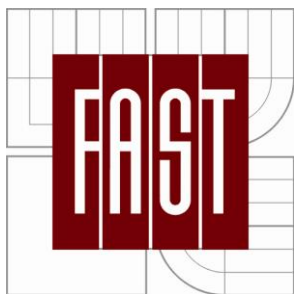


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

DVOULODNÍ PRŮMYSLOVÁ HALA

TWO BAY INDUSTRIAL HALL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAKUB HETMER

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. MIROSLAV BAJER, CSc.

BRNO 2012



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	Jakub Hetmer
Název	Dvoulodní průmyslová hala
Vedoucí bakalářské práce	doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Datum bakalářské práce	zadání 30. 11. 2011
Datum bakalářské práce	odevzdání 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011

.....
doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

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

Podklady a literatura

Ferjenčík, P., Schun, J., Melcher, J., Voříšek, V., Chladný, E.,: Navrhovanie ocelových konštrukcií 1. časť + 2. časť, SNTL Alfa, Praha, 1986

Marek, P. a kol.: Kovové konstrukce pozemních staveb, SNTL Alfa, Bratislava, 1985

Skripta zabývající se danou problematikou

Normativní dokumenty z dané problematiky

Zásady pro vypracování

Vypracujte návrh nosné ocelové konstrukce dvoulodní průmyslové haly. Půdorysné rozměry haly jsou 2 krát 18 x 48 m. Výška haly v hřebeni střechy činí 7,5 m, sklon střechy haly je 5%. Konstrukce se nachází v lokalitě Brno.

Předepsané přílohy

.....

doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKTY A KLÍČOVÁ SLOVA

Abstrakt

Bakalářská práce „Dvoulodní průmyslová hala“ je zpracovaná ve formě projektové dokumentace dle platných předpisů. Jedná se o ocelovou halu. Ta je navržena jako jednopodlažní, dvoulodní se sedlovou střechou. Hala se nachází v městě Brně Hlavní nosnou konstrukci tvoří rovinná příčná vazba, která je kloubově uložena na vetknutých sloupech. V konstrukci je navrženo 9 příčných vazeb a osová vzdálenost jednotlivých vazeb je 6,0 m. V krajních příčných vazbách jsou kloubově uloženy štítové sloupy s osovou vzdáleností 6,0m, které jsou zajištěny příhradovým podélným ztužením proti účinkům sil od větru. Všechny sloupy jsou uloženy na betonových patkách. V podélném směru je objekt vyztužen pomocí příčných ztužidel v rovině střechy a stěny. Příčná ztužidla jsou umístěna v krajních polích konstrukce. Vaznice a paždíky jsou staticky řešené jako prosté nosníky, uložené v podélném směru na příčné vazby a sloupy.

Klíčová slova

Ocelová hala, dvoulodní objekt, nosná konstrukce, rovinná příčná vazba, krajní sloup, štítový sloup, vetknutá patka, kloubová patka, příhradové podélné ztužení, příčné ztužidla, vaznice, vazník, paždíky,

Abstract

This bachelor's thesis "two-bay industrial hall" is processed in the form of project documentation according to applicable regulations. It is a steel hall. It is designed as a single-storey, two-bay with a gable roof. The hall is located in Brno. Main structure consists of planar cross coupling, which is stored on restraint articulated columns. The construction is designed 9 cross ties and spacing of individual bonds is 6.0 m in the extreme lateral links are hinged mounted columns with stored axial length 6.0 m, which are secured lattice bracing longitudinal forces from the effects of wind. All columns are stored on concrete footings. In the longitudinal direction of the object is reinforced by transverse glue press in the plane of the roof and walls. Lateral bracing is located in the outer fields of the structure. Purlins and side runner are statically designed as simple beams, stored in the longitudinal direction of the transverse links and columns.

Key words

Steel hall, two-bay building, structure, planar cross coupling, marginal column, gable pole, foot restraint, articulated foot, lattice longitudinal bracing, cross bracing

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Hetmer Jakub. *Dvoulodní průmyslová hala: bakalářská práce*. Brno, 2010. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Miroslav Bajer CSc.

