

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

NÁKUPNÍ CENTRUM V IVANOVICÍCH NA HANĚ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN ČECH

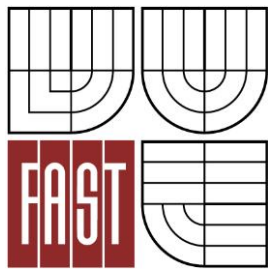
BRNO 2016

SEZNAM PŘÍLOH

- A. ÚVODNÍ LISTY
- B. TECHNICKÁ ZPRÁVA
- C. STATICKÝ VÝPOČET
- D. PŘÍLOHA KE STATICKÉMU VÝPOČTU – VNITŘNÍ SÍLY
- E. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE



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

NÁKUPNÍ CENTRUM V IVANOVICÍCH NA HANÉ
SHOPPING CENTER IN IVANOVICE NA HANÉ

A. ÚVODNÍ LISTY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

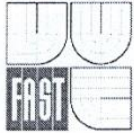
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN ČECH

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Martin Čech

Název Nákupní centrum v Ivanovicích na Hané

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

**Datum zadání
bakalářské práce** 30. 11. 2015

**Datum odevzdání
bakalářské práce** 27. 5. 2016

V Brně dne 30. 11. 2015

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 (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Navrhněte nosnou ocelovou konstrukci nákupního centra o půdorysných rozměrech 28 × 55 m. Dispozici navrhněte v souladu s architektonickými požadavky; klimatická zatížení uvažujte pro lokalitu Ivanovice na Hané.

Požadované výstupy:

Technická zpráva

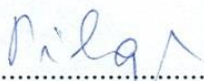
Statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce

Výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím bakalářské práce

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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



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

Abstrakt

Práce se zabývá návrhem nosné ocelové konstrukce nákupního centra. Jde o halový objekt obdélníkového půdorysu o rozměrech 28 x 55 m a výšky 11 m s válcovou střechou o poloměru 50 m. Příčné vazby jsou navrženy po 5,5 m a tvoří je obloukové vazníky z kruhových trubek, které jsou uloženy na plnostěnných sloupech. Střešní a stěnový plášť je tvořen sendvičovými panely Kingspan. Střešní plášť je navržen v bezvaznicovém provedení, stěnový plášť je montován k paždíkům. Prostorová tuhost je zajištěna podélnými ztužidly a příčným ztužidlem z táhel Macalloy.

Klíčová slova

ocelová konstrukce, hala, nákupní centrum, zatížení, stabilitní síly, vnitřní síly, příhradový, vazník, sloup, příčná vazba, ztužidlo, táhlo, paždík, posouzení, kotvení

Abstract

Work deals with design of steel structure of shopping center. It is a building with rectangular shape with dimensions 28 x 55 m and a height 11 m and with cylindrical roof with 50 m radius. Main frames are designed with 5,5 m distance and they are made of arc roof truss connected to steel plate columns. Exterior building envelope is made of Kingspan sandwich panels. Roof cladding is designed without purlins and curtain wall is fastened into side rails. Macalloy tension members are used to obtain spatial rigidity of the structure.

Keywords

steel structure, hall, shopping center, loading, stability forces, internal forces, truss, truss girder, column, main frame, bracing, tension member, side rails, check, anchorage

Bibliografická citace VŠKP

Martin Čech *Nákupní centrum v Ivanovicích na Hané*. Brno, 2016. 20 s., 119 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Milan Pilgr, Ph.D.

Prohlášení:

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

V Brně dne 27.5.2016



podpis autora
Martin Čech

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27.5.2016



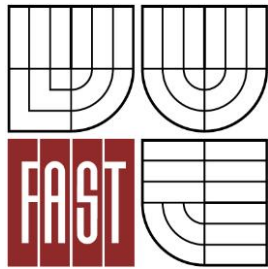
podpis autora
Martin Čech

Poděkování:

Děkuji Ing. Milanovi Pilgrovi, PhD. za odborné vedení při práci, cenné rady a za jeho čas, který mi věnoval.



