



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

OBJEKT PRO KOVOVÝROBU V LITOMYŠLI

BUILDING OF METAL PRODUCTION IN LITOMYŠL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

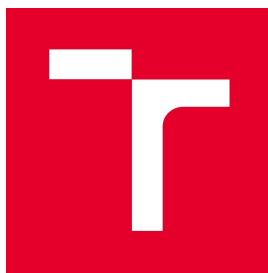
MAREK HURYCH

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Marek Hurych
Název	Objekt pro kovovýrobu v Litomyšli
Vedoucí práce	Ing. Milan Pilgr, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Požadavky na architektonické a dispoziční řešení
Literatura doporučená vedoucím bakalářské práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Navrhněte nosnou ocelovou konstrukci objektu pro kovovýrobu o půdorysných rozměrech 16 × 30 m. Dispozici navrhněte v souladu s architektonickými požadavky; klimatická zatížení uvažujte pro lokalitu Litomyšl.

Požadované výstupy:

Technická zpráva

Statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce

Výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím bakalářské práce

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

Ing. Milan Pilgr, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt v českém jazyce

Zadáním mé bakalářské práce byl návrh nosné ocelové konstrukce haly pro účely objektu pro kovovýrobu. Půdorysný rozměr konstrukce je 16x30m se vzdáleností příčných vazeb 6m. Výška příčných vazeb je proměnná. Skládá se z plnostěnných stojek s proměnným průřezem rámově spojených s plnostěnnými příčlemi s proměnným průřezem, navrženo jako trojkloubový rám. Součástí bakalářské práce je posouzení hlavních nosných konstrukčních prvků, řešení vybraných detailů a vypracování detailních výkresů řešených spojů.

Abstrakt v anglickém jazyce

The assignment for my bachelor thesis was to design of load-bearing steel structure of the hall for metal production. The ground plan of the structure is 16x30 metres with distance of cross frames 6 metres. The height of cross frames is variable. The hall consists of the columns with variable cross section connected with straits with variable cross section, it is designed as a threeway-articulated frame. My bachelor thesis includes the assesment of the main load bearing structure elements, solution of the selected details and drawing up detail plans of the solving joints.

Klíčová slova v českém jazyce

Nosná ocelová konstrukce, jednopodlažní, halový objekt, navrhování, posouzení, zatížení, vnitřní síly, příčná vazba, trojkloubový rám, model.

Klíčová slova v anglickém jazyce

Load-bearing structure, single-storey hall, design, check, load, internal forces, main frame, threeway-articulated frame, model.

Bibliografické citace VŠKP

HURYCH, Marek. *Objekt pro kovovýrobu v Litomyšli*. Brno, 2018. 20 s., 165 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

Prohlášení:

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

V Brně dne 25.5. 2018

.....

podpis autora
Marek Hurych

Poděkování

Chtěl bych poděkovat Ing. Milanu Pilgrovi, Ph.D., za odborné vedení mé bakalářské práce. Děkuji za informace a cenné rady poskytnuté při vypracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat celé Fakultě stavební a zvláště Ústavu kovových a dřevěných konstrukcí za možnost studia tohoto oboru.

Obsah:

1. Úvod	9
2. Technická zpráva.....	10
2.1. Obecné údaje	10
2.2. Předpoklady návrhu nosné konstrukce	10
2.2.1. Mezní stavy	10
2.2.2. Zatížení	10
2.3. Popis konstrukce	11
2.4. Popis konstrukčních prvků.....	12
2.4.1. Střešní a stěnové opláštění budovy.....	12
2.4.2. Vaznice	12
2.4.3. Příčle.....	13
2.4.4. Stojky.....	13
2.4.5. Paždíky	14
2.4.6. Štítové stěny.....	14
2.4.7. Překlady.....	14
2.4.8. Ztužení budovy.....	14
2.5. Popis statické analýzy	14
2.6. Hmotnost konstrukce	15
3. Použité zdroje	16
4. Seznam příloh	20

1. Úvod

Předmětem bakalářské práce je návrh a posouzení hlavní nosné konstrukce objektu pro kovovýrobu v Litomyšli a vyřešení detailů stanovených vedoucím práce. Jedná se o jednolodní halu s obdélníkovým půdorysem rozměru 16x30m zastřešenou sedlovou střechou s mírným sklonem. Modulová výška konstrukce v hřebeni je 6,0m. Celková výška konstrukce včetně střešního pláště je v nejvyšším místě 6,43m.

