



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

TROJLODNÍ SKLADOVÝ OBJEKT THE THREE AISLED STORAGE BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PETR ŠRAMOTA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. STANISLAV BUCHTA

BRNO 2012

Abstrakt

Náplní bakalářské práce je návrh trojlodního skladového objektu v lokalitě Frýdek-Místek. V návrhu je řešena varianta hlavní lodi šířky 12,0 m, ke které jsou připojeny vedlejší lodě šířky 9,0 m. Celková délka haly je 120 m. Jako nosný systém lodi hlavní i lodí vedlejších slouží příhradové příčné vazby z válcovaných profilů, které jsou uloženy na vetknutých sloupech. Výpočet konstrukce je proveden pomocí programu Scia engineer 2008 a ručním výpočtem.

Klíčová slova

Skladový objekt, trojlodní hala, vetknutý sloup, příčná vazba, příhradový vazník, šroubové připojení, koutový svar, tupý svar.

Abstract

The main aim of this bachelor thesis is designing free-aisled manufacturing hall situated in Frýdek-Místek. In the proposition is solved variation with central nave wide 12,0 m connected to outer naves wide 9,0 m. Total length is 120 m. Support system of the central and outer naves is formed by lattice cross-links, which are composed rolling section saved on fixed columns. The calculation was done through the use of Scia Engineer 2008 program and by myself alone.

Keywords

Storage building, free-aisled hall, fixed column, croos-link, lattice trus, screw connection, fillet weld, but weld.

Bibliografická citace VŠKP

ŠRAMOTA, Petr. *Trojlodní skladový objekt: bakalářská práce*. Brno, 2012, 18 s., s 3 přílohami. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Stanislav Buchta.

Prohlášení:

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

V Brně dne 25.5.2012

.....
podpis autora
Petr Šramota

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval panu Ing. Stanislavu Buchtovi za odborné vedení bakalářské práce, připomínky a cenné rady.

Obsah

- A. Textová část
- B. Statický výpočet
- C. Extrémy vnitřních sil z programu Scia Engineer 2008
- D. Výkresová dokumentace
 - Dispoziční výkres 1
 - Dispoziční výkres 2
 - Výkres detailů

Seznam použitých norem a literatury

- [1] ČSN EN 1991-1-1 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*, Praha: ČNI, 2004, 44 stran
- [2] ČSN EN 1991-1-3 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*, Praha: ČNI, 2005, 52 stran
- [3] ČSN EN 1991-1-4 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*, Praha: ČNI, 2007, 124 stran
- [4] ČSN EN 1993-1-1 *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro navrhování a pravidla pro pozemní stavby*, Praha: ČNI, 2006, 96 stran
- [5] ČSN EN 1993-1-8 *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků*, Praha: ČNI, 2008, 128 stran
- [6] STUDNIČKA J., *Ocelové konstrukce 10*, Praha: nakladatelství ČVUT. 1998, 290 s. ISBN 80-01-01777-X
- [7] STUDNIČKA J., *Ocelové konstrukce Normy*, Praha: nakladatelství ČVUT. 2009, 55s. ISBN 978-80-01-03930-4
- [8] MELCHER J., PILGR M., *Kovové konstrukce 1. Modul BO04-MO4, Sloupy a větrové ztužidlo*, 48 s.
- [9] DUŠKOVÁ J., *Bakalářské práce – Skladový halový objekt*, Brno, 2011, 98 stran
- [10] <http://www.purpanely.cz/stresni-panely/isocop-5g/>
- [11] <http://www.purpanely.cz/stresni-panely/isofocus-giesse/>

OBSAH:

1. ÚVOD.....	10
2. POUŽITÉ NORMY.....	10
3. ZÁKLADNÍ IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	10
3.1. STAVBA.....	10
3.2. POPIS OBJEKTU.....	11
3.3 ZÁKLADNÍ ÚDAJE.....	11
4.ZATÍŽENÍ.....	11
4.1. ZATÍŽENÍ STÁLÉ.....	11
4.2. ZATÍŽENÍ UŽITNÉ.....	11
4.3. ZATÍŽENÍ KLIMATICKÉ.....	11
5. GEOLOGICKÉ PODMÍNK.....	11
6. STATICKÉ ŘEŠENÍ.....	12
7. POPIS KONSTRUKCE.....	12
7.1. SPODNÍ STAVBA.....	12
7.2. ZÁKLADNÍ PRVKY NOSNÉ KONSTRUKCE.....	12
7.2.1. Vaznice.....	12
7.2.2. Střešní vazník.....	12
7.2.3. Sloupy.....	12
7.2.4. Ztužidla.....	13
7.3. SPOJE.....	13
7.3.1. Ukotvení sloupů.....	13
7.3.2. Spoje vaznic.....	14
7.3.3. Spoje vazníku.....	14
7.3.4. Spoj vaznice – vazník.....	14
7.3.5. Spoj vaznice – sloup.....	14
7.3.6. Spoj vazník – sloup.....	14
7.3.7. Spoj paždík – ztužidlo.....	14
7.3.8. Spoj okapová vaznice – ztužidlo.....	14
7.4. OSTATNÍ KONSTRUKCE.....	14
7.4.1. Střešní a stěnový plášť.....	15
7.4.2. Okna a dveře.....	15
7.4.3. Podlaha.....	15
8. POVRCHOVÁ OCHRANA.....	15
9. MATERIÁL.....	15
10. VÝROBA A MONTÁŽ.....	15

1. ÚVOD

Náplní bakalářské práce je návrh a posouzení nosné konstrukce trojlodního skladového objektu v lokalitě Frýdek-Místek. Konstrukce sestává ze tří lodí. Šířka krajních lodí je 9 m a šířka hlavní lodi 12 m. Celková výška ve vrcholu objektu je 10 m a délka objektu 120 m. Konstrukce je tvořena z válcovaných profilů a trubek. V návrhu jsou řešeny tři varianty případného řešení nosného systému. Všechny varianty tvoří příčné vazby. Varianta A uvažuje plnostěnné vazníky v bočních lodích a v příhradové vazníky v lodi hlavní. Příčné vazby jsou uloženy na vetknutých sloupech. Varianta B uvažuje příčnou vazbu pouze z příhradových vazníků. Příčné vazby jsou uloženy na vetknutých sloupech. Varianta C uvažuje příčnou vazbu pouze z příhradových vazníků. Příčné vazby jsou uloženy u krajních sloupů kloubově a vnitřní sloupy vetknuté.

2. POUŽITÉ NORMY

- ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí- Obecná zatížení- Objemové tíhy, vlastní tíha a užité zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí- Obecná zatížení- Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí- Obecná zatížení- Zatížení větrem
- ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí- Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí- Navrhování styčnic

3. ZÁKLADNÍ IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

3.1. STAVBA

- Název stavby: Trojlodní skladový objekt
- Místo stavby: Lískovec u Frýdku-Místku
- Okres: Frýdek-Místek
- Kraj: Moravskoslezský
- Vypracoval: Petr Šramota, 616 00, Brno

3.2. POPIS OBJEKTU

Objekt bude sloužit jako nový sklad stavebního materiálu stavební firmy. V objektu se nebudou nacházet žádné kancelářské prostory, šatny či sociální zařízení.

Objekt bude proveden jako trojlodní ocelová konstrukce o půdorysném rozměrech 30x120 m o výšce ve vrcholu 10 m. Konstrukce se zhotoví z válcovaných profilů a trubek. Příčná vazba bude tvořena třemi příhradovými vazníky, uloženými na vetknutých a kloubových sloupech. Příčná tuhost bude tvořena ztužidly přední a zadní stěny. Podélná tuhost bude zajištěna střešními a podélnými ztužidly. Jak střešní, tak stěnoví plášť bude zhotoven ze sendvičových panelů PUR, které se uloží přímo na nosnou ocelovou konstrukci pomocí upevňovacích systému.

3.3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

-	Zastavěná plocha objektu:	3600 m ²
-	Obestavěná plocha objektu:	35 172 m ³
-	Délka objektu:	120 m
-	Šířka objektu:	30 m
-	Šířka bočních lodí:	9 m
-	Šířka hlavní lodi:	12 m
-	Podélný modul:	10x12 m
-	Příčný modul:	9-12-9 m
-	Hmotnost konstrukce:	190 802 kg

4. ZATÍŽENÍ

Zatížení ocelové nosné konstrukce je provedeno v souladu s normou ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí. Zatížení je podrobněji specifikováno ve statickém výpočtu.