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

NÁKUPNÍ CENTRUM V IVANOVICÍCH NA HANĚ
SHOPPING CENTER IN IVANOVICE NA HANĚ

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN ČECH

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN PILGR, Ph.D.

BRNO 2016

Obsah

Obsah	2
1 Obecné údaje	3
2 Použité podklady	3
3 Předpoklady návrhu nosné konstrukce	4
4 Popis objektu nákupního centra	5
5 Popis konstrukčního řešení	6
6 Materiál	8
7 Popis statického řešení konstrukce	8
8 Ochrana proti korozi a požáru	8
9 Montáž konstrukce	9
10 Výkaz materiálu	11
11 Literatura	12

1 Obecné údaje

Práce se zabývá návrhem nosné ocelové konstrukce nákupního centra obdélníkového půdorysu o rozměrech 28 x 55 m.

Zastřešení haly je válcového tvaru s poloměrem zaoblání 50 m. K zastřešení jsou použity příhradové vazníky. Pásky vazníků jsou vytvořeny z přímých kruhových trubek, které jsou ve styčnicích zalomeny. Horní a dolní pásky vazníků jsou rovnoběžné. Vazníky jsou vysoké 3 m a vzepětí oblouku je 2 m. Vazníky jsou uloženy na plnostěnných sloupech.

Světlá výška haly je volena 8,0 m uprostřed rozpětí a 6,0 m na krajích, výška konstrukce nad terénem je 10,922 m a konstrukční výška je 11,522 m.

2 Použité podklady

Konstrukce byla navržena v souladu s těmito platnými normami:

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-5 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-5: Boulení stěn
- ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčnic
- ČSN EN 1993-1-10 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-10: Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou
- ČSN EN 1090-2 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce
- ČSN EN ISO 2553 (013155) Svařování a příbuzné procesy - Zobrazování na výkresech - Svarové spoje
- ČSN EN ISO 9692-4 (050025) Svařování a příbuzné procesy - Příprava svarových ploch

Kromě platných norem byly použity i následující normy:

- ČSN 73 1401 Navrhování ocelových konstrukcí
- ČSN 01 3483 Výkresy kovových konstrukcí
- VN 73 2615 Směrnice pro kotvení ocelových konstrukcí – Ostrava, Vítkovice, a.s.

Použitý software:

- SCIA Engineer 14
- AutoCAD 2010
- Corel Draw, Corel Photopaint
- MS Word

3 Předpoklady návrhu nosné konstrukce

V rámci statického posouzení byla nosná konstrukce řešena a prověřována dle ČSN EN 1993 na:

- **Mezní stav únosnosti** s uvážením vlivu prosté pevnosti průřezu, ztráty stability prutů a konstrukce a pevnosti spojů. Objekt byl navržen na kombinace zatížení, které vyvozují nejnepříznivější účinky.
- **Mezní stav použitelnosti** s uvážením přetvoření od nejnepříznivějších kombinací charakteristických hodnot zatížení.

Nosná ocelová konstrukce byla dimenzována na následující zatížení:

- **Vlastní tíha** konstrukce a **stálé zatížení** střešními panely s plošnou hmotností $20,1 \text{ kg/m}^2$
- **Zatížení technickým zařízením**, uvažováno hodnotou 50 kg/m^2
- **Klimatické zatížení sněhem** s charakteristickou hodnotou zatížení $s_k=1,0 \text{ kN/m}^2$ odpovídající sněhové oblasti II dle ČSN EN 1991-1-3 NA ed. A – 2013
- **Klimatické zatížení větrem** se základní rychlostí větru $v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$ odpovídající větrové oblasti II dle ČSN EN 1991-1-4 NA ed. A-2013 a kategorie terénu III (předměstský terén, vesnice).

Zatížení osamělým břemenem nebylo vzhledem ke konstrukčnímu systému uvažováno, protože má zanedbatelné účinky. Plošné užité zatížení na střeše nebylo uvažováno, protože se nekombinuje se sněhem a představuje menší hodnotu zatížení než zatížení sněhem.