Prohlášení:

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

V Brně dne20.5.2012

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Tímto srdečně děkuji vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. MIROSLAVOVI BAJEROVI, CSc. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině přátelům za podporu. Konkrétně jmenuji Pavla Švelu, Martina Ambrože, Františka Hetmera.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BAJER, M., KARAMAZÍNOVÁ, M., PUCHRÍK, J. a kol.: *Konstrukce a dopravní stavby* - studijní opora pro kombinované studium, CERM, elektronická forma, 2004.
- [2] MELCHER, J., VESELKA, M., PUCHNER, J., BUCHTA, S., ŠMAK, M., PILGR, M.: *Kovové Konstrukce* - studijní opora pro kombinované studium, CERM, elektronická forma, 2004.
- [3] VRANÝ, T.: *Ocelové konstrukce 20 - projekt haly* – vydavatelství ČVUT 2003
- [4] VRANÝ, T., JANDERA M., ELIÁŠOVÁ M.: *Ocelové konstrukce 2 - cvičení* – vydavatelství ČVUT 2009
- [5] WALD, F., a kol.: *Prvky ocelových konstrukcí* Vydavatelství ČVUT 2003
- [6] STUDNIČKA, J., a kol.: *Ocelové konstrukce průmyslových hal – pomůcka pro cvičení a projekty* – vydavatelství ČVUT 1980
- [7] MELCHER, J., STRAKA, B.,: *Kovové konstrukce – Konstrukce průmyslových budov* vyd.2 nezměněné VUT v Brně 1979

ODKAZY NA DALŠÍ ZDROJE A PRAMENY

- [8] <http://ocelbulky.cz/>
- [9] <http://people.fsv.cvut.cz/~machacek/pomucky/Vzper-klopeni-kombinace-clenene-pruty-MSP.pdf>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

MALÁ PÍSMENA LATINSKÉ ABECEDY

a	účinná výška svaru
b	šířka
c	rozměr průřezu pro zatřídění průřezu
c_f	součinitel síly
$c_{f,0}$	součinitel síly pro konstrukce nebo nosné prvky bez vlivu koncového efektu
f_u	mez pevnosti
f_y	mez kluzu
h	výška
h_f	vzdálenost těžišť pásnic
i	poloměr setrvačnosti
k_r	součinitel terénu
k_w	součinitel vzpěrné délky v kroucení
k_y	součinitel vzpěrné délky v ose y
k_{yy}	kombinační součinitel pro namáhání ohybovým momentem a normálovou silou
k_{yz}	kombinační součinitel pro namáhání ohybovým momentem a normálovou silou
k_z	součinitel vzpěrné délky v ose z
k_{zy}	kombinační součinitel pro namáhání ohybovým momentem a normálovou silou
k_{zz}	kombinační součinitel pro namáhání ohybovým momentem a normálovou silou
q_b	referenční dynamický tlak
q_p	maximální hodnota dynamického tlaku
s	základní hodnota zatížení sněhem pro danou oblast
s_k	charakteristická hodnota zatížení sněhem
t	tloušťka
t_f	tloušťka pásnice
t_w	tloušťka stojiny
u	posun v příslušné ose
v_b	základní rychlost větru
$v_{b,0}$	výchozí hodnota základní rychlosti větru
v_m	střední rychlost větru

z	výška
z_0	parametr drsnosti terénu
z_e	referenční výška pro zatížení vnějšího povrchu větrem
z_j	vzdálenost středu smyku od těžiště
$z_{\min}$	minimální výška

VELKÁ PÍSMENA LATINSKÉ ABECEDY

A	plocha
A_v	plocha přenášející smykovou sílu
C_1	součinitel rozdělení momentů
C_2	součinitel rozdělení momentů
C_3	součinitel rozdělení momentů
C_{dir}	součinitel směru
C_e	součinite expozice
C_{fr}	součinitel tření
C_{mLT}	součinitele ekvivalentního konstantního momentu
C_{my}	součinitele ekvivalentního konstantního momentu
C_{mz}	součinitele ekvivalentního konstantního momentu
C_o	součinitel orografie
$C_{\text{p,net}}$	součinitel tlaku
C_r	součinitel drsnosti
C_{season}	součinitel ročního období
C_t	teplotní součinitel
E	modul pružnosti v tahu, tlaku
G	modul pružnosti ve smyku
H	výška
I_t	torzní moment setrvačnosti
I_v	intenzita turbulence
I_y	moment setrvačnosti k ose y-y