4.1. STÁLÁ ZATÍŽENÍ – CHARAKT. HODNOTY

-	Vlastní tíha konstrukce: Určeno automaticky programem SCIA Engineer	
-	Střešní plášť:	0,1393 kN/m ²
-	Stěnový plášť:	0,1262 kN/m ²

4.1. UŽITNÉ ZATÍŽENÍ – CHARAKT. HODNOTY

-	Elektrické vedení + osvětlení:	0,10 kN/m ²
-	Klimatizace:	0,13 kN/m ²

4.1. KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ – CHARAKT. HODNOTY

-	Zatížení sněhem: sněhová oblast III. rovnoměrný: návěj:	 1,20 kN/m ² 4,98 kN/m ²
-	Zatížení větrem: větrná oblast III. kategorie terénu III. základní tlak větru	 0,47 kN/m ²

5. GEOLOGICKÉ PODMÍNKY

Geologické podmínky nebyly u zadání uvedeny. Návrh spodní stavby proto nebyl proveden.

6. STATICKÉ ŘEŠENÍ

Jednotlivé moduly konstrukce jsou tvořeny osami tak, že v příčném směru jsou osy A-D a v podélném směru osy 1-11. Celá konstrukce je navržena z běžných válcovaných profilů a trubek.

Objekt je tvořen dvěma bočními loděmi o rozpětí 9 m a jednou lodí hlavní (střední) o rozpětí 12 m s půdorysným rozměrem 30x120 m. Výška objektu ve vrcholu je 10 m.

Hlavní nosná konstrukce je tvořena rovinnou příčnou vazbou lodí. Každá loď obsahuje střešní vazník kloubově uložený na vetknutých či kloubových sloupech. Dolní pás vazníku boční lodi je ve výšce +4,605 m a dolní pás vazníku hlavní lodi ve výšce +8,500 m. V konstrukci se nachází 11 příčných vazeb o osové vzdálenosti 12 m. Krajiní příčné vazby jsou složeny z plnostěnných vazníků kloubově uložených na vetknutých a kloubových sloupech. Mezilehlé sloupky v krajiních příčných vazbách jsou uloženy také kloubově. Příčné ztužení je umístěno ve dvou prostředních polích konstrukce. Podélné ztužení je provedeno pomocí ztužidel v rovině střechy a stěn.

Vaznice jsou řešeny jako příhradové vazníky uložené v podélném směru mezi příčnými vazbami. Okapová vaznice je řešena jako prostý nosník uložená v podélném směru mezi příčnými vazbami a v polovině rozpětí podepřena mezisloupkem.

7. POPIS KONSTRUKCE

7.1. SPODNÍ STAVBA

Založení celého objektu bude provedeno na betonových patkách pevnosti C16/20. Hloubka bude provedena podle únosnosti zeminy, minimálně však do nezámrazné hloubky.

7.2. ZÁKLADNÍ PRVKY NOSNÉ KONSTRUKCE

7.2.1. VAZNICE

Na objektu budou použity dva typy vaznic. Okapová vaznice bude z profilu HEB 160 o délce 12 m. Vnitřní vaznice jsou příhradové, složeny z horních a dolních pásů, diagonál a svislic. Horní pás je tvořen z profilu HEB 160, dolní pás je tvořen z profilu HEB 100, diagonály a svislice jsou tvořeny z trubek tvarovaných za studena. Diagonály a svislice budou s pásy spojeny plechy pomocí koutových svarů. Okapová vaznice bude součástí příčného větrového ztužidla, dále budou sloužit jednotlivé vaznice sloužit ke spojení jednotlivých vazníků při montáži a budou bránit klopení vazníku. Osová vzdálenost jednotlivých vaznic je 3 m.

7.2.2. STŘEŠNÍ VAZNÍK

Na objektu budou použity dva typy vazníků. Vazníky budou kloubově uloženy na sloupy. Krajiní vazníky mají horní pás tvořený v jednom spádu o sklonu 7° a střední vazník bude mít sedlový tvar také o sklonu 7°. Maximální výška prostředního vazníku je 1,5 m a minimální 0,947 m. Maximální výška krajiního vazníku je 1,316 m a

minimální 0,579 m. Vazníky jsou tvořeny z horních a dolních pásů, svislic a diagonál. Horní a dolní pás bude zhotoven z válcovaných profilů HEB, diagonály a svislice z trubek tvarovaných za studena. Diagonály a svislice budou s pásy spojeny plechy pomocí koutových svarů. Štítové vazníky budou tvořeny z válcovaných profilů HEB.

