



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

NOSNÁ OCELOVÁ KONSTRUKCE SPORTOVNÍ HALY

STEEL LOAD-BEARING STRUCTURE OF A SPORT HALL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vít Hrtoň

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. IVAN BALÁZS



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Vít Hrtoň
Název	Nosná ocelová konstrukce sportovní haly
doucí práce	Ing. Ivan Balázs
Datum zadání	30. 11. 2016
Datum odevzdání	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí

MAREK, Pavel a kol. Kovové konstrukce pozemních staveb. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury; Alfa, vydavatelství technické a ekonomické literatury, 1985

BUJŇÁK, Ján, VIČAN, Josef. Navrhovanie ocelových konštrukcií. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2012, ISBN 978-80-554-0529-2

BUJŇÁK, Ján. Nosné konštrukcie hál z ocele. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2014, ISBN 978-80-554-0913-9

BUJŇÁK, Ján. Kovové nosné konštrukcie stavieb. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2013, ISBN 978-80-554-0643-5

FERJENČÍK, Pavel a kol. Navrhovanie ocelových konštrukcií: 1. časť, 2. časť. Bratislava; Praha: ALFA - Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry; Státní nakladatelství technické literatury, 1986

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zpracujte návrh a posouzení nosné ocelové konstrukce sportovní haly o orientačních půdorysných rozměrech 30 × 63 m. Konstrukci navrhnete pro oblast města Vyškova. Návrh i posouzení provedte v souladu s aktuálně platnými normativními dokumenty pro navrhování ocelových konstrukcí.

Požadované výstupy: Technická zpráva shrnující základní charakteristiky navržené konstrukce, statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce, výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím práce obsahující zejména dispoziční výkresy a výkresy vybraných konstrukčních dílců včetně charakteristických detailů, orientační výkaz spotřeby materiálu.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování 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. Ivan Balázs
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt práce Úkolem této práce je vytvořit návrh nosné ocelové sportovní haly o půdorysných rozměrech 30x63 m ve městě Vyškov. Hala bude využívána k běžným halovým sportům, z čehož plynou minimální požadavky na rozměry konstrukce. Příčná vazba je tvořena příhradovými girlandovými vazníky s táhly, které jsou kloubově uloženy na sloupech. Vzdálenost těchto vazeb je 9 m. Sloupy jsou vetknuté do patek. Prostorovou tuhost zajišťují příčná a podélná ztužidla. Pruty ocelové konstrukce jsou tvořeny válcovanými profily, navrhnuté dle platných norem ČSN EN. Materiál konstrukce tvoří ocel S235, S355 případně S460 (běžná ocel).

Abstrakt práce v anglickém jazyce The project's purpose is to create a design of a steel load-bearing structure of a sports hall with a floor plan measuring 30 x 63 m in dimension. The structure will be used for common indoor sports and consists of main trusses with parabolic chords and piston rods. The trusses are pinned on columns. The centre to centre spacing between the trusses is 9 m. The Columns are fixed to their bases. The Rigidity of the main frame is ensured by a sway and longitudinal bracing system. All bars are rolled steel profiles and are designed according to current ČSN EN standards. All elements are made from class S 235, S 355 or S 460 steel.

Klíčová slova Ocelová hala, girlandový příhradový vazník, sportovní hala, kloubová vaznice, čepový spoj, příčná vazba, vetknutá patka, táhlo

Klíčová slova v anglickém jazyce Steel structural, main truss with parabolic chord, sport hall , pin purlin, pin joint, main frame, fixed steel column base, rod

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Vít Hrtoň *Nosná ocelová konstrukce sportovní haly*. Brno, 2017. 20 s., 70 s. příl.

Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Ivan Balázs

PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 13. 3. 2017

Vít Hrtoň
autor práce

Poděkování:

Zde bych rád poděkoval mému vedoucímu bakalářské práce za ochotu, vedení práce a množství rad, poznámek a připomínek, které byly velice užitečné.

Další díky patří mým rodičům, kteří mají největší zásluhu na tom, že jsem měl a mám tu možnost studovat, a kteří mě podporovali i při tvorbě této práce.

