

Deskové/stěnové prvky:

Vrstvy p a q jsou navzájem pootočený o 90° - C24

Stěny:

Solid 168 mm (2x solid 84 mm) 4x(9p-24q-9p)

Solid 124 mm 2x(9p-44q-9p)

Stropy, střechy:

3.NP Solid 116 mm (9p-9q-9p/9p-44q-9p/9p-9q-9p)

2.NP, 1.NP, střecha 36° Element 280 mm

Horní pás SWP 9/9/9
Spodní pás SWP 9/42/9
Žebra 70 mm GL24h

Střecha 11° Element 300 mm
Horní pás SWP 9/9/9
Spodní pás SWP 9/42/9
Žebra 70 mm GL24h

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI A POUŽITELNOSTI

Posudek prutových prvků

Tabulka 17 Přehled posouzení prvního mezního stavu únosnosti

Ozn.	Nosník	Průřez	Jedn. posudek [-]	Posudek v řezu [-]	Posudek stability [-]
1	B8	sloupy - OBDEL	0,85	0,64	0,85
2	B11	průvlaky - OBDEL	0,79	0,53	0,79
3	B391	průvlaky hala - OBDEL	0,9	0,9	0,07
4	B376	vzpěry - OBDEL	0,31	0,29	0,31

Tabulka 18 Přehled posouzení mezních štíhlostí

Dílec	Jméno průřezu	ky [-]	kz [-]	ly [m]	lz [m]	Lam y [-]	Lam z [-]		Lam lim [-]
B118	sloupy	1	1	4,198	4,198	60,6	60,6	<	120
B1	sloupy	1	1	3,7	2,7	53,4	38,97	<	120
B13	průvlaky	1	1	6,99	2,45	86,48	42,44	<	120
B11	průvlaky	1	1	1	1	12,37	17,32	<	120
B63	průvlaky	1	1	5,004	5,004	61,91	86,67	<	120
B61	průvlaky hala	1	1	5	0,822	36,09	11,87	<	120
B106	průvlaky hala	1	1	5	2,092	36,08	30,2	<	120
B369	vzpěry	1	1	1,414	1,414	30,62	34,99	<	120

Všechny štíhlosti jsou menší než smluvní hodnota štíhlosti, která byla uvažována jako 120.

Tabulka 19 Přehled posouzení druhého mezního stavu použitelnosti

Průřez	Jedn. posudek [-]	uy inst [mm]	uz inst [mm]	Posudek uy inst [-]	Posudek uz inst [-]	uy fin [mm]	uz fin [mm]	Posudek uy fin [-]	Posudek uz fin [-]
sloupy	0,53	0	6,6	0	0,53	0	8	0	0,32
průvlaky	0,62	0	-13,8	0,01	0,62	0,1	-16,3	0,01	0,37
průvlaky hala	0,52	-0,1	-8,6	0,01	0,52	-0,1	-13,3	0,01	0,4
vzpěry	0,67	-3,2	0	0,67	0	-3,9	0	0,41	0

hodnoty deformací byly vypočteny programem SCIA Engineer 19.1 včetně posouzení. Limitní hodnoty byly uvažovány jako L/300 pro okamžité deformace a L/150 pro konečné deformace.

Posouzení plošných prvků

Strop 1.NP

mezní nosnost

ohyb: max. η = 0,60 (žebro č. II)

tah: max. η = 0,47 (žebro č. II)

mezní použitelnost

pole přečnivání hranice

u_{inst} ℓ/ 666 ℓ/ - 300 / 150

u_{fin} ℓ/ 427 ℓ/ - 150 / 75

$u_{net,fin}$ ℓ/ 427 ℓ/ - 250 / 125

Obrázek 36 Posudek stropu středního segmentu 1.NP

mezní nosnost

ohyb: max. η = 0,54 (žebro č. II)

tah: max. η = 0,46 (žebro č. II)

