



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

SPORTOVNÍ HALA

SPORTS HALL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Podešť

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. KAREL SÝKORA

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jakub Podešť
Název	Sportovní hala
Vedoucí práce	Ing. Karel Sýkora
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

1. Prostorové uspořádání sportovní haly.
2. ČSN EN 1993 (731401), Navrhování ocelových konstrukcí.
3. ČSN EN 1995 (731701), Navrhování dřevěných konstrukcí.
4. Literatura podle doporučení vedoucího bakalářské práce.
5. Odborné publikace v časopisech a sbornících, které se vztahují k řešené problematice, podle doporučení bakalářské práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte návrh nosné konstrukce sportovní haly pro běžné sporty (házená, malý fotbal, tenis, volejbal, košíková) o půdorysných rozměrech cca 36 m x 48 m a světlé výšce cca 13 m.

Konstrukci navrhnete pro oblast Zlín.

Předepsané přílohy:

1. Technická zpráva obsahující základní charakteristiky navržené konstrukce, požadavky na materiál, spojovací prostředky, montáž a ochranu.
2. Statický výpočet hlavních nosných prvků a částí konstrukce.
3. Výkresová dokumentace obsahující zejména dispoziční výkres, výkres vybraných konstrukčních dílců, charakteristické detaily podle pokynů vedoucího bakalářské práce.
4. 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 uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání 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. Karel Sýkora
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem nosné konstrukce sportovní haly pro běžné sporty (házená, malý fotbal, tenis, volejbal, košíková) v lokalitě Zlín. Půdorysné rozměry haly jsou 36 m x 48 m a výška haly je 16,03 m. Nosná konstrukce zastřešení je tvořena trojkloubovými oblouky z lepeného lamelového dřeva. Oblouk je kloubově uložený na železobetonových rámech. Příčné vazby oblouků jsou od sebe vzdáleny 4 m. Mezi oblouky jsou uloženy vaznice. Stabilita konstrukce je zabezpečena příčnými a podélnými ztužidly.

KLÍČOVÁ SLOVA

Lepené lamelové dřevo, rostlé dřevo, ocel, trojkloubový oblouk, plnostěnný oblouk, vaznice, příčné ztužidlo, podélné ztužidlo, železobetonové rámy, sportovní hala

ABSTRACT

Bachelor's thesis deals with structural design of sports hall for common sports (handbal, football, tennis, volleyball, basketball) located in the Zlín. The hall ground plan dimensions are 36 m x 48 m and height of the hall is 16,03 m. A loadbearing structure of roofing consists of three-hinged archs of glued laminated timber. A curve is pin-supported on reinforced concrete frames. Cross-binding are distanced 4 m. Purlins are pin supported between archs. The stability of the structure is toughened by sway and longitudinal bracing.

KEYWORDS

Glued laminated timber, solid timber, steel, three-hinged arch, plane solid curve, purlin, sway bracing, longitudinal bracing, reinforced concrete frames, sports hall

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Jakub Podešť *Sportovní hala*. Brno, 2017. 24 s., 111 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí.
Vedoucí práce Ing. Karel Sýkora

PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 26. 5. 2017

Jakub Podešť
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Karlu Sýkorovi za odborné vedení, poskytnutí cenných rad a zodpovězení mých dotazů. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a blízkým za podporu při studiu.



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

SPORTOVNÍ HALA

SPORTS HALL

A. TECHNICKÁ ZPRÁVA

A. TECHNICAL REPORT

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Podešť

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. KAREL SÝKORA

BRNO 2017

Obsah

1	Úvod.....	3
2	Varianty řešení	3
2.1	Varianta 1.....	3
2.2	Varianta 2.....	5
2.3	Vyhodnocení variant.....	6
3	Dispozice objektu	6
4	Výpočtový model	8
5	Zatížení	8
5.1	Zatížení stálé.....	8
5.2	Zatížení proměnné	8
5.2.1	Sníh	8
5.2.2	Vítr	8
6	Popis konstrukce	9
6.1	Obvodový plášť	9
6.1.1	Střešní plášť.....	9
6.1.2	Stěnový plášť	9
6.2	Vaznice	9
6.3	Plnostěnný oblouk.....	9
6.4	Ztužidla	10
6.4.1	Příčné ztužidlo.....	10
6.4.2	Podélné ztužidlo.....	10
6.5	Sloupek	10
7	Popis spojů konstrukce	10
7.1	Vrcholový kloub oblouku	10
7.2	Kloubové uložení oblouku	10
7.3	Připojení vaznice k oblouku.....	11
7.4	Připojení příčného ztužidla k oblouku	11
7.5	Připojení střešního pláště.....	11
8	Doprava a montáž konstrukce	11
9	Ochrana prvků konstrukce.....	12
10	Závěr	12
11	Seznam použité literatury	13
12	Seznam použitých zkratk a symbolů	13
13	Seznam příloh	17

1 Úvod

Zadáním bakalářské práce bylo vypracovat návrh nosné konstrukce sportovní haly v oblasti města Zlín. Hlavní nosná konstrukce haly byla navržena z lepených lamelových oblouků, uložených na železobetonových rámech. Mezi oblouky se nacházejí vaznice z rostlého jehličnatého dřeva, na kterých jsou uloženy střešní panely. Ztužení je provedeno příčnými ztužidly (ocelové táhla) a podélnými ztužidly (příhradová konstrukce z rostlého dřeva).

