



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

OCELOVÁ KONSTRUKCE HANGÁRU

THE STEEL STRUCTURE OF A HANGAR

TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Markéta Plačková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Michal Štrba, Ph.D.

BRNO 2018

Obsah

1 ÚVOD	3
2 POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY	3
3 DISPOZICE KONSTRUKCE.....	4
4 ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE	3
5 MATERIÁLY	3
6 POPIS JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ.....	4
6.1 VAZNÍK.....	4
6.2 VAZNICE	4
6.3 DIAGONÁLY.....	5
6.4 SVISLICE	5
6.5 SLOUP	5
6.5 ZTUŽIDLA.....	5
6.6 STŘEŠNÍ PLÁŠŤ	5
7 MONTÁŽNÍ SPOJE	6
7.1 MONTÁŽNÍ SPOJ VAZNÍKU	6
7.2 PŘIPOJENÍ VAZNICE	6
7.3 PŘIPOJENÍ SVISLIC A DIAGONÁL.....	6
7.4 PŘIPOJENÍ DIAGONÁLY V MONTÁŽNÍM SPOJI VAZNÍKU.....	6
7.5 KOTVENÍ SLOUPU	6
7.6 UPEVNĚNÍ ZTUŽIDLA.....	6
8 POVRCHOVÁ ÚRAVA.....	6
9 ÚDRŽBA KONSTRUKCE	6
10 MONTÁŽ	6

1 ÚVOD

Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout a posoudit ocelovou nosnou konstrukci hangáru pro malá letadla, jehož půdorysné rozměry jsou 37,475x48,0 m. Objekt se nachází v lokalitě Znojmo. Výška konstrukce je 15,50 m. Konstrukce je navržena z ocelových konstrukčních a spojovacích prvků, hlavním konstrukčním materiálem je ocel S355. Pro danou konstrukci je vypracován statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce včetně detailů a jejich spojů a odpovídající výkresová dokumentace a výkaz materiálu.

Nosná konstrukce hangáru je tvořena v příčném směru prostorovým dvojkolbovým příhradovým rámem.

Model konstrukce byl proveden v programu RFEM 5.06, ve kterém byl i staticky posouzen. Pro výpočet byla použita nelineární analýza II. řádu.

2 POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY

ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užité zatížení pozemních staveb (2004)
ČSN EN 1991-1-3	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1-3: Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – zatížení sněhem (2005)
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1-4: Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – zatížení větrem (2005)
ČSN EN 1993-1-1	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-8	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – část 1-1: navrhování styčníků

3 ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE

Zatížení konstrukce pro výpočet bylo stanoveno dle ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí. Podrobnější specifikace zatížení je obsažena ve statickém výpočtu.

Stálé zatížení

- Vlastní tíha konstrukce – generováno automaticky programem RFEM 5.06
- Střešní plášť – trapézový plech $g_k = 0,27 \text{ kN/m}^2$
- Technologie a údržba – $g_{k1} = 0,31 \text{ kN/m}^2$

Zatížení sněhem

- lokalita Znojmo, sněhová oblast I, $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$
- uvažované varianty zatížení sněhem byl sníh rovnoměrný, sníh nerovnoměrný a sníh navátý.

Zatížení větrem

- lokalita Znojmo, větrná oblast III, $v_{b,0} = 27,5 \text{ kN/m}^2$
- kategorie terénu III

4 MATERIÁLY

Konstrukce je tvořena ocelovými nosnými prvky a pomocí ocelových spojovacích prvků. V konstrukci se nachází ocel S355 a S460.

Pro ocelové šroubované spoje jsou navrženy šrouby M12, M16, M24 jakostí 6.8, 8.8 a 10.9. Kotevní šrouby jsou navrženy jako M30 jakosti 8.8.

Nosné svary mají minimální výšku 3 mm. Montážní svary jsou navrženy jako tupé.

Třída betonu patky je navržena C16/20. Třída betonu podlití nesmí být nižší než třída betonu patky.