I_z	moment setrvačnosti k ose z-z
I_ω	polární moment setrvačnosti
L	délka
L	délka
L_{cr}	kritická délka
L_e	efektivní délka návětrného svahu
L_u	skutečná délka návětrného svahu
M_{cr}	kritický moment
$M_{N,Rd}$	ohybová únosnost redukována normálovým namáháním
$M_{Rd,el}$	pružnostní únosnost v ohybovém momentu
$M_{Rd,pl}$	únosnost v ohybovém momentu
M_y	ohybový moment k ose y-y
M_z	ohybový moment k ose z-z
N	normálová síla
N_{cr}	kritická normálová síla
$N_{Rd,el}$	pružnostní únosnost na normálovou sílu (tah, tlak)
$N_{Rd,pl}$	únosnost na normálovou sílu (tah, tlak)
V_{Rd}	únosnost ve smyku
V_z	posouvající síla
W_{el}	pružnostní modul průřezu
W_{pl}	plastický modul průřezu

PÍSMENA ŘECKÉ ABECEDY

λ	štíhlost
λ_1	hodnota štiřlosti pro výpočet poměrné štiřlosti
α	sklon střešní roviny
γ_G	dílčí součinitel stálého zatížení
γ_{M0}	dílčí součinitel únosnosti průřezu kterékoli 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
ε	součinitel závisející na f_y
ζ	zmenšovací součinitel
ζ_g	bezrozměrný parametr působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
ζ_j	bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu
κ_{wt}	bezrozměrný parametr kroucení
μ_1	Tvarový součinitel
μ_{cr}	bezrozměrný kritický moment
ρ	objemová hmotnost
ρ	redukční součinitel
Φ	hodnota pro výpočet součinitele vzpěrnosti χ
φ	součinitel uzavřenosti přístřešku
φ	imperfekce ve tvaru globálního počátečního naklonění
χ	součinitel vzpěru pro příslušnou křivku vzpěrné pevnosti
Ψ_0	kombinační součinitel pro proměnné zatížení
Ψ_f	parametr nesymetrie průřezu
Ψ_λ	Součinitel koncového efektu

SEZNAM PŘÍLOH

Textová část VŠKP, Metadata

1. Technická zpráva

A.Textová dokumentace

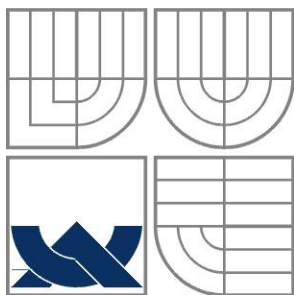
- 1.výpis materiálu

B.Statický výpočet

- 1.Statický výpočet provedený programem SCIA ESA PT
- 2.Ověření vybraných prvků ručním výpočtem

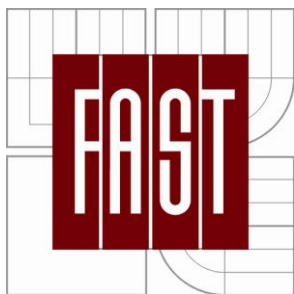
C. Výkresová část

- č. 001 – Půdorys kotvení – měřítko 1:100, detaily – měřítko 1:10
- č. 002 – Půdorys +-0,00 – měřítko 1:100
- č. 003 – Půdorys střechy – měřítko 1:100
- č. 004 – Pohled P2, řezy A-A', B-B', – měřítko 1:100
- č. 005 – Příčný řez C-C' – měřítko 1:50, detaily A,B – měřítko 1:10
- č. 006 – Pohled P1 – měřítko 1:100, detail C – měřítko 1:10



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Dvoulodní průmyslová hala

Bakalářská práce

Obsah

Úvod.....	18
Obecně o průmyslových halách	18
cíle práce	18
Technická zpráva.....	19
použité normy.....	19
základní identifikační údaje	19
Stavba	19
Popis objektu	20
Základní údaje o stavbě.....	21
zatížení	21
Stálá zatížení - Charakteristické hodnoty	21
Klimatické zatížení – charakteristické hodnoty	21
Geologické podmínky	21
Statické řešení	22
Popis konstrukce	22
Spodní stavba	22
Základní prvky hlavní nosné konstrukce	22
Spoje.....	24
Ostatní konstrukce.....	25
Povrchová ochrana	26
Materiál	26
Výroba montáž	26
Závěr.....	28