mezní použitelnost

pole přečnivání hranice

u_{inst} ℓ/ 805 ℓ/ - 300 / 150

u_{fin} ℓ/ 537 ℓ/ - 150 / 75

$u_{net,fin}$ ℓ/ 537 ℓ/ - 250 / 125

Obrázek 37 Posudek stropu bočního segmentu 1.NP

Strop 2.NP

<u>mezní nosnost</u>				<u>mezní použitelnost</u>			
ohyb:	max. η =	0,75	(žebro č. II)		pole	přečnávání	hranice
tah:	max. η =	0,50	(žebro č. II)	u_{inst}	ℓ / 414	ℓ / -	300 / 150
				u_{fin}	ℓ / 263	ℓ / -	150 / 75
				$u_{net,fin}$	ℓ / 263	ℓ / -	250 / 125

Obrázek 38 Posudek stropu středního segmentu 2.NP

<u>mezní nosnost</u>				<u>mezní použitelnost</u>			
ohyb:	max. η =	0,67	(žebro č. II)		pole	přečnávání	hranice
tah:	max. η =	0,49	(žebro č. II)	u_{inst}	ℓ / 514	ℓ / -	300 / 150
				u_{fin}	ℓ / 340	ℓ / -	150 / 75
				$u_{net,fin}$	ℓ / 340	ℓ / -	250 / 125

Obrázek 39 Posudek stropu bočního segmentu 2.NP

Střecha 36°

<u>mezní nosnost</u>				<u>mezní použitelnost</u>			
ohyb:	max. η =	0,69	(žebro č. II)		pole	přečnávání	hranice
tah:	max. η =	0,35	(žebro č. II)	u_{inst}	ℓ / 320	ℓ / -	300 / 150
				u_{fin}	ℓ / 258	ℓ / -	150 / 75
				$u_{net,fin}$	ℓ / 258	ℓ / -	250 / 125

Obrázek 40 Posudek střechy 36°

Střecha 11°

<u>mezní nosnost</u>				<u>mezní použitelnost</u>			
ohyb:	max. η =	0,67	(žebro č. II)		pole	přečnávání	hranice
tah:	max. η =	0,29	(žebro č. II)	u_{inst}	ℓ / 330	ℓ / -	300 / 150
				u_{fin}	ℓ / 269	ℓ / -	150 / 75
				$u_{net,fin}$	ℓ / 269	ℓ / -	250 / 125

Obrázek 41 Posudek střechy 11°

Tabulka 20 Přehled posudků stěnových panelů

		tl. panelu CLT [mm]	Jedn. pos. MSÚ [-]	Jedn. pos. MSP [-]	Jedn. posudek $w_{inst} [-] (L/300)$	Jedn. posudek $w_{net,fin} [-] (L/250)$	Jedn. posudek $w_{net} [-] (L/150)$
1.NP	vnější	168	0,45	0,14	0,14	0,12	0,07
	vnitřní	168	0,55	-	-	-	-
2.NP	vnější	124	0,54	0,26	0,26	0,22	0,13
	vnitřní	124	0,92	-	-	-	-
3.NP	vnější	124	0,48	0,59	0,59	0,49	0,30
	vnitřní	124	0,65	-	-	-	-
nad 3.NP	vnější	124	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03

Stěnové panely byly posuzovány ručním výpočtem v programu MS Excel.

Tabulka 21 Přehled posouzení globálních deformací

deformace [mm]	<>	L/300	posouzení	
$u_{inst,x} =$	26,3	<	28,3	vyhoví
$u_{inst,y} =$	21,9	<	50,00	vyhoví
$u_{inst,z} =$	34,3	<	44,7	vyhoví

Globální deformace byly porovnány s limitní hodnotou $L/300$, kde L je příslušná výška nebo šířka objektu. Globální deformace byly ověřeny na zjednodušeném 3D modelu v programu SCIA Engineer 19.1. Reálné deformace se předpokládají menší.