Hala bude sloužit jako kovoobráběcí dílna s CNC a NC stroji jako jsou frézky, soustruhy, vrtačky a další. Pro tuto činnost je důležité osvětlení pracovního prostoru a snadný přístup k jednotlivým pracovištím. Hala je proto po celém obvodu osazena okny pro přirozené osvětlení pracoviště. I střešní konstrukce je navržena pro možnost vložení prosvětlovacích panelů do střešního pláště pro ještě lepší přirozené osvětlení. Okna jsou navržena jako otevíratelná pro přirozené větrání objektu, pouze v místě ztužení budovy jsou navržena jako neotevíratelná.

V obou štítových stěnách jsou vložena vrata o světlé šířce 6,0m a výšce 3,5m s vloženými dveřmi pro snadný přístup k pracovištím a bezpečný provoz vysokozdvižných vozíků při navážení a vyvážení materiálu.

Hlavní nosná konstrukce haly je tvořena příčnými ocelovými rámy s proměnným průřezem příčlů i stojek. Statické schéma příčných ráků je trojklobový rám.

2. Technická zpráva

2.1. Obecné údaje

Jedná se o jednolodní halu s obdélníkovým půdorysem rozměru 16x30m zastřešenou sedlovou střechou s mírným sklonem, modulová výška konstrukce v hřebeni je 6,0m, v místě u okapu, v místě rámového rohu, jsou to 4m, celková výška konstrukce včetně střešního pláště je v nejvyšším místě 6,43m.

Hala bude sloužit jako kovoobráběcí dílna s CNC a NC stroji jako jsou frézky, soustruhy, vrtačky a další. Pro tuto činnost je hlavně důležité osvětlení a snadný přístup k jednotlivým pracovištím.

Hala je po celém obvodu osazena plastovými izolačními okny pro přirozené osvětlení pracoviště. Střešní konstrukce je navržena pro možnost vložení prosvětlovacích panelů do střešního pláště.

V místech stěnového ztužení budovy jsou navržena neotevíratelná okna. V obou štítových stěnách jsou vložena vrata o světlé šířce 6,0m a výšce 3,5m s vloženými dveřmi pro snadný přístup k pracovištím a bezpečný provoz vysokozdvíhových vozíků při navážení a vyvážení materiálu.

2.2. Předpoklady návrhu nosné konstrukce

2.2.1. Mezní stavy

Hlavní nosná konstrukce haly byla dle ČSN EN 1993 ověřena na:

- Mezní stav únosnosti
- Mezní stav použitelnosti

2.2.2. Zatížení:

Konstrukce je navržena na proměnná klimatická zatížení v řešené lokalitě Litomyšl.

Dle sněhových map je zatížení na daném pozemku stanoveno na $1,09\text{kN/m}^2$ po zohlednění místních podmínek byla stanovena hodnota pro výpočet na $0,87\text{kN/m}^2$.

Dle větrných map lokalita spadá do oblasti II se stanovenou základní výchozí rychlostí větru 25m/s , po zohlednění místního otevřeného terénu a žádných okolních překážek byla hodnota základního tlaku větru na konstrukci spočítána $0,965\text{kN/m}^2$

Stálá zatížení konstrukce byla stanovena výpočtem nebo odhadem

Vlastní tíhu ocelové konstrukce vygeneroval software SCIA Engineer automaticky a zatížení střešním a stěnovým pláštěm byla do programu zadána ručně dle podkladů od výrobce pro oba pláště se jednalo o hodnotu $0,15\text{kN/m}^2$.

Ostatní stálá zatížení byla stanovena odborným odhadem, jednalo se o zatížení konstrukce příčlím ostatním stálým zatížením na spodní pásnici profilů od zavěšení TZB, osvětlení, rozvodů NN po hale, vysokotlakých vzduchových rozvodů a

pro možné další potřeby. Toto zatížení bylo odhadnuto na $0,5\text{kN/m}^2$ po celém vnitřním půdorysném rozměru haly.