1 ÚVOD

1.1 OBECNĚ O PRŮMYSLOVÝCH HALÁCH

Halové objekty jsou budovy nejčastěji o jednom nadzemním podlaží (ale mohou mít na části půdorysu vestavěná podlaží). Jsou používány pro různé výrobní a skladovací účely, jako sportovní a výstavní objekty, zkušebny, laboratoře prodejny a jiné. Navrhují se jako jedno či vícepodlažní s různým uspořádáním jednotlivých polí. [1]

Průmyslové budovy lze třídit podle různých hledisek, zejména je nutné vyhodnotit účel budovy, prostorové uspořádání, charakter technologií umístěných v budově, uspořádání konstrukce.

Z hlediska prostorového uspořádání průmyslových budov je nejužívanější třídění podle počtu traktů. Podle počtu traktů se budovy dělí na jednotraktové (jednolodní) a více traktové (dvoulodní).

Podle počtu podlaží se budovy dělí na jednopodlažní tj. budovy o jednom podlaží, vícepodlažní tj. budovy o dvou a více nadzemních podlažích.

Obecným požadavkem při navrhování průmyslových budov je dosažení dlouhodobě pojaté efektivnosti po celou dobu jejich předpokládané životnosti. Při samotném návrhu dispozice průmyslové budovy je nutno respektovat základní požadavky výroby v navrhované budově, zejména požadavky na technologická zařízení, organizaci výroby a jejího provozu, dílenskou dopravu, energetické rozvody, kulturu pracovního prostředí, bezpečnost a hygienu práce, architektonické a technické ztvárnění atd.

Základní požadavky na průmyslové budovy z hlediska hygienického a bezpečnosti práce stanoví příslušné předpisy. Tvar průmyslových budov je proto nutné přizpůsobit normativním předpisům. Půdorys těchto budov je sice nutné přizpůsobit tvaru stavební parcely, přesto by měl být jednoduchý, nejlépe obdélníkový.

Rozměry průmyslových budov se stanoví podle účelu stavby, použité technologie a největšího plánovaného počtu pracujících (sociální zázemí). Je přitom vhodné respektovat zásady modulové koordinace

Při návrhu konstrukce průmyslových budov je nutné zhodnotit možnost přizpůsobení příp. rozšíření objektů při změně podmínek užívání. [2]

1.2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce je navrhnout nosnou ocelovou konstrukci dvoulodní jednopodlažní zateplené skladovací haly s modulovými rozměry 2x 18,0 x 48,0 (8x 6,0) m, se světlou výškou 5,75 m. Zpracovat 3D model Posoudit jednotlivé konstrukční prvky ve výpočetním programu. Ručním výpočtem ověřit vybrané prvky. Zpracovat výkresovou dokumentaci a technickou zprávu.

2 TECHNICKÁ ZPRÁVA

2.1 POUŽITÉ NORMY

ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení- Objemové tíhy, vlastní tíha a užité zatížení pozemních staveb (účinnost od 4.1.2004)

ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení- Zatížení sněhem (účinnost od 7.1.2005)

ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení- Zatížení větrem (účinnost od 5.1.2007)

ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí- Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (účinnost od 1.1.2007)

ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí – Navrhování styčníků (účinnost od 1.1.2007)

2.2 ZÁKLADNÍ IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

2.2.1 Stavba

Název:	Skladová hala
Místo stavby:	město Brno, Horova 25
Okres:	Brno město
Kraj:	Jihomoravský
Investor:	Pavel Ševela, Bezručova 3, Brno 602 00
Vypracoval:	Jakub HETMER, Osvoboditelů 82/48, 76701 Kroměříž - Vážany
Povolovací úřad:	Stavební úřad