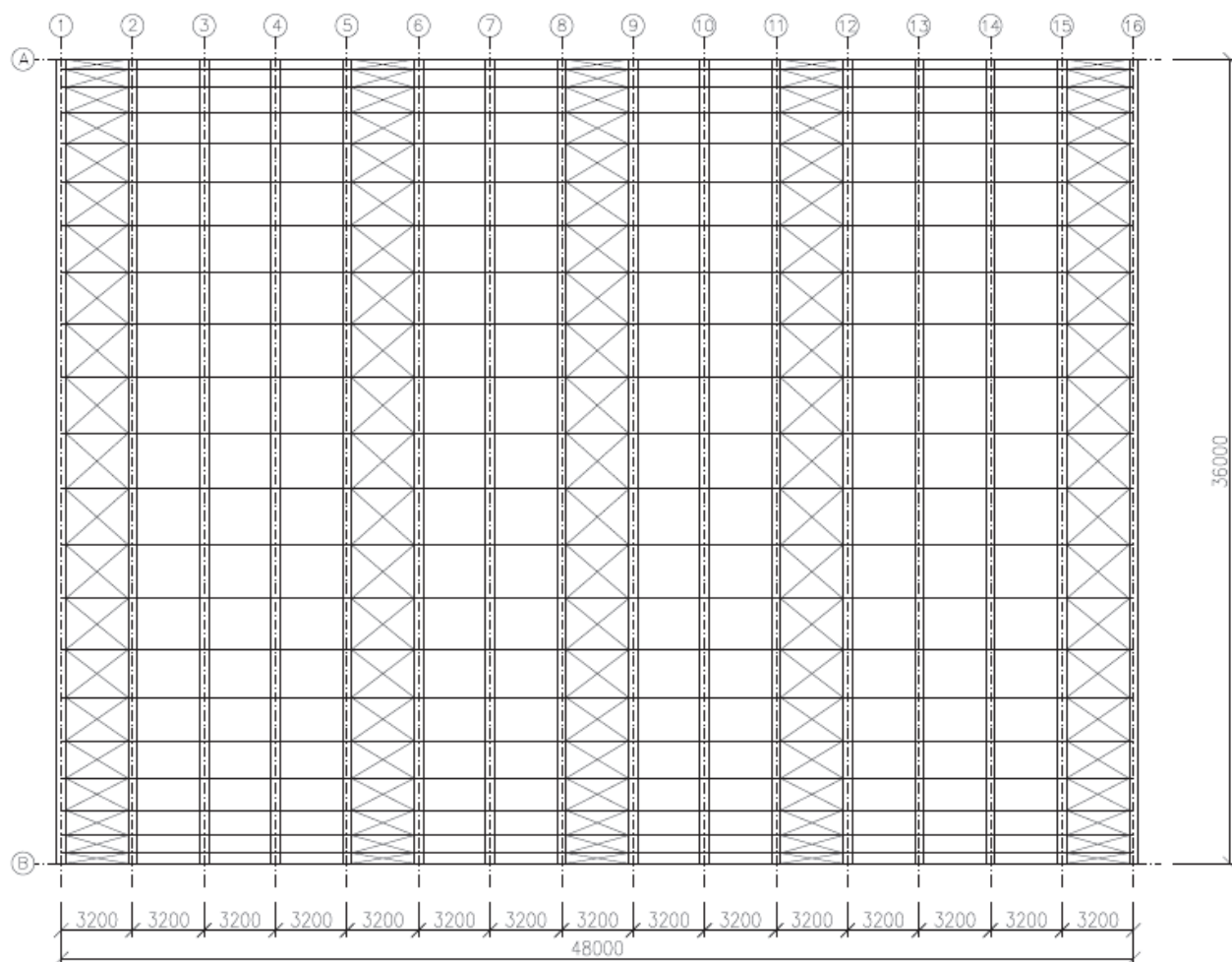
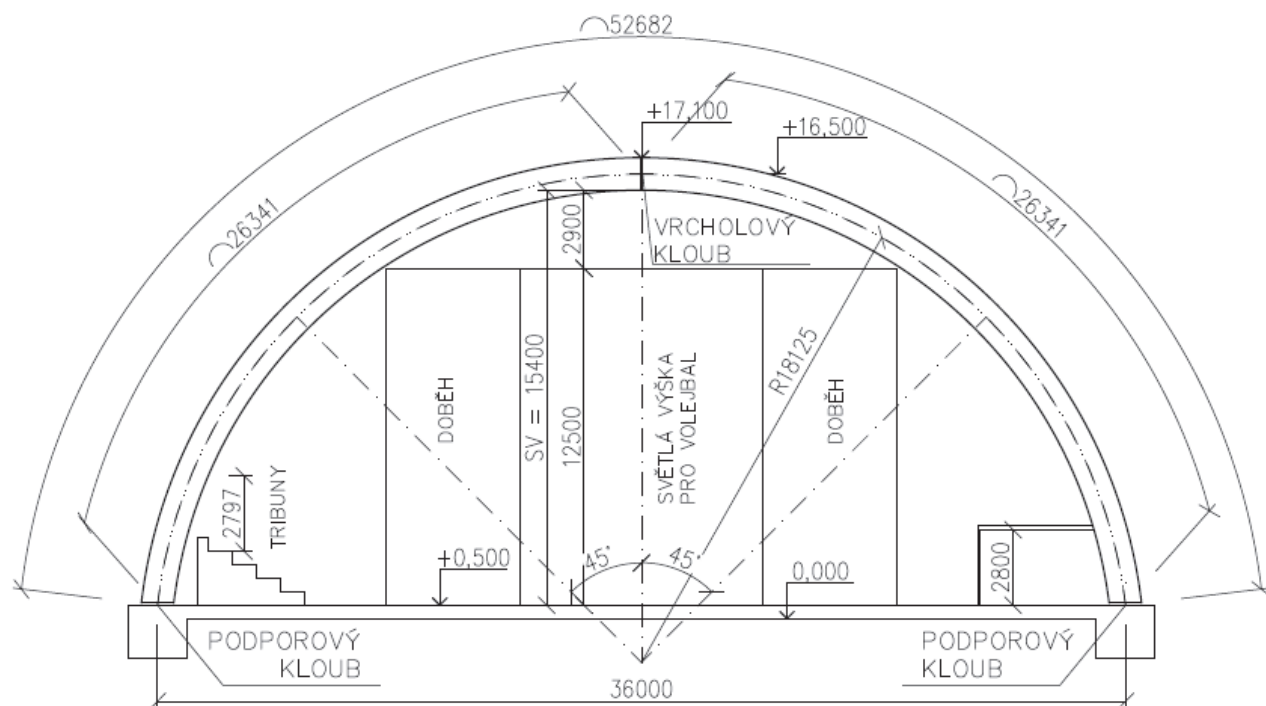
Půdorysné rozměry haly jsou 36 x 48 m a nejvyšší nutná světlá výška je 12,5 m, pro rozhodující sport – volejbal. Nejvyšší skutečná světlá výška pod hřebenem je 14,4 m. Hala splňuje minimální požadavky na rozměry pro běžné sporty (házená, malý fotbal, tenis, volejbal, košíková). Dále objekt splňuje požadavky i na zázemí sportovní haly (šatny, sprchy, WC, ...).