OBSAH

1. Zadání.....	10
2. Základní údaje	10
3. Normativní podklady.....	10
4. Dispoziční řešení	10
5. Popis objektu.....	11
6. Zatížení konstrukce	12
7. Řešená konstrukce	13
7.1. Střešní plášť	13
7.2. Stěnový plášť.....	13
7.3. Vazníky	14
7.4. Vaznice	15
7.5. Ztužidla.....	15
7.6. Sloupy.....	16
8. Materiály	16
9. Ochrana konstrukčních prvků	16
10. Montáž konstrukce.....	16
11. Výkaz materiálu	16

1. Zadání

Smyslem práce bylo vytvořit ocelovou konstrukci sportovní haly pro sportovní využití. Konstrukce je zasazena do městské zástavby ve městě Vyškov. Půdorysné rozměry objektu jsou 30x63 m.

2. Základní údaje

Hala bude využívána k běžným halovým sportům. Výška konstrukce byla zvolena na základě tabulky minimálních světlých výšek pro dané sporty a byla zvolena 15,25 m, přičemž světlá výška činí 10,6 m. Příčná vazba je tvořená příhradovými girlandovými vazníky s táhlem. Vzdálenost těchto vazeb je 9 m. Sloupy jsou vetknuté do patek. Prostorovou tuhost zajišťují příčná a podélná ztužidla. Pruty ocelové konstrukce jsou tvořeny válcovanými profily, navrhnuté dle platných norem ČSN EN. Materiál konstrukce tvoří ocel S235, S355 případně S460 (běžná ocel).

3. Normativní podklady

K návrhu sloužily podklady podle současných platných norem. Zejména pak norma ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí, ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí,

ČSN EN 1993 – Navrhování ocelových konstrukcí

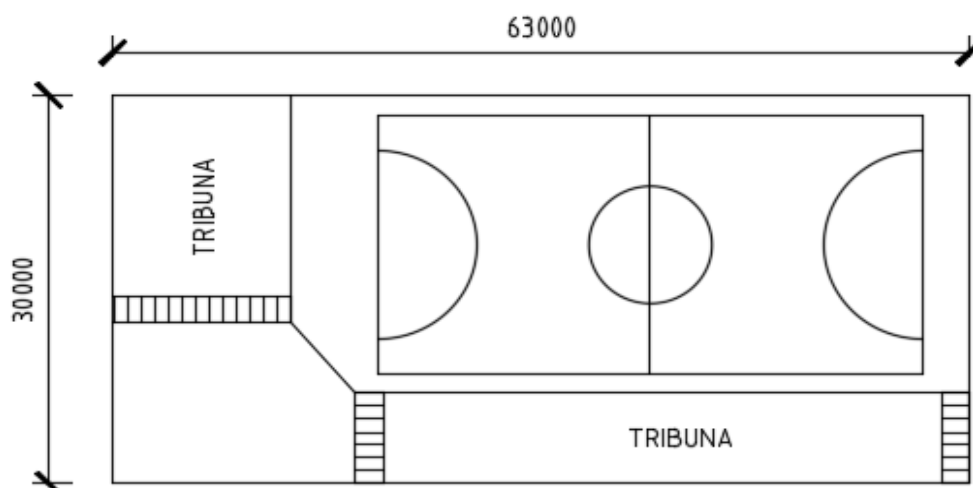
Konkrétní specifikace všech použitých norem se nachází v seznamu použitých zdrojů.

4. Dispoziční řešení

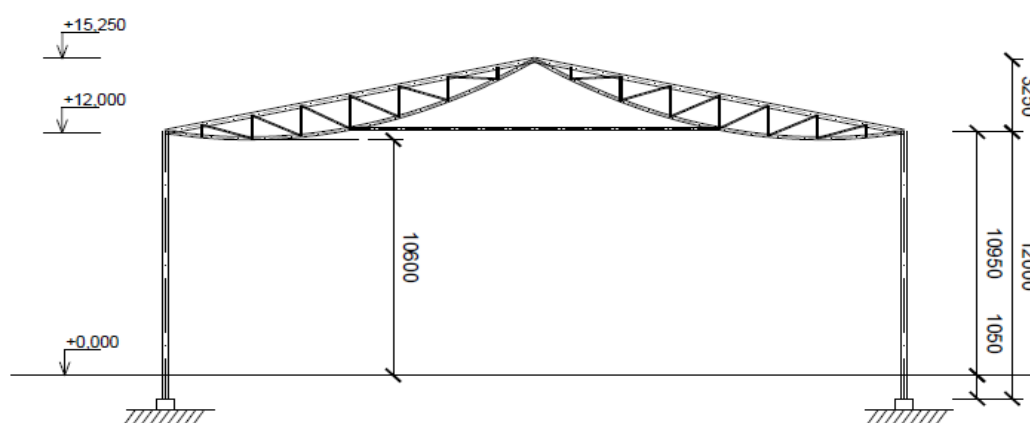
Půdorysné rozměry 30x63 a výška konstrukce 15,25 (světlá výška 10,6 m) jsou navrženy z rozměrů hřišť provozovaných sportů.