2.3 POPIS OBJEKTU

Skladová hala bude sloužit pro potřeby soukromé exportní firmy. V hale bude sklad hotových výrobků a zboží před expedicí. Nosnou ocelovou konstrukci dvoulodní jednopodlažní zateplené skladovací haly s modulovými rozměry 2x 18,0 x 48,0 (8x 6,0) m, se světlou výškou 5,75 m tvoří příčné rámy doplněné střešní a stěnovou konstrukcí a ztužením. Příčné rámy konstrukce tvoří vetknuté sloupy a kloubově uložené příhradové vazníky. Krajiní sloupy příčných rámu jsou navrženy plnostěnné z válcovaných profilů IPE 240, jsou kotveny do betonových základových patek vetknutím pomocí kotevní příčné patky a zabetonovaných kotevních šroubů, střední sloupy plnostěnné z válcovaných profilů HEA 240, jsou také kotveny do betonových základových patek vetknutím pomocí kotevní příčné patky a zabetonovaných kotevních šroubů. Příhradové sedlové vazníky o spádu 5° jsou navrženy s dolním pasem z uzavřeného průřezu tvořeného válcovaným profilem L 120/12 a pásovinou 180/12, s horním pasem z válcovaného profilu L 120/12, s diagonálami tvořenými dvojicí válcovaných profilů L 50/5 resp. L 60/6 (krajní diagonály) a svislicemi tvořenými dvojicí válcovaných profilů L 50/5. Diagonály a svislice jsou na pasy kotveny pomocí styčnickových plechů tl. 8 mm. Příčné rámy jsou doplněny štítovými sloupy navrženy z válcovaného profilu HEA 120, sloupy štítové jsou kotveny kloubově pomocí kotevní desky a kotevních šroubů vrtaných do betonových základových patek. Štítové sloupy jsou ke štítovým vazníkům připojeny styčnickem, který umožní i svislý posun hlavy sloupů.

Střešní plášť je nesen soustavou plnostěnných vaznic z válcovaného profilu U 160, vaznice jsou uloženy ve styčnicích příhradových vazníků, vaznice jsou navrženy jako prosté nosníky. Obvodový plášť bude podepřen soustavou vodorovných paždíků z uzavřeného čtvercového profilu 80/80/3 mm. Hala je oplášťena sendvičovými panely s izolačním jádrem PUR o tl. 80 mm ve stěnách resp. o tl. 80/120 mm ve střeše.

Příčnou tuhost konstrukce zajišťují vetknuté sloupy rámu, podélná tuhost je zajištěna soustavou stěnových a střešních ztužidel v obou krajních polích haly a dále dvojicí příhradového ztužení podélného v každé lodi haly. Střešní a stěnová ztužidla jsou navržena z válcovaných profilů L 80/8, příhradové podélné ztužidlo je tvořeno dolním pasem z dvojice válcovaných profilů L 60/6 a diagonálami z válcovaného profilu L 60/6.

Hala je opatřena mechanickými rolovacími vraty.

2.4 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O STAVBĚ

Zastavěná plocha objektu: 1776 m²

Obestavěný prostor: 12962 m³

Délka haly: 48,56 m

Šířka haly: 36.568 m

Šířka lodě: 18,00 m

Podélný modul: 6,00 m

Počet podlaží: 1

Světlá výška v I.NP: 5,75 m

2.5 ZATÍŽENÍ

2.5.1 Stálá zatížení - Charakteristické hodnoty

Vlastní tíha konstrukce: Určení vlastní tíhy bylo nastavené jako automatické v programu SCIA Engineer

Střešní plášť: 0,15 kN/m²

Stěnový plášť: 0,15 kN/m²

2.6 KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ – CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY

Zatížení sněhem: sněhová oblast II. - 1,00 kNm²

Zatížení větrem: větrná oblast II. - 25 m/s

2.7 GEOLOGICKÉ PODMÍNKY

Při vypracování projektu nebyly známy. Návrh spodní stavby není součástí řešení.

2.8 STATICKÉ ŘEŠENÍ

Jednotlivé moduly konstrukce jsou tvořeny osami a to tak, že v příčném směru osami A, B, C a v podélném směru osami 1 až 9. Objekt je tvořen dvěma loděmi o rozpětí 18,0 m s půdorysným rozměrem 2x 18,0 x 8x 6,0 m. Celková výška objektu je 7,50 m.