Další ostatní stálá zatížení jako zatížení okny a vraty byla stanovena dle průzkumu trhu od různých výrobců na maximální předpokládané hodnoty. Hodnoty zatížení izolačními okny (izolační dvojskla) a sekčními vraty byly odhadnuty na $0,35\text{kN/m}^2$.

Zatížení byla ručně rozpočítána na dané prvky a vnesena do programu SCIA Engineer.

2.3. Popis konstrukce

Základní rozměry

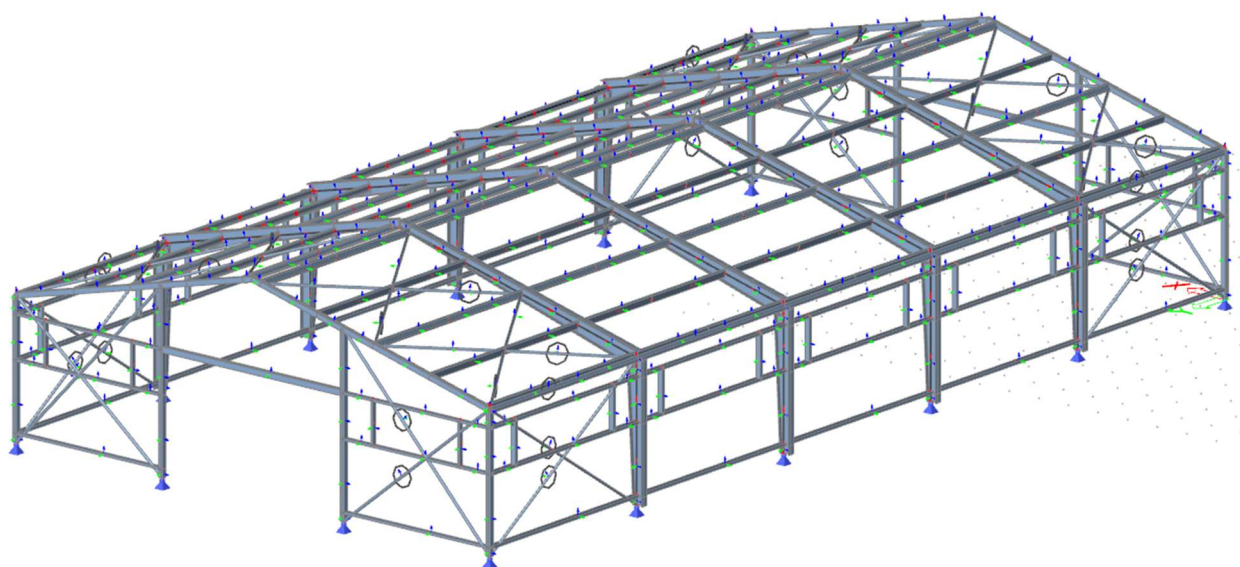
Modulové rozměry ocelové konstrukce

Šířka konstrukce	16,0m
Délka konstrukce	30,0m
Výška konstrukce u okapu	4,0m
Výška konstrukce v hřebeni	6,0m

Skutečný rozměry haly

Šířka haly	16,82m
Délka konstrukce	30,62m
Výška konstrukce u okapu	4,33m
Výška konstrukce v hřebeni	6,43m

Sklon střechy	14,04°
---------------	--------



Použitý materiál

Hlavní nosná konstrukce haly je kompletně navržena z oceli S355 kromě patního plechu kloubového uložení stojky na základ vyrobeného z oceli S235

Pro konstrukci základů byl stanoven beton třídy C20/25 s ohledem na kotvení stojek, podlití bylo uvažováno z materiálu kvalitnějšího než beton základů

Spojovací materiál

Veškeré svařované spoje budou provedeny ve výrobně ručně nebo automaticky obloukovým svařováním v chráněném prostředí

V konstrukci byly použity pro snadnou montáž konstrukce na staveništi konstrukční šrouby pevností 5.6 a 8.8.

Pro montáž stojek na základ byly použity speciální kotevní šrouby vyráběné firmou Hilti a na tyto šrouby byla konstrukce dle podkladů výrobce posouzena.

