

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 ZASTŘEŠENÍ HANGÁRU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

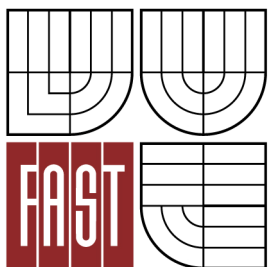
AUTHOR

TOMÁŠ POJEZNÝ

BRNO 2012



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 ZASTŘEŠENÍ HANGÁRU

THE STEEL ROOF STRUCTURE OF A HANGAR

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

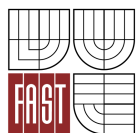
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ POJEZNÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

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	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Tomáš Pojezný
Název	Ocelová konstrukce zastřešení hangáru
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Michal Štrba, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2011
Datum odevzdání bakalářské práce	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

Použity budou platné normy pro stanovení zatížení a navrhování ocelových konstrukcí, zejména:

- [1] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [2] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [4] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků

Zásady pro vypracování

V rámci této práce bude navržena a posouzena ocelová konstrukce zastřešení hangáru pro vrtulová letadla typu Cessna. Konkrétní konstrukce bude vybrána na základě dvou předběžně řešených geometrických a konstrukčních variant. Požadované půdorysné rozměry jsou 40,0 x 60,0 m. Výška objektu cca 10,0 m. Z hlediska klimatického zatížení spadá konstrukce do lokality: Olomouc.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

Technická zpráva včetně postupu montáže

Statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce (dle specifikace vedoucího BP)

Výkresová dokumentace (dispozice, příčný řez, podélný řez, konstrukční výkres, vybrané detaily)

.....

Ing. Michal Štrba, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Obsahem této práce je návrh a statické posouzení ocelové konstrukce zastřešení hangáru pro vrtulová letadla typu Cessna. Půdorysné rozměry jsou 40,0 x 60,0 m, výška objektu cca 12,0 m. Nosný systém konstrukce zastřešení je tvořen rovinnými příčnými vazbami z příhradových vazníků eliptického tvaru. Návrh konstrukce je volen ze dvou předběžně řešených geometrických a konstrukčních variant. Ty jsou porovnány na základě ceny, velikosti nátěrových ploch a hmotnosti konstrukce. Pro vybranou variantu je vypracován podrobný statický posudek a výkresová dokumentace.

Klíčová slova

ocelová konstrukce, hangár, vrtulové letadlo Cessna, zastřešení, příhradový vazník, eliptický tvar, prostá vaznice, vzpěrková vaznice, porovnání variant, statický posudek, výkresová dokumentace

Abstract

This work contains the design and assessment of the steel roof structure of a hangar for Cessna propeller aircraft. Ground plan dimensions are 40,0 x 60,0 m, approximate height is 12,0 m. The supporting system of the structure consists of plane elliptical trusses. The design is selected from two pre-solved geometrical and structural variants. They are compared on the basis of price, the size of painted surfaces and the weight of structure. For the selected variant is made detailed static assessment and drawing documentation.

Keywords

steel structure, hangar, Cessna propeller aircraft, roof structure, truss, elliptical shape, simple purlin, strut purlin, variant comparison, static assessment, drawing documentation

Bibliografická citace VŠKP

POJEZNÝ, Tomáš. *Ocelová konstrukce zastřešení hangáru*. Brno, 2012. 195 s., 5 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Michal Štrba, Ph.D.

Prohlášení:

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

V Brně dne 25. 5. 2012

.....
podpis autora

Poděkování:

Chtěl bych tímto poděkovat panu Ing. Michalu Štrbovi, Ph.D. za odborné vedení, ochotu a trpělivost při zpracování mé bakalářské práce.

Obsah bakalářské práce:

1. ÚVODNÍ DOKUMENT (10 stran A4)
 - Zadání bakalářské práce
 - Abstrakt a klíčová slova VŠKP
 - Bibliografická citace VŠKP
 - Prohlášení o původnosti VŠKP
 - Poděkování
 - Obsah bakalářské práce

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP
Popisný soubor VŠKP (metadata)

2. TECHNICKÁ ZPRÁVA (12 stran A4)
3. POROVNÁNÍ VARIANT (74 stran A4)
4. STATICKÝ VÝPOČET (109 stran A4)
5. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE
 - Kotevní plán (1 strana A1)
 - Detaily kotvení (1 strana A2)
 - Půdorys, podélný řez I-I (1 strana A1)
 - Příčný řez II-II (1 strana A2)
 - Konstrukční výkres vazníku – Díl 1 (1 strana A1)
 - Výkaz materiálu (1 strana A4)

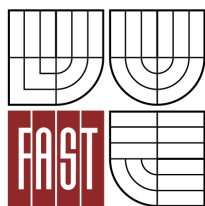
PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

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

V Brně dne 25. 5. 2012

.....
podpis autora



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Michal Štrba, Ph.D.