2 Varianty řešení

2.1 Varianta 1

Byla navržena jako trojkloubový plnostěnný oblouk z lepeného lamelového dřeva o poloměru 18,125 m, uložený na patkách v úrovni terénu. Jedná se o 16 oblouků o osové vzdálenosti 3,2 m. Střešní plášť je řešený jako skládaný, kde nosnou konstrukci tvoří OSB desky, na který je dále položena parozábrana, tepelná izolace (PUR desky) a mechanicky kotvená hydroizolace (PVC fólie). Štítové stěny haly jsou řešeny jako dřevěná konstrukce – paždíky + sloupky a opláštěné OSB deskami a tepelnou izolací (PUR desky).

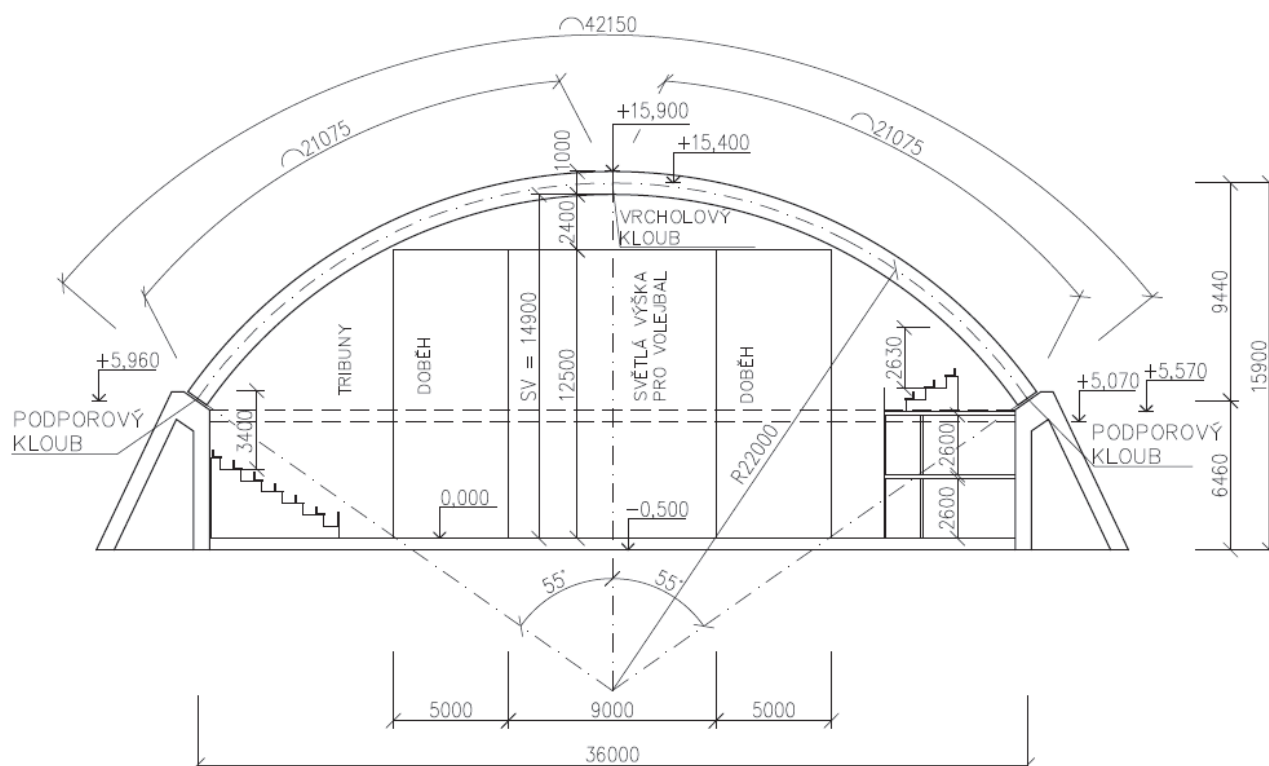
- Výhody
 - a) Estetika – celá konstrukce dřevěná
- Nevýhody
 - a) Využití prostoru – u podélných stěn méně místa z ohledem na zakřivení oblouku => menší podlahová plocha
 - b) Nepříznivý vliv zemní vlhkosti na dřevěnou konstrukci
 - c) Cena – více příčných vazeb
 - d) Požární odolnost – celá konstrukce dřevěná
 - e) Složité provádění střešního pláště
 - f) Složitější VZT – celá konstrukce dřevěná
 - g) Montáž – velký oblouk nelze převést, nutnost montážních spojů