Žádná další zatížení nebyla uvažována a konstrukce na jejich přenos není dimenzována. S nárazem vozidla do konstrukce nebylo uvažováno.

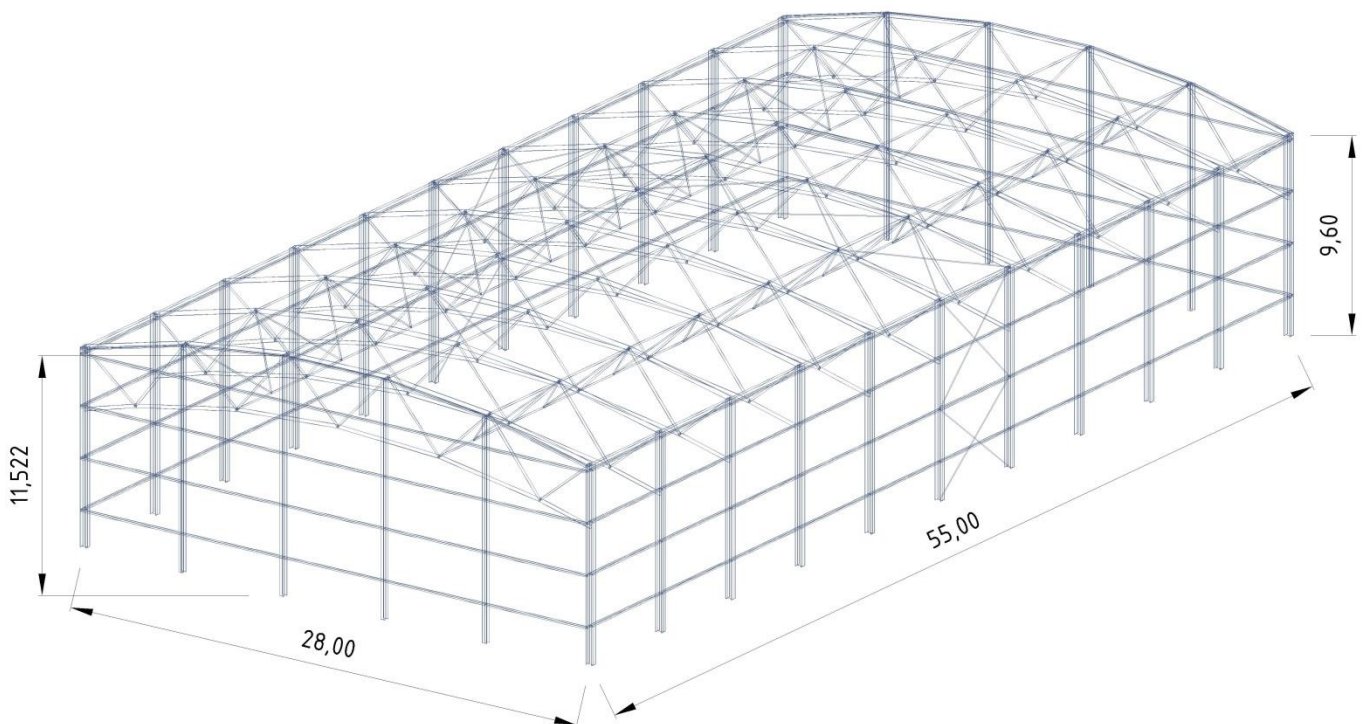
4 Popis objektu nákupního centra

Byla navržena jednodílná jednopodlažní hala obchodního centra s obdélníkovým půdorysem o rozměrech 28 x 55 m.

Světlá výška haly je 8,0 m uprostřed rozpětí a 6,0 m na krajích, výška konstrukce nad terénem je 10,922 m a konstrukční výška je 11,522 m. Konstrukční výška hlavních sloupů je 9,600 m. Výška sloupů čelní stěny se odvíjí od jejich umístění ve stěně, výška sloupu je tedy 11,522 m nebo 10,889 m.