Hlavní nosnou konstrukci tvoří rovinná příčná vazba, která je kloubově uložená na vetknutých sloupech. V konstrukci je navrženo 9 příčných vazeb a osová vzdálenost jednotlivých vazeb je 6,0 m. V krajních příčných vazbách jsou kloubově uložené štítové sloupy s osovou vzdáleností 6,0m, které jsou zajištěny příhradovým podélným ztužením proti účinkům sil od větru. Všechny sloupy jsou uloženy na betonových patkách. V podélném směru je objekt vyztužen pomocí příčných ztužidel v rovině střechy a stěny. Příčná ztužidla jsou umístěna v krajních polích konstrukce. Vaznice a paždíky jsou staticky řešené jako prosté nosníky, uložené v podélném směru na příčné vazby a sloupy.

2.9 POPIS KONSTRUKCE

2.9.1 Spodní stavba

Založení celého objektu bude provedeno na železobetonových a betonových patkách. Hlavní nosná konstrukce (příhradové vazníky a ocelové sloupy) bude založena na železobetonových patkách, hloubka bude provedena dle únosnosti zeminy, minimálně do nezámrzné hloubky. Sloup štítové stěny bude založen na patce z prostého betonu. Konstrukce obvodového pláště je ukončena na monolitické železobetonové podlahové desce tl.200 mm.

Návrh a výpočet spodní stavby není náplní tohoto projektu.

2.9.2 Základní prvky hlavní nosné konstrukce

Střešní vazník

Hlavním nosným prvkem příčné vazby skladové haly je příhradový sedlový vazník. Vazník je navržen jako prostý nosník a je navržen z válcovaných profilů. Horní pás ve spádu 5° je navržen z profilu L120/12, dolní pás je navržen z uzavřeného průřezu tvořeného válcovaným profilem L 120/12 a pásovinou 180/12, diagonály vazníku jsou navrženy ze dvou profilů L 50/5 resp. L60/6, vertikály jsou navrženy ze dvou profilů L50/5. Vazníky jsou

navrženy v osově půdorysné vzdálenosti 6,00m a jsou podporovány hlavními sloupy. Vnitřní prvky vazníku – diagonály a vertikály jsou k hornímu a dolnímu pasu vazníku připojeny styčnickovým plechem tl. 8 mm a k tomuto plechu připojeny nosným koutovým svarem.

Hlavní sloup

Podpěření střešního vazníku bude provedeno z plnostěnných sloupů z válcovaných profilů IPE 240 (krajní sloup), resp. HEA 240 (střední sloup), celková délka sloupů je 6,79 m. Sloup bude vetknut do ŽB základové patky, kotven vetknutím pomocí kotevní příčné patky a zabetonovaných kotevních šroubů, spojení vazníku se sloupem bude provedeno kloubově.

Vaznice

Vaznice je navržena z válcovaného profilu U 160 jako prostý nosník, délka vaznice je 6,00 m. Vaznice v krajních polích budou součástí příčného střešního ztužidla, vaznice dále bude sloužit ke spojení jednotlivých vazníků. Půdorysná vzdálenost jednotlivých vaznic je 1,50 m.

Ztužidla

Příčnou tuhost konstrukce zajišťují vetknuté sloupy rámu, podélná tuhost je zajištěna soustavou stěnových a střešních ztužidel v obou krajních polích haly a dále dvojicí příhradového ztužení podélného v každé lodi haly. Střešní a stěnová ztužidla jsou navržena z válcovaných profilů L 80/8, příhradové podélné ztužidlo je tvořeno dolním pasem z dvojice válcovaných profilů L 60/6 a diagonálami z válcovaného profilu L 60/6.

Štítový sloup

Štítové sloupy haly jsou navrženy z profilu HEA 120 délky 6,25 m. Sloupy jsou uloženy kloubově na betonových patkách a spojení sloupu s horním pásem příhradového vazníku je provedeno pomocí posuvného kloubu (umožní svislý posun mezi sloupem a vazníkem). Sloup přenáší pouze zatížení od větru a vlastní tíhu stěnového pláště.