2.4. Popis konstrukčních prvků

2.4.1. Střešní a stěnové opláštění budovy

Opláštění budovy bylo navrženo od firmy Kingspan, jedná se o střešní panely KS1000 RW a o stěnové panely KS1000 AWP s jádrem z izolační pěny IPN Firesafe tloušťky 120mm. Opláštění bylo posouzeno dle statických tabulek výrobce na dovolené rozteče a šířky podpor vzhledem k intenzitě zatížení.

Střešní plášť nespolutpůsobí při přenosu zatížení

Do střechy mohou být osazeny prosvětlovací panely KS1000 PC

2.4.2. Vaznice

Vaznice byly navrženy z válcovaných profilů UPE 200 na jedné straně uloženy pevně kloubově a na druhé straně uloženy posuvně kloubově, aby do konstrukce vaznic nebyly vnášeny žádné normálové síly. Toto řešení bylo stanoveno z důvodu jednoduchosti provádění konstrukce a minimalizace složitých detailů (při porovnání s variantou zkrácení vzpěrných délek pomocí okapového ztužidla a vzpěr pro podepření konstrukce vaznic kolmo na hlavní osu namáhání, je výsledná konstrukce jednodušší a lehčí)

Rozhodující kombinace namáhání pro vaznice je kombinace K01. Jedná se o namáhání zatížením stálým + sníh plný. Rozhodující posudek pro toto namáhání je kombinace ohybu vaznice k oběma osám s vlivem klopení.

Ruční výpočet pro MSU i MSP se shoduje s výpočtem provedeným v programu SCIA

2.4.3. Příčle

Příčel byla navržena ze svařovaného otevřeného průřezu tvaru I s proměnnou výškou. Příčel byla namodelována a posouzena jako svařovaný průřez výšky 500mm, šířky 200mm, tl. pásnice 12mm a tl. stojiny 6mm v místě rámového rohu. A s výškou a šířkou 200mm, tl. pásnice 12mm a tl. stojiny 6mm v místě kloubu ve hřebeni budovy

Skutečný průřez příčle je Iw 181x6;200x12-467x6;200x12

Příčel byla posouzena na rozhodující kombinaci pro MSU i MSP K01 (stálé + sníh plný) v místě rámového rohu a v polovině rozpětí.

Vzpěrná délka příčle ve směru hlavního namáhání byla spočítána dle ČSN EN 73 1702 pro trojkloubový rám $L_{cr,y}=18,183m$, vzpěrná délka ve druhém směru je zajištěna příčným ztužením budovy $L_{cr,z}=4,019m$.

Rozhodující ruční výpočet v polovině rozpětí se neshoduje s výpočtem v programu, z důvodu ručního posouzení na maximální účinky všech sil na celé příčli, kdežto v programu je průřez posouzen po řezech. Rozhodující je proto ruční výpočet který je proveden dle normy.

Rozhodující kombinace namáhání je kombinace tlaku a ohybu k oběma osám s vlivem klopení.

2.4.4. Stojky

Stojka byla navržena ze svařovaného otevřeného průřezu tvaru I s proměnnou výškou. Příčel byla namodelována a posouzena jako svařovaný průřez výšky 500mm, šířky 200mm, tl. pásnice 12mm a tl. stojiny 6mm v místě rámového rohu. A s výškou 300mm, šířkou 200mm, tl. pásnice 12mm a tl. stojiny 6mm v místě uložení na základ

Skutečný průřez příčle je Iw 276x6;200x12-459x6;200x12

Stojka byla posouzena na rozhodující kombinaci pro MSU i MSP K01 (stálé + sníh plný) v místě rámového rohu v polovině rozpětí a v místě uložení na základ.

Vzpěrná délka stojky ve směru hlavního namáhání byla spočítána dle ČSN EN 73 1702 pro trojkloubový rám $L_{cr,y}=13,922m$, vzpěrná délka ve druhém směru je zajištěna příčným ztužením budovy $L_{cr,z}=4,00m$.

Rozhodující ruční výpočet v polovině rozpětí se neshoduje s výpočtem v programu, z důvodu ručního posouzení na maximální účinky všech sil na celé příčli, kdežto v programu je průřez posouzen po řezech. Rozhodující je proto ruční výpočet který je proveden dle normy.