Veškerá nosná ocelová konstrukce bude z vnitřní strany přiznaná. Z vnější strany bude oplášťena sendvičovými panely Kingspan. Stěnový plášť bude proveden z panelů Kingspan KS1150 TF 150 a střešní plášť z panelů Kingspan KS 1000 X-DEK XM. Konstrukce střechy je navržena v bezvaznicové soustavě, střešní panely přenášejí zatížení přímo do vazníků.

Nosná konstrukce byla navržena mezi podélnými modulovými osnami A - B vzdálených 28 m a příčnými modulovými osnami 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 po vzdálenostech 5,50 m.



5 Popis konstrukčního řešení

Jedná se o halový systém s 11 příčnými vazbami po 5,50 m. Příčné vazby jsou v podélném směru v uzlech horního pásu vazníku propojeny podélnými střešními nosníky, které nahrazují funkci vaznic v přenosu zatížení od větru působícího na čelní stěnu a zkracují vzpěrnou délku horního pásu vazníku pro vybočení z roviny vazby. Prostorovou tuhost konstrukce zajišťují podélná ztužidla a příčné ztužidlo ve střešní rovině a stěnová ztužidla.

Příčná vazba je tvořena sloupy, na kterých jsou kloubově uloženy příhradové vazníky. Hlavní sloupy budovy jsou vysoké 9,600 m a jsou v příčném směru haly vetknuté, v podélném směru kloubově uloženy. Příhradový vazník je obloukového tvaru a byl vepsán do kružnice o poloměru 50m. Pásky příhradového vazníku jsou rovnoběžné a jsou doplněny diagonálami v kosouhlé soustavě. Dolní pás kopíruje tutéž kružnici o poloměru 50 m posunutou o 3m směrem dolů. Výška vazníku ve vrcholu je 2,922 m. Nejvyšší bod střednice prutu nosného systému je ve výšce +10,922 m. Nejvyšší bod střechy po montáži střešního pláště je ve výšce +11,320 m.

Hlavní sloupy budovy jsou navrženy z profilu HEA 340. V příčném směru jsou vetknuté a v podélném směru jsou kloubově uloženy. Sloup je v patě opatřen ocelovou patkou pro kotvení pomocí kotevních příčníků. Hmotnost sloupu včetně ocelové patky je přibližně 1150 kg a délka je 9,465 m.

Vazník je tvořen kruhovými trubkami různých průměrů a tloušťek stěn, ve styčnicích jsou trubky opracovány do příslušného tvaru a svařeny. Vazník je pomocí montážních styků rozdělen na 3 dílce o rozměrech přibližně 12,2 m a 2x 10,2 m. Hmotnost každého z dílců je přibližně 825 kg. K hornímu pásu vazníku je přivařen po celé délce T profil pro připojení střešního pláště. Vazník je na sloup uložen pomocí ložiskové desky a připevněn šrouby.

Podélné střešní nosníky přenášejí pouze osově síly od větru působícího na čelní stěnu do ztužidla a zabezpečují vzpěrnou délku horního pásu vazníku pro vybočení z roviny vazby, nahrazují funkci vaznic. Jsou navrženy z kruhové trubky. Střešní nosníky ve ztužidlovém poli tvoří svislice v příhradové soustavě ztužidla a přenášejí tlak. S ohledem na toto namáhání jsou navrženy s větší dimenzí. Podélné střešní nosníky jsou k vazníkům připojeny pomocí styčnickových plechů a dvojice šroubů.

Podélné ztužidlo stabilizuje dolní pásy vazníků. Jsou navržena 2 podélná ztužidla v šikmých rovinách diagonál. Pás i diagonály podélného ztužidla jsou z kruhových trubek. Trubky podélného ztužidla jsou k vazníku připojeny pomocí styčnickových plechů a dvojice šroubů.

Střešní příčné ztužidlo je příhradový nosník složené soustavy ve střešní rovině. Pásy příhradového nosníku tvoří horní pásy vazníků, svislice jsou tvořeny podélnými střešními nosníky a diagonály jsou navrženy s vyloučením tlaku v táhlech. Použita jsou systémová táhla Macalloy M30 z oceli S460 opatřená napínákem.