SPOJE

Legenda detailů:

D1a – přípoj stěnových panelů Solid tl. 168 mm

D1b – přípoj stěnových panelů Solid tl. 124 mm

D2 – přípoj stropních panelů Element

D3 – přípoj stropního panelu Element ke stěně

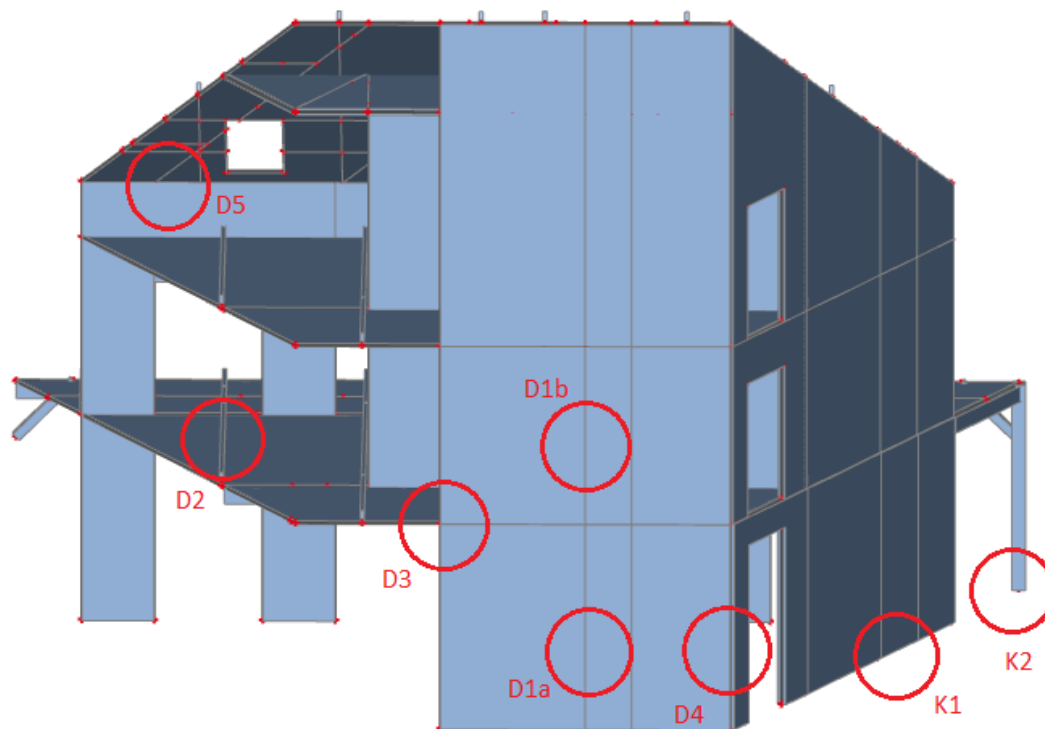
D4 – přípoj stěn pod úhlem 120°

D5 – přípoj střešního panelu Element ke stěně

K1 – kotvení stěnových panelů

K2 – kotvení sloupů

Spoje byly vypracovány na základě katalogových spojů Novatop včetně minimálních vzdáleností spojovacích prostředků pro panely Novatop.



Obrázek 42 Příklad umístění spojů

D1a – přípoj stěnových panelů Solid tl. 168 mm

Spoj stěnových panelů Solid 168 mm je navržen pomocí přeplátování šířky 160 mm a vrutových spojovacích prostředků WT 8,2/160 mm po 110 mm. Minimální vzdálenost prvního vrutu od okraje je 100 mm. Vrutu jsou namáhány stříhem. Byly uvažovány vruty společnosti Rothoblaas.

D1b – přípoj stěnových panelů Solid tl. 124 mm

Spoj stěnových panelů Solid 124 mm je navržen pomocí přeplátování šířky 160 mm a vrutových spojovacích prostředků WT 6,5/90 mm po 130 mm. Minimální vzdálenost prvního vrutu od okraje je 100 mm. Vrutu jsou namáhány stříhem. Byly uvažovány vruty společnosti Rothoblaas.