Rozhodující kombinace namáhání je kombinace tlaku a ohybu k oběma osám s vlivem klopení.

2.4.5. Paždíky

Paždíky byly navrženy z uzavřeného průřezu RHSCF 140x80x4mm pro podélné stěny a z profilu RHSCF 120x60x4mm pro štítové stěny, výpočet byl proveden v softwaru na zadané vzpěrné délky = vzdálenosti stojek a sloupů

Uložení paždíků je kloubové na jedné straně pevné a na druhé posuvné, aby do paždíků nebyly vnášeny normálové síly.

Limitní je pro paždíky vodorovný průhyb od sání větru v rohových polích budovy a průhyb od vlastní tíhy a zatížení okny pro svislý průhyb v místech okenních rámců

2.4.6. Štítové stěny

Sloupy a průvlaky ve štítových stěnách byly navrženy ze dvou profilů UPE140 svařených do krabice, výpočet byl proveden v softwaru na vzpěrné délky = délce prvků

Sloupy i průvlaky jsou součástí ztužení ve štítových stěnách

Limitní pro sloupy byl vodorovný průhyb od sání větru

2.4.7. Překlady

Překlady nad vraty byly navrženy ze dvou profilů UPE 160 svařených do krabice, výpočet byl proveden v softwaru na vzpěrné délky rovnající se délce prvku

Rozhodující pro překlady byl vodorovný průhyb od kombinace K01

2.4.8. Ztužení budovy

Budova je ztužena třemi způsoby ve dvou rovinách vždy u štítových stěn budovy:

ztužidla příčná stěnová	průřezu RO 70x5
ztužidla podélná stěnová	průřezu RO 60,3x5
ztužidla střešní	průřezu RO 60,3x5
vzpěry	průřezu RO

Ztužidla nemohla být spojena přes hřeben budovy z důvodu nebezpečí porušení funkce kloubu v hřebeni budovy.

Ztužidla byla posouzena ručně, jelikož byla posouzena jako pouze tažená a do výpočtu v softwaru nelze zadat oslabený průřez

Pro ztužidla byla limitní štíhlost prvků a únosnost v tahu, pouze vzpěry, které přenáší normálové síly mezi ztužidly byly posouzeny i na rovinný vzpěr

2.5. Popis statické analýzy

Výpočet byl proveden ve studentské verzi programu SCIA Engineer verze 17.01, který je založen na metodě konečných prvků. Model byl vymodelován jako prostorový prutový model, v nadstavbě programu zaměřené na ocelové konstrukce bylo provedeno posouzení některých prvků.

2.6. Hmotnost konstrukce

Výpis ze SCIA Engineer

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objem [m ³]
Celkový součet :	22488,6	644,151	2,8648e+00

Vysvětlivky symbolů	
Povrch	Pozn.: pro výpočet plochy povrchu se uvažuje pouze jeden povrch každého 2D dílce

