

# 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

## VÍCEÚČELOVÝ OBJEKT V PLZNI

THE MULTIPURPOSE BUILDING IN PLZEŇ

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

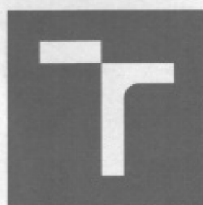
Bc. Anna Perhalová

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN ŠMAK, Ph.D.

BRNO 2018



## VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Studijní program</b>        | N3607 Stavební inženýrství  |
| <b>Typ studijního programu</b> | Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia |
| <b>Studijní obor</b>           | 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby                             |
| <b>Pracoviště</b>              | Ústav kovových a dřevěných konstrukcí                             |

### ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

|                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| <b>Student</b>         | Bc. Anna Perhalová         |
| <b>Název</b>           | Víceúčelový objekt v Plzni |
| <b>Vedoucí práce</b>   | Ing. Milan Šmak, Ph.D.     |
| <b>Datum zadání</b>    | 31. 3. 2017                |
| <b>Datum odevzdání</b> | 12. 1. 2018                |

V Brně dne 31. 3. 2017

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.  
Vedoucí ústavu



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

## PODKLADY A LITERATURA

Tvarové a dispoziční uspořádání objektu

ČSN EN 1990 "Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí"

ČSN EN 1991-1 "Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1: Obecná zatížení"

ČSN EN 1993-1 "Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby"

ČSN EN 1995-1 "Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby"

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte návrh nosné konstrukce multifunkčního objektu v Plzni. Objekt bude mít půdorys přibližně ve tvaru trojúhelníku s možným zakřivením stěn. Při návrhu konstrukce respektujte požadavky na tvarové a dispoziční uspořádání objektu. Konstrukční prvky navrhnete z lepeného lamelového dřeva, rostlého dřeva, materiálů na bázi dřeva a oceli. Volba základních dispozičních a konstrukčních parametrů je součástí diplomové práce. Půdorysné rozměry objektu uvažujte nejvýše 55m, výšku přibližně do 20m. Nosnou konstrukci navrhnete v alternativním uspořádání.

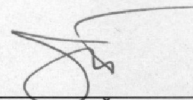
Požadované výstupy:

1. Technická zpráva
2. Statický výpočet základních nosných prvků, kotvení a směrných detailů
3. Výkresová dokumentace dle specifikace vedoucího diplomové práce
4. Výkaz výměr

## STRUKTURA DIPLOMOVÉ 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 uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



---

Ing. Milan Šmak, Ph.D.  
Vedoucí diplomové práce

## **ABSTRAKT**

Předmětem této diplomové práce je návrh a statické posouzení dřevěné nosné konstrukce víceúčelového objektu v Plzni. Jedná se o kupoli sestávající ze zakřivených žeber v radiálním uspořádání nad trojúhelníkovým půdorysem, který má jednu stranu zakřivenou. Tohoto tvaru jsem docílila seříznutím kupole ve dvou místech na sebe přiléhajících a to tvoří dvě svislé stěny konstrukce. Největší půdorysný rozměr nosné konstrukce je 54,4 metrů a maximální výška je +18,0 metrů. Návrh je zpracován ve dvou variantách.

### **KLÍČOVÁ SLOVA**

Kupole, dřevěná nosná konstrukce, víceúčelový objekt, zakřivená žebra

## **ABSTRACT**

The subject of this diploma thesis is design and static assessment of timber load bearing structure of multipurpose building in Plzeň. It is cupola consisted of two radial curved ribs above a triangle ground plan with one oval edge. I got this shape by cutting the cupola vertically on these two triangle edges and that created two walls of the construction. The largest ground plan dimension of load bearing structure is 54,4 meters and the maximum height is +18,0 meters. The design is processed in two various drafts.

### **KEYWORDS**

Cupola, timber load bearing structure, multipurpose building, curved ribs

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Bc. Anna Perhalová Víceúčelový objekt v Plzni. Brno, 2018. 138 s., 46 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Milan Šmak, Ph.D.

### **Prohlášení**

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

V Brně dne 12.1.2018

.....

podpis autora  
Bc. Anna Perhalová

## **Poděkování**

Ráda bych tímto poděkovala panu Ing. Milanu Šmakovi, Ph.D. za jeho odborné vedení v průběhu zpracování mé diplomové práce, za jeho trpělivost a ochotu při konzultacích. Dále děkuji své rodině a přátelům, jenž mne po celou dobu mého studia podporovali.

