



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

OCELOVÁ KONSTRUKCE PRŮMYSLOVÉ BUDOVY

STEEL STRUCTURE OF AN INDUSTRIAL BUILDING

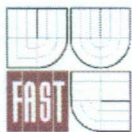
TECHNICKÁ ZPRÁVA

TECHNICAL REPORT

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. LADISLAV KOPECKÝ

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Ladislav Kopecký
Název Ocelová konstrukce průmyslové budovy
Vedoucí diplomové práce Ing. Karel Sýkora
Datum zadání diplomové práce 31. 3. 2015
Datum odevzdání diplomové práce 15. 1. 2016

V Brně dne 31. 3. 2015

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu



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

Podklady a literatura

1. Prostorové uspořádání.
2. ČSN EN 1991 (ČSN 730035): Zatížení konstrukcí.
ČSN EN 1993 (ČSN 731401): Navrhování ocelových konstrukcí.
3. Literatura podle doporučení vedoucího diplomové práce.
4. Odborné publikace v časopisech a sbornících, které se vztahují k řešené problematice, podle doporučení vedoucího diplomové práce.

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Vypracujte návrh nosné ocelové konstrukce jednolodní průmyslové haly o rozpětí 24 m s přístavkem pro uskladnění materiálu o rozpětí 6 m. Délka 72 m, výška odpovídající úrovni temene kolejnice 6,3 m.

V hale uvažujte mostový jeřáb o nosnosti 8 t.

Konstrukci navrhnete pro oblast Boskovice.

Konstrukci orientačně navrhnete v několika variantách, vybranou variantu podrobně rozpracujete.

Požadované výstupy:

1. Technická zpráva obsahující základní charakteristiky navržené konstrukce, požadavky na materiál, spojovací prostředky, montáž a ochranu.
2. Statický výpočet hlavních nosných prvků a částí konstrukce.
3. Výkresová dokumentace obsahující zejména dispoziční výkres, výkres vybraných konstrukčních dílců, charakteristické detaily podle pokynů vedoucího diplomové práce.
4. Orientační výkaz spotřeby materiálu.

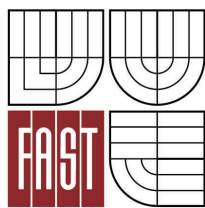
Struktura bakalářské/diplomové práce

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. Karel Sýkora
Vedoucí diplomové práce



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Karel Sýkora
Autor práce Bc. Ladislav Kopecký

Škola Vysoké učení technické v Brně
Fakulta Stavební
Ústav Ústav kovových a dřevěných konstrukcí
Studijní obor 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Studijní program N3607 Stavební inženýrství

Název práce Ocelová konstrukce průmyslové budovy
Název práce v anglickém jazyce Steel structure of an industrial building
Typ práce Diplomová práce
Přidělovaný titul Ing.
Jazyk práce Čeština
Datový formát elektronické verze

Anotace práce Výrobní hala se skladovacím přístavkem. Délka haly je 72m a šířka 30m. Hlavní loď má rozpětí 24m a přístavek má rozpětí 6m. Vzdálenost mezi příčnými vazbami je 6m. Výška hlavní haly je 10,7m a výška přístavku je 13,0m. Střecha je plochá se spádem 3,5% hlavní haly a 8,75% přístavku. Konstrukční systém haly je prostorová prutová konstrukce. Příčná vazba je navržena jako ocelový rám s plnostěnným vazníkem. Ve střešní konstrukci jsou navrženy vaznice. Stabilita konstrukce je zabezpečena příčnými a podélnými ztužidly. Hala je kloubově uložena na základových patkách. Hala je opláštěna stěnovými a střešními PUR panely. Hlavní loď haly je vybavena mostovým jeřábem o nosnosti 8t.

Anotace práce v anglickém jazyce Industrial hall with storage outbuilding. The length of the hall is 72 meters and width of 30 meters. The main hall has a span 24 meters and the outbuilding has a span 6m. The distance between primary steel frame is 6 meters. The height of the main hall is 10.7 meters and a height of outbuilding is 13.0 metres. The roof is flat with roof slope of 3.5% the main

hall and 8.75% outbuilding. The structural system of the hall's bar structure. Primary steel frame is designed as a steel frame rafter with eaves haunch. In the roof structure are designed purlins. The stability of the structure is secured by roof braces and longitudinal braces. The hall is pin-supported on the foundation pad. The hall is clad wall and roof panels PUR. Main hall is equipped with a bridge crane with capacity of 8 tons.

Klíčová slova výrobní hala, přístavek, plochá střecha, prostorová prutová konstrukce, základové patky, hlavní nosník jeřábové dráhy, ocelová konstrukce, opláštění, příčná vazba, rám, příčel, sloup, vaznice, ztužidlo, montážní spoj, svarový spoj, šroubový spoj, kotvení, mostový jeřáb, náběh

Klíčová slova v anglickém jazyce industrial building, outbuilding, flat roof, space bar structure, foundation pads, crane runway beam, steel structure, cladding, main frame, frame, rafter, column, purlin, bracing, field joint, welded connection, bolted connection, column anchorage, bridge crane, haunched beam

Abstrakt

Výrobní hala se skladovacím přístavkem. Délka haly je 72m a šířka 30m. Hlavní loď má rozpětí 24m a přístavek má rozpětí 6m. Vzdálenost mezi příčnými vazbami je 6m. Výška hlavní haly je 10,7m a výška přístavku je 13,0m. Střecha je plochá se spádem 3,5% hlavní haly a 8,75% přístavku. Konstrukční systém haly je prostorová prutová konstrukce. Příčná vazba je navržena jako ocelový rám s plnostěnným vazníkem. Ve střešní konstrukci jsou navrženy vaznice. Stabilita konstrukce je zabezpečena příčnými a podélnými ztužidly. Hala je kloubově uložena na základových patkách. Hala je opláštěna stěnovými a střešními PUR panely. Hlavní loď haly je vybavena mostovým jeřábem o nosnosti 8t.

