

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Květen 2017

Jan Jůza

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Bakalářská práce

Dvoulodní sportovní hala

Two-Bay Sports Hall

Technická zpráva



Květen 2017

Vypracoval: Jan Jůza

Vedoucí práce: Ing. Michal Jandera, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně, s uvedením veškerých použitých zdrojů a softwaru, v souladu s metodickým pokynem č. 1/2009 O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze, 28. května 2017

Poděkování:

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Michalu Janderovi, za odborné vedení, vstřícnost a trpělivost při pravidelných konzultacích této práce.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Jůza</u>	Jméno: <u>Jan</u>	Osobní číslo: <u>426301</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Konstrukce pozemních staveb</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Dvoulodní sportovní hala</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Two-bay sports hall</u>	
Pokyny pro vypracování: Návrh nosné konstrukce sportovní haly - jejích hlavních prvků a vybraných detailů. Výkresová dokumentace konstrukce (půdorys střechy, vybrané řezy či pohledy, navržené detaily). Technická zpráva.	
Seznam doporučené literatury: Návrh konstrukce bude proveden dle evropských norem. Tj. zejména využití částí EN 1991 a EN 1993.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Michal Jandera</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>20.2.2017</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>28.5.2017</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
_____	_____
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

_____	_____
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Abstrakt:

Tato práce představuje návrh nosné konstrukce dvoulodní sportovní haly. Obsahem je návrh hlavních nosných prvků a vybraných detailů. Použitým materiálem je ocel. Statický výpočet byl proveden v souladu s příslušnými normami a pro stanovení vnitřních sil, napětí a deformací byl použit software SCIA Engineer. Hlavními nosnými prvky haly jsou rámové vazby v osových vzdálenostech 6 m a štítové stěny. Výsledkem této práce je technická zpráva, statický výpočet a výkresová dokumentace.

Klíčová slova:

ocelová konstrukce, dvoulodní hala, rámová vazba, štítová stěna, vetknutá patka, kloubová patka, rámový roh, šroubovaný přípoj, příčel, sloup, náběh

Abstract:

This thesis is focused on the structural design of a two-bay sports hall. It covers design of the load-bearing components and selected connections. Steel is used as the building material. The structural design is carried out in accordance with relevant standards. Structural analysis was made with SCIA Engineer software. Main load-bearing elements are steel frames in the distance of 6 metres from each other and two gable walls. The result of this thesis is a technical report, calculations of the structural design and drawing documentation.

Keywords:

steel structure, two-bay hall, frame, gable wall, fixed column base, pinned column base, frame connection, bolted connection, beam, column, haunch

Obsah

1	Základní informace o stavbě	8
2	Popis nosné konstrukce	8
2.1	Příčná vazba.....	8
2.2	Ztužení haly	9
2.3	Štítová stěna.....	9
2.4	Opláštění	9
2.5	Patky sloupů	9
3	Zatížení.....	10
3.1	Stálé zatížení.....	10
3.2	Proměnná zatížení.....	10
3.2.1	Užitné zatížení.....	10
3.2.2	Zatížení sněhem	10
3.2.3	Zatížení větrem	10
4	Materiály.....	11
5	Výroba ocelové konstrukce.....	11
6	Montáž ocelové konstrukce	11
7	Ochrana proti korozi	12
8	Ochrana proti požáru	12
9	Použité zdroje	13
9.1	Normy.....	13
9.2	Skripta, publikace, webové stránky.....	13
9.3	Software	13

1 Základní informace o stavbě

Jedná se o dvoulodní sportovní halu, v jejíž každé lodi je umístěn tenisový dvorec. Jedna loď haly je zhruba o 2m širší, protože se v ní nachází tribuna podél vnější stěny.

Hala se nachází v České republice, ve městě Kadaň.