Autor práce Tomáš Pojezný

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

Studijní obor 3608R001 Pozemní stavby

Studijní program B3607 Stavební inženýrství

Název práce Ocelová konstrukce zastřešení hangáru

Název práce v anglickém jazyce The steel roof structure of a hangar

Typ práce Bakalářská práce

Přidělovaný titul Bc.

Jazyk práce Čeština

Datový formát elektronické verze PDF

Anotace práce Obsahem této práce je návrh a statické posouzení ocelové konstrukce zastřešení hangáru pro vrtulová letadla typu Cessna. Půdorysné rozměry jsou 40,0 x 60,0 m, výška objektu cca 12,0 m. Nosný systém konstrukce zastřešení je tvořen rovinnými příčnými vazbami z příhradových vazníků eliptického tvaru. Návrh konstrukce je volen ze dvou předběžně řešených geometrických a konstrukčních variant. Ty jsou porovnány na základě ceny, velikosti nátěrových ploch a hmotnosti konstrukce. Pro vybranou variantu je vypracován podrobný statický posudek a výkresová dokumentace.

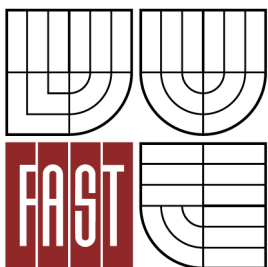
Anotace práce v anglickém jazyce This work contains the design and assessment of the steel roof structure of a hangar for Cessna propeller aircraft. Ground plan dimensions are 40,0 x 60,0 m, approximate height is 12,0 m. The supporting system of the structure consists of plane elliptical trusses. The design is selected from two pre-solved geometrical and structural variants. They are compared on the basis of price, the size of painted surfaces and the weight of structure. For the selected variant is made detailed static assessment and drawing documentation.

Klíčová slova ocelová konstrukce, hangár, vrtulové letadlo Cessna, zastřešení, příhradový vazník, eliptický tvar, prostá vaznice, vzpěrková vaznice, porovnání variant, statický posudek, výkresová dokumentace

Klíčová slova v anglickém jazyce steel structure, hangar, Cessna propeller aircraft, roof structure, truss, elliptical shape, simple purlin, strut purlin, variant comparison, static assessment, drawing documentation



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 ZASTŘEŠENÍ HANGÁRU

THE STEEL ROOF STRUCTURE OF A HANGAR

TECHNICKÁ ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ POJEZNÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MICHAL ŠTRBA, Ph.D.

BRNO 2012

Obsah

1	Základní údaje	2
2	Normativní podklady	2
3	Dispoziční řešení	2
4	Popis objektu	3
5	Zatížení	5
6	Výběr z variant	5
7	Popis nosného systému	6
7.1	Vazníky	6
7.2	Vaznicový systém	7
7.3	Ztužidlový systém	8
7.4	Detaily	8
8	Statické řešení nosné konstrukce	8
9	Materiály	8
10	Ochrana konstrukce	8
11	Montážní postup	9
12	Výkaz materiálu	10
	Seznam použitých zdrojů	11

1 Základní údaje

Obsahem této práce je návrh a statické posouzení ocelové konstrukce zastřešení hangáru pro vrtulová letadla typu Cessna. Půdorysné rozměry jsou 40,0 x 60,0 m, výška objektu cca 12,0 m. Nosný systém konstrukce zastřešení je tvořen rovinnými příčnými vazbami z příhradových vazníků eliptického tvaru. Návrh konstrukce je volen ze dvou předběžně řešených geometrických a konstrukčních variant. Ty jsou porovnány na základě ceny, velikosti nátěrových ploch a hmotnosti konstrukce. Pro vybranou variantu je vypracován podrobný statický posudek a výkresová dokumentace.

2 Normativní podklady

Konstrukce je navržena v souladu s aktuálně platnými normami ČSN EN. Bližší specifikace všech užitých norem je v seznamu použitých zdrojů na str. 11.

- ČSN EN 1990 - Zásady navrhování konstrukcí.
- ČSN EN 1991 - Zatížení konstrukcí.
- ČSN EN 1993 - Navrhování ocelových konstrukcí.

3 Dispoziční řešení

Půdorysné rozměry konstrukce 40,0 x 60,0 m jsou navrženy na základě velikosti možných garážovaných letadel. Jedná se o vrtulová letadla typu Cessna [17] (tab. 1). Objekt slouží pouze ke garážování a běžné drobné údržbě těchto letadel. Jeřábové dráhy ani jiná podobná zařízení proto nejsou navrženy.