Čelní stěna je tvořena sloupy z profilu HEA 240, které jsou v hlavě i patě kloubově uloženy. Sloupy jsou v hlavě opřeny do krajního vazníku v místě styku vazníku se střešními nosníky. Čelní stěna je s ohledem na provedení spoje mezi sloupem a krajním vazníkem předsazena osově o 30 cm a v tomto styčnicku je provedena oválná díra, aby se zatížení z krajního vazníku nepřenášelo do sloupů čelní stěny.

Paždíky čelní stěny jsou navrženy z profilu U 160, paždíky na rohu stěny pak z profilu U 180 kvůli většímu sání větru v rohových oblastech. V místě uložení na sloup mají paždíky upáleny jednu přírubu a jsou připojeny pomocí plechu a dvojice šroubů.

Paždíky boční stěny jsou navrženy taktéž z profilu U 160 a U 180 v rohových oblastech. Paždíky ve ztužidlovém poli působí jako svislice v příhradové soustavě stěnového ztužidla a jsou namáhány tlakem. S ohledem na toto namáhání a také na vykřížení táhel s paždíky byl pro tyto paždíky zvolen profil HEA 120.

Stěnové příčné ztužidlo je příhradový nosník složené soustavy v rovině boční stěny. Pásy příhradového nosníku jsou tvořeny sloupy HEA 340, svislice jsou tvořeny paždíky HEA 120 a diagonály jsou navrženy s vyloučením tlaku v táhlech. Použita jsou systémová táhla Macalloy M30 z oceli S460 opatřená napínákem. Křížení táhel je provedeno pomocí systémového prvku „cross coupler“.

Střešní plášť je tvořen sendvičovými panely Kingspan KS 1000 X-DEK XM se spodním plechem tl. 1,1 mm. Tyto panely jsou kladeny v podélném směru haly vlnami směrem dolů, horní povrch střechy je hladký. Střešní panely překlenují rozpětí 5,50 m a jsou kotveny do T profilu, který je přivařen k hornímu pásu vazníku. Panely působí jako prosté nosníky. Skladebná šířka panelů je 1,0 m.

Obvodový plášť je tvořen sendvičovými panely Kingspan KS1150 TF 150. Panely jsou konstrukčně připojeny k paždíkům. Maximální osová vzdálenost paždíků je 2,50 m. Skladebná šířka panelů je 1,15 m. Část obvodového pláště je prosklená dle výkresu E1.

6 Materiál

- Veškeré nosné prvky mimo táhla jsou navrženy z oceli S235 JR. Jakost určena dle normy ČSN EN 1993-1-10 pro referenční teplotu konstrukce $T_{ED}=-350^{\circ}\text{C}$ pro prvky do tloušťky 27,5 mm. Maximální tloušťka prvku v konstrukci je 25 mm.
- Táhla jsou z oceli S 460 Q.
- Předpokládá se provádění svarů obloukovým svařováním (automatem a ručně).
- Kotevní šrouby
 - Kotvení K1, K3 – Ø30 –950- S235 JR se závitem M30 délky 200mm. Kotevní hlava dle VN 73 2615
 - Kotvení K2 – kotvy HILTI HIT-V M24-5.8-300 do vyvrtaných otvorů v patce
- Šrouby – jakost 4.8 nebo vyšší – pozinkované

7 Popis statického řešení konstrukce

Statická analýza nosné ocelové konstrukce byla provedena metodou konečných prvků v programu Scia Engineer 14. Výpočtem byl analyzován prostorový prutový model na účinky zatížení specifikovaných v části 3.

Posouzení mezního stavu únosnosti a použitelnosti bylo provedeno v souladu s platnou normou ČSN EN 1993-1-1 „Navrhování ocelových konstrukcí“.

Podrobný popis výpočtového modelu prutové konstrukce je uveden v části C. Statický výpočet v kapitole 3.1.

8 Ochrana proti korozi a požáru

Všechny nátěry a ochrana proti korozi musí být provedeny v souladu s EN ISO 12944 pro kategorii korozní agresivity C2. Konstrukce bude opatřena protipožárním nátěrem dle požadavků požárně bezpečnostního řešení.