7.2.3. SLOUPY

Prostřední i krajní střešní vazníky budou podepřeny na okrajích dvojicí sloupů profilu HEB 300. Dvojice vnitřních sloupů, které podepírají prostřední vazníky a jednu stranu krajních vazníků, budou vetknuty pomocí ocelových patek do betonových patek. Vnější sloupy jsou výšky 5,0 m a vnitřní výšky 9,263 m. V horní části sloupu budou navařeny plotny z plechu tloušťky 14 mm pro uložení vazníků. V dolní části budou navařeny plotny z plechu tloušťky 30 mm u patek vetknutých a 20 mm u patek kloubově uložených. Plotny budou sloužit pro uložení sloupů na betonové patky.

Mezisloupky v příčném směru budou uloženy kloubově na betonové patky a ke štítovým vazníkům připojeny kloubově. Štítové mezisloupky boční lodi budou z profilu HEB 200 s maximální délkou 5,553 m a mezisloupky hlavní lodi budou z profilu HEB 300 s maximální délkou 9,631 m. V dolní části budou navařeny plotny z plechu tloušťky 20 mm pro uložení sloupů na betonové patky.

Mezisloupky v příčném směru budou uloženy kloubově na betonové patky a k okapovým vaznicím připojeny kloubově. Mezisloupky budou tvořeny z profilu HEB 200 s maximální délkou 5,0 m. V dolní části budou navařeny plotny z plechu tloušťky 20 mm pro uložení sloupů na betonové patky.

7.2.4. ZTUŽIDLA

V polích, která jsou ve třetinách konstrukce haly, bude umístěno příčné střešní ztužidlo, které zajišťuje podélnou tuhost konstrukce. Bude zhotoven z trubek tvarovaných za studena o ϕ 38x5 mm.

Pro vyztužení v rovině střechy je navrženo okapové ztužidlo. Je umístěno po celé délce konstrukce mezi okapovou a první mezilehlou vaznicí na obou stranách objektu. Bude zhotoven z trubek tvarovaných za studena o ϕ 38x5 mm.

Stěnová ztužidla v podélných stěnách budou zhotovena z trubek válcovaných za studena o ϕ 38x5 mm. Stěnová ztužidla v čelních stěnách budou zhotovena z trubek o ϕ 100x10 mm.

7.3. SPOJE

7.3.1. UKOTVENÍ SLOUPŮ

Sloupy střední lodi budou vetknuty do betonových patek a jako přechod budou použity ocelové patky. V dolní části sloupu se navaří úložné plotny o tloušťce 30 mm. Při uložení budou na plotny navařeny podélné výztuhy z profilu U 180 a jako příčník budou použity 2xU 100. Mezi příčníky budou vloženy předem zabetonované kotevní šrouby s T-hlavou M30. Ze spodní strany bude navařen profil HEB 160 z důvodu zachycení smykových sil.

Krajní sloupy, štítové sloupy a mezisloupky budou uloženy kloubově na betonové patky. Kloub bude vytvořen pomocí navařené desky tloušťky 20 mm na

spodní části sloupu, která bude přišroubována k betonové patce lepenými šrouby M30. Ze spodní strany bude navařen profil HEB 120 z důvodu zachycení smykových sil.

7.3.2. SPOJE VAZNIC

Všechny spoje jednotlivých prvků střešních vaznic budou přivařeny koutovým svarem $a=5$ mm k plechu tloušťky 10 mm.

7.3.3. SPOJE VAZNÍKU

Všechny spoje jednotlivých prvků střešních vazníků budou přivařeny koutovým svarem $a=5$ mm k plechu tloušťky 10 mm.

7.3.4. SPOJ VAZNICE - VAZNÍK

Spoj příhradové vaznice je vytvořen šroubovým spojem šrouby M20. Na konci každé příhradové vaznice bude šest šroubů, kterými se sešroubuje stojina pásnice s profilem. Vaznice se k vazníku připojí pomocí profilu L140x90x10. Profil bude přivařen koutovým svarem $a=5$ mm k plechu tloušťky 25 mm, který je přivařen na horní pás vazníku.

Spoj okapové vaznice je vytvořen šroubovým spojem šrouby M20. Na konci každé okapové vaznice budou dva šrouby, kterými se sešroubuje stojina pásnice s profilem. Vaznice se k vazníku připojí pomocí profilu L140x90x10. Profil bude přivařen koutovým svarem $a=5$ mm k plechu tloušťky 25 mm, který je přivařen na horní pás vazníku.