Klíčová slova

výrobní hala, přístavek, plochá střecha, prostorová prutová konstrukce, základové patky, hlavní nosník jeřábové dráhy, ocelová konstrukce, opláštění, příčná vazba, rám, příčel, sloup, vaznice, ztužidlo, montážní spoj, svarový spoj, šroubový spoj, kotvení, mostový jeřáb, náběh

Abstract

Industrial hall with storage outbuilding. The length of the hall is 72 meters and width of 30 meters. The main hall has a span 24 meters and the outbuilding has a span 6m. The distance between primary steel frame is 6 meters. The height of the main hall is 10.7 meters and a height of outbuilding is 13.0 metres. The roof is flat with roof slope of 3.5% the main hall and 8.75% outbuilding. The structural system of the hall's bar structure. Primary steel frame is designed as a steel frame rafter with eaves haunch. In the roof structure are designed purlins. The stability of the structure is secured by roof braces and longitudinal braces. The hall is pin-supported on the foundation pad. The hall is clad wall and roof panels PUR. Main hall is equipped with a bridge crane with capacity of 8 tons.

Keywords

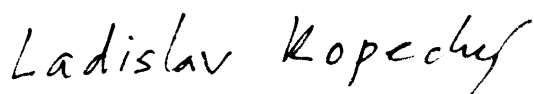
industrial building, outbuilding, flat roof, space bar structure, foundation pads, crane runway beam, steel structure, cladding, main frame, frame, rafter, column, purlin, bracing, field joint, welded connection, bolted connection, column anchorage, bridge crane, haunched beam

...

Prohlášení:

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

V Brně dne 30.12.2015

Handwritten signature of Ladislav Kopecký in black ink, written in a cursive style.

.....
podpis autora
Bc. Ladislav Kopecký

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

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

V Brně dne 30.12.2015

Ladislav Kopecký

.....
podpis autora
Bc. Ladislav Kopecký

Obsah

1. Zadání	2
2. Dispozice.....	2
3. Zatížení	5
3.1 Zatížení stálé	5
3.2 Zatížení proměnné	7
3.3 Imperfekce.....	9
4. Popis konstrukce	9
4.1 Střešní plášť	11
4.2 Obvodový plášť.....	11
4.3 Vaznice	12
4.4 Příčný rám.....	12
4.5 Štítové sloupy	13
4.6 Příčná ztužidla.....	13
4.7 Podélné ztužidla	14
4.8 Hlavní nosník jeřábové dráhy	14
4.10 Spoje	14
4.10.1 Svařované spoje	14
4.10.2 Šroubované.....	15
4.11 Kotvení sloupů.....	15
4.12 Povrchová úprava	15
5. Montáž konstrukce.....	15
6. Použité výpočetní programy	16
7. Literatura	16

TECHNICKÁ ZPRÁVA

1. Zadání

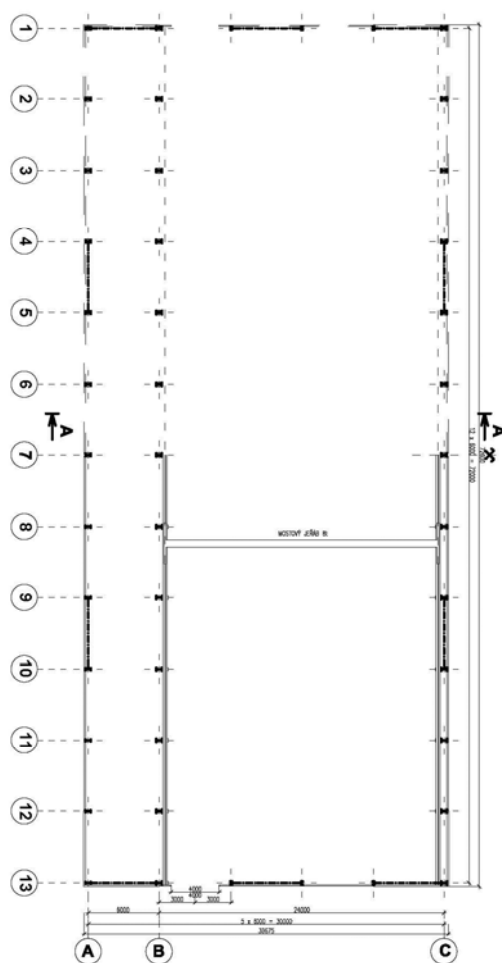
Cílem diplomové práce je návrh nosné ocelové konstrukce průmyslové budovy s přístavkem o rozpětích 24 m a 6 m, délce 72 m a výšce odpovídající skladebné výšce konzoly 6,3 m.

V průmyslové hale je mostový jeřáb o nosnosti 8 t.

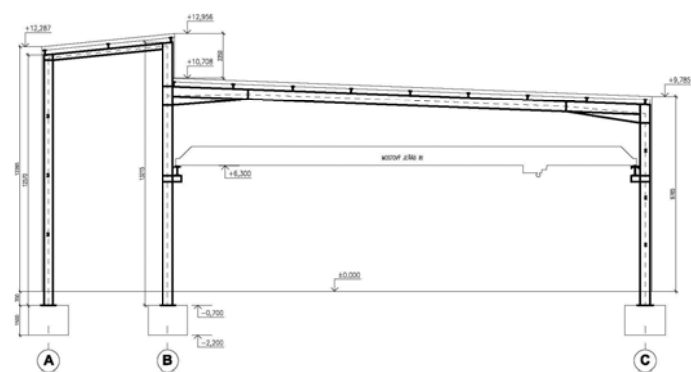
Hala se bude nacházet v průmyslové zóně města Boskovice.