Na konstrukci bude proveden:

- základní nátěr nanesený na podklad
- konečný nátěr

Životnost nátěru se požaduje min. 15 let. Po dokončení montáže je nutné zkontrolovat a případně opravit poškození nátěru a to zejména v místech spojů.

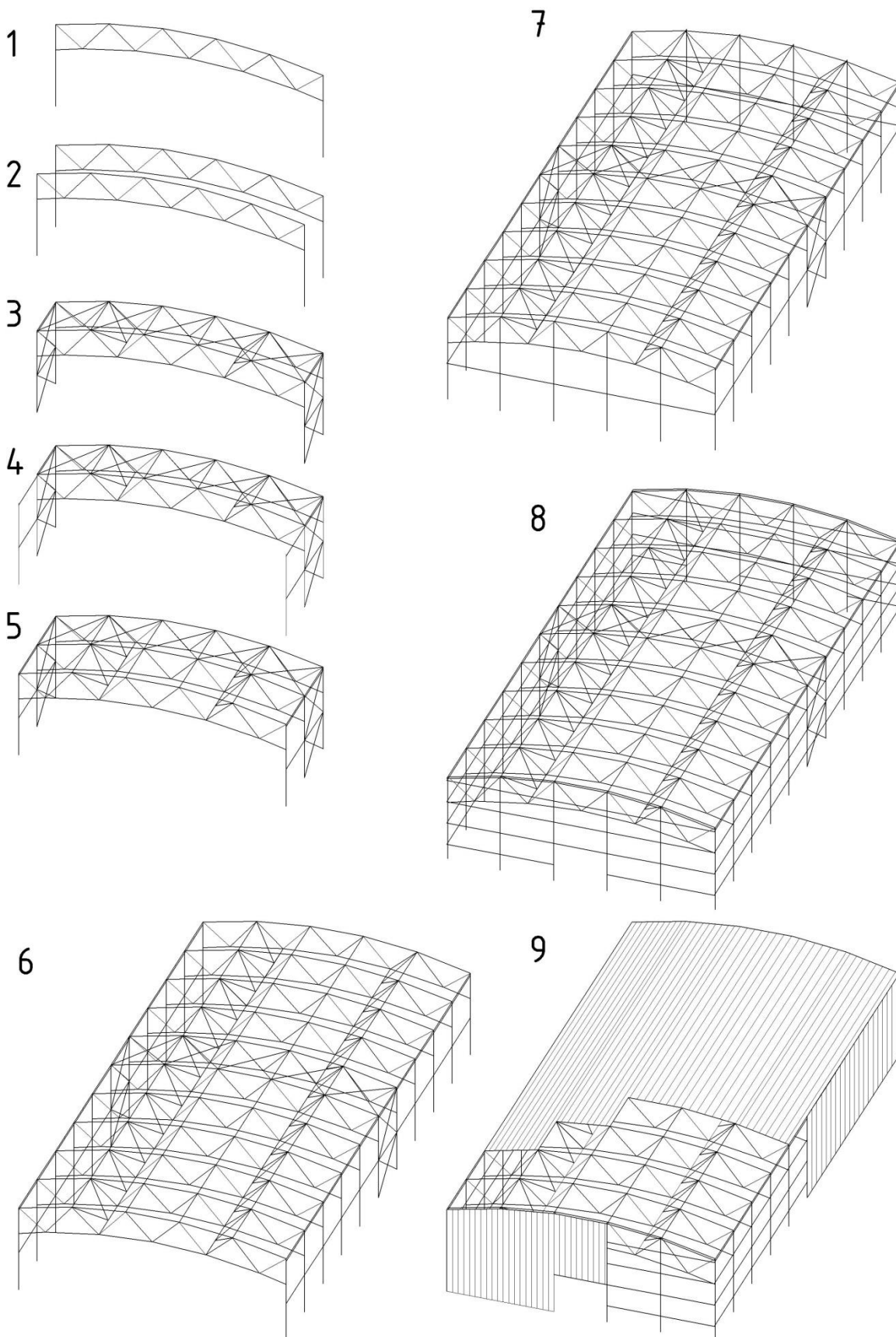
9 Montáž konstrukce

Montáž bude provedena pomocí autojeřábu. Před začátkem montáže musí být převzato staveniště se zaměřenými polohovými body. Musí být zhotoveny betonové patky s dostatečnou pevností a v nich zabetonovány kotevní šrouby.