Půdorysné rozměry (osové vzdálenosti nosných prvků):

délka:	36000 mm
rozpětí větší lodi:	21100 mm
rozpětí menší lodi:	19000 mm

Výška haly:

Výška hřebene střechy nad terénem (stejná pro obě lodě):	12395 mm
Výška okapu nad terénem (stejná pro obě lodě):	10595 mm
Maximální světlá výška (stejná pro obě lodě):	11665 mm

Sklon střechy:

širší loď:	19%
užší loď:	21%

2 Popis nosné konstrukce

Hlavními prvky nosné konstrukce dvoulodní haly jsou příčné vazby a štítové stěny. Osové vzdálenosti vazeb jsou 6 m (nosnou konstrukci haly tvoří 5 příčných vazeb a 2 štítové stěny).

2.1 Příčná vazba

Příčná vazba dvoulodní haly je řešena jako rámová konstrukce. Příčel v obou lodích je navržena jako profil IPE 400 s náběhem tvořeným taktéž profilem IPE 400. Náběhy mají maximální výšku 365 mm a zasahují do 1/4 délky prutu. Krajiní sloupy příčné vazby jsou vetknuté a prostřední sloup je uložen kloubově. Krajiní sloupy jsou z profilu HEA 450 a prostřední sloup je z profilu HEA 260.

Rámová příčel je v podélném směru držena v každé čtvrtině délky rozpětí lodi, a to pomocí kruhových trubek 89 X 4,0 ve vnitřních polích, resp. kruhových trubek 108 X 4,0 na obou krajích.

Krajiní sloupy jsou v podélném směru drženy v polovině výšky vodorovným ztužujícím prutem profilu TR 102 X 4,0.

2.2 Ztužení haly

Podél obou štítových stěn se nachází příčné ztužidlo ve střešní rovině. To zajišťuje přenos síly od větru ze štítových stěn do podélných stěnových ztužidel. Vnější a vnitřní pás ztužidla je tvořen příčlí příčné vazby, resp. příčlí štítové stěny. Diagonály ztužidla jsou tvořeny kruhovými trubkami profilu 108 X 4,0. Krajiní vodorovné pruty jsou tvořeny stejným profilem 108 X 4,0. Vnitřní vodorovné pruty jsou z profilu 89 X 4,0.

V krajních polích obou vnějších stěn se nachází podélné stěnové ztužidlo. Jsou tedy 2 stěnová ztužidla v obou podélných vnějších stěnách. Ta slouží k zachycení reakcí od větru z příčných ztužidel ve střešní rovině a také k zachycení sil od tření větru o plášť haly. Diagonály i vodorovné pruty stěnového ztužidla budou kruhové trubky 108 X 4,0. Svislé pruty stěnového ztužidla jsou tvořeny krajními sloupy příčné vazby.

2.3 Štítová stěna

Štítová stěna je řešena jako odlišná konstrukce od rámové vazby. Je tvořena příčlí s rámovými rohy a kloubově uloženými sloupky. Po délce štítové stěny je 9 sloupků, které jsou rozmístěny pravidelně ve čtvrtinách rozpětí obou lodí haly. Příčel je tvořena profilem HEA 180, stejně tak jako krajní sloupky. Vnitřní sloupky jsou HEA 300.

Osa krajních sloupků je posunuta o 135 mm oproti osám krajních sloupů příčné vazby. Posunutí je v příčném směru, směrem k vnějšímu okraji, tak, aby vnější pásnice profilu sloupku stěny lícovala s vnější pásnicí sloupu příčné vazby. Obdobným způsobem je posunuta příčel štítové stěny. Osa profilu příčle je tentokrát posunuta o 115 mm směrem nahoru, aby horní pásnice lícovala s pásnicí příčle běžné vazby.

Na krajních sloupcích a na příčli jsou přivařeny úhelníky L 60 X 6 směrem do roviny štítové stěny. Tím je opět zajištěno, aby okraj krajních sloupků a příčle lícoval s vnějším okrajem ostatních sloupků. To je nezbytné pro následnou montáž kazetových stěnových profilů.