2. Dispozice

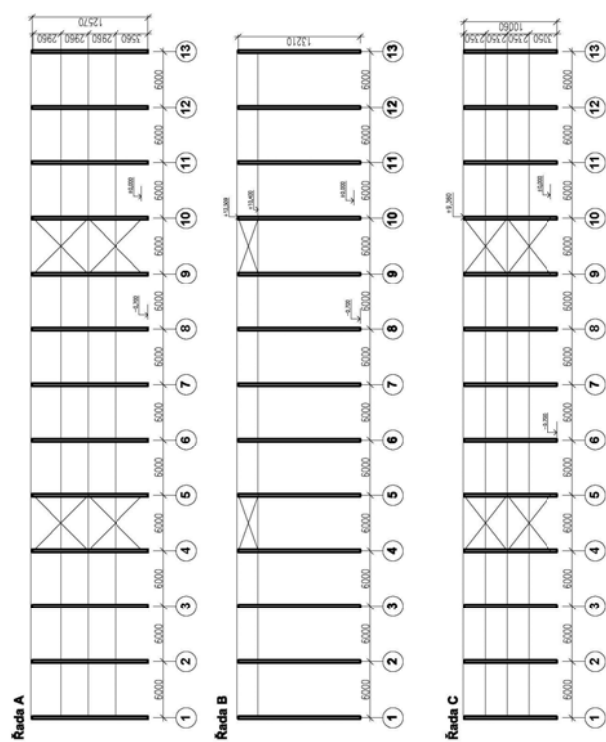
Půdorys a kotvení

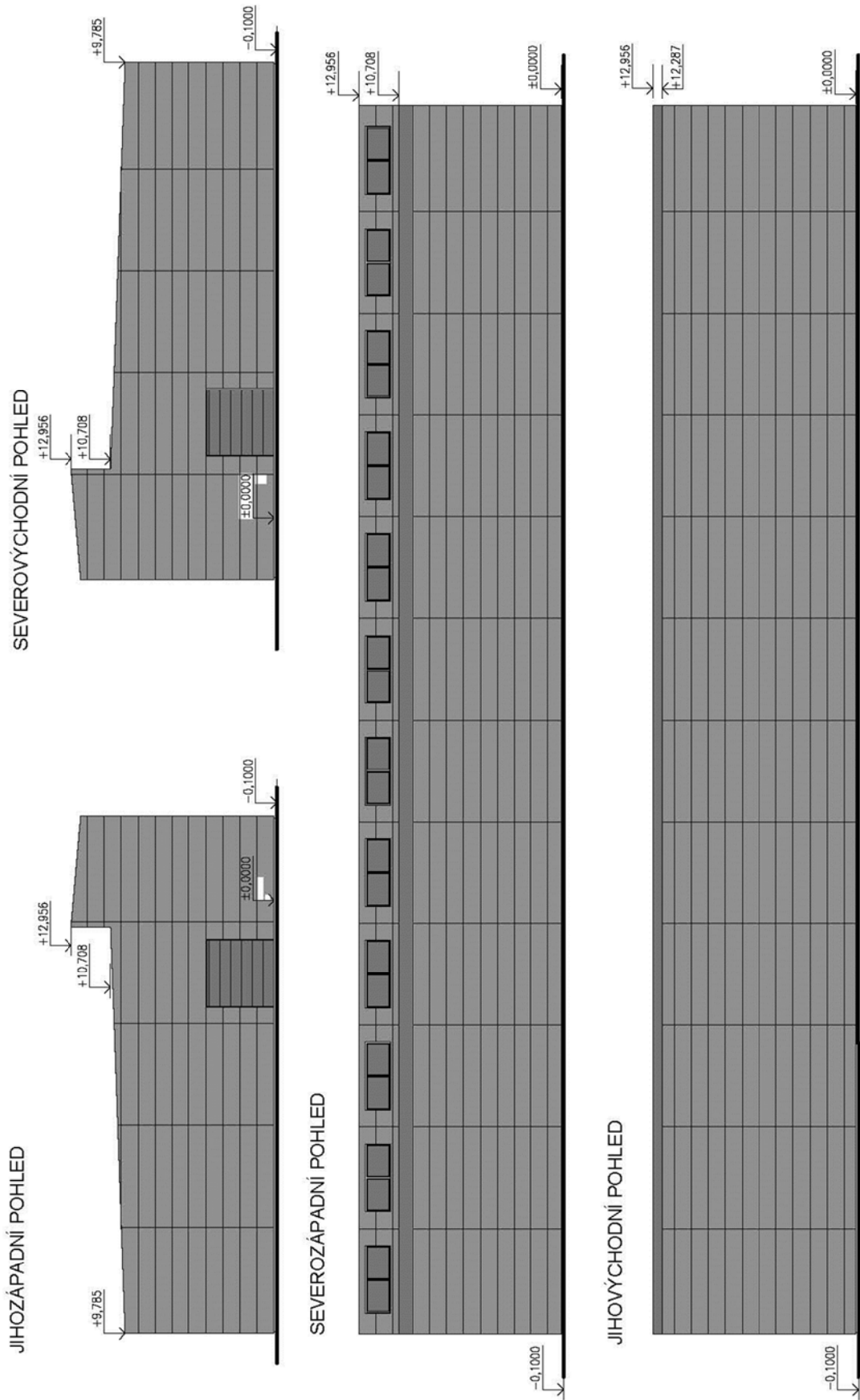


Příčný řez



Podélné řezy



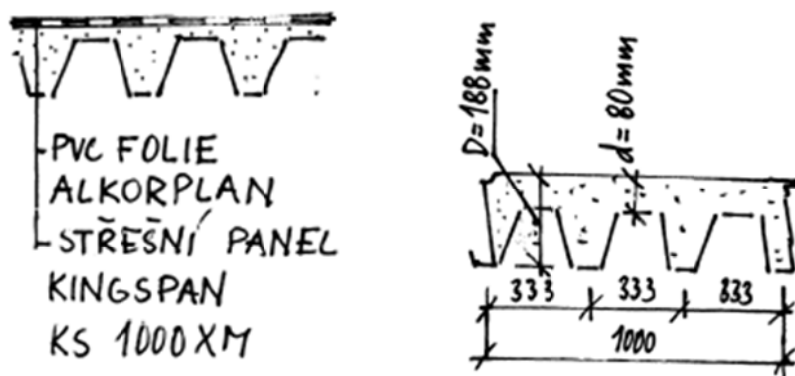


3. Zatížení

3.1 Zatížení stálé

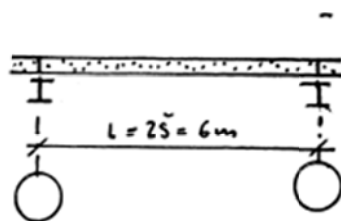
Střešní plášť

Hydroizolační vrstva pláště je z PVC folie ALKORPLAN. Tepelně izolační a nosnou funkci bude plnit žebrovaný PUR panel KINGSPAN KS1000XM o tloušťce 188 mm. Charakteristické plošné zatížení střešního pláště je $0,195 \text{ kN/m}^2$.



Obvodový plášť

Obvodový plášť bude z PUR panelů KINGSPAN KS 1150 TF. Panely jsou navrženy ve dvou tloušťkách, na rozích budovy jsou panely o tloušťce 150mm a ostatní panely