Postup montáže:

- Vztyčí se sloupy v modulové osnově 6 a připevní se pomocí kotevních příčníků k patce.
- Na montážní ploše se smontuje vazník ze 3 dílců, osadí se na sloupy a přišroubuje se.
- Namontovaná příčná vazba je v podélném směru držena autojeřábem nebo se použije montážní ztužení.
- Vztyčí se sloupy v modulové osnově 7 a na sloupy se osadí vazník. Horní paždík HEA 120 musí být osazen současně s druhým sloupem, jinak ho nebude možno dostat mezi sloupy z důvodu nedostatku prostoru (viz detail B).
- Mezi sloupy se osadí stěnové příčné ztužidlo z táhel a paždíků a mezi horní pásy vazníků se osadí střešní příčné ztužidlo z táhel a podélných střešních nosníků. Mezi vazníky se namontují také dílce podélného ztužidla.
- Všechny prvky střešního ztužidla se připojují pomocí vidličky na plech P22 přivařený k hornímu pásu vazníku. Při montáži střešního ztužidla se postupuje od prostředního kříže ztužidla směrem ke krajům, jinak by nebylo možno osadit svislice.
- Táhla ztužidel se rovnoměrně dopnou pomocí hydraulického zařízení „Macalloy TechnoTensioner“ tak, aby byl vyrovnán průhyb táhel. Dopnutí táhel musí být rovnoměrné a nesmí způsobit deformaci namontovaného ztužidlového pole.
- Vztyčí se další dva sloupy v osnově 5 a připojí se pomocí paždíků (minimálně musí být osazeny dva paždíky, které zabezpečují vzpěrnou délku k měkké ose sloupu). Na sloupy se osadí vazník, ten se pomocí podélných střešních nosníků upne k již namontovanému tuhému ztužidlovému poli. Zároveň se osadí příslušné dílce podélného ztužidla.
- Stejným způsobem se pokračuje se sloupy a vazníky v půdorysných osnovách 4 až 1 a 8 až 11.
- Vztyčí se sloupy čelní stěny. Do patky se zakotví kotvou HILTI a přišroubuje se ke krajnímu vazníku.
- Doplnění stěn paždíky
- Montáž střešního a stěnového pláště

Postup montáže po krocích ukazuje schematicky následující obrázek:



10 Výkaz materiálu

Hmotnost byla určena pouze orientačně ze systémových délek prutů a hmotností profilů na 1m.