Paždíky

Paždík – vodorovný nosný prvek opláštění - je navržena z válcovaného uzavřeného čtvercového profilu 80/80/3 jako prostý nosník, délka paždíků je 6,00 m. Paždíky v krajních

polích budou součástí příčného stěnového ztužidla, paždík dále bude sloužit ke spojení jednotlivých sloupů. Svislá vzdálenost jednotlivých paždíků je 1,60 m.

2.9.3 Spoje

Ukotvení hlavního sloupu do železobetonové patky

Hlavní sloupy budou do železobetonové patky vetknuty pomocí kotevní příčné patky a čtyř kotevních šroubů M30 s kotevní hlavou zabetonovanými do ŽB patky. Sloup tedy bude opatřen kotevní patkou tvořenou ocelovou patní deskou tl.20 mm o rozměrech 300 x 900 mm vyztuženou dvojicí válcovaných profilů U 200 délky 900 mm přivařených z obou stran na profil sloupu. Přes tyto nosníky kotevní patky budou příčně přecházet dvojice profilů U100, které budou pomocí kotevních šroubů zajišťovat vetknutí sloupu. Pod patní deskou bude provedeno podlití tl. 30mm z cementové malty MC 100.

Spoj sloup – vazník

Vazník bude na hlavní sloup kotven kloubově, pomocí kotevního styčníku z plechů tl. 12 mm a dvou šroubů M 20 (8.8), horní část sloupu je opatřena kotevní deskou tl 12mm.

Ukotvení štítového sloupu

Štítové sloupy budou do patek z prostého betonu kotveny kloubově, pomocí dvou kotevních šroubů HILTI HSA M16x190. K základové patce budou tyto sloupy připevněny přes patní ocelovou desku tl. 20 mm s rozměry 300x300 mm. Podlití tl. 30 mm je navrženo z cementové malty MC100.

Spoj štítový sloup vazník

Spojení štítového sloupu a vazníku bude provedeno pomocí posuvného kloubu. K dolnímu pásu příhradového vazníku bude přivařena kotevní stolička z plechů tl. 12 mm o rozměrech 180 x 200 mm. Sloup štítový je předsunut před rovinu štítového vazníku – vnitřní vertikální hrana sloupu je totožná s venkovní horizontální hranou vazníku. Ve svislém plechu kotevní stoličky a vnitřní přírubě sloupu budou provedeny dva svislé oválné otvory délky 70 mm pro šrouby M16 (8,8). Šrouby s pomocí oválných otvorů v plechu kotevní stoličky a přírubě sloupu zajistí posuvný kloub.

Spoje vazníku

Všechny spoje jednotlivých prvků střešních vazníků budou tvořeny svařením koutovým svarem $a = 4 \text{ mm}$.

Spoj vazník –vaznice

Vaznice tvoří prostý nosník z profilu U 160, který je uložený na vazníky kloubově. Přípoj vaznic k vazníku bude proveden pomocí šroubů M16(5.6) a přípojovací stoličky z válcovaného profilu L120/12, která je přivařena k hornímu pásu vazníku.

Spoj sloup - paždík

Paždík tvoří prostý nosník z uzavřeného čtvercového profilu 80/80/3, který je uložený na sloupy kloubově. Přípoj paždíků na sloup bude proveden pomocí šroubů M16(5.6) a přípojovací stoličky z válcovaného profilu L80/8, která je přivařena k vnější přírubě sloupu.

Spoj nosná konstrukce – ztužidlo, spoje na ztužidlech

Spoje ztužidlových prutů na nosnou konstrukci bude provedeno pomocí styčnickových plechů tl. 8 mm a šroubů M16 (5.6), styčnickový plech bude k nosné konstrukci přivařen koutovým svarem. Spoj ztužidlových prutů navzájem bude také provedeno pomocí přivařených styčnickových plechů tl. 8 mm a šroubů M16 (5.6).

2.9.4 Ostatní konstrukce

Konstrukce zastřešení

Hala bude zastřešena sendvičovými panely Kingspan Ks 1000SX tloušťky $d = 80 \text{ mm}$, tloušťka dolního plechu $t = 1,0 \text{ mm}$, panely s polyuretanovým jádrem. Panely jsou kotveny na základní systém vaznic z válcovaných profilů U 160 uložených v osové vzdálenosti 1,5 m na příčných příhradových vaznicích. Střešní vaznice tvoří prostý nosník uložený kloubově na vaznicích. Přípoj vaznic k vazníku je proveden pomocí šroubů M16 (5.6). Střešní panely budou položeny přímo na vaznice a připevněny pomocí samořezných šroubů ve vzdálenosti max 600mm. Tento návrh uvažujeme jako tuhý střešní plášť.