mají tloušťku 100mm. Plošné zatížení pro panel tl. 100mm je $0,013 \text{ kN/m}^2$ a pro panel tl. 150mm je $0,014 \text{ kN/m}^2$.



Vybavení haly

Součástí průmyslové haly budou rozvody TZB, zatížení od vybavení je odhadem $0,25 \text{ kN/m}^2$.

Vlastní tíha ocelová konstrukce

Pro modelování prutové ocelové konstrukce byl použit výpočtový program Scia Engineer.

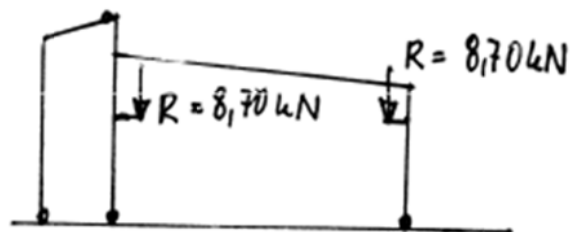
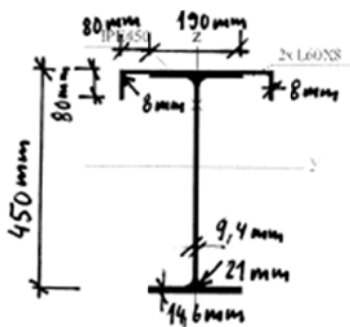
Program automaticky generuje vlastní tíhu konstrukce a počítá s tíhou v analýze vnitřních sil.



Hlavní nosník jeřábové dráhy

Hlavní nosník jeřábové dráhy včetně kolejnice vyvozuje odhadem liniové zatížení $3,16 \text{ kN/m}^2$.