Název prvku	Materiál	Průřez	dl. (m)	A (mm ²)	kg/m	m ² /m	Σ m ²	Σ kg
Horní pás vazníku + profil T80	S235 JR	TR Ø 219,1x8	312,00	5310+1360	52,4	0,991	309,2	16349
Dolní pás vazníku	S235 JR	TR Ø 168,3x5	312,00	2570	20,2	0,529	165,1	6302
Diagonály - tlačené	S235 JR	TR Ø 114,3x6,3	99,64	2140	16,8	0,359	35,8	1674
Diagonály - ostatní	S235 JR	TR Ø 88,9x4	346,63	1070	8,4	0,279	96,7	2912
Podélné ztužidlo - dolní pás	S235 JR	TR Ø 76,1x4	110,00	906	7,1	0,239	26,3	781
Podélné ztužidlo - diagonály	S235 JR	TR Ø 60,3x4	188,40	707	5,5	0,189	35,6	1036
Střešní nosníky - běžné	S235 JR	TR Ø 88,9x4	297,00	1070	8,4	0,279	82,9	2495
Střešní nosníky - ztužidlové p.	S235 JR	TR Ø 114,3x6,3	33,00	2140	16,8	0,359	11,8	554
Příčné ztužidlo - střecha	S 460 Q	Macalloy M30	79,01	616	4,8	0,088	0,0	379
Hlavní sloupy	S235 JR	HEA 340	211,20	13400	105,2	1,800	380,2	22218
Sloupy čelní stěny	S235 JR	HEA 240	89,64	7680	60,3	1,370	122,8	5406
Paždíky štít - běžné	S235 JR	U 160	168,14	2400	18,8	0,546	91,8	3161
Paždíky štít - nárožní	S235 JR	U 180	112,58	2800	22,0	0,611	68,8	2477
Paždíky - boční stěny - běžné	S235 JR	U 160	308,00	2400	18,8	0,546	168,2	5790
Paždíky - boční stěny - nárožní	S235 JR	U 180	88,00	2800	22,0	0,611	53,8	1936
Paždíky - boční stěny - ztuž. p.	S235 JR	HEA 120	44,00	2530	19,9	0,677	29,8	876
Příčné ztužidlo - stěny	S 460 Q	Macalloy M30	58,46	616	4,8	0,088	0,0	281
POVRCH CELKEM (m²)							1678,63	
HMOTNOST CELKEM (t)								74,63
+ 1,7% svary dle ČSN 01 3483								1,27
								75,90

Hmotnost NOK vztažená na 1m² zastavěné plochy: $\frac{75900}{28*55,6} = 48,7 \text{ kg/m}^2$

Hmotnost NOK vztažená na 1m³ obestavěného prostoru: $\frac{75950}{288*55,6} = 4,7 \text{ kg/m}^3$

Celkový povrch NOK opatřený antikorozi ochranou: **1679 m²**

Orientační cena NOK při uvažování 60 Kč za 1 kg oceli: $75900 * 60 = 4,55 \text{ mil. Kč}$

Cena NOK vztažená na 1m² zastavěné plochy: $\frac{4,55*10^6}{28*55,6} = 2920 \text{ Kč/m}^2$

11 Literatura

Kromě použitých norem dle kapitoly 2 byla použita i následující literatura:

- [1] PECHAR, Jiří., STUDNIČKA, Jiří., VRBA, Karel., *Prvky kovových konstrukcí*; SNTL Praha, 1985
- [2] MELCHER, Jindřich., STRAKA, Bohumil., *Kovové konstrukce - Konstrukce průmyslových budov*; SNTL Praha, 1985
- [3] LEHAR, František., *Detaily a dílce ocelových konstrukcí průmyslových budov*; SNTL Praha, 1969
- [4] DANĚČEK, Josef., DLOUHÝ, Oldřich., PŘIBYL, Oto., *Matematika II - Modul 1 - Dvojný a trojný integrál*; Brno, 2004
- [5] Kingspan – *sendvičové panely*. [online]. Dostupné z: <http://panely.kingspan.cz/ploche-strechy-zatepleni-ploche-strechy-panely-KS1000-XD-18447.html>
- [6] Kingspan – *Tabulky únosnosti*. [online]. Dostupné z: http://panely.kingspan.cz/web_shared/modules/download/download_counter.php?id=533
- [7] Macalloy – *táhla*. [online]. Dostupné z: <http://www.tension.cz/produkty/tahla-macalloy>
- [8] MACHÁČEK, Josef., *Ocelové konstrukce 3*; [online]. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/~machacek/prednaskyOK3/OK3-1z.pdf>
- [9] PILGR, Milan., *Klopení nosníků*; [online]. Dostupné z: http://www.fce.vutbr.cz/KDK/pilgr.m/BO02/BO02_cvi_11.pdf
- [10] Ocelář.cz; [online]. Dostupné z: <http://www.steelcalc.com/cs/>
- [11] RÖDER, Václav.; *Spoje ocelových konstrukcí*; [online]. Dostupné z: <http://www.ocel.wz.cz/>
- [12] Feron, velkoobchod hutním materiálem; [online]. Dostupné z: <http://www.ferona.cz/>
- [13] <http://www.ocelbulky.cz/>