



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

OCELOVÁ KONSTRUKCE VÝSTAVNÍHO PAVILIONU

EXHIBITION HALL STEEL STRUCTURE

ČÁST A: TECHNICKÁ ZPRÁVA

ENGINEERING REPORT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Ivan Selyvonenko

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BROSCHE

BRNO 2021



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část A: Technická zpráva

2

Obsah

1. VŠEOBECNĚ	3
2. ZATÍŽENÍ	3
2.1. Zatížení stálá – charakteristické hodnoty	3
2.2. Užitná zatížení – charakteristické hodnoty	3
2.3. Zatížení klimatická – charakteristické hodnoty	3
3. POPIS KONSTRUKCE	4
3.1. Modulová síť	4
3.2. Varianty řešení.....	4
3.3. Varianta 1	5
3.4. Varianta 2	6
3.5. Zhodnocení variant	8
4. OCHRANA KONSTRUKCE.....	8
4.1. Ochrana proti požáru	8
4.2. Povrchová ochrana, ochrana proti bludným proudům	8
4.3. Zemnění konstrukce	9
5. MATERIÁL	9
6. VÝROBA A MONTÁŽ KONSTRUKCE	10
7. ZAVĚR	11
8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	12



1. VŠEOBECNĚ

Tato technická zpráva je součástí diplomové práce s názvem Ocelová konstrukce výstavního pavilonu. Podklady pro vypracování diplomové práce byly poskytnuty firmou OKF s.r.o.

2. ZATÍŽENÍ

Zatížení pro výpočet konstrukce bylo stanoveno v souladu s ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí, část 1-1: Obecná zatížení; část 1-3: Zatížení sněhem; část 1-4: Zatížení větrem.

2.1. Zatížení stálá – charakteristické hodnoty

2.1.1. Vlastní tíha ocelové konstrukce	$r=7850\text{ kg/m}^3$	$\gamma_f = 1,35$
OK teoreticky	1,30 kN/m ²	$\gamma_f = 1,35$
2.1.2. Vlastní tíha ostatních konstrukcí		$\gamma_f = 1,35$

2.2. Užitná zatížení – charakteristické hodnoty

2.2.1. Střecha (údržba, kategorie H)	0,75 kN/m ²	$\gamma_f = 1,5$
2.2.2. Stropy (shromažďovací, kategorie C1)	3,00 kN/m ²	$\gamma_f = 1,5$

2.3. Zatížení klimatická – charakteristické hodnoty

2.3.1. Zatížení sněhem, I.-II. oblast (dle ČHMÚ, www.snehovamapa.cz)

charakteristická hodnota	$s_k = 0,70$	kN/m ²	$\gamma_f = 1,5$
--------------------------	--------------	-------------------	------------------

2.3.1. Zatížení větrem, II.oblast, kat. terénu III

maximální dynamický tlak	$q_{p(z)} = 0,82$	kN/m ²	$\gamma_f = 1,5$
--------------------------	-------------------	-------------------	------------------

**3. POPIS KONSTRUKCE****3.1. Modulová síť****Výškové úrovně:**

Kotvení (čelní sloupy, sloupy přístavby) – kloubové	-1,000 m
Kotvení – vetknutí	-1,700 m
1.NP	+0.000 m
2.NP	+3.800 m
3.NP	+7.400 m
4.NP	+11.000 m
Střecha hřeben cca	+17.700 m
Atika	+17.750 m

Podélný modul:

Hlavní moduly	8,70 m (přístavba) + 8,70 m x13 = 121,80 m
---------------	--

Příčný modul:

Hlavní moduly	66,50 m
---------------	---------

3.2. Varianty řešení

Návrh výstavního pavilonu byl proveden na základě předběžného řešení dvou variant třech polí (příčné vazby, sloupy, paždíky a ztužidla) výstavního pavilonu.