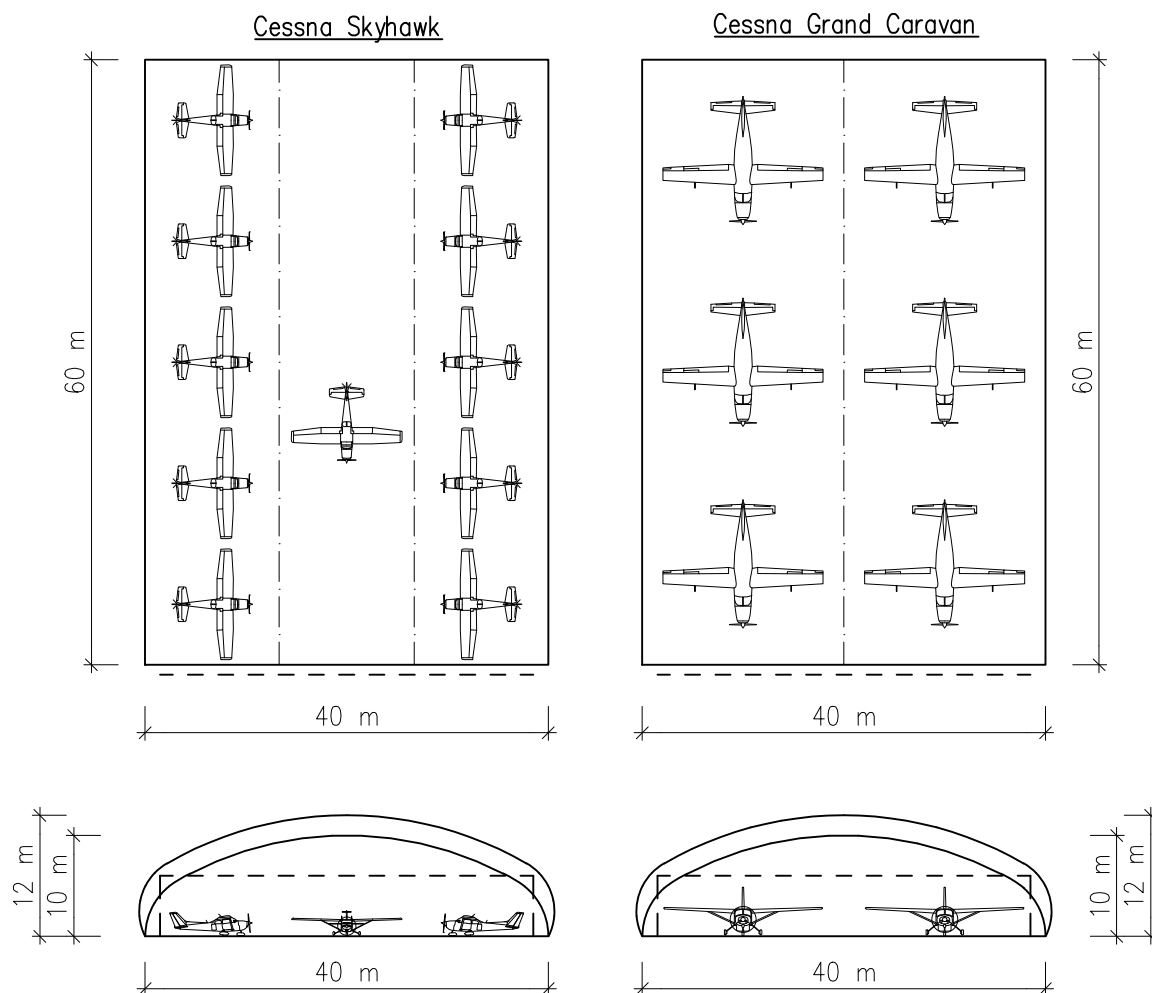
Typ letadla	Délka [m]	Šířka [m]	Výška [m]
Caravan	11,46	15,89	4,53
Caravan Amphibian	11,87	15,89	4,98
Grand Caravan	14,51	15,89	4,71
Super Cargomaster	14,51	15,89	4,71
Skycatcher	6,74	9,15	2,24
Skyhawk	8,29	11,01	2,72
Skylane	8,85	10,98	2,85
Stationair	8,62	10,98	2,83
Corvalis TTX	7,73	10,93	2,75

Tab. 1: Rozměry vrtulových letadel Cessna.

Tvar konstrukce je navržen s ohledem na požadavky na letištní budovy. Ty mají být co možná nejnižší, kvůli riziku možného nárazu letadla do budovy. Tuto skutečnost dobře splňuje eliptický (resp. půleliptický) tvar, který je použit. Světlá výška objektu v nejvyšším bodě činí cca 10,0 m. Celková výška objektu je cca 12,0 m.

Při návrhu elipticky zakřivených pásů vazníku byl brán zřetel na jednoduchost provádění a proto je dílčí půlelipse složena vždy pouze ze 2 poloměrů - krajní a prostřední (obr. 4).

Pro demonstraci možného rozmístění garážovaných letadel (obr. 1) jsou vybráni 2 zástupci (Skyhawk - zástupce menší kategorie, Grand Caravan - zástupce větší kategorie). Čárkovanou čarou je ve schématech naznačen vratový otvor.