D2 – přípoj stropních panelů Element

Spoj stropních panelů Element výšky 280 mm je navržen pomocí vrutových spojovacích prostředků HBS 4/70 mm po 65 mm. Vrutu jsou namáhány stříhem. Panely jsou přeplátovány pomocí přesahu horního pásu přes první žebro druhého pásu 40 mm. Byly uvažovány vruty společnosti Rothoblaas.

D3 – přípoj stropního panelu Element ke stěně

Stropní panel je průběžný a stěna 2.NP je kotvena ke stropnímu panelu, který dosedá na stěnu 1.NP. Přípoj je proveden pomocí úhelníků s vrutovými spojovacími prostředky. Stěna horního podlaží je připevněna ke stropnímu panelu pomocí úhelníku BV-U 05-23 (100x100x90) společnosti Bova s 2x14 vruty HBS 3/30 mm. Maximální vzdálenost tohoto přípoje je 500 mm. Stropní panel Element je ke stěnovému panelu připevněna obdobně pomocí úhelníku BV-U 05-23 (100x100x90) společnosti Bova s 2x14 vruty HBS 3/30 mm, maximální vzdálenost tohoto přípoje je však 300 mm. Tlak je přenášen kontaktem, tah a stříh pomocí vrutů.

D4 – přípoj stěn pod úhlem 120°

Spoj stěnových panelů Solid 168 mm pod úhlem 120° je navržen pomocí přípoje na tupo a vrutových spojovacích prostředků 2x WT 6,5/220 mm a WT 6,5/130 mm po 500 mm. Minimální vzdálenost prvního vrutu od okraje je 100 mm. Vrutu jsou namáhány kombinací tahu se stříhem. Byly uvažovány vruty společnosti Rothoblaas. Při provádění je nutno dbát na polohu vrutů ve vrstvě panelů se svislým průběhem vláken tak, aby vruty byly kolmo ke směru těchto vláken. Povrchová vrstva vláken panelu je situována vodorovně.

D5 – přípoj střešního panelu Element ke stěně

Střešní panel je osazen na zešíkmený stěnový panel. Tlak je přenášen kontaktem. Tah a stříh jsou přenášeny pomocí vrutů Rothoblaas VGZ 9/450 po 340 mm, tj. v místech žeber střešního panelu Element. Je nutno dodržet pozici vrutu ve střední vrstvě stěnového panelu, která má vodorovný směr vláken, tj. kolmý ke směru vrutu.

K1 – kotvení stěnových panelů

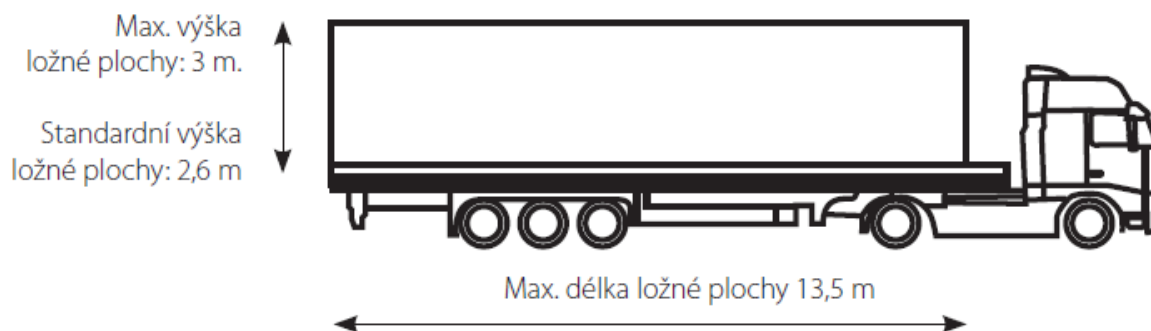
Vzhledem ke tvaru a umístění konstrukce je kotvení namáháno velkými tahovými silami, proto běžné kotvení stěnových panelů nevyhovuje. Kotva byla navržena pomocí svařovaného plechu tloušťky 5 mm se závitovou tyčí průměru 20 mm pevnostní třídy 8.8 a chemickou lepenou kotvou pro kotvení do betonového podkladu. Pro přípoj stěny k plechu jsou využity vruty Rothoblaas 9x KOP 16/150 mm s předvrtáním. Maximální uvažovaná vzdálenost kotev je 400 mm. Tlak je přenesen kontaktem. Kotvení panelů se předpokládá na rovný podklad. Pro vyrovnání je možno použít předkotvených dřevěných hranolů nebo maltového lože za dodržení příslušných technologických a konstrukčních postupů.