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objem [m ³]
VAZNICE - UPE200	S 355	22,8	300,000	6829,5	209,052	7850,0	8,7000e-01
ZTUŽIDLO - RO60.3X5	S 355	6,8	143,950	982,0	27,207	7850,0	1,2509e-01
STOJKA 4,00 - Iw (500; 6; 200; 12; 476; 0)	S 355	60,0	0,800	48,0	1,427	7850,0	6,1161e-03
STOJKA 0,00 - Iw (300; 6; 200; 12; 276; 0)	S 355	51,0	2,000	101,9	2,801	7850,0	1,2987e-02
PAŽDÍK - RHSCF140/80/4.0	S 355	13,0	265,000	3432,4	113,858	7850,0	4,3725e-01
STOJKA 3,5 - Iw (478; 6; 200; 12; 454; 0)	S 355	59,5	3,600	214,3	6,349	7850,0	2,7297e-02
STOJKA 2,25 - Iw (413; 6; 200; 12; 389; 0)	S 355	57,5	10,000	575,2	16,785	7850,0	7,3275e-02
STOJKA 0,25 - Iw (313; 6; 200; 12; 289; 0)	S 355	53,6	16,000	858,0	24,208	7850,0	1,0930e-01
PŘÍČEL 5,978 - Iw (283; 6; 200; 12; 259; 0)	S 355	48,2	15,674	755,2	20,091	7850,0	9,6198e-02
PŘÍČEL 4,019 - Iw (354; 6; 200; 12; 330; 0)	S 355	51,5	15,674	807,8	22,325	7850,0	1,0290e-01
PŘÍČEL 2,059 - Iw (425; 6; 200; 12; 401; 0)	S 355	54,9	15,674	860,4	24,560	7850,0	1,0960e-01
2XUPE160 - 2U komora (UPE140)	S 355	28,9	69,917	2019,8	37,755	7850,0	2,5730e-01
STOJKA 3,95 - Iw (498; 6; 200; 12; 474; 0)	S 355	60,0	0,400	24,0	0,714	7850,0	3,0594e-03
PŘÍČEL 0,1 - Iw (496; 6; 200; 12; 472; 0)	S 355	58,2	15,674	913,0	26,795	7850,0	1,1631e-01
PŘÍČEL 7,937 - Iw (211; 6; 200; 12; 187; 0)	S 355	46,2	2,472	114,3	2,965	7850,0	1,4559e-02
TÁHLO - RO70X5	S 355	8,0	83,012	664,7	18,263	7850,0	8,4672e-02
ZTUŽIDLO 2 - RO101.6X5	S 355	11,9	180,000	2147,8	57,420	7850,0	2,7360e-01
PAŽDÍK ŠTÍTOVÁ STĚNA - RHSCF120/60/4.0	S 355	10,4	69,190	722,4	24,217	7850,0	9,2023e-02
PŘEKLAD NAD VRATY - 2U komora (UPE160)	S 355	34,1	12,270	418,0	7,362	7850,0	5,3252e-02

Hmotnost na m²

$$G_{m^2} = \frac{22488,6}{16 * 30} = 46,9 \text{ kg/m}^2$$

3. Použité zdroje

Normy

- [1] ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb; ČNI Praha, březen 2004
- [2] ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem; ČNI Praha, červen 2005
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – zatížení větrem; ČNI Praha, duben 2007
- [4] ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby; ČNI Praha, prosinec 2006
- [5] ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčnicků; ČNI Praha, prosinec 2006
- [6] ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby; ČNI Praha, 2005
- [7] ČSN 73 1702 Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby; ČNI Praha, listopad 2007

Literatura

- [8] STUDNIČKA, Jiří a Josef MACHÁČEK. *Ocelové konstrukce 20*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002, 309 s. : il. ISBN 80-01-02529-2.
- [9] VRANÝ, Tomáš, Michal JANDERA a Martina ELIÁŠOVÁ. *Ocelové konstrukce 2: cvičení*. Vyd. <span class. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04368-4.
- [10] STUDNIČKA, Jiří. *Ocelové konstrukce 10: normy*. Praha: ČVUT, Stavební fakulta, 1999, 103 s. : il. ISBN 80-01-01917-9.
- [11] MOTYČKA, Ludvík. *Kovové konstrukce*. Praha: nakladatelství Sobotáles, 2010, 139 s.: il. ISBN 976-80-86817-37-8
- [12] Vraný, T. *Ocelové konstrukce 20 – Projekt*, haly; ČVUT Praha, 2003

Internetové stránky

- [13] Kingspan.com, Kingspan Group, Kingspan Průvodce projektem a stavbou - Kapitola 5 – Tabulky únosnosti: <https://www.kingspan.com/cz/cs-cz/produkty/izolacni-sendvicove-panely/stresni-izolacni-panely/stresni-sendvicovy-panel-ks1000-rw>
- [14] Briol, spojovací materiály: <https://www.briol.cz/>
- [15] Feron, velkoobchod s hutním materiálem: <http://www.ferona.cz/cze/sortiment/sortiment.php>
- [16] Hilti, kotevní šrouby a prvky: <https://www.hilti.cz/kotevn%C3%AD-technika/kotevn%C3%AD-%C5%A1rouby-a-prvky>
- [17] Mapa větrných oblastí: <http://www.snehovamapa.cz/>
- [18] Mapa sněhových oblastí: <http://www.sticka.cz/mapy/>