Obr. 1: Půdorysné a řezové schéma konstrukce.

4 Popis objektu

Obecný popis

Objekt je řešen jako halová konstrukce s rovinnými příčnými vazbami.

Konstrukce zastřešení je tvořena pomocí příhradových vazníků eliptického tvaru osazených přímo na železobetonovou základovou konstrukci. Na vaznících jsou osazeny vzpěrkové vaznice. Nosnou část střešního pláště tvoří trapézový plech kladený kolmo na vaznice a skroužený do potřebných poloměrů.

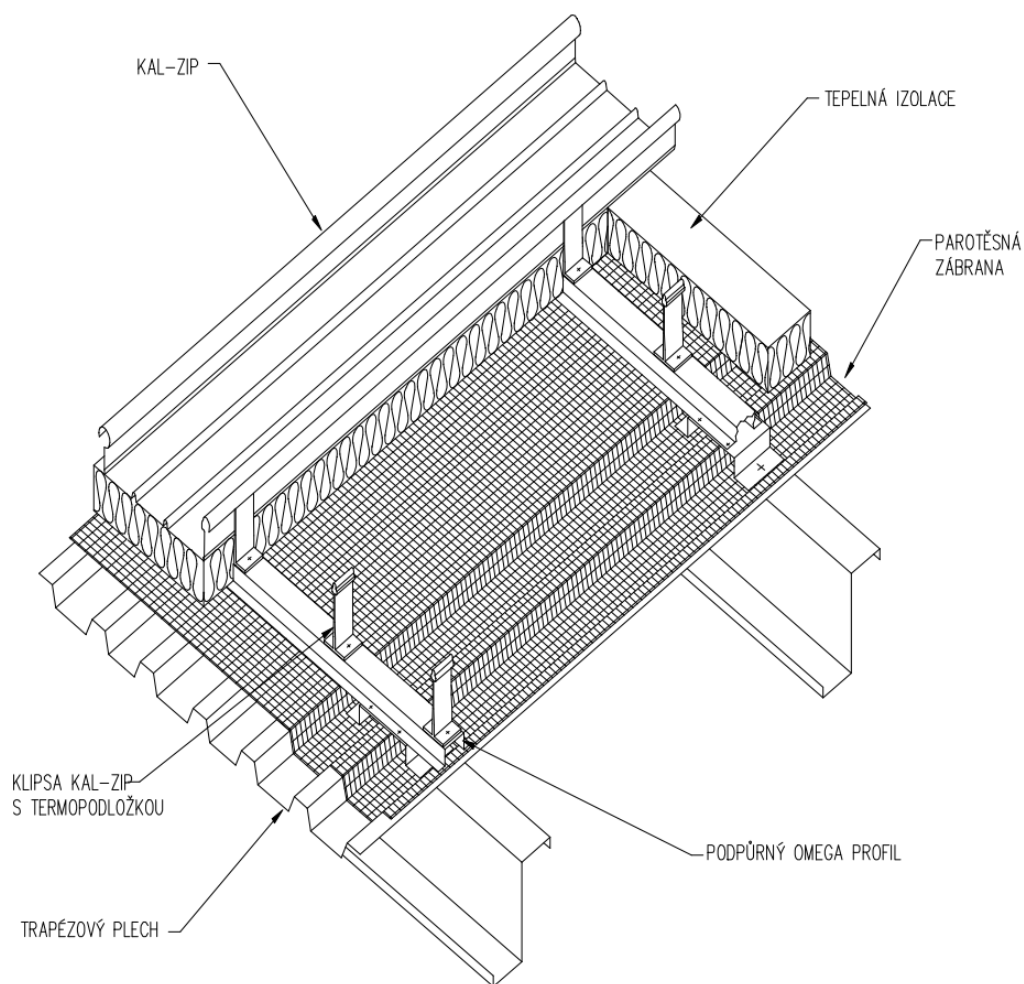
Nosnou část opláštění stěn by pravděpodobně tvořila soustava sloupků s paždíky. Sloupky jsou uvažovány tak, že se opírají o horní pás vazníku v místě vaznic (styčník). Samotný nosný systém opláštění stěn ovšem v rámci této práce nebyl řešen.

Vrata

V konstrukci se v jedné štítové stěně nachází vratový otvor o velikosti 37,0 x 6,0 m (ve schématu na obr. 1 naznačen čárkovanou čarou). Vrata hangáru jsou složena ze čtyř za sebe zasouvateľných vratových křidel, která mají vlastní samonosnou konstrukci. Vrata pomocí kolového systému pojíždějí po konstrukci v podlaze, nahoře jsou pouze vedena.