i) stálé zatížení

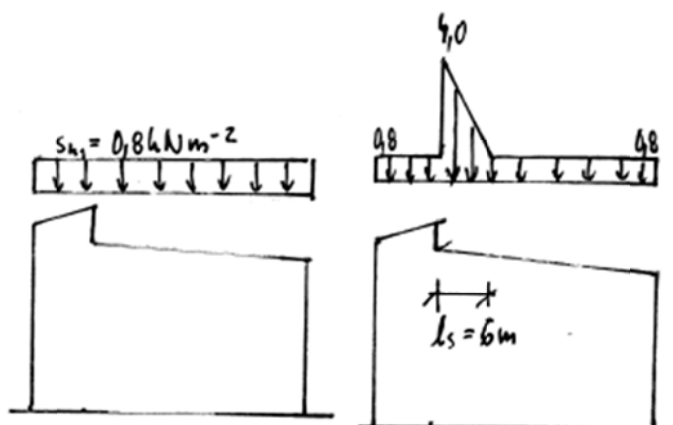


3.2 Zatížení proměnné

Zatížení sněhem

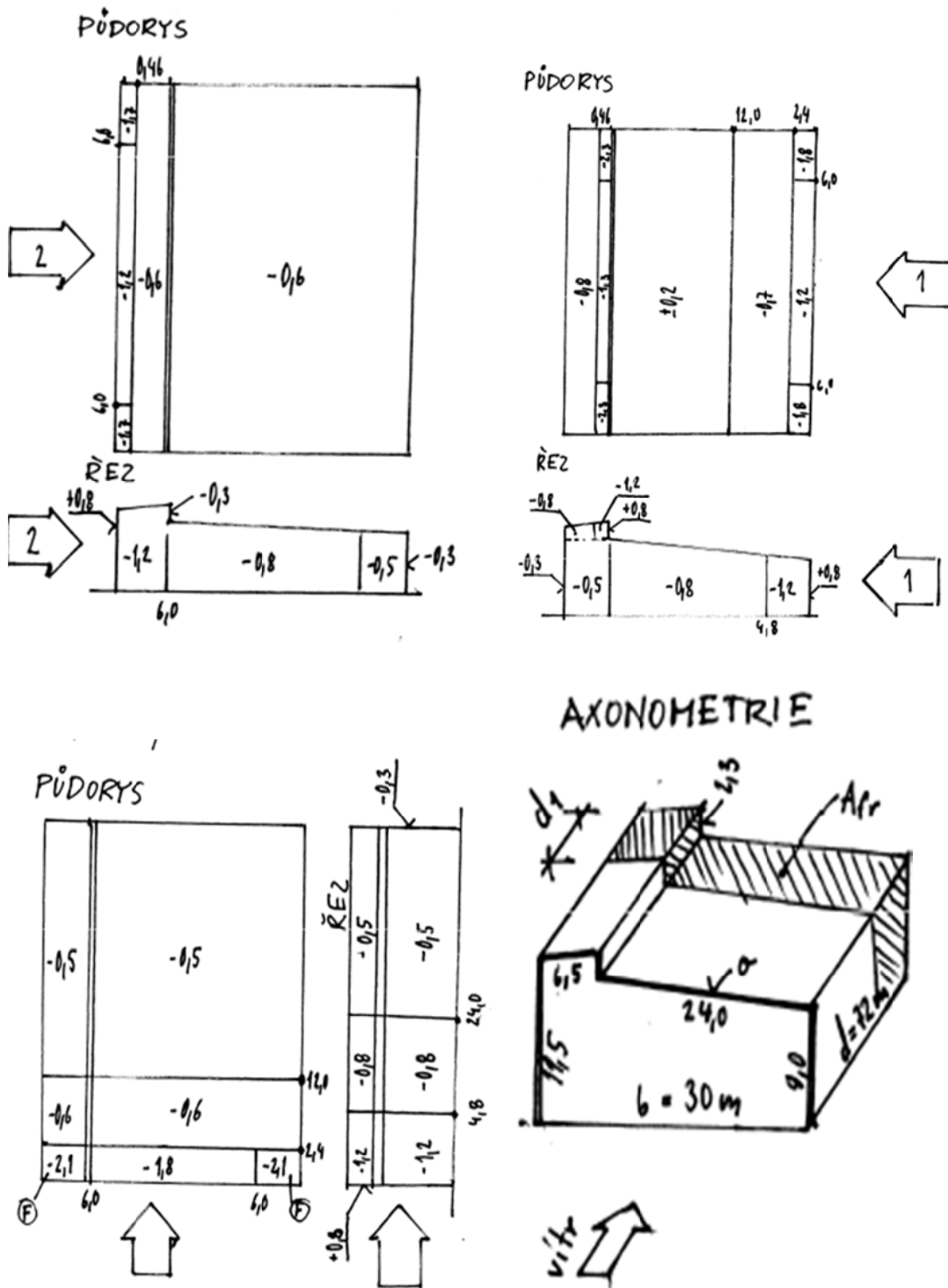
Hala je navržena pro město Boskovice a bude v průmyslové zóně. Na internetových stránkách www.snehovamapa.cz je v zájmové oblasti charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi 1 kN/m^2 . Charakteristické zatížení sněhem na střeše je $0,8 \text{ kN/m}^2$.

Tvarové řešení střechy bude způsobovat tvorbu sněhové návěje. Návěj bude vyvozovat nerovnoměrné trojúhelníkové zatížení s maximální hodnotou $4,0 \text{ kN/m}^2$. Návěj bude na délce 6 m .



Zatížení větrem

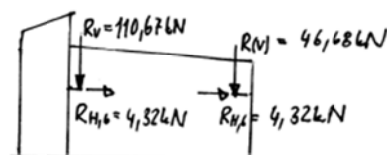
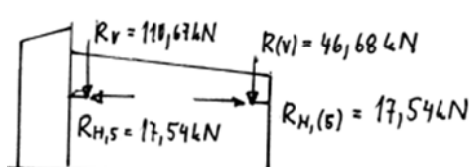
Hala je navržena pro město Boskovice a bude v průmyslové zóně. Zájmová oblast se dle větrné mapy nachází v III. větrné oblasti. Základní rychlost větru je 27,5 m/s. Maximální dynamický tlak větru je 0,78 kN/m². Rozložení zatížení na obvodovém a střešním plášti haly je rozepsáno v příloze Návrh a posouzení nosných prvků v kapitole 3.2 Zatížení proměnné na straně 19 a 20.



Zatížení mostového jeřábu

Hlavní hala bude vybavena mostovým jeřábem Demag EVKE s nosností 8 tun. Zatížení je podrobně popsáno v příloze Návrh a posouzení nosných prvků v kapitole 6.2 Zatížení. Účinky zatížení, které přenáší sloupy příčné vazby jsou spočítány v kapitole 6.3.6 Podepření jeřábové dráhy. Přehledné zobrazení účinků proměnného zatížení je na straně 71.

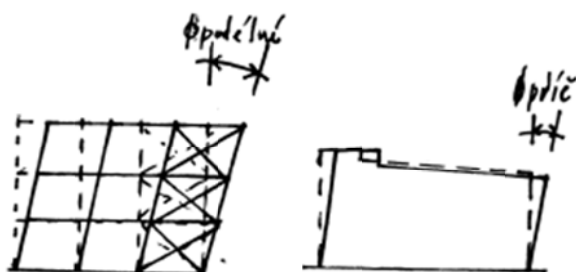
proměnné zatížení sk. zatížení ⑤ proměnné zatížení skupiny zatížení ⑥



3.3 Imperfekce

Imperfekce konstrukce

Při výrobě a montáži ocelové konstrukce vznikají odchylky od výpočtového modelu. Do výpočtu byli imperfekce zavedeny celkovým náklonem konstrukce. Podélný náklon $\phi_{\text{podélný}}$ je $2,47 \cdot 10^{-3}$ m/m a příčný náklon $\phi_{\text{příčný}}$ je $2,63 \cdot 10^{-3}$ m/m. Hodnoty náklonu byly zadány do výpočtového programu Scia Engineer a imperfekce jsou započítány do vnitřních sil.



Imperfekce pro analýzu výztužného systému

Výztužný systém haly je složený z příčných a podélných ztužidel. Ztužidla zabezpečují prostorovou stabilitu konstrukce. Pro analýzu vnitřních sil je použit lineární výpočet 1. řádu, který nezohledňuje vznik stabilizujících sil. Stabilizující síly jsou konzervativně dovypočítány v příloze Návrh a posouzení nosných prvků v kapitole 3.4 na straně 24. Stabilizující síly od jednotlivých zatěžovacích stavů jsou pak přičteny k zatěžovacím stavům a zadány do výpočtového modelu v programu Scia Engineer.