## Seznam použitých zdrojů

- [1] Koželouh, B. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, STEP 1, Navrhování a konstrukční materiály. Zlín: KODR, 1998. Autorizovaný překlad z anglického vydání Timber Engineering STEP 1”, Centrum Hout, The Netherlands, 1995. ISBN 80-238-2620-4
- [2] Koželouh, B. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, STEP 2, Navrhování detailů a nosných systémů. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004. Autorizovaný překlad z anglického vydání ”Timber Engineering STEP 2”, Centrum Hout, The Netherlands, 1995. ISBN 80-86 769-13-5
- [3] Kuklík, P., Kuklíková, A. Navrhování dřevěných konstrukcí: příručka k ČSN EN 1995-1. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, Informační centrum ČKAIT, 2010, 140 s. ISBN 978-80-87093-88-7
- [4] Král, J. Navrhování konstrukcí na zatížení větrem: příručka k ČSN EN 1991-1-4. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, Informační centrum ČKAIT, 2010, 112 s. ISBN 978-80-87438-05-3
- [5] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí, Praha: ÚNMZ 2004
- [6] ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užité zatížení pozemních staveb, Praha: ÚNMZ 2004
- [7] ČSN EN 1991-1-3: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, Praha: ÚNMZ 2005
- [8] ČSN EN 1991-1-4: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, Praha: ÚNMZ 2007
- [9] ČSN EN 1995-1-1: Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Praha: ÚNMZ 2006
- [10] ČSN 73 1702: Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí - Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Praha: ÚNMZ 2007
- [11] ČSN 73 1401: Navrhování ocelových konstrukcí, Praha: ÚNMZ 1998
- [12] ČSN EN 338: Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti, Praha: ÚNMZ 2003
- [13] ČSN EN 14 080: Dřevěné konstrukce - Lepené lamelové dřevo a lepené rostlé dřevo - Požadavky, Praha: ÚNMZ 2013
- [14] ČSN 73 2810: Dřevěné stavební konstrukce - Provádění, Praha: ÚNMZ 2000
- [15] SFS Intec [online], 2015 [cit. 2015-05-20], [www.sfsintec.biz/mo/cz/cs/web/homepage.html](http://www.sfsintec.biz/mo/cz/cs/web/homepage.html)



## **Seznam použitých znaků a zkratk**

Všechny znaky a symboly použité v této diplomové práci jsou použity v souladu s ČSN EN 1991: Zatížení staveb a ČSN EN 1995: Navrhování dřevěných konstrukcí.

## POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

**Vedoucí práce** Ing. Milan Šmak, Ph.D.

**Autor práce** Bc. Anna Perhalová

**Škola** Vysoké učení technické v Brně

**Fakulta** Stavební

**Ústav** Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

**Studijní obor** 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby

**Studijní program** N3607 Stavební inženýrství

**Název práce** Víceúčelový objekt v Plzni

**Název práce  
v anglickém jazyce** The multipurpose building in Plzeň

**Typ práce** Diplomová práce

**Přidělovaný titul** Ing.

**Jazyk práce** Čeština

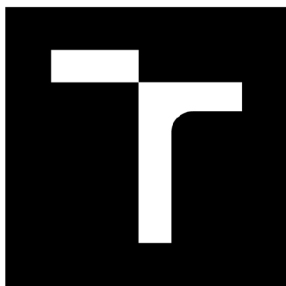
**Datový formát  
elektronické verze** PDF

**Abstrakt práce** Předmětem této diplomové práce je návrh a statické posouzení dřevěné nosné konstrukce víceúčelového objektu v Plzni. Jedná se o kupoli sestávající ze zakřivených žebér v radiálním uspořádání nad trojúhelníkovým půdorysem, který má jednu stranu zakřivenou. Tohoto tvaru jsem docílila seřiznutím kupole ve dvou místech na sebe přiléhajících a to tvoří dvě svislé stěny konstrukce. Největší půdorysný rozměr nosné konstrukce je 54,4 metrů a maximální výška je +18,0 metrů. Návrh je zpracován ve dvou variantách.

**Abstrakt práce  
v anglickém jazyce** The subject of this diploma thesis is design and static assessment of timber load bearing structure of multipurpose building in Plzeň. It is cupola consisted of two radial curved ribs above a triangle ground plan with one oval edge. I got this shape by cutting the cupola vertically on these two triangle edges and that created two walls of the construction. The largest ground plan dimension of load bearing structure is 54,4 meters and the maximum height is +18,0 meters. The design is processed in two various drafts.

**Klíčová slova** Kupole, dřevěná nosná konstrukce, víceúčelový objekt, zakřivená žebra

**Klíčová slova  
v anglickém jazyce** Cupola, timber load bearing structure, multipurpose building, curved ribs



# 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

## VÍCEÚČELOVÝ OBJEKT V PLZNI

THE MULTIPURPOSE BUILDING IN PLZEŇ

# VÝKAZ SPOTŘEBY MATERIÁLU

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Anna Perhalová

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN ŠMAK, Ph.D.