Použité obrázky v příloze B – STATICKÝ VÝPOČET:

ČSN EN 1991-1-3 Tvarové součinitele zatížení sněhem–sedlové střechy	8
Mapa sněhových oblastí	8
Mapa větrných oblastí	10
ČSN EN 1991-1-4 Legenda pro svislé stěny	11
ČSN EN 1991-1-4 Legenda pro sedlové střech	11
Kingspan tabulky únosnosti	15,16
Vzpěrné délky dle ČSN 73 1702 příloha E	39
Hilti kotevní šrouby	65
Briol schémata šroubů, matek, podložek	69
Protlačení hlavy, Motyčka–Kovové konstrukce	72

Seznam použitých zkratk:

A	průřezová plocha
A	úplná průřezová plocha šroubu
A ₀	průřezová plocha průřezu o průměru d ₀
A _{eff}	účinná plocha průřezu
A _{net}	účinná plocha průřezu
A _s	plocha šroubu nebo kotevního šroubu účinná v tahu
B _{p,Rd}	návrhová smyková únosnost v protlačení hlavy nebo matice šroubu
C _{1/2/3}	součinitelé závisující na zatížení a podmínkách uložení konců
C _e	součinitel expozice
E	Youngův modul pružnosti
F _{b,Rd}	návrhová únosnost šroubu v otláčení
F _{t,Rd}	návrhová únosnost šroubu v tahu
F _{v,Rd}	návrhová únosnost šroubu ve stříhu
G	stálé zatížení
G	modul pružnosti ve smyku
G _k	charakteristická hodnota stálého zatížení
F _{Ed}	návrhová hodnota zatížení
F _k	charakteristická hodnota zatížení
I	moment setrvačnosti průřezu
L	systémová délka
L _{cr}	vzpěrná délka
M _{b,Rd}	návrhová únosnost v ohybu při klopení
M _{cr}	pružný kritický moment při klopení
M _{c,Rd}	návrhová únosnost v ohybu k některé hlavní ose průřezu
M _{Ed}	návrhový ohybový moment
M _{pl,Rd}	návrhová plastická momentová únosnost
M _{el,Rd}	návrhová elastická momentová únosnost
M _{Rk}	charakteristická únosnost rozhodujícího průřezu v ohybu
N _{b,Rd}	vzpěrná únosnost
N _{cr}	kritická síla
N _{c,Rd}	návrhová únosnost průřezu v prostém tlaku
N _{Ed}	návrhová hodnota osové síly
N _{jRd}	návrhová únosnost patky
N _{pl,Rd}	návrhová únosnost neoslabeného průřezu
N _{Rk}	charakteristická únosnost rozhodujícího průřezu při působení osové síly
N _{Rd}	návrhová únosnost rozhodujícího průřezu při působení osové síly
N _{t,Rd}	návrhová únosnost v tahu
Q	proměnné zatížení
Q _k	charakteristická hodnota proměnného zatížení