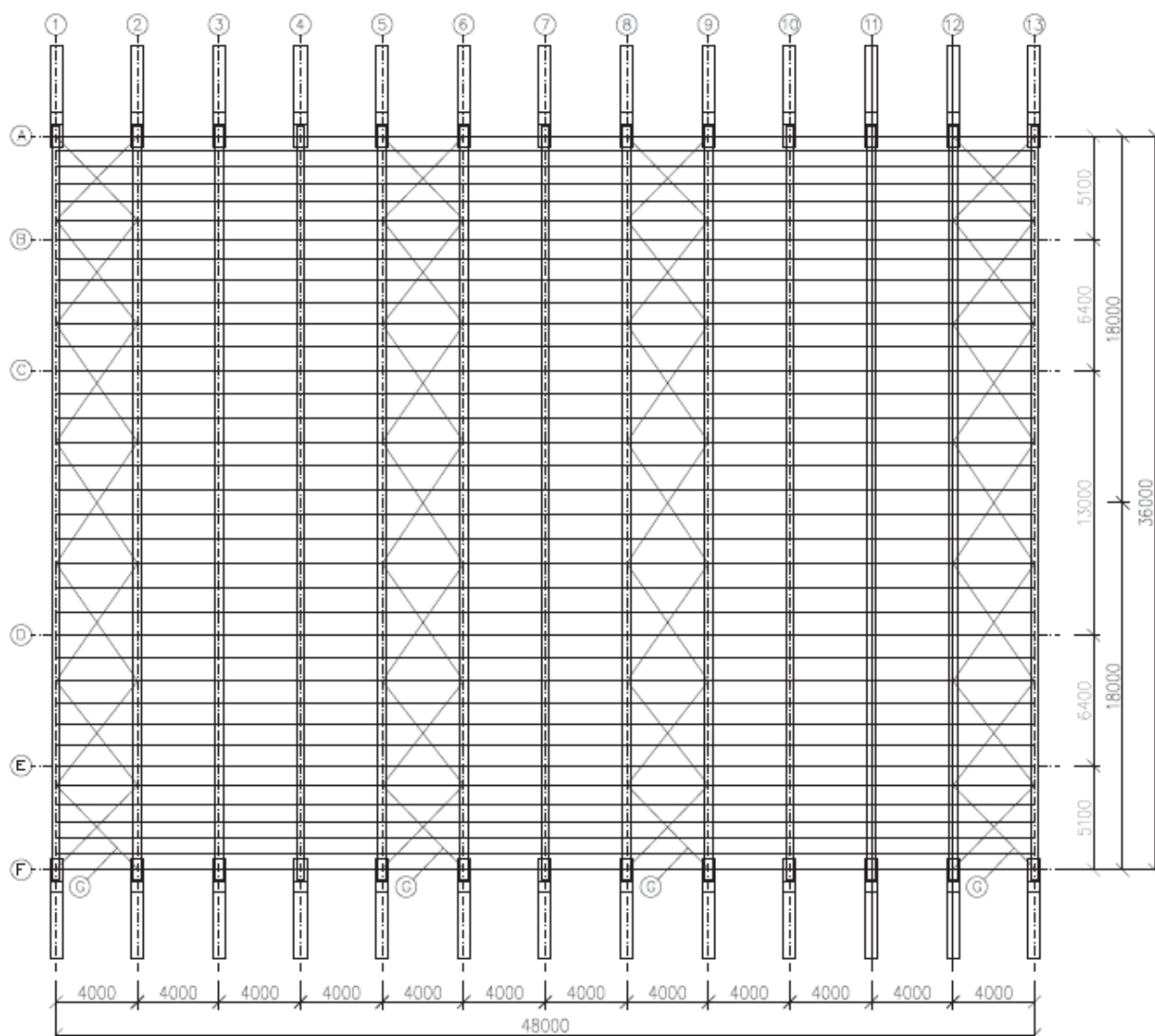


2.2 Varianta 2

Byla navržena jako trojkloubový plnostěnný oblouk z lepeného lamelového dřeva (GL24h) o poloměru 22 m, uložený na ŽB rámech ve výškové úrovni +5,960 nad úrovní terénu. Je zde 13 příčných vazeb o osové vzdálenosti 4 m. Střešní plášť je řešený jako sendvičový panel (KS1000 TOP-DEK) od firmy Kingspan o tloušťce 130 mm (tl. IPN 100 mm), uložený na dřevěných vaznicích z rostlého jehličnatého dřeva (C24). Štítové a boční stěny jsou řešeny z keramického zdiva o tloušťce 450 mm. Stěny jsou svázané ŽB věncem ve výškové úrovni +5,070. Štítové stěny haly nad ŽB věncem ve výškové úrovni +5,570 až po oblouk jsou řešeny jako sendvičové panely (KS1150 TL) od firmy Kingspan o tloušťce 100 mm, uložené na dřevěných paždicích a sloupkách. Ztužení je provedeno příčnými ocelovými ztužidly (S355) a podélnými ztužidly z rostlého jehličnatého dřeva (C24).

- Výhody
 - a) Využití prostoru – rovné stěny i v podélném směru => větší podlahová plocha
 - b) Cena – méně příčných vazeb
 - c) Lépe řešená izolace objektu – provádění hydroizolace a tepelné izolace
 - d) Požární bezpečnost
 - e) Rychlejší výstavba střešního a stěnového pláště
 - f) Lehčí VZT – keramické zdivo pojme část vlhkosti
 - g) Montáž – oblouky se převezou, není nutnost montážních spojů
- Nevýhody
 - a) Estetika střešního a stěnového pláště