7.3.5. SPOJ VAZNICE - SLOUP

Vaznice je ke sloupu připojena kloubovým spojem. K hornímu pásu bude přivařen koutovým svarem $a=4$ mm plech tloušťky 20 mm. Vaznice bude ke sloupu přišroubována šrouby M20.

7.3.6. SPOJ VAZNÍK - SLOUP

Vazník je ke sloupu připojen kloubovým spojem. Na horní část sloupu se přivaří plotna tloušťky 14 mm, na kterou se navaří ocelové sedlo tloušťky 30 mm. Na sedlo bude položena pásnice tloušťky 14 mm, která bude mít zesponu navařené zářezky přenášející smykové síly. Na horní části pásnice bude navařen plech tloušťky 10 mm, který bude zároveň přivařen ke střešnímu vazníku. Obě pásnice o tloušťce 14 mm budou sešroubovány šrouby M20.

7.3.7. SPOJ PAŽDÍK - ZTUŽIDLO

Příčné ztužidlo bude připojeno pomocí ocelového plechu, který bude přivařen k profilu paždíku koutovým svarem.

7.3.8. SPOJ OKAPOVÁ VAZNICE - ZTUŽIDLO

Okapové ztužidlo bude připojeno pomocí šroubového spoje šrouby M20. Na konci každého okapového ztužidla budou čtyři šrouby, kterými se sešroubuje plech

tloušťky 10 mm s ukončením ztužidla. Plech bude navařen na pásnici okapové vaznice koutovým svarem $a=5$ mm.

7.4. OSTATNÍ ČÁSTI KONSTRUKCE

7.4.1. STŘEŠNÍ A STĚNOVÝ PLÁŠŤ

Střešní plášť bude zhotoven ze sendvičových panelů PUR ISOCOP 5G, tloušťky 60 mm. Plášť bude uchycen přímo na profily střešních vaznic pomocí systémových příslušenství. Stěnový plášť bude z panelů PUR GIESSE, tloušťky 50 mm. Stěnový plášť bude uchycen na sloupy ocelové konstrukce pomocí systémového příslušenství.

7.4.2. OKNA A DVEŘE

Dveře, které se budou nacházet se na štítové stěně, budou investorem upřesněny později. Okna ani žádné jiné otvory se na objektu nacházet nebudou. Osvětlení bude zajištěno podélným osvětlením.

7.4.3. PODLAHA

Podlaha bude tvořena šterkovým zásypem, na němž budou položeny izolační desky FLOORMATE 500. Na desky se položí separační vrstva z PE folie. Na folii se vybetonuje nosná konstrukce podlahy z betonové mazaniny. Nosná vrstva bude opatřena protiskluzovým, mechanicky odolným nátěrem.

8. POVRCHOVÁ OCHRANA

Na celé ocelové konstrukci bude použita protikorozní ochrana pomocí ochranných nátěrových systémů. Nátěr bude prováděn ve dvou vrstvách. Základním nátěrem bude konstrukce opatřena při výrobě. V místech spojů bude základní nátěr vynechán. Po montáži bude konstrukce natřena povrchovým nátěrem. Odstín povrchové barvy bude upřesněn investorem.

9. MATERIÁL

Jako materiál pro výrobu ocelové konstrukce bude použita ocel kvality S 235. Šrouby jsou předpokládány z oceli jakosti 4.6. Na betonové patky bude použit beton třídy C 16/20.

10. VÝROBA A MONTÁŽ

Prvky ocelové konstrukce budou vyráběny z válcovaných profilů. Styky jsou navrženy jako svařované nebo šroubované. Prvky musí být z výroby dodány neporušené a s neporušeným základním nátěrem. Největším a nejtěžším dílcem bude střední příhradový vazník s délkou 12 m a výškou 1,5 m.

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Montáž ocelové konstrukce začne osazením sloupů prostřední lodi na betonové patky s předem zabetonovanými šrouby. Pro sloupy uložené kloubově je nejdříve potřeba dle konstrukce zakotvit lepené šrouby. Po osazení sloupů se provede ztužení stěnovým ztužidlem v podélné stěně a podélnými ztužujícími prvky. Na sloupy se osadí střešní vazníky. Na vazníky se namontují vaznice a mezi vaznice se upevní příčné střešní a okapové ztužidlo. Po osazení vaznic se namontují ztužidla čelní stěny.

Po montáži ocelové konstrukce se provede položení podlahy a montáž střešních a stěnových panelů. Dále se provede montáž osvětlení a klimatizace.