Tabulka provozovaných sportů

Druh sportu	užitná sportovní plocha				přílehlé zóny		celková plocha		světlá výška haly
	Minimální rozměry		standardní rozměry		na čelní straně	na dlouhé	délka	šířka	
	délka [m]	šířka [m]	délka [m]	šířka [m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
badminton	13,4	6,1	13,4	6,1	2	1,5	17,4	9,1	9
basketbal	24	13	28	15	1	1	30	17	7
futsal	40	20	40	20	2	0,5	44	21	5,5
fotbal	30	15	40	20	2	0,5	44	21	4
házená	40	20	40	20	2	1	44	22	7
kolová	12	9	14	11	2	1	18	13	4
gymnastika	13	13	13	13	1	1	15	15	8
zápas	9	9	12	12	2	2	16	16	4
inline hokej	34	17	40	20	-	-	40	20	4
tenis	23,77	10,97	23,77	10,97	6,4	3,65	36,57	18,27	7
volejbal	18	9	18	9	8	5	34	19	7



Obr.1 proporční rozmístění



Obr.2 Pohled na konstrukci

5. Popis objektu

Objekt tvoří jednolodní hala tvořena příhradovými girlandovými vazníky vzdálené od sebe 9 m. Vazník je vyplněn trubkovými profily, které tvoří svislice a diagonály vazníku. Z důvodu že girlandový vazník je tvořen z dvou do sebe zaklíněných vazníků spojených ve vrcholu kloubem, tak v polovině dolního pásu je připevněno táhlo, které brání rozevření vazníku. Na vazníky jsou připevněny vaznice z Ipe profilu, které působí na vazník jako bodové síly. Hlavní nosné sloupy jsou navrhnuté z HEA profilu. Sloupy jsou vetknuté v příčné vazbě, zabraňující posun ve všech směrech. Štítové sloupy jsou pak ukotveny na patku kloubově. Tuhost při bočním zatížení větrem je zajištěna ztužidly, umístěné jednak v krajních polích střechy tak v krajních polích stěn.

6. Zatížení konstrukce

Výpočet zatížení byl proveden podle normy ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí. Objekt se nachází v městské zástavbě s výškou okolních budov do 15 m. Klimatické zatížení bylo stanovené na základě klimatických map pro oblast Vyškov. Zatížení sněhem i větrem spadá pro danou lokalitu do kategorie II. Charakteristická hodnoty pro daná zatížení jsou: Pro sníh $S_k = 0,8 \text{ KN/m}^2$, pro vítr je základní rychlost větru $v_{b0} = 25,0 \text{ m/s}$. Kategorie terénu bereme jako č. III.

Pro výpočet vnitřních sil bylo stanoveno 13 zatěžovacích stavů:

Stálé zatížení:

- ZS1 – Vlastní tíha
- ZS2 – Ostatní stále od střešního pláště
- ZS7 – Ostatní stále od technologií

Proměnná zatížení:

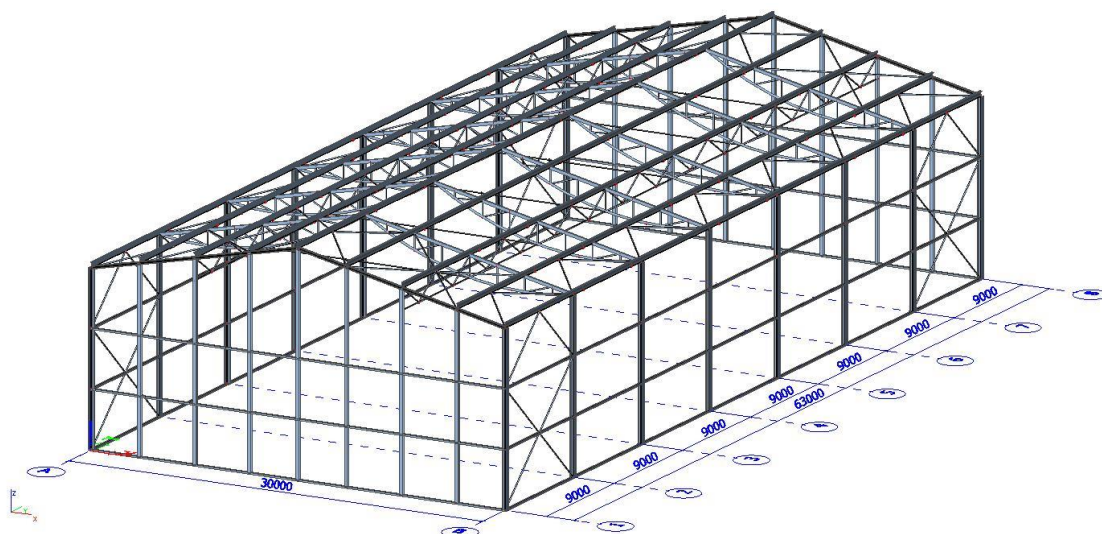
- ZS3 – Sníh plný
- ZS4 – Sníh navátý Levý
- ZS5 – Sníh navátý Pravý
- ZS6 – údržba střechy
- ZS8 – Vítr rovnoběžný s hřebenem střechy Y1 (sání)
- ZS9 – Vítr kolmo na hřeben střechy X (sání)
- ZS10 - Vítr rovnoběžný s hřebenem střechy Y2 (sání)
- ZS11 - Vítr kolmo na hřeben střechy X2 (sání)
- ZS12 - Vítr kolmo na hřeben střechy X1 (tlak)
- ZS13 - Vítr kolmo na hřeben střechy X2 (tlak)

Kombinace pro mezní stavy MSÚ byly vygenerovány programem podle rovnic 6.10a a 6.10b.

Kombinace zatěžovacích stavů pro mezní stav použitelnosti MSP jsou vypočítané podle kombinační rovnice 6.14a

Program Scia Engineer zajistil vygenerování všech kombinací, které byly následovně uživatelem ověřeny dle normy. Klíč kombinací se nachází v přílohové části bakalářské práce.

7. Řešená konstrukce

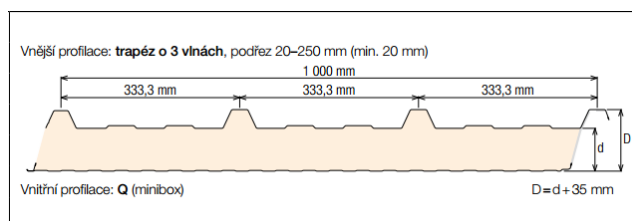
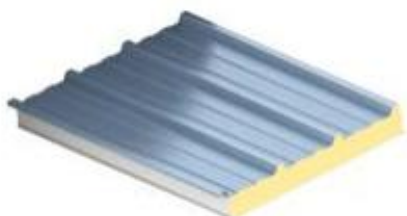


Obr.3 Řešená konstrukce

7.1. Střešní plášť

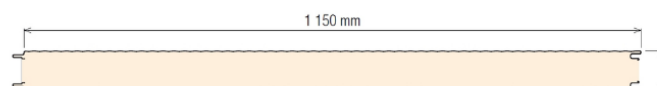
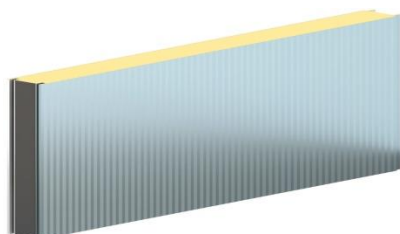
Střešní i stěnový plášť objektu tvoří sendvičové panely od výrobce Kingspan. Veškeré proporce byly převzaty z katalogu výrobce.