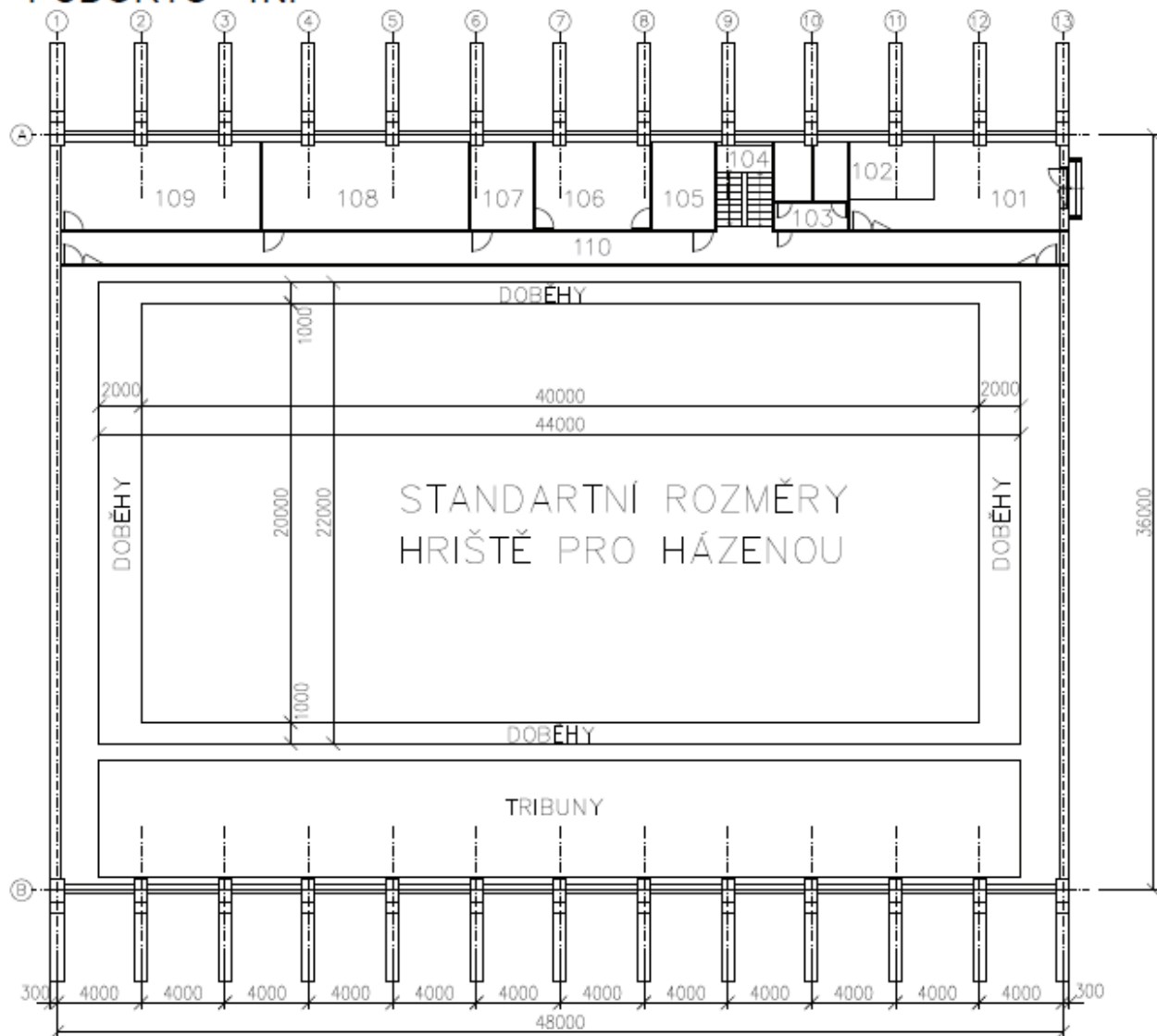
2.3 Vyhodnocení variant

Pro další řešení jsem vybral variantu 2, trojkloubový oblouk na ŽB rámech. Má mnohem více výhod než varianta 1. I když lze u varianty 1 některé nevýhody eliminovat, lepší návrhem podobným variantě 2, například: volba jiného střešního pláště, vyhotovení zděných štitových stěn. Tak nevýhody typu nutnosti montážních spojů u oblouku, vlivu zemní vlhkosti na dřevěnou konstrukci a využití prostoru, jsou zde zcela rozhodující.

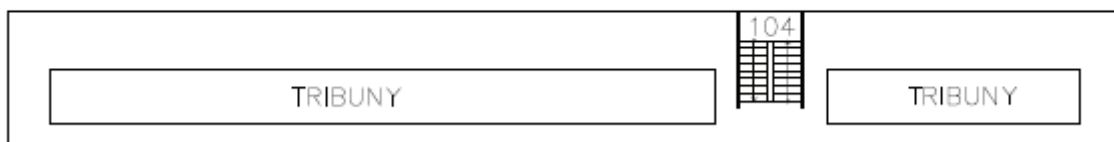
3 Dispozice objektu

Objekt je navržen na požadované rozměry sportovních hřišť. O půdorysných rozměrech rozhodovaly rozměry pro házenou včetně doběhů (44 x 22 m). O výškových rozměrech rozhodovala nejmenší nutná světlá výška pro volejbal (12,5 m). Dále se uvažovali nutné plochy pro zázemí sportovní haly (vstupní prostory, chodby, vrátnice, šatny, sprchy, WC pro sportovce, WC pro veřejnost, prostor pro dozor, nářadovna, posilovna a tribuny). Podrobnější popis viz výkres 1002 – „Využití prostoru“.

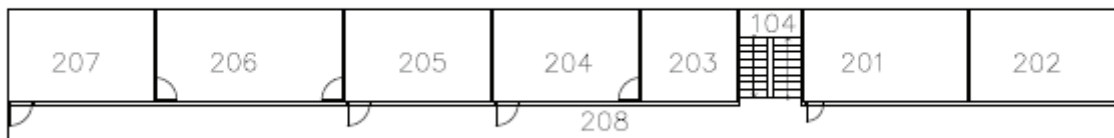
PUDORYS - 1NP



PUDORYS - 3NP



PUDORYS - 2NP



4 Výpočtový model

U střešních a stěnových panelů je ručně spočítané pouze plošné charakteristické zatížení a porovnané s tabulkovou únosností výrobce. Vaznice je ručně spočítaná jako rovinná úloha. Oblouk je vymodelovaný a spočítaný (vnitřní síly a deformace) v programu SCIA Engineer jako rovinná rámová konstrukce. Příčná ztužidla jsou vymodelovaná a spočítaná (vnitřní síly) v programu SCIA Engineer jako rovinná příhradová konstrukce. Všechny konstrukce jsou dále posuzované ručním výpočtem.

5 Zatížení

5.1 Zatížení stálé

Mezi stálé zatížení je uvažováno střešní plášť, vaznice, vybavení haly a oblouk. Vlastní tíha střešního pláště (panely Kingspan KS1000 TOP-DEK) je 12 kg/m^2 . Vlastní tíha vaznice ($180 \times 200 \text{ mm}$, objemová tíha $\rho = 420 \text{ kg/m}^3$, pro jehličnaté dřevo C24) je 15 kg/m^2 . Zatížení od vybavení haly, mezi které patří vzduchotechnika a osvětlení, se uvažuje 15 kg/m^2 . Vybavení haly bude montováno na vaznice a oblouk, střešní plášť zatěžovat nebude. Vlastní tíha oblouku je vygenerována softwarem SCIA Engineer. Zatížení bylo spočítáno v souladu s normou ČSN EN 1991-1-1.

5.2 Zatížení proměnné

5.2.1 Sníh

Objekt se nachází v lokalitě Zlín, která patří do sněhové oblasti III a typ krajiny je normální. Charakteristické zatížení sněhem má hodnotu $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$. Do výpočtu se vstupuje s pěti zatěžovacími stavy. Zatěžovací stav od sněhu rovnoměrného a čtyři zatěžovací stavy od sněhu navátého (trojúhelníkové spojitě zatížení). Kde dva zatěžovací stavy jsou uvažovány jako sníh navátý na okrajích oblouku (plný navátý zprava a poloviční zleva, plný navátý zleva a poloviční navátý zprava) a na stejném principu dva zatěžovací stavy jako sníh navátý ve čtvrtinách půdorysného rozpětí oblouku. Zatížení bylo spočítáno v souladu s normou ČSN EN 1991-1-3.

5.2.2 Vítr

Objekt se nachází v lokalitě Zlín, která patří do větrné oblasti II a kategorie terénu III. Výchozí základní rychlost větru má hodnotu $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$. Maximální dynamický tlak má hodnotu $q_{p(z)} = 78,1 \text{ kg/m}^2$. Do výpočtu se vstupuje s pěti zatěžovacími stavy. Kde dva zatěžovací stavy jsou od větru působícího příčně na konstrukci, který vyvolává na konstrukci tlak (oblast A) a sání (oblast B, C). Dále tři zatěžovací stavy od působení podélného větru, který vyvolává pouze sání na konstrukci v oblastech I, H, F a G. Dále se uvažuje s působením příčného a podélného větru na štítové stěny. Zatížení bylo spočítáno v souladu s normou ČSN EN 1991-1-4.