Střešní plášť

Střešní plášť je tvořen trapézovým plechem TR 40/160 o tloušťce 1,25 mm, na který je kladena parozábrana ve formě asfaltových pásů o tloušťce 4,0 mm. Plech je připevněn na vaznicích pomocí samořezných šroubů. Další vrstvou je tepelná izolace ze skelných vláken o tloušťce 120 mm, stlačených na 100 mm. V hangáru se nepředpokládá systém vytápění, proto je tloušťka tepelné izolace navržena pouze jako opatření proti kondenzaci vodních par v chladném období. Krytina je tvořena hliníkovým střešním systémem Kalzip [25] se stojatou drážkou tloušťky 1 mm.



Obr. 2: Schéma střešního pláště.

Stěnový plášť

Štítová stěna bez vratového otvoru (i štítová stěna s vratovým otvorem, kolem vratového otvoru) je oplášťována stejným systémem, jakým je tvořen plášť zastřešení. Plášť je připevněn na sloupcích pomocí samořezných šroubů.

5 Zatížení

Výpočet zatížení byl proveden dle výše zmíněných normativních podkladů. Z klimatického hlediska se stavba nachází v lokalitě Olomouc. Základní klimatické zatížení bylo stanoveno z příslušných map. Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi pro tuto oblast je $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$. Výchozí hodnota základní rychlosti větru pro tuto oblast je $v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$. Konstrukce byla zatížena celkem 11 zatěžovacími stavy (dále jen ZS):¹

Stálé zatížení:

- ZS1 = vlastní tíha nosné konstrukce
- ZS2 = tíha střešního pláště

Proměnné zatížení:

- ZS3 = prvky vzduchotechnických zařízení
- ZS4 = sníh (plný)
- ZS5 = sníh (navátý doprostřed)
- ZS6 = sníh (navátý na strany)
- ZS7 = vítr (příčný vnější)
- ZS8 = vítr (příčný vnější + vnitřní podtlak)
- ZS9 = vítr (podélný vnější)
- ZS10 = vítr (podélný vnější + vnitřní přetlak)
- ZS11 = vítr (podélný vnější + vnitřní podtlak)

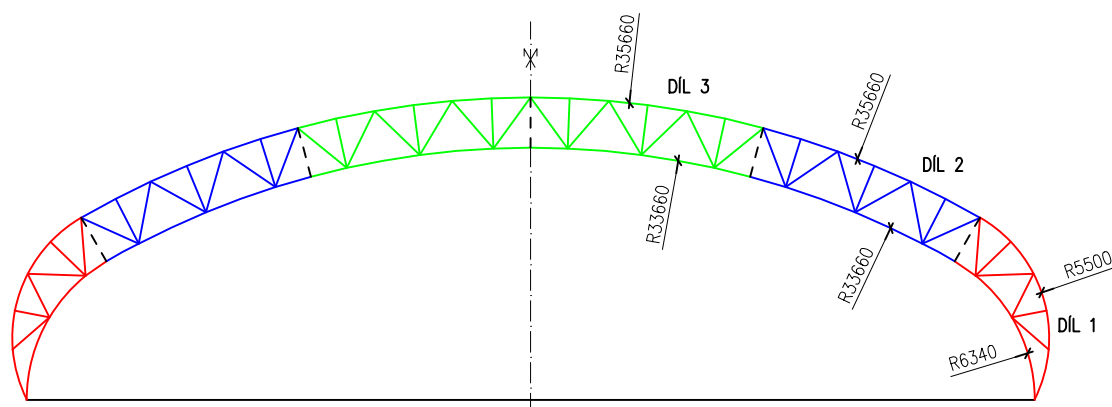
6 Výběr z variant

Pro předběžný výběr jsou navrženy a řešeny dvě možné varianty řešení konstrukce. Jsou porovnány na základě ceny, velikosti nátěrových ploch a hmotnosti konstrukce. Příznivější z obou variant je vybrána a dále řešena jako finální konstrukce.²

¹Detailní řešení zatěžovacích stavů včetně jejich kombinací lze nalézt v části s názvem STATICKÝ VÝPOČET

²Bližší řešení, porovnání a výběr z variant lze nalézt v části s názvem POROVNÁNÍ VARIANT.

HP montážního dílu 3 je tvořen profilem $\square 100 \times 180 \times 10$.
 DP montážního dílu 1 je tvořen profilem $\square 200 \times 300 \times 10$.
 DP montážního dílu 2 je tvořen profilem $\square 100 \times 200 \times 8$.
 DP montážního dílu 3 je tvořen profilem $\square 100 \times 200 \times 5$.
 Výplňové pruty dílu 1 jsou tvořeny: SVI - $\square 60 \times 4$, DIA - $\square 80 \times 6$.
 Výplňové pruty dílu 2 jsou tvořeny: SVI - $\square 30 \times 2,5$, DIA - $\square 80 \times 6$.
 Výplňové pruty dílu 3 jsou tvořeny: SVI - $\square 30 \times 2,5$, DIA - $\square 80 \times 3$.



Obr. 4: Schéma rozdělení vazníku na montážní celky.