OCEL S335 J2

Hodnota meze kluzu	$f_y = 335 \text{ MPa}$
Hodnota meze pevnosti	$f_u = 490 \text{ MPa}$
Hodnota modulu pružnosti	$E = 210 \text{ GPa}$
Hodnota smykového modulu	$G = 81 \text{ GPa}$
Objemová tíha	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$
Poissonův součinitel	$\mu = 0,3$

VYSOKOPEVNOSTNÍ OCEL S460

Hodnota meze kluzu	$f_y = 460 \text{ MPa}$
Hodnota meze pevnosti	$f_u = 540 \text{ MPa}$
Hodnota modulu pružnosti	$E = 205 \text{ GPa}$
Objemová tíha	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$
Minimální tažnost	19 %
(hodnoty od výrobce systému táhel Macalloy)	

BETON C16/20

Hodnota pevnosti v tlaku	$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$
Objemová tíha	$\rho = 24,5 \text{ kN/m}^3$

5 NOSNÝ SYSTÉM KONSTRUKCE

Jedná se o jednolodní halový objekt tvořený z příčných vazeb ve formě příhradových rámců o rozpětí 39,475 m, vzepětí 0,414 m a sklonu 8,53°. Je tvořen horním a dolním pásem uzavřeného obdélníkového průřezu. Dále je tvořen svislicemi a diagonálami uzavřeného kruhového průřezu. Příčných vazeb je 13 a jejich osová vzdálenost je 4,0 m. Mezi příčnými vazbami jsou při horním povrchu umístěny vaznice. Na vaznice je uložen střešní plášť KINGSPAN KS1000 XM-DEK. Štítové stěny jsou tvořeny ze sloupů průřezu IPE a paždíky uzavřeného čtvercového průřezu. Součástí rámců jsou příhradové stojky, které jsou tvořeny uzavřenými čtvercovými průřezy a uzavřenými kruhovými diagonálami a svislicemi. Dále se v konstrukci nachází ztužidla z vysokopevnostní oceli.

6 POPIS JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ

6.2 VAZNICE

Vaznice je zhotoveny z oceli S355 průřezu IPE 200. Působí jako prostý nosník osazený na horní pás příhradového rámu. Osová vzdálenost vaznic je 2,084 m, 2,706 m a 3,034 m. Na vaznice je dále připevněn střešní plášť.

6.1 PŘÍHRADOVÝ RÁM

Příhradový rám je zhotoven z oceli pevnosti S355. Vazník je tvořen horním pásem uzavřeného obdélníkového průřezu 160x80x8 a dolním pásem taktéž uzavřeného obdélníkového průřezu 140x80x6,3. Staticky působí jako dvojklobový rám osazený do betonové patky pomocí čepového spoje. Rozpětí rámu je 39,475 m a vzepětí 0,414 m. Vazník je nakloněn pod úhlem 8,53°. Pro

možnost přepravy je každý rám tvořen z pěti částí spojených montážními spoji. Dvě části mají délku 11,814 m, další dvě 13,186 m a střední část 11,478 m. Dále jsou na prvek upevněny diagonály, svislice, ztužidla a vaznice.

6.3 DIAGONÁLY

- a) Diagonály příhradového rámu – diagonály jsou zhotoveny z oceli S355 uzavřeného kruhového průřezu RO 80x8. Působí jako prostý nosník. Délka diagonál je 3,239 m a 3,517 m. Po obvodu jsou přivařeny koutovými svary.
- b) Diagonály příhradové stojky rámu – diagonály jsou zhotoveny z oceli S355 tenkostěnného kruhového průřezu RO 100x10. Působí jako prostý nosník. Délka diagonál se pohybuje od 2,099 m do 3,099 m. Po obvodu jsou přivařeny koutovými svary.

6.4 SVISLICE

- a) Svislice příhradového rámu – svislice jsou zhotoveny z oceli S355 uzavřeného kruhového průřezu RO 60x8. Působí jako prostý nosník. Délka všech svislic je 1,78 m. Po obvodu jsou přivařeny koutovými svary.
- b) Svislice příhradové stojky rámu – svislice jsou zhotoveny z oceli S355 uzavřeného kruhového průřezu RO 60x8. Působí jako prostý nosník. Délka svislic se pohybuje od 0,637 m do 2,325 m. Po obvodu jsou přivařeny koutovými svary.

6.5 PŘÍHRADOVÁ STOJKA

Příhradová stojka je zhotovena z oceli S355 a je tvořena ze dvou pásů uzavřeného čtvercového průřezu 180x12,5. Pásky jsou na konci přivařeny k sobě. Průběžný pás je upevněn pomocí čepového spoje na patní plech.