K2 – kotvení sloupů

Horizontální síla R_y je přenášena plechem tloušťky 8 mm z oceli S235. Tahová síla $R_{z(t)}$ a síla R_x jsou pak přenášeny pomocí dvou svorníků M12 pevnostní třídy 8.8. Tlak $R_{z(c)}$ je přenesen kontaktem. Plechy jsou přivařeny k patní desce tloušťky 10 mm, která je přikotvena k betonovému základu pomocí dvou závitových tyčí M8 třídy 8.8 a chemické kotvy HIT-RE 500 společnosti Hilti spol. s r.o. Plechy jsou spojeny svarovými spoji o výšce svaru 3 mm. Svorníky jsou provedeny včetně podložek a matic příslušných rozměrů.

DOPRAVA A MONTÁŽ

Panely jsou dopravovány kamiony. Největší rozměr panelu je 10 x 2,5 m (strop 3.NP).



Obrázek 43 Velikost kamionu pro dopravu panelů [3]

Maximální parametry nákladu jsou 50 m³/24t. Doprava panelů probíhá standardně naležato. Panely jsou baleny do balíků z PE folie, která představuje ochranu proti změnám vlhkosti a znečištění. Balíky jsou označeny identifikačním štítkem. Musí být zajištěna dopravní dostupnost a vjezd na staveniště. Panely jsou vykládány pomocí jeřábu.

Před začátkem montáže je nutno připravit podklad pro uložení stěnových panelů. Panely lze položit na odizolovanou základovou desku nebo na základový hranol případně na maltové lože. Ve všech případech je nutno zajistit rovinnost podkladu. Následuje přikotvení stěnových panelů k podkladu. Panely solid jsou označeny štítky určujícími vnitřní stranu panelu. S panely se manipuluje pomocí jeřábu. Panely je nutno během montáže zajistit vzpěrami. Pro zajištění vzduchotěsnosti spojů se používá butylkaučuková páska. Při provádění spojů je nutno dbát na pozici a směr spojovacích prostředků vzhledem ke směru vláken vrstev panelů. Manipulace stropních panelů Element se provádí pomocí jeřábu pomocí čtyř zdvihacích popruhů. Panely jsou opatřeny identifikačními štítky. Je nutno dodržet minimální uložení 40 mm na stěnové panely. Opět je nutné dodržení vzduchotěsnosti spojů. Další patro se klade na těsnící pásku. Montáž probíhá obdobně jako montáž prvního nadzemního podlaží. Pokud stavba zahrnuje mokré procesy je nutné dbát na dostatečné větrání, aby se v konstrukci nedržela nadbytečná vlhkost. Doporučená vlhkost zabudování panelů je 55 %.

OCHRANA

Panely jsou dopravovány ve formě balíků s ochrannou folií proti znečištění a změnám vlhkosti. Po odstranění obalu je nutné panely zakrýt a chránit proti nepříznivým povětrnostním vlivům. Panely musí být chráněny před deštěm, tekoucí vodou a nadměrným slunečním zářením. Doporučuje se skladování pouze po nezbytně dlouhou dobu. Prvky jsou chráněny proti požáru opláštěním konstrukcí.