Na základě hmotnosti, nátěrové plochy a pracnosti provedení vybrána jedna, určená k detailnějšímu posouzení a následné realizaci. Jednotlivé varianty se liší tvarem příčných vazeb, jinak půdorysné rozměry pavilonu jsou beze změny.



3.3. Varianta 1

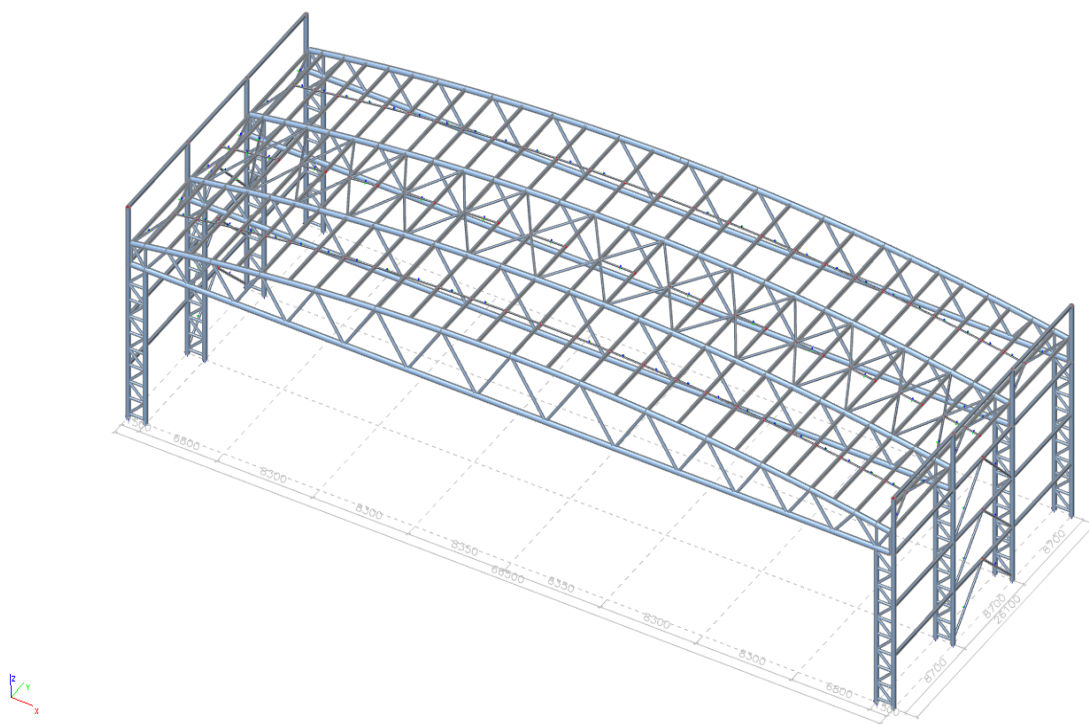
Výstavní hala:

Ocelová nosná konstrukce střechy výstavní haly je řešena jako pravoúhlý rastr nosných prvků navržených z trubek a válcovaných profilů standardního sortimentu. Hlavní nosná konstrukce střechy je tvořena rovinnými příhradovými vazníky proměnné statické výšky s horním obloukovým pásem s maximem na 4,50 m o rozpětí 65,92 m a celkové délce 66,5 m. Obě krajní podpory vazníků jsou tvořeny rovinnými příhradovými sloupy z trubek.

Střešní plášť výstavní haly je uložen na vaznicích situovaných ve směru kolmém na osy vazníků. Po delších stranách střechy je konstrukce ztužena ztužidly z kruhových trubek. V příčném směru probíhají halou střešní ztužidla kruhových trubek, která jsou napojena na stěnová ztužidla.

Kotvení:

Kotvení sloupů je navrženo jako kloubové na úrovni -1,000 m. Příhradové sloupy vazníků výstavní haly jsou v ose A/A1 a L1/L vetknuty na úrovni -1,700 do základové patky.