Výplňové pruty směřují do teoretických styčníků a jsou po celém obvodu dotyku přivařeny koutovým svarem. Na koncích pásů vazníku jsou tupým $\frac{1}{2}$ V svarem přivařeny přírubové plechy tloušťky 15 mm. Přírubové spojení je tvořeno pomocí šroubů M20. Na HP jsou koutovým svarem přivařeny podpěrky z plechu tloušťky 10 mm pro přichycení vaznic. Na DP jsou koutovým svarem přivařeny styčnickové plechy tloušťky 8 mm pro přichycení vzpěrek a v oblasti kotvení styčnickový plech tloušťky 10 mm pro přichycení bočních ztužidel. Konec DP dílu 1 je uzavřen přivařeným plechem tloušťky 15 mm. Na tento plech jsou tupým $\frac{1}{2}$ U svarem na kolmo přivařeny dva rovnoběžné plechy tloušťky 20 mm sloužící jako hlavní styčnickový prvek čepového kotvení (ze strany vazníku). HP je k DP v oblasti styku přivařen tupým $\frac{1}{2}$ V svarem.

7.2 Vaznicový systém

Vaznice jsou rozděleny na 3 typy podle umístění na konstrukci a tedy rozdílného namáhání. Vnitřní vaznice jsou profilu HEA 160 z oceli S235. Vaznice, které jsou součástí bočního (K) ztužidla jsou profilu $\square 150 \times 5$ z oceli S235. A vaznice, které jsou součástí příčného ztužidla (V) jsou profilu $\square 150 \times 5$ z oceli S355. Vaznice jsou posazeny na HP vazníku, a přichyceny k podpěrkám pomocí šroubů M16.

Součástí vaznicového systému jsou vzpěrky profilu $\square 70 \times 4$ z oceli S235, které jsou přes styčnickové plechy tloušťky 8 mm připojeny k DP vazníku a ke spodní straně vaznic pomocí šroubů M16. Další součástí vaznicového systému je krajní ztužení z oceli S235 tvořené profily $\square 70 \times 4$ a $\square 50 \times 3$, které jsou podobně jako vzpěrky přichyceny přes styčnickové plechy pomocí šroubů M16. V polovině vaznic je opět přes styčnickový plech pomocí šroubů M16 upevněno táhlo profilu $\varnothing 60,3 \times 8$ z oceli S355.

7.3 Ztužidlový systém

Všechna ztužidla jsou přes styčnickové plechy přichycena pomocí šroubů M16 a M20 (dle namáhání) k vaznicím. Příčné (V) ztužidlo v rovině střechy a vrcholové (X) ztužidlo jsou profilu $\varnothing 76,1 \times 6,3$ z oceli S355. Boční ztužidlo (K) je profilu $\varnothing 101,6 \times 6$ z oceli S355.

7.4 Detaily

Připojení styčnickových plechů k dutým průřezům (jäckly, trubky) je realizováno proříznutím profilu, vložením styčnickového plechu větších rozměrů a zavařením koutovými svary.

Kotvení vazníků je tvořeno patní deskou tloušťky 30 mm, která přímo dosedá na podlití cementovou zálivkou tloušťky 30 mm. Kolmo na tuto patní desku je koutovým svařem přivařen plech tloušťky 30 mm sloužící jako hlavní styčnickový prvek čepového kotvení (ze strany kotvení). K přenosu podélných účinků je potřeba tento plech opatřit kolmými výztuhami. Ty jsou tvořeny plechy tloušťky 20 mm přivařenými koutovým svařem. Všechny prvky kotvení jsou z oceli S355. Pro chemické kotvení vazníků je použito kotevních svorníků FISCHER RG M27 (na chemickou patronu R) [20]. Pro možnost větších tolerancí při osazování kotvení a následné montáži vazníků jsou v patním plechu provedeny oválné otvory umožňující maximální posun o 8 mm. Hlavním spojovacím prvkem kotvení je čep $\varnothing 40$ mm z vysokopevnostní oceli S890.

8 Statické řešení nosné konstrukce

Konstrukce byla namodelována jako prutová ve výpočetním programu SCIA Engineer 2009. Byly zadány všechny výše zmíněné zatěžovací stavy a vytvořena pravidla pro tvorbu kombinací. V programu byl proveden lineární výpočet metodou konečných prvků. Nejvíce namáhané prvky konstrukce zastřešení jsou posouzeny ručním výpočtem dle ČSN EN. Na konstrukci nejsou řešeny všechny detaily a také není řešen nosný systém opláštění stěn.³

9 Materiály

Prvky konstrukce sestávají z ocelí pevnostních tříd S235 a S355 (jakostní třídy JR). Pro šroubové spoje jsou použity šrouby M16 a M20 (jakostní třídy 8.8). Materiál svarových spojů se řídí dle nejvyšší pevnostní třídy spojovaných prvků. Pro kotvení je použito kotevních svorníků FISCHER RG M27 a RG M20 (jakostní třídy 8.8). Čepy pro kotvení vazníků jsou z vysokopevnostní oceli třídy S890.