VÝKAZY

Tabulka 22 Výkaz materiálu 1D prvků

Průřez	Materiál	Délka [m]	Jednotková hmotnost [kg/m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objem [m ³]
sloupy - OBDEL (240; 240)	C24	42,778	24,2	1034,9	41,1	2,5
sloupy - OBDEL (240; 240)	C24	22,2	24,2	537,1	21,3	1,3
průvlaky - OBDEL (200; 280)	C24	100,854	23,5	2372,1	96,8	5,6
průvlaky - OBDEL (200; 280)	C24	64,693	23,5	1521,6	62,1	3,6
vzpěry - OBDEL (140; 160)	C24	16,971	9,4	159,7	10,2	0,4
vzpěry - OBDEL (140; 160)	C24	11,314	9,4	106,4	6,8	0,3
žebra 1.NP - OBDEL (70; 193)	GL 24h	146,769	5,7	832,8	77,2	2,0
žebra 1.NP - OBDEL (70; 193)	GL 24h	100,987	5,7	573	53,1	1,4
žebra střecha - OBDEL (70; 193)	GL 24h	129,731	5,7	736,1	68,2	1,8
žebra střecha - OBDEL (70; 193)	GL 24h	82,208	5,7	466,5	43,2	1,1
žebra vikýř - OBDEL (70; 213)	GL 24h	30,741	6,3	192,5	17,4	0,5
žebra 2.NP - OBDEL (70; 193)	GL 24h	91,5	5,7	519,2	48,1	1,2
žebra 2.NP - OBDEL (70; 193)	GL 24h	68,987	5,7	391,4	36,3	0,9
průvlaky hala - OBDEL (240; 480)	GL 32h	30	56,4	1693,4	43,2	3,5
Celkem		939,733		11137	625,1	25,9

Tabulka 23 Výkaz materiálu 2D prvků

Materiál	TLoušťka [mm]	Jednotková hmotnost [kg/m ²]	Hmota [kg]	Povrch [m ²]	Objem [m ³]
C24	60	25,2	18195,5	722,0	43,3
C24	60	25,2	13020,9	516,7	31,0
C24	116	48,7	3065,4	62,9	7,3
C24	116	48,7	1845,4	37,9	4,4
C24	124	52,1	33284,6	639,1	79,2
C24	124	52,1	24436,2	469,2	58,2
C24	168	70,6	20792,9	294,7	49,5
C24	168	70,6	14830,5	210,2	35,3
celkem			129471,4	2952,7	308,3

Tabulka 24 Výkaz materiálu dle třídy

Materiál	Hustota [kg/m ³]	Hmota [kg]	Povrch [m ²]	Objem [m ³]
C24	420	135203,3	3191,0	321,9
GL 24h	420	3711,5	343,6	8,8
GL 32h	490	1693,4	43,2	3,5
Celkem		140608,2	3577,8	334,2

Výkazy byly vygenerovány programem SCIA Engineer 19.1 na základě 3D modelu, kde byly některé konstrukce zjednodušeny, zejména pak panely Element, kde nebyla modelována všechna žebra. Z toho důvodu bude reálná spotřeba (zejména lepeného lamelového dřeva GL24h) vyšší. Výkazy nezahrnují spojovací prostředky.

5. ZÁVĚR

Vzhledem ke zvolenému tvarovému uspořádání, převážně lehkým skladbám konstrukcí a dané lokalitě (větrová oblast IV, otevřený terén kategorie II) je konstrukce výrazně namáhána tahovými silami v kotvení a ve spojích. Byly vypracovány dvě varianty konstrukce horského hotelu. Obě varianty vyžadují mechanizaci pro montáž. Varianta z CLT panelů spotřebuje více dřeva a hmotnost nosných prvků je vyšší. Na druhou stranu se předpokládá rychlejší výstavba. Varianta 1 byla zpracována detailněji. Varianta 2 byla více tvarově zjednodušena kvůli uspořádání objektu z panelů Novatop. Přesahy střech zde nebyly uvažovány, ale je možné je provést pomocí panelů Novatop Static.