4. Popis konstrukce

Řešená halová konstrukce je jednolodní s přístavkem. Šířka hlavní lodi 24 m a šířka přístavku 6 m. Délka haly je 72 m. Střecha objektu je řešena jako plochá se sklonem 3,5 % a 8,5 %. Maximální výška střechy nad základní rovinou činí 12,96 m. Střešní plášť tvoří

hydroizolační PVC folie Alkorplan a střešní panel KINGSPAN KS1000XM o tloušťce 188 mm. Střešní plášť je uložen na vaznicích IPE 240, které mají osovou vzdálenost 3m. Vaznice je řešena jako gerberův nosník s montážním spoji v místech nejmenších ohybových momentů. Vaznice mají rozpětí 6m. Příčný rám tvoří příče s náběhy a sloupy. Uložení rámu na základové patky je kloubové. Obvodový plášť stěn je z PUR panelů KINGSPAN KS 1150 TF. Aby byla zajištěna prostorová tuhost celé konstrukce, je hala opatřena podélnými a příčnými ztužidly.

Uvnitř objektu je zhotovena jeřábová dráha, která sestává z prostých nosníků o rozpětí 6 m uložených na konzolách hlavních sloupů. Jeřábová dráha je dimenzována pro jeřáb s nosností 8 t.

Celá konstrukce je navržena z oceli S 355.

Celková hmotnost ocelové konstrukce je 148 820 kg.



4.1 Střešní plášť

Varianta 1

První varianta řešení byla bezvaznicový systém. Nosnou část střešního pláště by tvořil trapézový plech o výšce vlny 160mm, který by byl položen na rozpětí 6m. Tepelně izolační vrstva by byla z EPS desek v tloušťce 200mm. Hydroizolační vrstva by byla z PVC folie Alkorplan.

Tato varianta byla zamítnuta s ohledem na neurčité spolupůsobení s ostatními nosnými prvky konstrukce, tím je myšleno využití trapézového plechu jako ztužující desky ve střešní rovině. Bez tohoto spolupůsobení by museli být ve střešní rovině navržena příčná a podélná ztužidla, která by plnila pouze funkci ztužení a nepřenášela by zatížení ze střechy na příčný rám.

Varianta 2

V druhé variantě je zvolen vaznicový systém, ve kterém mají vaznice dvě funkce. První funkce je přenos proměnného a stálého zatížení ze střechy do příčného rámu. Druhá funkce je spolupůsobení s výztužným systémem haly. V příčném ztužidle je vaznice zároveň svislice a v podélném ztužidle je vaznice horní a dolní pas ztužidla.

Celkové spolupůsobení vaznice s ostatními nosnými prvky konstrukce přinese zjednodušení při tvorbě výpočtového modelu složeného pouze z prutů.

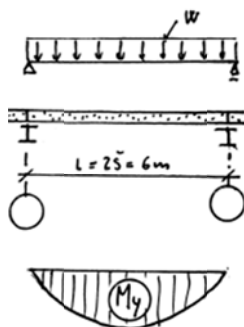
Hydroizolační vrstva by byla z PVC folie Alkorplan. Nosnou funkci a zároveň tepelně izolační vrstvu by tvořil žebrovaný PUR panel KINGSPAN KS1000XM o tloušťce 188 mm. Panel by ležel na vaznicích.

V konstrukci je navržena varianta 2.

4.2 Obvodový plášť

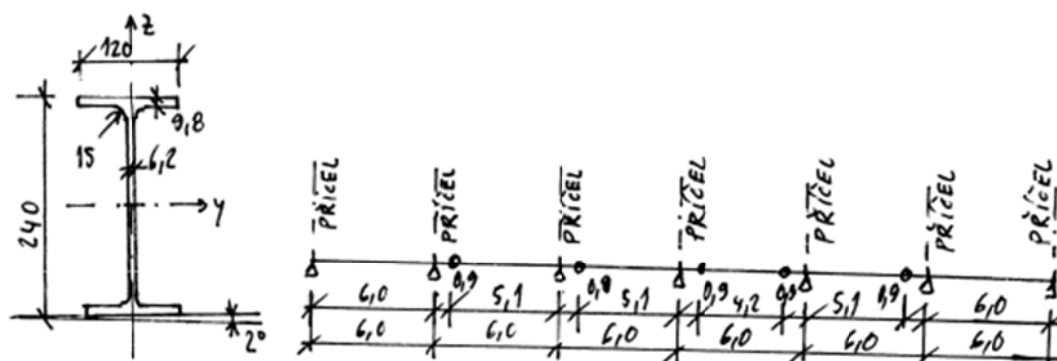
Obvodový plášť bude z PUR panelů KINGSPAN KS 1150 TF. Panely budou kotveny do hlavních sloupů příčné vazby, panely nebudou spolupůsobit s paždíky. Rozpětí pro panely bude 6m.

Panely jsou navrženy ve dvou tloušťkách, na rozích budovy budou panely o tloušťce 150mm a ostatní panely budou mít tloušťku 100mm.



4.3 Vaznice

Vaznice je navržena z válcovaného nosníku IPE 240. Vaznice je řešena jako gerberův nosník s klouby v místech nejmenších ohybových momentů.