V jednom poli je mezi sloupky příčné stěnové ztužidlo. V polovině výšky krajních sloupků půlí štítovou stěnu vodorovný prut. Diagonály ztužidla, stejně tak jako vodorovné pruty budou profilu kruhové trubky 102 X 4,0.

2.4 Opláštění

Střecha je řešena jako bezvaznicová. Nosnou vrstvu tvoří trapézový plech TR 150/280/0,75, který je ukládán přímo na rámovou příčel. Střešní plášť bude skládaný při montáži, je tvořen již zmíněným interiérovým ocelovým trapézovým plechem, parozábranou, tepelnou izolací a exteriérovým trapézovým plechem.

Nosným prvkem obvodového pláště jsou horizontální kazety K 160/600 typ B, tloušťky 0,88 mm. Tenkostěnné kazety jsou připevněné přímo na sloupy a je do nich vložena tepelná izolace. Je použit skládaný obvodový plášť systému ROCKPROFIL (<http://kovprof.cz/>).

2.5 Patky sloupů

Patky obou krajních sloupů příčné vazby jsou vetknuté (pouze v příčném směru haly). Rozměry ocelové patky jsou 1200x570 mm. Tloušťka patního plechu je 30 mm. Výška podlití je 60 mm. Patní plech je vyztužen podélnými výztuhami profilu U280. Ocelová patka je kotvená k betonové patce pomocí čtyř předem zabetonovaných kotevních šroubů velikosti M 48x3. Přenos svislé síly z ocelové patky do kotevních šroubů, které jsou umístěny mimo půdorys patního plechu je zajišťován

kotevními příčníky profilu U180. Přenos vodorovné posouvající síly do betonové patky zajišťuje smyková zarážka profilu HEB 100. Rozměry betonové patky jsou 3500x2300 mm s výškou 1500 mm.

Patka prostředního sloupu příčné vazby je kloubová. Rozměry ocelové patky jsou 380x380 mm. Tloušťka patního plechu je 30 mm. Výška podlití je 40 mm. Kotvení ocelové patky do betonové patky zajišťují dvě lepené rozpěrné kotvy Hilti HIT-Z M16 s lepicí hmotou HIT-HY 200-A. Kotvy jsou navrženy jak pro přenos svislých, tak i vodorovných sil. Rozměry betonové patky jsou 1200x1200 mm s výškou 800 mm.

Patky sloupků štítové stěny jsou uvažovány jako kloubové. Jejich návrh však není součástí této bakalářské práce.

3 Zatížení

3.1 Stálé zatížení

Stálé zatížení střešním a obvodovým pláštěm stanovíme pomocí technických listů použitých materiálů ve skladbě pláště. Dle příslušné normy poté stanovíme návrhovou hodnotu zatížení přenásobením charakteristické hodnoty součinitelem γ . Výpočet je podrobně uveden ve statickém výpočtu.

Jiné stálé zatížení, kromě zatížení střešním a obvodovým pláštěm a vlastní tíhou nosné konstrukce, neuvažujeme.

3.2 Proměnná zatížení

3.2.1 Užité zatížení

Užité zatížení nebylo ve výpočtu uvažováno.

3.2.2 Zatížení sněhem

Dle Mapy sněhových oblastí na území ČR se hala nachází ve II. sněhové oblasti.

Charakteristická hodnota zatížení sněhem: $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$

3.2.3 Zatížení větrem

Dle Mapy větrných oblastí na území ČR se hala nachází ve II. větrné oblasti.

Výchozí základní rychlost větru: $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

Kategorie terénu: III.
(oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, budovami nebo překážkami)

4 Materiály

Ocelová konstrukce, kotevní šrouby:	S235JR
Betonové patky:	C20/25
Šrouby:	8.8
Trapézový plech, kazety:	S320GD + Z275

5 Výroba ocelové konstrukce

Výroba ocelové konstrukce bude provedena v mostárně dle výrobní dokumentace.

Konstrukce je zařazena do třídy provedení EXC2.