10 Ochrana konstrukce

Konstrukce bude ošetřena antikorozní ochranou ve formě nátěru. Jako základní vrstva bude použit dvousložkový nátěr na bázi epoxidové pryskyřice s antikorozním pigmentem (zinkfosfát) vytvrzující polyaminovým aduktem - 2K-Deripox Grund [30]. V další vrstvě bude nanesen dvousložkový lak také na bázi epoxidové pryskyřice s antikorozním pigmentem (zinkfosfát) chemicky vytvrzující polyaminovým aduktem - 2K-Deripox Lack [30] v odstínu RAL: 7036 (šed' platinová).

³Ruční posouzení a řešené detaily lze nalézt v části s názvem STATICKÝ VÝPOČET

11 Montážní postup

Níže uvedený montážní postup je pouze orientační a je potřeba bližší specifikace technologem.

1. Osazení chemicky kotvených svorníků do řádně zatvrdlé a vyztužené železobetonové základové konstrukce.
2. Zhotovení přesného podlití ocelových patek cementovou maltou s výrazně vyšší pevností než beton základové konstrukce (důraz na rovinnost plochy podlití).
3. Upevnění ocelových kotevních patek.
4. Smontování jednotlivých dílů vazníku do konstrukčního celku.
5. Vztyčení a osazení dvou krajních vazníků. Vazník se na jedné straně čepem připojí ke kotvení. Pokud by z důvodu nepřesností nešel osadit čep na protilehlé straně, je možné kotvení posunout v potřebném směru (v součtu maximálně o 8 mm).
6. Po ukotvení dvou krajních vazníků se provede montáž krajních vaznic včetně vzpěrek a krajních ztužidel vaznic. Teprve po tomto kroku je možné vazníky zcela uvolnit ze zvedací techniky.
7. Dále proběhne montáž všech ostatních navazujících vazníků. Kdy každý další osazený vazník musí být zajištěn k již sestavené konstrukci alespoň ob jednu vaznici se vzpěrkami.
8. Po montáži všech vazníků a vzpěrkové vaznicové soustavy je možné osadit systém všech ztužidel a zbývajících prvků konstrukce (nosný systém sténového opláštění).
9. Na závěr se provedou potřebné stavební práce (izolace, podlahy, ukončující konstrukce, ...) a opláštění objektu. Tyto práce, pokud se vzájemně nevylučují, mohou probíhat současně.

12 Výkaz materiálu

Výkaz materiálu se týká pouze nosných prvků konstrukce zastřešení. Je pouze přibližný, získán na základě výstupu z programu SCIA Engineer 2009 a slouží pro orientační představu o konstrukci. Detailní výkaz materiálu včetně spojovacích prostředků je uveden na konstrukčních výkresech jednotlivých prvků.

Celková hmotnost konstrukce: 77 730,44 kg

Celkový povrch konstrukce: 1 828,79m²

Typ	Průřez	Délka	Hmotnost		Povrch	Ocel
		[m]	[kg/m]	[kg]	[m ²]	
Vaznice (vnitřní)	HEA 160	560,00	30,46	17 056,48	507,43	S235
Vaznice (ztužidlo boční)	□ 150 × 5	80,00	22,09	1 767,29	46,28	S235
Vaznice (ztužidlo příčné)	□ 150 × 8	320,00	33,95	10 862,51	180,96	S355
Vzpěrky	□ 70 × 4	532,79	7,97	4 244,33	141,83	S235
Ztužení vaznic - DIA	□ 50 × 3	228,14	4,23	965,30	44,49	S235
Ztužení vaznic - DP	□ 70 × 4	320,00	7,97	2 549,18	85,19	S235
Táhlo ztužidel	∅ 8	83,25	0,39	32,83	2,09	S235
Táhlo vaznic	∅ 60,3 × 8	186,22	10,28	1 914,97	35,28	S355
Ztužidlo příčné (V)	∅ 76,1 × 6,3	329,54	10,83	3 569,92	78,78	S355
Ztužidlo boční (K)	∅ 101,6 × 6	147,52	18,45	2 721,42	47,09	S355
Ztužidlo vrcholové (X)	∅ 76,1 × 6,3	141,33	10,83	1 531,04	33,79	S355
DIA - Díl 1	□ 80 × 6	118,87	14,29	1 698,34	36,75	S355
DIA - Díl 2	□ 80 × 6	210,59	14,29	3 008,60	65,21	S355
DIA - Díl 3	□ 80 × 3	210,59	7,07	1 489,11	65,21	S235
SVI - Díl 1	□ 60 × 4	46,81	6,71	314,09	10,59	S355
SVI - Díl 2	□ 30 × 2,5	84,00	2,10	176,40	9,32	S355
SVI - Díl 3	□ 30 × 2,5	84,00	2,10	176,40	9,32	S235
DP - Díl 1	□ 200 × 300 × 10	78,96	71,99	5 684,49	74,88	S355
DP - Díl 2	□ 100 × 200 × 8	116,80	34,38	4 015,69	66,85	S355
DP - Díl 3	□ 100 × 200 × 5	143,93	22,09	3 179,68	83,26	S235
HP - Díl 1	□ 100 × 180 × 6	116,33	23,00	2 675,68	62,90	S355
HP - Díl 2	□ 100 × 180 × 6	130,70	23,00	3 006,22	70,67	S355
HP - Díl 3	□ 100 × 180 × 10	130,70	38,78	5 068,49	70,67	S235