4.4 Příčný rám

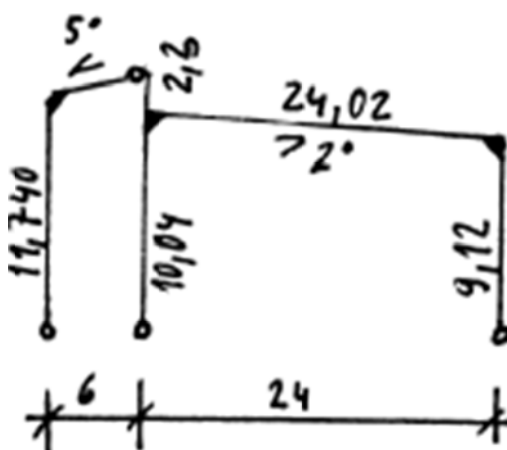
Zvolené řešení příčného rámu bylo vybráno s ohledem na základové poměry, na nosnost mostového jeřábu a na požadované rozpětí hlavní haly.

- Základové poměry v lokalitě jsou složité, protože vrchní vrstvy podloží do hloubky 1,5 m tvoří nehomogenní navážky a od 1,5 m je podloží z jílovitoprachovité hlíny. Hladina podzemní vody je v hloubce 4m a negativně ovlivňuje konzistenci hlíny.

- Součástí vybavení hlavní haly bude jeden mostový jeřáb s nosností 8 tun. Takový jeřáb nebude zásadně ovlivňovat dimenzování příčné vazby.

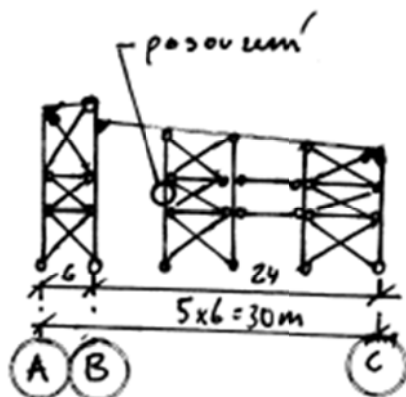
- Rozpětí hlavní haly bude 24 m.

Po zvážení všech okolností byl navržen příčný rám s náběhy a přístavek bude řešený jako polorám. Uložení na základové patky bude kloubové.



4.5 Štítové sloupy

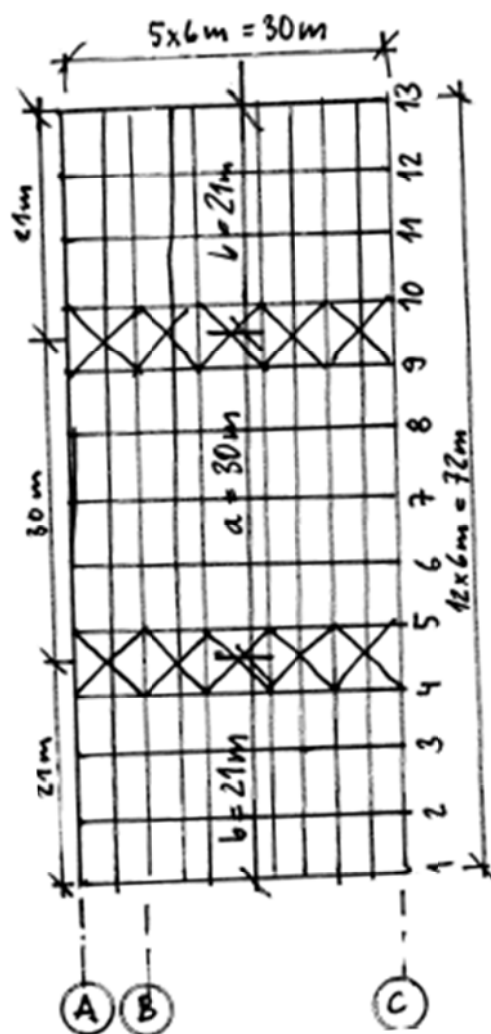
Štítové sloupy jsou navrženy z válcovaného profilu IPE 300. Sloup je oboustranně kloubově uložen.



4.6 Příčná ztužidla

V konstrukci jsou navržena dvě příčná ztužidla s osovou vzdáleností 30 m.

Diagonály jsou navrženy z válcovaných profilů L 40 x 4.

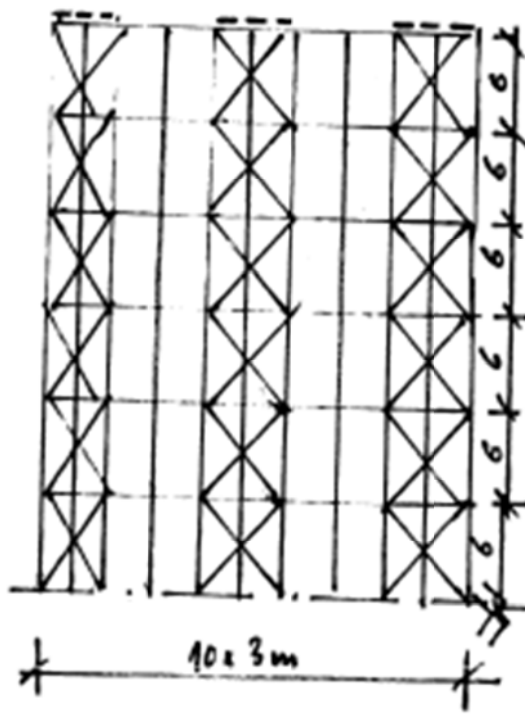


4.7 Podélné ztužidla

V konstrukci jsou navrženy tři podélné ztužidla. Pro výrobní haly s mostovými jeřáby je maximální vodorovný posun v příčném směru pro sloupy stanoven jako $1/600$ výšky sloupu.

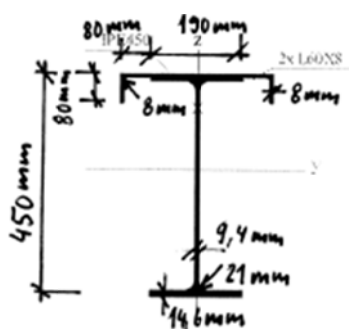
Z toho důvodu jsou navržena tři ztužidla, které výrazně omezují vodorovný posun.