Konstrukce opláštění

Hala bude opláštěná sendvičovými panely Kinspan KS100 SF tloušťky $d = 80 \text{ mm}$, tloušťka dolního plechu $t = 1,0 \text{ mm}$, panel je tvořen polyuretanovým jádrem. Jednotlivé

panely budou kladeny vertikálně na systém horizontálních paždíků a budou připevňovány pomocí samořezných šroubů ve vzdálenosti max 600mm.

Mechanická rolovací vrata

V jedné štítové stěně budou osazena mechanická rolovací vrata. Vrata nezatěžují jinou konstrukci haly než sloupy. Překladový prvek ostění vrat bude tvořen uzavřeným čtvercovým profilem. Návrh a dimenzi profilu zajistí dodavatel vrat. Rozměr vrat bude později upřesněn investorem.

Podlaha

Podlaha bude tvořena šterkopískovým hutněným podsypem, podsyp bude zakryt vrstvou podkladního betonu tl. 200 mm. Na podkladní beton se položí separační vrstva z PE folie. Na folii se vybetonuje nosná konstrukce podlahy z betonové mazaniny tl. 200 mm vyztužené kari sítí s průřezem drátu 6 mm. Nosná vrstva bude opatřena protiskluzovým, mechanicky odolným nátěrem.

2.10 POVRCHOVÁ OCHRANA

U všech prvků ocelové konstrukce bude zajištěna antikorozní ochrana pomocí ochranných nátěrových systémů. Nátěr bude proveden ve dvou vrstvách a to základní a vrchní. Základní nátěrem bude konstrukce opatřena při výrobě. V místech spojů bude vynechán i základní nátěr. Po montáži bude základní nátěr obnoven a konstrukce bude natřena dvojnásobným povrchovým nátěrem. Odstín povrchového nátěru bude upřesněn investorem.

2.11 MATERIÁL

Jako základní materiál pro výrobu ocelové konstrukce bude použita ocel třídy S235 ($f_u=360\text{Mpa}$). Šroubované spoje jsou předpokládány z oceli jakosti 5.6 a 8.8. Nosné svary jsou provedeny jako dílenské a jsou minimální výšky 4mm, pokud není uvedeno jinak.

2.12 VÝROBA MONTÁŽ

Prvky ocelové konstrukce budou vyráběny z válcovaných profilů. Styky jsou navrženy jako šroubové nebo svařované. Prvky musí být z výroby dodány neporušené tvarově a s neporušeným základním nátěrem.

Montáž ocelové konstrukce začne osazením kotevní patky sloupů na betonové patky s předem zabetonovanými kotevními šrouby. Štítové sloupy uložené kloubově budou kotveny přes kotevní desky vrtanými kotvami do betonu. Po ukotvení sloupů se osadí střešní vazníky, ty se spojí vaznicemi a střešními a podélnými ztuženími. Na sloupy se namontují paždíky a stěnové ztužení. Po kompletaci nosné konstrukce bude hala opatřena střešním a stěnovým pláštěm včetně klempířských výrobků a výplní otvorů.

Po montáži ocelové konstrukce a opláštění se provede položení podlahy a terénní úpravy vně haly včetně provedení komunikací.

3 ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo navrhnout nosnou ocelovou konstrukci dvoulodní jednopodlažní zateplené skladovací haly s modulovými rozměry 2x 18,0 x 48,0 (8x 6,0) m, se světlou výškou 5,75 m.

Zpracoval jsem 3D model ve výpočetním programu SCIA Engineer a v tomto programu konstrukční prvky i posoudil. Vybrané prvky (vaznice, vazník, sloup) jsem posléze ještě ověřil ručním výpočtem. Zhotovil jsem důkladnou výkresovou dokumentaci: půdorysy kotvení, střechy, podlahy a příčné řezy a pohledy.