6. POUŽITÉ DOKUMENTY A SOFTWARE

NORMY

ČSN EN 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 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 338 Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti

ČSN EN 14080 Dřevěné konstrukce – Lepené lamelové dřevo - Požadavky

SOFTWARE

Nemetschek Group– SCIA Engineer 19.1 – studentská verze

Graitec – CADKON+ 2020

Microsoft Corporation – Office 365 – Word, Excel

Agrop Nova – Novatop Elements verze 4.2

Holzbau – CLT Designer

LITERATURA A INTERNETOVÉ ZDROJE

[1] *Mapy* [online]. [cit. 2021-01-01]. Dostupné z: <https://mapy.cz>

[2] *VELUX* [online]. [cit. 2021-01-01]. Dostupné z: <https://www.velux.cz>

[3] *Novatop* [online]. [cit. 2021-01-01]. Dostupné z: <https://novatop-system.cz>

HILTI [online]. [cit. 2021-01-01]. Dostupné z: <https://www.hilti.cz>

Rothoblaas [online]. [cit. 2021-01-01]. Dostupné z: <https://www.rothoblaas.com>

BOVA [online]. [cit. 2021-01-01]. Dostupné z: <http://bova-nail.cz>

ČSN EN 338. *Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016, 16 s.

ČSN EN 14080. *Dřevěné konstrukce - Lepené lamelové dřevo a lepené rostlé dřevo - Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 88 s.

ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, 2004, 44 s.

ČSN EN 1991-1-3. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem*. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 52 s.

ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem*. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 124 s.

ČSN EN 1995-1-1. *Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 2006, 114 s.

Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5 STEP 1: navrhování a konstrukční materiály. STEP 1. Zlín: KODR, Ing. Koželouh, 1998. ISBN 80-238-2620-4.

KOLB, Josef. *Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště. 2.*, aktualiz. vyd. v České republice. Přeložil Bohumil KOŽELOUH. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-4071-3.

DANELOVÁ, Veronika. *Konstrukce horského hotelu v Beskydech.* Brno, 2019. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební. Vedoucí práce Ing. Milan Šmak, Ph.D.

KUKLÍK, Petr a Anna KUKLÍKOVÁ. *Navrhování dřevěných konstrukcí: příručka k ČSN EN 1995-1.* Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. ISBN 978-80-87093-88-7.

PAVLAS, Marek. *Dřevostavby z vrstvených masivních panelů: technologie CLT.* Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-271-0055-2.

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ V TECHNICKÉ ZPRÁVĚ

$S_{(36^\circ)}$	zatížení sněhem na střeše se sklonem 36°
$S_{(11^\circ)}$	zatížení sněhem na střeše se sklonem 11°
w_e	tlak větru působící na vnější povrchy
$q_{p(z)}$	maximální dynamický tlak
C_{pe10}	součinitel vnějšího tlaku
q_k	charakteristická hodnota užitého zatížení
k_y, k_z	součinitel vzpěrné délky
l_y, l_z	vzpěrná délka
$\lambda_{m_y}, \lambda_{m_z}$	štíhlost
$\lambda_{m_{lim}}$	mezní štíhlost
u_{inst}	okamžitá deformace prvku
w_{inst}	okamžitá deformace prvku
u_{fin}	konečná deformace prvku
w_{fin}	konečná deformace prvku
$u_{instx}, u_{insty}, u_{instz}$	okamžitá deformace celé konstrukce ve směru os x, y, a z
L	délka
CLT	křížem lepené dřevo
MSÚ	první mezní stav únosnosti
MSP	druhý mezní stav použitelnosti

8. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Vizualizace hotelu - pohled jižní.....	1
Obrázek 2 Vizualizace hotelu	1
Obrázek 3 Mapa oblasti [1]	3
Obrázek 4 Pozice stavby [1].....	3
Obrázek 5 Vizualizace dispozice pokoje	4
Obrázek 6 Střešní balkon VELUX Cabrio [2]	4
Obrázek 7 Model konstrukce včetně fiktivních prutů.....	8
Obrázek 8 Model konstrukce bez výztužných stěn	9
Obrázek 9 Prvky 1.NP	9
Obrázek 10 Prvky 2.NP	10
Obrázek 11 Prvky 3.NP	10
Obrázek 12 Sloupy 240x320 mm.....	11
Obrázek 13 Balkonové sloupy 240x240 mm	11
Obrázek 14 Průvlaky.....	12
Obrázek 15 Krokve	13
Obrázek 16 Stropnice	13
Obrázek 17 Stěnové sloupky	14
Obrázek 18 Vaznice	15
Obrázek 19 Příklady průřezů fiktivních prutů.....	15
Obrázek 20 Fiktivní pruty v konstrukci	16
Obrázek 21 Umístění detailů	20
Obrázek 22 Umístění detailů	21
Obrázek 23 Umístění detailu D1.....	21
Obrázek 24 Umístění detailu D2.....	22
Obrázek 25 Umístění detailu D3.....	23
Obrázek 26 Umístění detailu D4.....	23
Obrázek 27 Příklad umístění detailu D5	24
Obrázek 28 Příklad umístění detailu D6	25
Obrázek 29 Příklad umístění detailu D7	25
Obrázek 30 Příklad umístění detailu D8	26
Obrázek 31 Příklad umístění detailu D9	26
Obrázek 32 Příklad umístění detailu D10	27
Obrázek 33 Umístění kotvení K1	28
Obrázek 34 Umístění kotev K2 v souvislosti s kotvami K1	29
Obrázek 35 Umístění kotev K3	29
Obrázek 36 Posudek stropu středního segmentu 1.NP	34
Obrázek 37 Posudek stropu bočního segmentu 1.NP	34
Obrázek 38 Posudek stropu středního segmentu 2.NP	35
Obrázek 39 Posudek stropu bočního segmentu 2.NP.....	35
Obrázek 40 Posudek střechy 36°	35
Obrázek 41 Posudek střechy 11°	35
Obrázek 42 Příklad umístění spojů.....	37
Obrázek 43 Velikost kamionu pro dopravu panelů [3]	38

9. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Přehled zatěžovacích stavů.....	5
Tabulka 2 zatížení větrem na střechu se sklonem 36°	5
Tabulka 3 Zatížení větrem na stěny.....	6
Tabulka 4 Zatížení větrem na střechu vikýře se sklonem 11°	6
Tabulka 5 Zatížení větrem na terasu	7
Tabulka 6 Užité zatížení.....	7
Tabulka 7 Základní zatěžovací šířky.....	7
Tabulka 8 Přehled použitých průřezů.....	8
Tabulka 9 Přehled využití prvků na první mezní stav únosnosti	16
Tabulka 10 Přehled posouzení mezních štíhlostí	17
Tabulka 11 Přehled využití prvků na druhý mezní stav použitelnosti	18
Tabulka 12 Posouzení globálních deformací.....	19
Tabulka 13 Orientační výkaz materiálu podle průřezů	31
Tabulka 14 Orientační výkaz materiálu podle pevnostní třídy.....	31
Tabulka 15 Přehled zatěžovacích stavů varianty 2.....	32
Tabulka 16 Přehled průřezů prutových prvků.....	33
Tabulka 17 Přehled posouzení prvního mezního stavu únosnosti.....	33
Tabulka 18 Přehled posouzení mezních štíhlostí	34
Tabulka 19 Přehled posouzení druhého mezního stavu použitelnosti	34
Tabulka 20 Přehled posudků stěnových panelů.....	36
Tabulka 21 Přehled posouzení globálních deformací	36
Tabulka 22 Výkaz materiálu 1D prvků.....	39
Tabulka 23 Výkaz materiálu 2D prvků	40
Tabulka 24 Výkaz materiálu dle třídy	40

10. SEZNAM PŘÍLOH

- B Statický výpočet – varianta 1
- C Příloha ke statickému výpočtu – varianta 1
- D Statický výpočet – varianta 2
- E Příloha ke statickému výpočtu – varianta 2
- F Výkresová dokumentace