BRNO 2018



## Dřevěná část konstrukce

| NOSNÁ KONSTRUKCE OBJEKTU |         |       |        |               |         |                   |                  |
|--------------------------|---------|-------|--------|---------------|---------|-------------------|------------------|
| Název položky            | Průřez  | Počet | Délka  | Celková délka | Objem   | Objemová hmotnost | Celková hmotnost |
| [-]                      | [mm]    | [ks]  | [m]    | [m]           | [m3]    | [kg/m3]           | [kg]             |
| Žebro                    | 240x600 | 12    | 32,85  | 394,2         | 56,765  | 385               | 21854,448        |
|                          |         | 4     | 24,835 | 99,34         | 14,305  | 385               | 5507,410         |
|                          |         | 4     | 20,636 | 82,544        | 11,886  | 385               | 4576,239         |
|                          |         | 4     | 19,205 | 76,82         | 11,062  | 385               | 4258,901         |
| Vaznice 1                | 120x180 | 24    | 0,955  | 22,92         | 3,300   | 385               | 1270,685         |
|                          |         | 24    | 1,72   | 41,28         | 5,944   | 385               | 2288,563         |
|                          |         | 24    | 2,485  | 59,64         | 8,588   | 385               | 3306,442         |
| Vaznice 2                | 240x220 | 24    | 3,225  | 77,4          | 11,146  | 385               | 4291,056         |
|                          |         | 24    | 3,91   | 93,84         | 13,513  | 385               | 5202,490         |
|                          |         | 26    | 4,565  | 118,69        | 17,091  | 385               | 6580,174         |
| Vaznice 3                | 240x260 | 18    | 5,155  | 92,79         | 13,362  | 385               | 5144,278         |
|                          |         | 14    | 5,695  | 79,73         | 11,481  | 385               | 4420,231         |
|                          |         | 12    | 6,185  | 74,22         | 10,688  | 385               | 4114,757         |
|                          |         | 11    | 6,59   | 72,49         | 10,439  | 385               | 4018,846         |
| Vaznice 4                | 200x200 | 10    | 6,92   | 69,2          | 9,965   | 385               | 3836,448         |
| Oblouk - lem             | 100x600 | 2     | 50,36  | 100,72        | 14,504  | 385               | 5583,917         |
| Oblouk - nosný           | 240x500 | 2     | 51,73  | 103,46        | 14,898  | 385               | 5735,822         |
| Sloup                    | 240x440 | 4     | 2,49   | 9,96          | 1,434   | 385               | 552,182          |
|                          |         | 4     | 5,7    | 22,8          | 3,283   | 385               | 1264,032         |
|                          |         | 4     | 7,89   | 31,56         | 4,545   | 385               | 1749,686         |
|                          |         | 4     | 9,385  | 37,54         | 5,406   | 385               | 2081,218         |
|                          |         | 4     | 10,54  | 42,16         | 6,071   | 385               | 2337,350         |
|                          |         | 4     | 11,26  | 45,04         | 6,486   | 385               | 2497,018         |
|                          |         | 4     | 11,64  | 46,56         | 6,705   | 385               | 2581,286         |
|                          |         |       |        | Σ=            | 272,866 |                   | 105053,478       |



## Ocelová část konstrukce

| NOSNÁ KONSTRUKCE OBJEKTU |              |       |       |               |                   |                      |                  |
|--------------------------|--------------|-------|-------|---------------|-------------------|----------------------|------------------|
| Název položky            | Průřez       | Počet | Délka | Celková délka | Objem             | Objemová hmotnost    | Celková hmotnost |
| [-]                      | [mm]         | [ks]  | [m]   | [m]           | [m <sup>3</sup> ] | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kg]             |
| Prstenec                 | 2xUPE300     | 1     | 9,36  | 9,36          | 0,103             | 7850                 | 808,236          |
| Ztužidlo 1               | RO 51x4      | 12    | 3     | 36            | 0,396             | 7850                 | 3108,6           |
|                          |              | 12    | 3,21  | 38,52         | 0,424             | 7850                 | 3326,202         |
| Ztužidlo 2               | RO 82,5x5,6  | 24    | 3,2   | 76,8          | 0,845             | 7850                 | 6631,68          |
|                          |              | 26    | 3,45  | 89,7          | 0,987             | 7850                 | 7745,595         |
|                          |              | 24    | 3,52  | 84,48         | 0,929             | 7850                 | 7294,848         |
|                          |              | 24    | 3,84  | 92,16         | 1,014             | 7850                 | 7958,016         |
|                          |              | 30    | 2,76  | 82,8          | 0,911             | 7850                 | 7149,78          |
|                          |              | 2     | 5,02  | 10,04         | 0,110             | 7850                 | 866,954          |
| Ztužidlo 3               | RO 101,6x4,5 | 28    | 3,85  | 107,8         | 1,186             | 7850                 | 9308,53          |
|                          |              | 48    | 4,21  | 202,08        | 2,223             | 7850                 | 17449,608        |
|                          |              | 18    | 4,49  | 80,82         | 0,889             | 7850                 | 6978,807         |
| Ztužidlo 4               | RO 114,3x6,3 | 2     | 4,49  | 8,98          | 0,099             | 7850                 | 775,423          |
| $\Sigma=$                |              |       |       |               | 10,115            |                      | 79402,279        |

| Celkem materiálu v nosné konstrukci | Objem             | Celková hmotnost  |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|
|                                     | [m <sup>3</sup> ] | [kg]              |
|                                     | <b>282,981</b>    | <b>184455,757</b> |