6 Popis konstrukce

6.1 Obvodový plášť

6.1.1 Střešní plášť

Střešní plášť je tvořený izolačními panely KS 1000 TOP-DEK tloušťky 130 mm od firmy Kingspan. Tloušťka plechu 0,7 mm. Celková hmotnost panelu je 12,35 kg/m². Izolační jádro je tvořeno z tuhé pěny Kingspan IPN Firesafe (PIR) s uzavřenými buňkami o tloušťce 100 mm s hodnotou součinitele prostupu tepla $U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$. Hydroizolační vrstvu tvoří PVC folie tloušťky 1,2 mm, která je již součástí panelu z výroby. Hydrofolie je stabilizovaná proti působení UV záření. Panely splňují požární odolnost REI 20 DP3. Index vzduchové neprůzvučnosti je $RW = 25 \text{ dB}$. Plech na interiérové straně panelu tvoří žárově pozinkovaná ocel Z275 s finální povrchovou úpravou polyester – PES 25.

6.1.2 Stěnový plášť

Stěnový plášť je tvořený izolačními panely KS 1150 TL tloušťky 100 mm od firmy Kingspan. Tloušťka vnitřního plechu 0,4 mm a tloušťka vnějšího plechu 0,6 mm. Celková hmotnost panelu je 12,49 kg/m². Izolační jádro je tvořeno z tuhé pěny Kingspan Firesafe IPN s uzavřenými buňkami o tloušťce 100 mm s hodnotou součinitele prostupu tepla $U = 0,222 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vnější povrchová úprava je Kingspan Spectrum™ polyuretanová pololesklá povrchová úprava o nominální tloušťce 50 μm s lehce zrnitým efektem. Panely splňují požární odolnost EW 60 a EI30. Index vzduchové neprůzvučnosti je $RW = 26 \text{ dB}$. Plech na interiérové straně panelu tvoří žárově pozinkovaná ocel Z275 s finální povrchovou úpravou polyester – PES 25.

6.2 Vaznice

Vaznice působí jako prostý nosník kloubově uložený mezi oblouky o rozpětí 4,0 m. Průřez má rozměry 180 x 200 mm. Materiál vaznic je rostlé dřevo třídy C24. Počet vaznic mezi dvěma oblouky je 36 o osové vzdálenosti 1,2 m. Vaznice lícují horní hranu oblouků s příslušným natočením. Slouží jako nosná konstrukce pro střešní plášť a vybavení haly.

6.3 Plnostěnný oblouk

Oblouk působí jako trojkloubový nosník kloubově uložený na železobetonových rámech o rozpětí 36,0 m a vzepětí 9,44 m a slouží jako hlavní nosná část zastřešení objektu. Průřez má rozměry 160 x 1000 mm. Materiál oblouku je lepené lamelové dřevo třídy GL24h o tloušťce lamely 40 mm. V objektu se nachází 13 příčných vazeb. Celková délka oblouku je 42,15 m. Oblouk je rozdělený ve vrcholu kloubovým spojem, který zároveň působí i jako montážní spoj. Půlka oblouku má délku 21,075 m a vzepětí 2,5 m. Ve výpočtu se uvažoval také průřez o rozměrech 140 x 1000 mm, ale jeho procentuální využití v rozhodujícím namáhání (klopení průřezu) dosahovalo necelých 99 %. Vzhledem k malé rezervě únosnosti se průřez zamítl a zvolil výše uvedený 160 x 1000 mm.

6.4 Ztužidla

6.4.1 Příčné ztužidlo

Příčné ztužidlo je vymodelované jako příhradová konstrukce. Kde horní a dolní pásy tvoří oblouk a funkci svislice plní vaznice. Diagonály jsou navrženy z oceli S355 o kruhovém průřezu o průměru 24 mm. Délka diagonály je 7,2 m. V objektu se nachází 4 příčná ztužidla, které mají za funkci ztužení oblouků proti podélnému větru a stabilizačním silám oblouku. Variantní řešení ztužidla byl průřez o průměru 30 mm z oceli S235. Z důvodu hmotnosti a estetiky štíhlosti konstrukce se zvolila první varianta, cenově varianty vychází přibližně stejně.

6.4.2 Podélné ztužidlo

Podélné ztužidlo je vymodelované jako příhradová konstrukce. Kde horní pás tvoří vaznice, dolní pás (180 x 180 mm) je zalícovaný se spodním okrajem oblouku, na který je ukotveno pomocí třmenů připojeného hřebíky, diagonály (180 x 100 mm) jsou uloženy mezi pásy a spojeny s nimi deskami s prolisovanými trny. Je navrženo z rostlého dřeva C24. Ztužidlo má za funkci stabilizování oblouku proti vybočení z jeho roviny při vzpěrném tlaku z roviny a brání klopení oblouku. V objektu jsou navrženy 4 podélná ztužidla.

6.5 Sloupek

Sloupek má za funkci přenášet účinky větru do konstrukce střechy a plní funkci nosné konstrukce pro stěnový plášť štítových stěn a konstrukce okenních otvorů. Je navrženo z rostlého dřeva C24 o průřezu 140 x 220 mm a staticky působí jako prostý nosník kloubově uložený na železobetonovém věnci a přichycený k vaznici.

7 Popis spojů konstrukce

7.1 Vrcholový kloub oblouku

Vrcholový kloub je řešený jako čepový přípoj. Průměr čepu je 24 mm. Čepové plechy, o tloušťce 18 mm a 10 mm, jsou přivařeny po celé délce k čelnímu plechu, který má tloušťku 16 mm, oboustranným svarem o účinné výšce $a = 4$ mm. Podobným způsobem je přivařen taktéž vsazený plech v dřevěné konstrukci oblouku k čelnímu plechu. Připojení vsazeného plechu, který má tloušťku 16 mm, je provedeno pomocí 7 kolíků a 2 přesných svorníků o $\varnothing 18$ mm. Svorníky jsou opatřeny podložky pod matice. Použitý materiál plechů je ocel S355 a čep, svorníky a kolíky o jakosti 8.8.