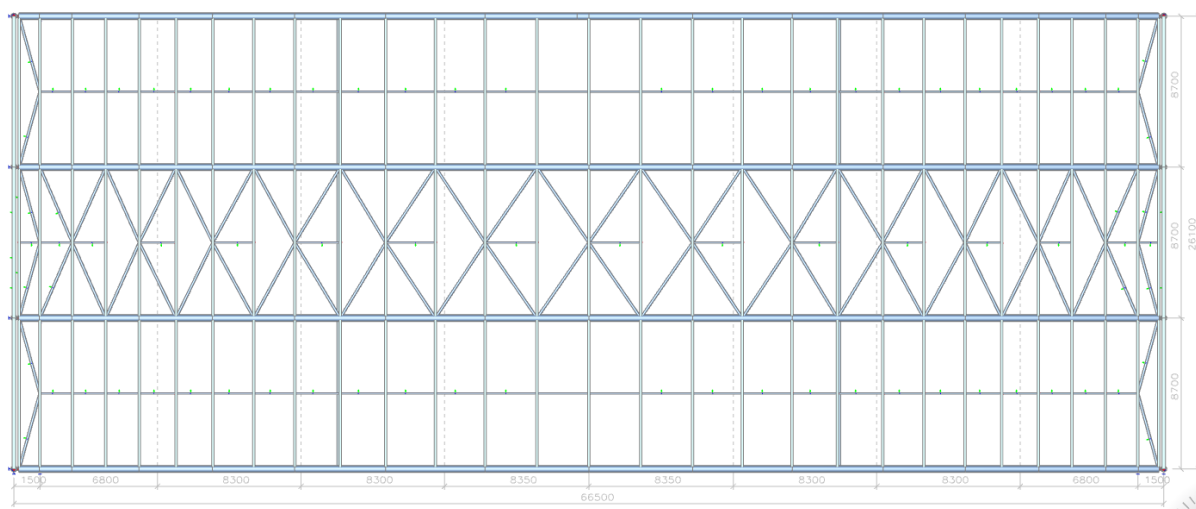
Obrázek 1. Axonometrie, varianta 1



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část A: Technická zpráva

6



Obrázek 2. Půdorys střechy, varianta 1

Výkaz materiálu:

Materiál	Hmotá [kg]	Povrch [m ²]	Objem [m ³]
Ocel	183833,5	2573,142	2,3418e+01
Celkem	183833,5	2573,142	2,3418e+01

3.4. Varianta 2

Výstavní hala:

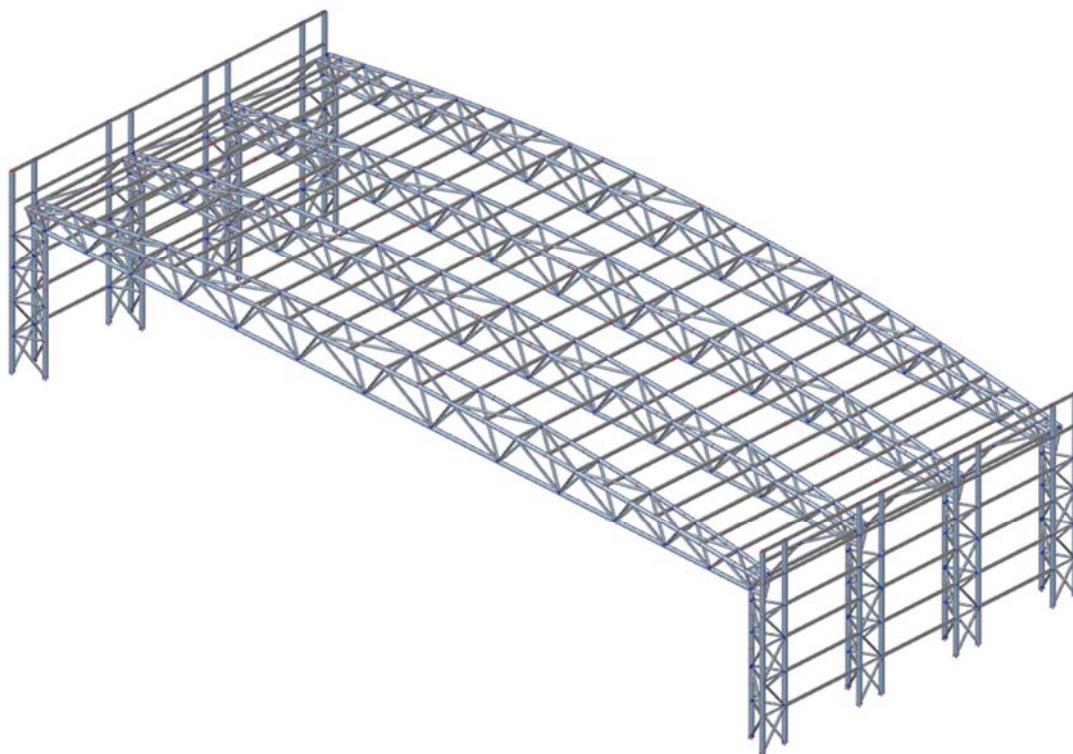
Ocelová nosná konstrukce střechy výstavní haly je řešena jako pravoúhlý rastr nosných prvků navržených z trubek a válcovaných profilů standardního sortimentu. Hlavní nosná konstrukce střechy je tvořena prostorovými příhradovými vazníky proměnné statické výšky s horním obloukovým pásem s maximem na 4,30 m o rozpětí 65,94 m a celkové délce 66,5 m. Obě krajní podpory vazníků jsou tvořeny prostorovými příhradovými sloupy z trubek.

Střešní plášť výstavní haly je uložen na vaznicích situovaných ve směru kolmém na osy vazníků. Po delších stranách střechy je konstrukce ztužena ztužidly z kruhových trubek. V příčném směru probíhají halou střešní ztužidla kruhových trubek, která jsou napojena na stěnová ztužidla.

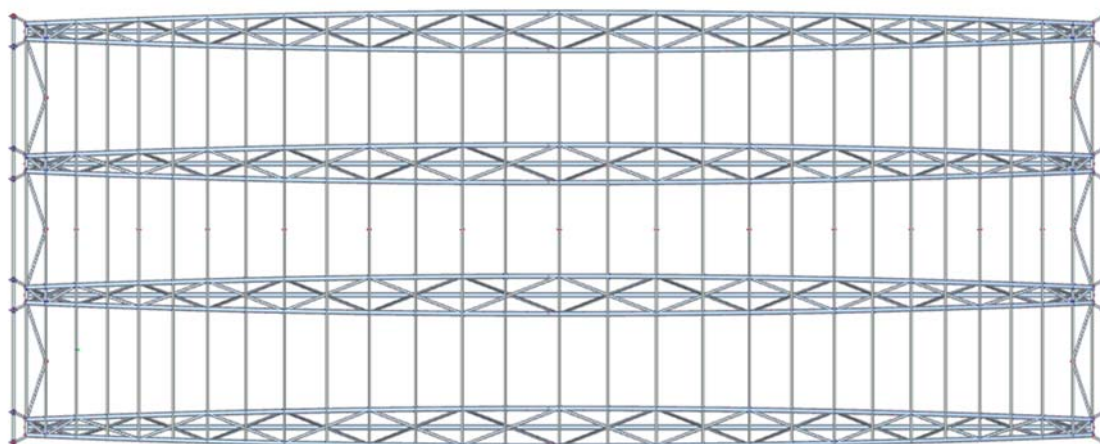


Kotvení:

Kotvení sloupů je navrženo jako kloubové na úrovni -1,000 m. Příhradové sloupy vazníků haly jsou v ose A/A1 a L1/L vetknuty na úrovni -1,700 do základové patky.