KINGSPAN 1000RW 100



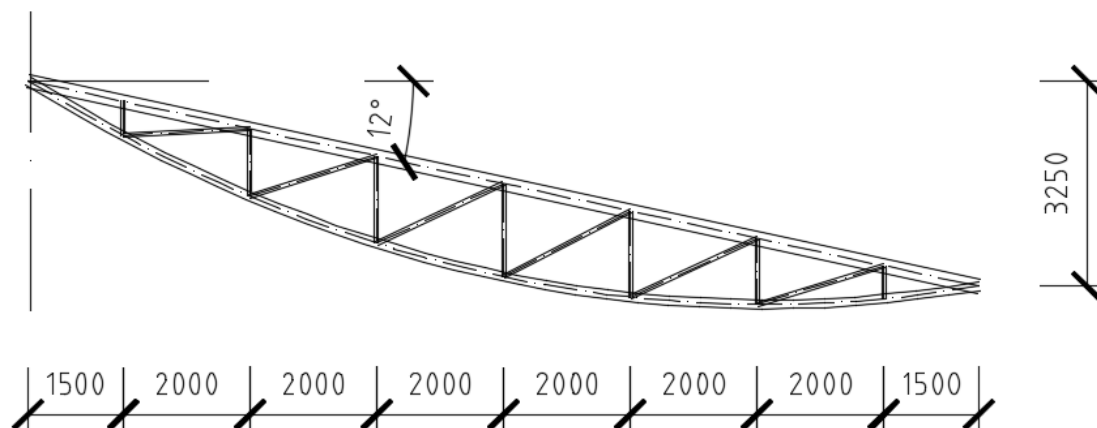
7.2. Stěnový plášť

KINGSPAN 1150 TF 80



7.3. Vazníky

Hlavní nosnou konstrukci tvoří 6 girlandových vazníků vzdálených od sebe 9 m. Geometrie jednoho vazníku je zobrazena na následujícím obrázku.



Obr. 4: Geometrie části vazníku

Podpory vazníku je uvažováno jako kloubové neposuvné. V krajních polích jsou střešní ztužidla připevněné na horní pás vazníku.

Profily vazníku:

Horní pás	čtvercová trubka TROBD 200x100x10
Dolní pás	kruhová trubka TRKR 139,7 x 8,0
Svislice	kruhová trubka TRKR 76,1 x 3,2
Diagonály	kruhová trubka TRKR 76,1 x 4,0

Diagonály a svislice směřují do teoretických osových styčniců a k pásům vazníku jsou připojeny koutovými svary po celém obvodu profilu. V montážním spoji horního a dolního pásu je vložen pásek o velikosti 20 mm z důvodu lepšího připevnění montáže a spoj bude ovařen tupým V svarem s plným provařením. Diagonála v oblasti montážního spoje bude připojena šroubově na styčnicový plech tloušťky 15 mm. Spoj je navržen z dvou šroubů M12 pevnostní třídy 4.6 vrchol vazníku je zajištěn čepem. Čep je navržen z dvou střížných rovin. Dolní pás je k hornímu pásu přivařen tupým ½ V svarem.

7.6. Sloupy

Sloupy nosné konstrukce jsou z profilu HEA 320 navrhnuté jako vetknuté. Výška sloupu je 12 m. Na sloupy je pomocí kloubové čochky uložen vazník. Sloup je vetknutý do patky která je tvořená patkovým plechem tloušťky 30 mm. Dále byly v patce navrženy výztuhy z profilu U200 a na ně kotevní příčníky z profilu U120. Ke kotvení byly použity kotevní šrouby M42 x 3.

8. Materiály

Všechny profily vazníku jsou navrženy s oceli S235 s výjimkou dolního pásu, který je z důvodu montážního svaru navržen z oceli S355. Sloupy jsou taktéž s pevnostní třídy S355. Pevnost táhel byla převzata od výrobce a to S460. Čepy jsou navrženy z vysokopevnostní oceli S890. Kotvící šrouby M42 x 3 jsou z jakostní třídy 5.8

9. Ochrana konstrukčních prvků

Ochrana prvků konstrukce bude provedená pomocí antikorozičního nátěru. Základní vrstvu bude tvořit živičný nátěr s antikorozičním pigmentem. Na mezivrstvu bude použit živičný nátěr.

10. Montáž konstrukce

- Zajištění staveniště, výkopové práce pro patky sloupu
- Osedlání svorníků do základové konstrukce
- Podlití ocelových patek cementovou maltou.
- Upevnění a centrování ocelových patek.
- Vztyčení sloupů a ukotvení do patek.
- Osazení předem smontovaných vazníku na sloupy.
- Podepření vazníku stojkami a následné upnutí vazníkového táhla.
- Připevnění ztužidel a ostatních částí střešní konstrukce.
- Ostatní stavební práce – izolace, podlahy, vzduchotechnika,...

11. Výkaz materiálu

Výkaz materiálu je získaný pomocí programu SCIA Engineer. Týká se nosných částí konstrukce a slouží k orientační představě o hmotnosti a ploše konstrukce.