Seznam použitých zdrojů

Literatura

- [1] FALTUS F. *Ocelové konstrukce pozemního stavitelství*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství československé akademie věd, 1960. 575 s.
- [2] HOLICKÝ, M. - MARKOVÁ J. - SÝKORA M. *Zatížení stavebních konstrukcí: příručka k ČSN EN 1991*. 1.vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2010. 131 s. ISBN 978-80-87093-89-4.
- [3] KRÁL, J. *Navrhování konstrukcí na zatížení větrem: příručka k ČSN EN 1991-1-4*. 1. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2010. 112 s. ISBN 978-80-87438-05-3.
- [4] MACHÁČEK J. - SOKOL Z. - VRANÝ T. - WALD F. *Navrhování ocelových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8; Navrhování hliníkových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1999-1*. 1. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2009. 180 s. ISBN 978-80-87093-86-3.
- [5] VRANÝ T. - WALD F. *Ocelové konstrukce: tabulky*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. 53 s. ISBN 80-010-3140-3.
- [6] WANKE J. - SPAL L. *Ocelové trubkové konstrukce*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1975. 492 s.

Normy

- [7] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, březen 2004. 76 s.
- [8] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, březen 2004. 44 s.
- [9] ČSN EN 1991-1-3. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem*. Praha: Český normalizační institut, červen 2005. 52 s.
- [10] ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem*. Praha: Český normalizační institut, duben 2007. 124 s.
- [11] ČSN EN 1993-1-1. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006. 96 s.
- [12] ČSN EN 1993-1-8. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků*. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006. 128 s.
- [13] ČSN EN 22553. *Svarové a pájené spoje - Označování na výkresech*. Praha: Český normalizační institut, květen 1998. 56 s.
- [14] ČSN EN ISO 5261. *Technické výkresy - Zjednodušené označování tyčí a profilů*. Praha: Český normalizační institut, srpen 2000. 12 s.
- [15] ČSN 01 3483. *Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy kovových konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, červen 1986. 44 s.

Internetové zdroje

- [16] ACCESS STEEL. *Access Steel - Nástroj na on-line zpřístupnění evropských návrhových norem* [online]. © 2006-2012
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.access-steel.com>
- [17] CESSNA AIRCRAFT COMPANY. *Cessna Aircraft Company - Corporate Jet, Propeller Airplane Manufacturer* [online]. © 2011-2012
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.cessna.com/>
- [18] CTICM. *SteelBiz France - Le site portail de la construction métallique* [online]. © 2004-2012
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.steelbizfrance.com/>
- [19] FERONA, a.s. *Ferona, a.s. - Velkoobchod hutním materiálem* [online]. © 2012
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.ferona.cz/>
- [20] FISCHER. *Fischer - upevňovací systémy* [online]. © 2012
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.fischer-cz.cz/>
- [21] HORÁČEK, M. - PERHÁČ, O. *Detaily ocelových konstrukcí* [online]. © 2011
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.detailyok.webnode.cz/>
- [22] K2L CZ, s.r.o. *K2L cz - dodavatel spojovacího materiálu* [online]. © 2009
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.k2l.cz/>
- [23] KAISER, P. *Ocelové konstrukce v praxi* [online]. © 2010
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.ocelvpraxi.cz/>
- [24] KAISER, P. - VOKATÝ, T. *Čítanka výkresů ocelových konstrukcí* [online]. © 2006
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.citankaok.wz.cz/>
- [25] KALZIP®. *Kalzip - hliníkový profil se stojatou drážkou* [online]. © 2007
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.kalzip.cz/>
- [26] KILLICH, s.r.o. *Spojovací materiál Killich s.r.o.* [online]. © 2007
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.killich.cz/>
- [27] KOVOVÉ PROFILY, spol. s.r.o. *Kovové profily, spol. s.r.o. - dodavatel obvodových plášťů* [online]. © 2012
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.kovprof.cz/>
- [28] MACHÁČEK, J. *Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.* [online]. © 2012
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/www/machacek/>
- [29] RÖDER, V. *Spoje ocelových konstrukcí* [online]. © 2010
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.ocel.wz.cz/>
- [30] SIMAT, a.s. *Derisol - antikorozní nátěrové hmoty pro průmysl, energetiku a stavebnictví* [online]. © 2006
[cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.derisol.cz/>