Obrázek 3. Axonometrie, varianta 2



Obrázek 4. Půdorys střechy, varianta 2



DIPLOMOVÁ PRÁCE

8

Název práce: Ocelová konstrukce výstavního pavilonu
Část A: Technická zpráva

Výkaz materiálu:

Materiál	Hmotá [kg]	Povrch [m ²]	Objem [m ³]
Ocel	191028,5	2917,663	2,4335e+01
Celkem	191028,5	2917,663	2,4335e+01

3.5. Zhodnocení variant

Porovnání variant na základě hmotnosti vychází lepší pro variantu č.1, hmota oceli pro celou halu o 12% (cca 100 tun), povrch o 51% . Pro podrobnější zpracování volím právě tuto variantu.

4. OCHRANA KONSTRUKCE

4.1. Ochrana proti požáru

Požadavky na požární odolnost nosných ocelových konstrukcí nejsou obsahem diplomové práce.

4.2. Povrchová ochrana, ochrana proti bludným proudům

Ocelová konstrukce objektu je částečně pohledová.

Protikorozní ochrana OK bude zajištěna pomocí ochranných nátěrových systémů dle ČSN EN ISO 12944 pro odpovídající korozní prostředí:

výstavní hala a spojovací trakt:

- interiér – stupeň korozní agresivity prostředí C3
- exteriér – stupeň korozní agresivity prostředí C3

západní vestavek:

- interiér – stupeň korozní agresivity prostředí C2
- exteriér – stupeň korozní agresivity prostředí C3

Základním požadavkem na povrchovou ochranu je životnost velmi vysoká (VH; >25 let) pro všechny konstrukce.



Veškeré tenkostěnné systémové profily budou dodány pozinkované ponorem.

Veškeré trapézové plechy a pororošty budou dodány pozinkované ponorem. Trapézové plechy ve střeše budou dodány s dolní stranou polakovanou.

Veškeré součásti případných podpůrných konstrukcí pro technologie v exteriéru a nad úrovní střechy budou protikorozně chráněny zinkováním ponorem.

Požadavek na ochranu proti bludným proudům vyplývá za Zprávy o korozním průzkumu.

Kotevní šrouby je nutné před zabetonováním opatřit epoxidovým nátěrem BASF Mastertop P605 z důvodu ochrany OK proti bludným proudům.

4.3. Zemnění konstrukce

Ocelová konstrukce musí být vodivě propojena a napojena na zemnicí systém. Tato napojení musí být navržena v projektové dokumentaci dle odpovídajících ČSN a zkoordinována napříč dotčenými profesemi (zejména elektro, OK, ŽB, opláštění).

Vodivé propojení ve šroubových stycích OK je zajištěno oboustranným vložením vějířové podložky vždy k jednomu šroubu ve styku.

5. MATERIÁL

Na konstrukce je užito ocelové profily řady min S355. Trubky sloupů a vazníků jsou navrženy typu MSH dle EN 10210 S355. Tyto oceli mají zaručenou svařitelnost.

Jako materiál čepů a táhel z kulatiny byla použita ocel vyšších pevností (S355, S460).

Trapézové plechy jsou z oceli s mezí kluzu 320 MPa.

Šrouby se předpokládají pevnosti 8.8 a 10.9.

Šrouby a čepy se předpokládají z nerezové oceli minimálně v kvalitě A4-70.



6. VÝROBA A MONTÁŽ KONSTRUKCE

Dodavatel ocelové konstrukce je mj. povinen disponovat následujícími dokumenty nebo je povinen se řídit následujícími ustanoveními:

Oprávnění na výrobu a montáž nosných ocelových konstrukcí dané třídy provedení.

Zkušební protokol nebo osvědčení jakosti o prováděných povrchových úpravách.

Ocelová konstrukce bude provedena dle:

- ČSN EN 1090-1 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí část 1
- ČSN EN 1090-2 Požadavky na posouzení shody konstrukčních dílců část 2

Konstrukce je zatříděna do třídy provedení EXC 3. Vybrané části mohou být zatříděny do třídy provedení EXC2.