Vyběr třídy provedení vychází z následujících činitelů:

Typ zatížení:	Statické, kvazistatické nebo seizmické L
Třída následků:	CC2 (střední následky s ohledem na ztráty lidských životů nebo značné následky ekonomické, sociální nebo pro životní prostředí)
Třída spolehlivosti:	RC2

6 Montáž ocelové konstrukce

Kotevní šrouby vetknutých patek jsou předem zabetonovány do betonové patky. Tolerance osazení šroubů je uvažována ± 50 mm.

Jednotlivé montážní díly jsou šroubované. Každý sloup je zvláštní montážní dílec. Příčel obou lodí je rozdělena ve vrcholu na dva pruty, které jsou spojeny šroubovým přípojem.

Sloupy se osadí na předem vytyčené body pro umístění patních plechů podle kotevního plánu. Příčel je na zemi (na podložení) sešroubována do jednoho celku ze dvou profilů IPE 400 s přivařenými náběhy. Poté je pomocí jeřábu zvednuta a přišroubována ke sloupům přes čelní desky. Následuje montáž dalších vazeb, spojovacích prutů a ztužidel. Sloupy jsou v průběhu montáže jištěny boční podpůrnou konstrukcí pro zajištění jejich stability.

Během montáže nesmí být sestavované konstrukce poškozeny nebo zdeformovány nad přípustné tolerance.

Největší délka jednotlivého dílce je 12,6 m. Týká se nejvyššího sloupku štítové stěny. Kromě těchto nejvyšších sloupků jsou všechny dílce menší než 12 m.

Největší hmotnost jednotlivého dílce je 1643 kg a jedná se o krajní sloup příčné vazby.

7 Ochrana proti korozi

Veškeré ocelové konstrukce jsou zabudovány v interiéru budovy, kde se nenachází agresivní ani vlhké prostředí.

Protikorozi ochrana je navržena v souladu s ČSN EN ISO 12944 (1998):

Stupeň korozní agresivity: C2 – nízká (prostory s občasnou kondenzací)

Předpokládaná životnost: Střední (M) – 5 až 15 let

Příprava povrchu: Sa 21/2 – Otryskávání – odstranění okují, rzi, nátěrů a cizích látek

Zvolený nátěrový systém: ISO 12944-5/A2.02.

Požadovaná tloušťka suchého povlaku vrchního nátěru: 120 µm

Ocelové profily budou natřeny dílensky 1-2x základním nátěrem a 2-3x vrchním nátěrem.

8 Ochrana proti požáru

Není předmětem bakalářské práce, konstrukci by bylo nutné posoudit.

9 Použité zdroje

Uvedené zdroje se vztahují k celé bakalářské práci, tedy nikoli jen k technické zprávě.

9.1 Normy

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 užitná zatížení pozemních staveb

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 1993-1-8, Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků

ČSN EN ISO 12944 (1998), Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 1: Obecné zásady

9.2 Skripta, publikace, webové stránky

Zdeněk Sokol, František Wald. *Ocelové konstrukce: Tabulky*. 2. přepracované vydání, vydalo ČVUT v Praze, Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2013

Tomáš Vraný, Michal Jandera, Martina Eliášová. *Ocelové konstrukce 2: Cvičení*. 2. přepracované vydání, vydalo ČVUT v Praze, Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2009

Jiří Studnička. *Ocelové konstrukce 1*. 1. vydání, vydalo ČVUT v Praze, Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2011

Jiří Studnička, Milan Holický, Jana Marková. *Ocelové konstrukce 2: Zatížení*. 3. vydání, vydalo ČVUT v Praze, Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2011

Roman Kalamar, Michal Jandera. Podklady pro předmět 134O02C (výpočet portálového rámu)

<http://kovprof.cz/>

9.3 Software

LTBeamN 1.0.3

SCIA Engineer 16.0

Hilti Profis Anchor 2.7.3

Autodesk AutoCAD 2017

Microsoft Office Word 2007

Microsoft Office Excel 2007