Jméno	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objem [m ³]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>			
Celkový součet :	94681,0	2160,754	1,2061e+01

Průřez	Materiál	Jednotková hmotnost [kg/m]	Délka [m]	Hmotnost [kg]	Povrch [m ²]	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objem [m ³]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>							
CS3 - RD45	S 450	12,5	90,000	1123,1	12,690	7850,0	1,4307e-01
CS4 - CHS139.7/8.0	S 355	26,0	188,410	4895,5	82,712	7850,0	6,2364e-01
CS8 - CHS76.1/4.0	S 235	7,1	154,296	1097,4	36,877	7850,0	1,3979e-01
CS9 - CHS76.1/3.2	S 235	5,8	238,994	1375,2	57,120	7850,0	1,7518e-01
CS10 - RHS200/120/10.0	S 235	46,2	184,177	8515,7	113,084	7850,0	1,0848e+00
CS11 - HEA320	S 355	97,3	192,000	18689,3	337,920	7850,0	2,3808e+00
CS18 - HEB180	S 235	51,2	61,392	3144,6	63,848	7850,0	4,0058e-01
CS19 - IPE300	S 235	42,2	567,000	23946,1	657,679	7850,0	3,0505e+00
CS20 - HEA220	S 235	50,5	194,000	9792,2	244,440	7850,0	1,2474e+00
CS22 - CFCHS76.1X5	S 235	8,8	115,022	1008,6	27,490	7850,0	1,2848e-01
CS23 - CHS76.1/5.0	S 235	8,8	126,000	1107,8	30,114	7850,0	1,4112e-01
CS25 - I220	S 235	31,0	618,000	19162,6	475,860	7850,0	2,4411e+00
CS26 - RD20	S 355	2,5	333,842	822,9	20,920	7850,0	1,0483e-01

SEZNAM PŘÍLOH

- Statický výpočet
- Výkresová dokumentace
 - Dispozice
 - Výkres vazníku
 - Výkres kotvení

SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A LITERATURY

NORMY

- [1] ČSN EN 1990 *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*
- [2] ČSN EN 1991-1-1 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.*
- [3] ČSN EN 1991-1-3 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1-3: Obecná zatížení sněhem.*
- [4] ČSN EN 1991-1-4 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1-4: Obecná zatížení větrem.*
- [5] ČSN EN 1993-1-1 *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.*
- [6] ČSN EN 1993-1-8 *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – část 1-8: Navrhování a pravidla pro pozemní stavby.*
- [7] ČSN 01 3483. *Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy kovových konstrukcí.*

LITERATURA

- [8] MELCHER, J., BAJER, M. PRVKY KOVOVÝCH KONSTRUKCÍ: *Modul BO02-M04, Pruty namáhané smykem a ohybem.*
- [9] MELCHER, J., KARMAZÍNOVÁ, M., BAJER, M., SÝKORA, K. PRVKY KOVOVÝCH KONSTRUKCÍ: *Modul BO02 – M03, Pruty namáhané tahem a tlakem.*

- [10] KARMAZÍNOVÁ, M., PRVKY KOVOVÝCH KONSTRUKCÍ: *Modul BO02-M02, Spoje.*
- [11] WANKE, J., SPAL, L., OCELOVÉ TRUBKOVÉ KONSTRUKCE, *vyd., nakladatelství technické literatury, n.p., Spálená 51, Praha 1, v r. 1975*
- [12] MAREK, P. a kol. KOVOVÉ KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB, *vyd., nakladatelství technické literatury, n.p., Spálená 51, 113 02, Praha 1*
- [13] WALD, F., MACHÁČEK, J., JANDERA, M., SOKOL, Z., DOLEJŠ, J., HÁJEK, P., STRUCTURAL STEEL DESIGN ACCORDING TO EUROCODES, *Published by Czech Technical University in Prague, Czech Tech. University Publishing House, Thákurova 1, 160 41 Prague 6.*

INTERNETOVÉ ZDROJE

- [14] www.fce.vutbr.cz/KDK/pilgr.m/BO02
- [15] www.kingspan.com/cz/cs-cz
- [16] www.tenson.cz/produkty/tahla-macalloy
- [17] <http://homel.vsb.cz/~ros11/Ocelove%20a%20drevene%20kce/14%20Hala%20-%20patky%20a%20kotveni%20sloupu.p>
- [18] Ocelářské tabulky. Dostupné na www.staticstools.eu/cs/
- [19] Spoje ocelových konstrukcí. Dostupné na www.ocel.wz.cz/

**PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY
VŠKP PROHLÁŠENÍ**

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

Vít Hrtoň
autor práce

V Brně dně