Montážní přípoje ocelové konstrukce jsou navrženy přednostně šroubované, ostatní montážně svařované nebo s čepovými spoji.

Ve šroubových spojích používat přednostně šrouby tříd 8.8 a 10.9. Využívat certifikované sady (šroub-matice-podložky) pro šroubový přípoj dle ČSN EN 14 399 (soubor norem). Šrouby v momentových spojích dotahovat na 30% doporučeného utahovacího momentu.

Pohledové svary nutno vybrousit a dotmelit.

Použití trapézových plechů:

Trapézové plechy budou uloženy na horní líce stropnic/vaznic a na obvodové L-profily navařené na stěny průvlaků a stropnic v pozitivní poloze (užší vlnou směrem dolů).

- Trapézové plechy uvažované jako ztracené bednění pro betonáž stropních desek je nutné připojit (přistřelit, přišroubovat) v každé vlně.
- Trapézové plechy nosné pro střešní plášť nutné přišroubovat v každé vlně.

Pokud prováděcí firma zajistí, že při pokládce betonu nedojde k přetížení trapézového plechu o více než 30% proti navrhovanému stavu, tzn. beton bude pokládán rovnoměrně po celé ploše, není nutné trapézové plechy podpírat v polovině rozpětí.



Patní plechy sloupů budou bezprostředně po vyrovnání OK podlity zálivkovou hmotou s pevností odpovídající minimálně betonu C30/37. Zálivková hmota musí zajistit ochranu konstrukcí předepsanou ve Zprávě o korozním průzkumu na vlivy bludných proudů.

Mechanické a chemické kotvy musí být osazeny se zachováním minimálních okrajových vzdáleností a hloubky kotvení předepsaných projektem nebo technologickým předpisem výrobce.

Montáž bude začínat od modulů se ztužidly, které zajistí stabilitu konstrukce, a bude pokračovat v podélném směru objektu.

7. ZAVĚR

V rámci diplomové práce je zpracován návrh a posouzení ocelová konstrukce výstavního pavilonu. Vybrané řešení vyplynulo z porovnání variant řešení konstrukce. Varianty řešení jsou porovnány z hlediska deformací, hmotnosti a využití posuzovaných prvků konstrukce. Tyto prvky jsou dále posouzeny v podle platných norem pomocí programu Scia Engineer 19.1. Pro vybraný prvek je proveden ruční srovnávací výpočet. Dále je součástí diplomové práce výkresová dokumentace pro provedení stavby, výkaz materiálu (z hlediska řady oceli, typu válcovaných prvků) a příloha diplomové práce, ve které jsou detailní posudky jednotlivých prvků.



8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Normy:

ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2004

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, 2007

ČSN EN 1991-1-3. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*. Praha: Český normalizační institut, 2007

ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: Český normalizační institut, 2007

ČSN EN 1993-1-1. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 2007

ČSN EN 1993-1-8. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků*. Praha: Český normalizační institut, 2013

ČSN EN 1993-6. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 6: Jeřábové dráhy*. Praha: Český normalizační institut, 2008

ČSN 73 1401 – *Navrhování ocelových konstrukcí. Příloha C (normativní): Vzpěrné délky prutů*. Praha: Český normalizační institut, 1998.

ČSN EN ISO 12944. *Nátěrové hmoty: Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí nátěrovými systémy*. Praha: Český normalizační institut, 2013

Literatura:

PILGR, Milan. *Kovové konstrukce: navrhování prvků ocelových konstrukcí*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2019. ISBN 978-80-7623-018-7.

MELCHER, J. a STRAKA, B. *Kovové konstrukce - Konstrukce průmyslových budov*, Praha: SNTL, 1985, 217 s.

Kovové profily [online]. [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <http://www.kovprof.cz>

Sněhová mapa ČR [online]. Praha, 2019 [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <https://clima-maps.info/snehovamapa/>