7.2 Kloubové uložení oblouku

Kloubové uložení oblouku na železobetonový rám je řešené jako čepový přípoj. Průměr čepu je 30 mm. Čepové plechy, o tloušťce 20 mm a 10 mm, jsou přivařeny po celé délce k čelnímu plechu, který má tloušťku 16 mm, oboustranným svarem o účinné výšce $a = 4$ mm. Podobným způsobem je přivařen taktéž vsazený plech v dřevěné konstrukci oblouku k čelnímu plechu. Připojení vsazeného plechu, který má tloušťku 16 mm, je provedeno pomocí 8 kolíků a 4 přesných svorníků o $\varnothing 20$ mm. Svorníky jsou opatřeny podložky pod matice. Čelní deska, která je osazena na železobetonovém

rámu, je zakotvena pomocí 8 kotevních šroubů o $\varnothing 30$ mm. Použitý materiál plechů je ocel S355 a čep, svorníky a kolíky o jakosti 8.8.

7.3 Připojení vaznice k oblouku

Vaznice jsou připojené k oblouku pomocí třmenů BV/T 11–40/ 180 x 200 (viz příloha 6.). Připojení třmenů k vaznici a oblouku pomocí hřebíků $\varnothing 4,0$ x 60 (viz příloha 8.). Počet hřebíků na připojení třmenu k vaznici je 14, stejný počet je i u připojení třmenu k oblouku.

7.4 Připojení příčného ztužidla k oblouku

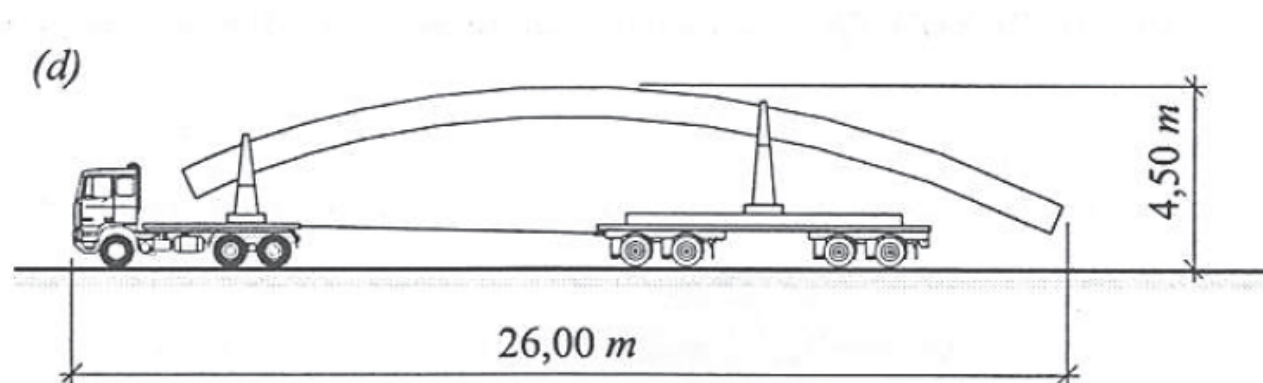
Připojení příčného ztužidla k oblouku je řešené jako čepový přípoj táhla ke styčnickovému plechu. Průměr čepu je 20 mm. Styčnickový plech, o tloušťce 16 mm, je přivařen po celé délce k čelnímu plechu, který má tloušťku 16 mm, oboustranným svarem o účinné výšce $a = 4$ mm. Připojení dvou čelních plechů (z každé strany oblouku jeden) je provedeno pomocí 4 přesných svorníků o $\varnothing 18$ mm. Svorníky jsou opatřeny podložky pod matice. Použitý materiál plechů je ocel S355 a čep a svorníky o jakosti 8.8.

7.5 Připojení střešního pláště

Montáž střešních panelů KS1000 TOP-DEK bude provedena dle technické příručky a montážních pokynů firmy Kingspan. Kotvení k vaznicím pomocí šroubů do dřeva P04 GTRW FH 6,4x41.

8 Doprava a montáž konstrukce

Jednotlivé prvky konstrukce budou převezeny na stavbu postupně. Největší prvek – oblouk bude bezpečně převezen vcelku pomocí tahače s plošinovým přívěsem. Kde vzepětí oblouku je 2,5 m a půdorysná délka 20,3 m.



Fáze výstavby zastřešení započte až po vyhotovení základových konstrukcí, železobetonových rámu a zděných stěn, včetně železobetonového věnce. Na zemi se dva sousední polooblouky prefabrikují pomocí vaznic a ztužidel. Potom mohou být ve vrcholových bodech zdviženy, přičemž se otáčejí kolem patních kloubů. Vrcholové body se musí zdvihnout nad jejich konečnou polohu a potom se opět spouštějí, až může být v stanovené výšce zajištěn vrcholový kloub z montážní věže nebo zdvižené plošiny. Dále se montují další oblouky k již postaveným a zajišťují se pomocí podélných ztužidel, vaznic a případně příčných ztužidel. Nakonec se provede montáž stěnového pláště a střešního pláště. Montáž se bude provádět pomocí dvou autojeřábů.

9 Ochrana prvků konstrukce

Ochrana dřevěných prvků konstrukce se provede pomocí impregnace přípravky proti škůdcům a plísním. Dále se provede chemická ochrana prostředky snižující hořlavost dřeva a rychlost šíření ohně. Nakonec se dřevěné prvky opatří nátěrem bezbarvého laku. Dávkování přípravků dle technického listu výrobce

Antikorozní ochrana ocelových prvků konstrukce se provede pomocí žárového pozinkování.

10 Závěr

Výpočtové modely jsou řešeny jako rovinné úlohy. Získání vnitřních sil a deformací u vaznice jsem řešil ručně. U oblouku a ztužidla jsem pro získání vnitřních sil a deformací použil program SCIA Engineer. Posouzení jednotlivých prvků jsem prováděl ručně v souladu s aktuálními normami pro stavebnictví uvedenými v seznamu použité literatury.