6.5 ZTUŽIDLA

Podélná, příčná i okapová ztužidla jsou tvořena systémem konstrukčních táhel Macalloy 460 z vysokopevnostní oceli S460 a jsou plného kruhového průřezu o průměru 20 mm. Ztužidla jsou osazena při spodním okraji horního pásu.

6.6 STŘEŠNÍ PLÁŠŤ

Střešní plášť je tvořen sendvičovými panely KINGSPAN KS1000 XM-DEK o tloušťce 80 mm. Jedná se o panel s krytinou z hydroizolační PVC folie a trapézovým profilovaným plechem. Vyznačuje se vysokou protipožární ochranou, je vhodný pro velká rozpětí a z hlediska statiky jej můžeme uvažovat jako ztužující prvek střešní nosné konstrukce.

7 MONTÁŽNÍ SPOJE

7.1 MONTÁŽNÍ SPOJ RÁMU

Je tvořen dvěma plechy P12 z oceli S355, které jsou přivařeny koutovým svarem k dolnímu a hornímu pásu rámu. Dále je připojen 4 šrouby M16-8.8.

7.2 PŘIPOJENÍ VAZNICE

Vaznice je připojena na vazník pomocí dvou úhelníků L65x65x7 a 4 ocelovými šrouby M12-6.8.

7.3 PŘIPOJENÍ SVISLIC A DIAGONÁL

Svislice a diagonály v příhradovém rámu a příhradovém sloupu jsou přivařeny pomocí koutových svarů.

7.4 PŘIPOJENÍ DIAGONÁLY V MONTÁŽNÍM SPOJI VAZNÍKU

Diagonály jsou připojeny k hornímu a dolnímu pásu pomocí dvou plechů o tloušťce 8 mm a 2 kusy ocelovými šrouby M16 – 6.18. Prvky jsou k sobě navzájem přivařeny koutovými svary.

7.5 KOTVENÍ SLOUPU

Pás příhradové stojky je kotven pomocí čepového spoje o průměru 40 mm a plechů do betonového kotevního bloku. Dále je spoj opatřen 4 dodatečně osazovanými chemickými kotvami M30 – 8.8.

7.6 UPEVNĚNÍ PODÉLNÉHO ZTUŽIDLA

Ztužidlo systému táhel Macalloy o průměru 20 mm je upevněno pomocí plechu tloušťky 8 mm, který je vyroben s výřezem pro dodatečné připojení ztužidla pomocí koutového svaru. Ke spodnímu povrchu horního pásu vazníku je připevněn pomocí plechu tloušťky 8 mm a ocelovým šroubem M12 – 6.8.

8 POVRCHOVÁ ÚRAVA

Ochrana proti korozi bude provedena základním nátěrem SicaCor Steel Protect VKH Rapid 80 μm a vrchním nátěrem Sica Corro Top 60 μm . Hlavním požadavkem pro nátěrové systémy je dlouhá životnost. Protipožární ochrana bude řešena aplikací protipožárních nátěrů nebo obkladů. Všechny nátěry musí být provedeny v souladu s platnými normami.

9 ÚDRŽBA KONSTRUKCE

Konstrukce musí být řádně a zodpovědně udržovaná po celou dobu své životnosti. Stav konstrukce bude zjišťován odborně způsobilou osobou. Prohlídky jsou nutné minimálně jednou za 5 let.

10 MONTÁŽ

Pro konstrukce je stanovena třída provádění EXC2.

Montáž lze díky symetrii konstrukce provádět z obou konců zároveň.

Postup montáže:

- a) Nejprve proběhnou terénní úpravy a vyhotovení základových patek, do kterých se pomocí kotevních prvků upevní průběžný pás příhradové stojky a zhotoví se podlití na patkách.
- b) Jednotlivé montážní kusy příhradového rámu se sestaví dohromady a poté se příčná vazba řady 1 vztyčí a provede se montážní zavětrování. Hned poté se sestaví a následně vztyčí řada druhá. První dvě řady se spojí vaznicemi, ztužidly a střešním pláštěm. Tímto způsobem budou osazeny všechny ostatní příčné vazby.
- c) Připojení paždíků a čelních sloupů stěn.
- d) Osazení střešního trapézového plechu a opláštění.
- e) Zhotovení detailů pomocí klempířských prvků a dokončovací práce.
- f) Vrata ocelové konstrukce hangáru jsou samonosným systémem a budou osazena do příčné vazby řady 1.