Diagonály ztužidla jsou z válcovaných profilů L 60 x 6.



4.8 Hlavní nosník jeřábové dráhy

Hlavní nosník jeřábové dráhy je svařenec z válcovaných profilů IPE 450 a 2x L80x8. Délka jednoho nosníku je 6 m.



4.10 Spoje

4.10.1 Svařované spoje

V konstrukci jsou navrženy svařované spoje: rámový roh C, rámový roh B, svar čelní desky a příčle BC. Podrobněji v příloze Návrh a posouzení nosných prvků v kapitole 12 - Spoje.

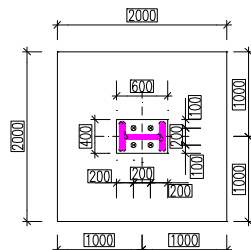
4.10.2 Šroubované spoje

V konstrukci jsou navrženy šroubové spoje: kloubové spojení příčle AB a sloupu B, montážní spoj příčle BC a montážní spoj vaznice. Podrobněji v příloze Návrh a posouzení nosných prvků v kapitole 12 - Spoje.

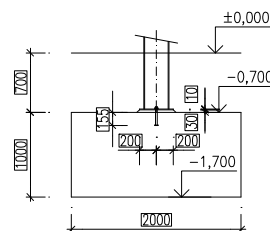
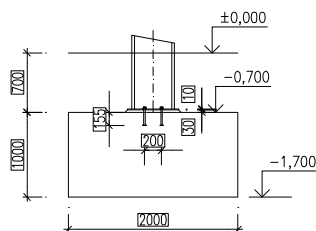
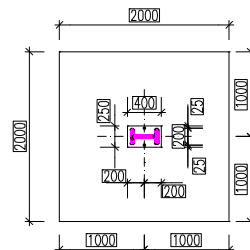
4.11 Kotvení sloupů

Sloupy jsou šrouby kotveny k základovým patkám přes kotevní plechy. Uložení je kloubové. Šrouby musí být do základových patek předem osazené. Šrouby budou opatřeny kotevní hlavou a délka kotvení bude větší než 150mm. Nelze použít dodatečně osazených šroubů chemicky lepených, protože kotevní délka by byla větší než výška základové patky. Podrobněji v příloze Návrh a posouzení nosných prvků v kapitole 13 – Kotvení sloupů.

KOTVENÍ K1



KOTVENÍ K2



4.12 Povrchová úprava

Základní nosná ocelová konstrukce bude ve výrobě otryskána na stupeň čistoty Sa 2,5 a opatřena ochranným nátěrovým systémem odpovídajícím stupni korozní agresivity dle normy

5. Montáž konstrukce

Ocelová konstrukce se bude montovat na ŽB patky na kterých budou předem osazený kotevní šrouby. Montáž začne sešroubováním rámu č 9 a 10. Po sešroubování se rámy s pomocí zvedací techniky osadí na základové patky a ukotví se. Mezi vztyčené rámy 9 a 10 se namontuje příčné ztužidlo. Poté se budou postupně sešroubovávat ostatní příčné rámy. Po vztyčení rámu se provede připojení k již vztyčeným prvkům konstrukce. Po dokončení montáže ocelové konstrukce je možné montáž obvodového a střešního pláště.

6. Použité výpočetní programy

Pro analýzu vnitřních sil byl použit výpočetní program Scia Engineer 2012, který umožňuje tvorbu výpočtového modelu, zatížení a analýzu vnitřních sil. Výstup z programu je v samostatné příloze Výstup z programu Scia Engineer.

Pro výpočet kritického pružného momentu byl využit výpočtový program LTBeam který vyvíjí francouzská institutce CTICM. Program s využitím postkritické analýzy vypočítává kritický moment, při kterém dojde ke ztrátě stability ohýbaného nosníku. Vypočítaný kritický moment je použit při posouzení prvku na klopení. Výstup z programu je v samostatné příloze Výstup z programu LTBeam.

7. Literatura

- [1] ČSN EN 1990 Zásady navrhování
- [2] ČSN EN 1991 - 1 - 1
- [3] ČSN EN 1991 - 1 - 3
- [4] ČSN EN 1991 - 1 - 4
- [5] ČSN EN 1993 - 1 - 1
- [6] ČSN EN 1993 - 1 - 3
- [7] ČSN EN 1993 - 1 - 8
- [8] ČSN 73 1401 Navrhování ocelových konstrukcí
- [9] ČSN P ENV 1993-6 Jeřábové dráhy
- [10] ČSN EN 1991-3 Zatížení od jeřábů a strojního vybavení
- [11] Stavební tabulky, Doc. Ing. Milan Rochla, Praha 1987
- [12] Statické tabulky, J. Hořejší, J. Šafka a kol., Praha 1987
- [13] Konstrukce průmyslových budov, Doc. Ing. Jindřich Melcher, CSc., Ing. Bohumil Straka, Praha 1985
- [14] Mapa zatížení sněhem na zemi. ČESKY HYDROMETEOROLOGICKÝ USTAV. Sněhova mapa [online]. 2010, 31.12.2015 [cit. 2015-12-31]. Dostupné z WWW: <http://www.snehovamapa.cz>
- [14] Mapa zatížení sněhem na zemi. ČESKY HYDROMETEOROLOGICKÝ USTAV. Sněhova mapa [online]. 2010, 31.12.2015 [cit. 2015-12-31]. Dostupné z WWW: <http://www.snehovamapa.cz>
- [15] PILGR, M. Kovové konstrukce. Výpočet jeřábové dráhy pro mostové jeřáby podle ČSN EN 1991-3 a ČSN EN 1993- 6. 1. 1. Brno: CERM, 2012. 202 s. ISBN: 978-80-7204-807- 6

Ve Křetíně dne 10. 1. 2016

Bc. Ladislav Kopecký