11 Seznam použité literatury

- [1] ČSN EN 1990. Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Český normalizační institut, 2004, 76 s.
- [2] ČSN EN 1991-1-1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitné zatížení pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2004, 44 s.
- [3] ČSN EN 1991-1-3. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. Praha: Český normalizační institut, 2005, 52 s.
- [4] ČSN EN 1991-1-4. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Praha: Český normalizační institut, 2007, 124 s.
- [5] ČSN EN 1993-1-1. Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, 2006, 96 s.
- [6] ČSN EN 1993-1-8. Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků. Praha: Český normalizační institut, 2006, 128 s.
- [7] ČSN EN 1995-1-1. Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, 2006, 114 s.
- [8] ČSN 01 3483 Výkresy kovových konstrukcí
- [9] ČSN 01 3487 Výkresy dřevěných stavebních konstrukcí
- [10] KUKLÍK, Petr, Dřevěné konstrukce. Informační centrum ČKAIT, Praha: 2005, 172 s.
- [11] KOŽELUH, Bohumil, Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5 – STEP 1 – Navrhování a konstrukční detaily.
- [12] KOŽELUH, Bohumil, Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5 – STEP 2 – Navrhování detailů a nosných systémů.
- [13] LORENZ, Karel, Navrhování nosných konstrukcí. Informační centrum ČKAIT, Praha: 2015, 288 s.
- [14] Obvodový plášť od firmy Kingspan. <https://www.kingspan.com/cz/cs-cz/produkty/izolacni-sendvicove-panely>
- [15] Třmen od firmy Bova spol. s r.o. <http://bova-nail.cz>

12 Seznam použitých zkratk a symbolů

A	průřezová plocha
A_w	návrhová účinná plocha svaru
C_e	součinitel expozice
C_t	tepelný součinitel

E	Youngův modul pružnosti
$F_{b,Rd}$	návrhová únosnost šroubu v otlacení
$F_{t,Rd}$	návrhová únosnost šroubu v tahu
$F_{v,Rd}$	návrhová únosnost šroubu ve střihu
G	stálé zatížení
G	modul pružnosti ve smyku
G_k	charakteristická hodnota stálého zatížení
F_d	návrhová hodnota zatížení
F_k	charakteristická hodnota zatížení
I_v	intenzita turbulence
I	moment setrvačnosti průřezu
L	systémová délka
L_{cr}	vzpěrná délka
M_{ed}	návrhový ohybový moment
M_{apd}	návrhový ohybový moment ve vrcholu nosníku
N_{Ed}	návrhová hodnota osově síly
$N_{pl,Rd}$	návrhová únosnost neoslabeného průřezu
Q	proměnné zatížení
Q_k	charakteristická hodnota proměnného zatížení
V_{Ed}	návrhová smyková síla
W_{pl}	plastický modul průřezu
W_{el}	elastický modul průřezu
a	účinná výška svaru
b	šířka konstrukce (délka povrchu kolmého ke směru větru) b šířka průřezu
c	šířka nebo výška části průřezu
C_{dir}	součinitel směru
$C_{e(z)}$	součinitel expozice
C_{pe}	součinitel vnějšího tlaku
C_r	součinitel drsnosti
C_o	součinitel orografie
C_{season}	součinitel ročního období
d	hloubka konstrukce (délka povrchu rovnoběžného se směrem větru)

d	vnější průměr kruhového táhla d , průměr čepu, nebo průměr spojovacího prostředku
d_0	průměr otvoru pro spojovací prvek nebo čep
$f_{m,k}$	charakteristická pevnost dřeva v ohybu
$f_{c,0,k}$	charakteristická pevnost dřeva v tlaku rovnoběžně s vlákny
$f_{c,90,k}$	charakteristická pevnost dřeva v tlaku kolmo na směr vláken
$f_{t,0,k}$	charakteristická pevnost dřeva v tahu rovnoběžně s vlákny
$f_{t,90,k}$	charakteristická pevnost dřeva v tahu kolmo na směr vláken
$f_{v,k}$	charakteristická pevnost dřeva ve smyku
f_u	mez pevnosti oceli
f_{ub}	mez pevnosti pro čep
f_y	mez kluzu oceli
f_{yb}	mez kluzu pro čep
g	stálé zatížení
g_k	charakteristická hodnota stálého zatížení
h	výška konstrukce
h	výška průřezu
i_y	poloměr setrvačnosti
k_l	součinitel turbulence
k_p	součinitel
k_r	součinitel terénu
k_y	součinitel vzpěrné délky
k_z	součinitel vzpěrné délky
l_w	délka svaru
m	hmotnost
n	počet příčných vazeb
q	proměnné zatížení
q_b	referenční (základní) dynamický tlak (pro střední rychlost)
q_k	charakteristická hodnota proměnného zatížení
q_p	maximální hodnota dynamického tlaku (dynamický tlak při nárazu větru)
r	poloměr zaoblení
r_{in}	vnitřní poloměr zaoblení
s	zatížení sněhem na střeše

s_k	charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi
t	tloušťka plechu
t_1	tloušťka spojovaného prvku
u_{lim}	maximální hodnota průhybu
v_m	střední rychlost větru
$v_{b,0}$	výchozí hodnota základní rychlosti větru
v_b	základní rychlost větru
w	tlak větru
z_0	parametr drsnosti terénu
$z_{0,II}$	parametr drsnosti terénu (terén kategorie II)
z_e	referenční výška pro zatížení vnějšího povrchu větrem, vnější nebo vnitřní tlak
z_{min}	minimální výška
α	sklon střechy měřený od vodorovné roviny
α	úhel
β_c	součinitel vzpěrné délky
β_w	korelační součinitel pro svary závislý na druhu oceli
γ_G	dílčí součinitel stálého zatížení
γ_M	globální dílčí součinitel spolehlivosti (materiálu)
γ_{M0}	dílčí součinitel únosnosti průřezu kterékoliv třídy
γ_{M1}	dílčí součinitel únosnosti průřezu při posuzování stability prutu
γ_{M2}	dílčí součinitel únosnosti průřezu při porušení v tahu
γ_Q	dílčí součinitel proměnného zatížení
λ	štíhlost
$\lambda_{REL,z}$	poměrná štíhlost
$\lambda_{REL,m}$	poměrná štíhlost při klopení
μ_i	tvarový součinitel zatížení sněhem
ρ	měrná hmotnost vzduchu
ρ_k	charakteristická hustota dřeva
σ	normálové napětí
τ	smykové napětí
ψ_0	součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení

13 Seznam příloh

- B. Statický výpočet
- C. Přílohy výpočtu
- D. Výkresová dokumentace