V_{Ed}	návrhová smyková síla
W_{pl}	plastický modul průřezu
W_{el}	elastický modul průřezu
a_b	součinitel pro výpočet únosnosti
W_{pl}	plastický modul průřezu
W_{el}	elastický modul průřezu
a_b	součinitel pro výpočet únosnosti v otláčení, nejmenší z hodnot: a_d , f_{ub}/f_u a 1
a_d	součinitel pro výpočet únosnosti v otláčení pro výpočet ve směru zatížení
a	účinná výška svaru
b	šířka konstrukce b šířka průřezu
c	šířka nebo výška části průřezu
c_{dir}	součinitel směru
$C_{e(z)}$	součinitel expozice
C_{pe}	součinitel vnějšího tlaku
C_r	součinitel drsnosti
C_o	součinitel orografie
C_{season}	součinitel ročního období
d	hloubka konstrukce
d	vnější průměr kruhové trubky
d	jmenovitý průměr šroubu, nebo průměr spojovacího prostředku
d_o	průměr otvoru pro šroub, nýt nebo čep
d_o	velikost otvoru kolmo k působící tahové síle, obvykle průměr otvoru
d_m	průměrný průměr hlavy šroubu
e	výstřednost síly nebo vzdálenost od okraje
e	vzdálenost šroubu od okraje
f_{cd}	návrhová hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
f_{jd}	návrhová pevnost betonu v koncentrovaném tlaku
f_{Rdu}	návrhová pevnost betonu v uložení
f_u	mez pevnosti
f_{ub}	mez pevnosti pro šrouby
f_y	mez kluzu
f_{yb}	mez kluzu pro šrouby
g	stálé zatížení
g_k	charakteristická hodnota stálého zatížení
h	výška konstrukce
h	výška průřezu
i_y	poloměr setrvačnosti
k_1	součinitel pro výpočet únosnosti v otláčení pro výpočet kolmo na směr zatížení
k_2	součinitel
k_r	součinitel terénu
k_y	součinitel vzpěrné délky
k_{yy}	součinitel interakce
k_z	součinitel vzpěrné délky
k_{zz}	součinitel interakce
k_w	součinitel vzpěrné délky
k_{wt}	bezrozměrný parametr kroucení
l_w	délka svaru
m	hmotnost
n	počet příčných vazeb
p	rozteč spojovacích prostředků
q	proměnné zatížení
q_k	charakteristická hodnota proměnného zatížení

q_p	maximální hodnota dynamického tlaku (dynamický tlak při nárazu větru)
r	poloměr zaoblení
s	zatížení sněhem na střeše
s_k	charakteristická hodnota zatížení sněhem v řešené lokalitě
t	tloušťka
t_1	tloušťka stěn průřezu o průměru d_1
t_f	tloušťka pásnice
t_0	tloušťka stěn průřezu o průměru d_0
t_p	tloušťka patního plechu
t_w	tloušťka stojiny
δ	průhyb
δ_{Lim}	limitní průhyb prvku
v_m	střední rychlost větru
$v_{b,0}$	výchozí hodnota základní rychlosti větru
v_b	základní rychlost větru
w	tlak větru
z_0	parametr drsnosti terénu
$z_{0,II}$	parametr drsnosti terénu (terén kategorie II)
z_e	referenční výška pro zatížení vnějšího povrchu větrem
z_{min}	minimální výška
z_g	souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
\emptyset	hodnota pro výpočet součinitele vzpěrnosti
\emptyset_{LT}	hodnota pro výpočet součinitele klopení \emptyset_{LT}
α	sklon střechy měřený od vodorovné roviny
α	úhel
α_v	součinitel pro šrouby
β	součinitel vzpěrné délky
β	poměr d_1/d_0
β_w	korelační součinitel pro svary závislý na druhu oceli
γ_G	dílčí součinitel stálého zatížení, v němž jsou uváženy modelové nejistoty a proměnnost rozměrů
$\gamma_{G,j}$	dílčí součinitel j-tého stálého zatížení
γ_M	globální dílčí součinitel spolehlivosti (materiálu)
γ_{M0}	dílčí součinitel únosnosti průřezu kterékoliv třídy
γ_{M1}	dílčí součinitel únosnosti průřezu při posuzování stability prutu
γ_{M2}	dílčí součinitel únosnosti průřezu při porušení v tahu
γ_Q	dílčí součinitel proměnného zatížení, v němž jsou uváženy modelové nejistoty a proměnnost rozměrů
$\gamma_{Q,i}$	dílčí součinitel i-tého proměnného zatížení
ϵ	součinitel závisející na f_y
ζ_g	bezrozměrný parametr působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
ζ_j	bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu
θ	úhel
λ	štíhlost
$\bar{\lambda}$	poměrná štíhlost
$\bar{\lambda}_{LT}$	poměrná štíhlost při klopení
μ_i	tvárový součinitel zatížení sněhem
M_{cr}	bezrozměrný kritický moment
π	Ludolfovo číslo
ρ	měrná hmotnost vzduchu
σ	normálové napětí
τ	smykové napětí
χ	součinitel vzpěrnosti při rovinném vzpěru
χ_{LT}	součinitel klopení

4. Seznam příloh:

Hlavní dokument

B – Statický výpočet

C – Výkresová dokumentace

D – Výstup ze statického programu