

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Diplomová práce



Zimní stadion v Jičíně

Vedoucí diplomové práce:
Vypracoval:
Datum odevzdání:

Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.
Bc. Robert Šimáček
Leden 2018



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bc. Šimáček

Jméno: Robert

Osobní číslo: 410742

Zadávací katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Dřevěná konstrukce zastřešení zimního stadionu

Název diplomové práce anglicky: Timber Roofing Structure of Ice Stadion

Pokyny pro vypracování:

Diplomová práce bude obsahovat technickou zprávu, statický výpočet, výkresovou dokumentaci včetně vybraných detailů.

Seznam doporučené literatury:

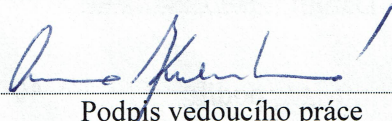
- [1] Kuklík: Dřevěné konstrukce, ČVUT Praha
- [2] Kuklík, Kuklíková, Mikeš: Dřevěné konstrukce 1, Cvičení, ČVUT Praha
- [3] Studnička, Holický: Ocelové konstrukce 20 - Zatížení staveb, ČVUT Praha
- [4] http://fast10.vsb.cz/temtis/documents/handbook_2_CZ.pdf
- [5] ČSN EN 1995-1-1

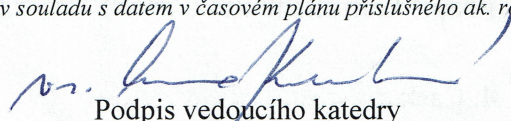
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 2.10.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 7.1.2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.

2.10.2017

Datum převzetí zadání



Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Robert Šimáček

Název diplomové práce: Dřevěná konstrukce zastřešení zimního stadionu

Základní část: Dřevěné konstrukce podíl: 75 %

Formulace úkolů: Diplomová práce bude obsahovat technickou zprávu, statický výpočet, výkresovou dokumentaci včetně vybraných detailů.

Podpis vedoucího DP: 

Datum: 2.10.2017

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: Konstrukce pozemních staveb podíl: 15 %

Konzultant (jméno, katedra): Radek Ziegler

Formulace úkolů: Stanovení parametrického provozu (teplota, vlhkost), návrh a posouzení skladby obalové konstrukce, návrh skladby podkladové konstrukce, ověření požadované bezpečnostních parametrů stropy

Podpis konzultanta: 

Datum: 30.10.2017

3. Část: Betonové konstrukce podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): IVA BROUKALOVÁ & B3

Formulace úkolů: Předběžný návrh betonové tribuny
Předběžný návrh založení

Podpis konzultanta: 

Datum: 30.10.2017

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

Poznámka: Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci (vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Diplomová práce



Zimní stadion Jičín

Čestné prohlášení

Anotace

Poděkování

Vedoucí diplomové práce:

Vypracoval:

Datum odevzdání:

Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.

Bc. Robert Šimáček

Leden 2018

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně, s uvedením veškerých použitých zdrojů a použitého softwaru v souladu s metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Bc. Robert Šimáček

.....

5.ledna 2018

Anotace:

Cílem diplomové práce je návrh konstrukce zastřešení zimního stadionu v Jičíně. Objekt bude sloužit pro tréninky i soutěžní utkání v ledním hokeji, pro veřejné bruslení a v letních měsících pro pořádání společenských akcí. Tato práce neřeší návrh technického zázemí (vzduchotechnika, prostor pro rolbu,...) a sportovního zázemí stadionu (šatny, kavárna,...) Nosnou konstrukci zastřešení zimního stadionu tvoří dřevěné obloukové vazníky, které fungují jako dvojklobbové rámy. Součástí zimního stadionu je i konstrukce ocelového ochozu, který slouží pro vstup do objektu a vnitřní železobetonová tribuna pro diváky. Diplomová práce se skládá z části statické a části výkresové. Statická část obsahuje výpočty jednotlivých prvků stadionu a spojů dle evropských norem ČSN EN. Výkresová část se skládá ze situace, dispozice, půdorysu, příčného a podélného řezu, pohledů a detailů spojů.

Klíčová slova:

lepené lamelové dřevo, ocel, spoje, vazník, vaznice, sloup, ztužidlo, ohyb, smyk, vzpěr a ohyb, montážní spoj, patní kloub, zimní stadion, ocelový ochoz

Annotation:

The aim of the master thesis is the design of the roofing structure of the ice stadium in Jičín. The object will be used for trainings and clubs competitions in ice hockey, for public skating and organizing social functions in summer season. This thesis does not solve the technical background (as ventilation, space for the roller,...) and sports facilities of the stadium (as changing rooms, café,...). The roof structure of the ice stadium consist of timber archedtrusse, which work as double-jointed frames. Part of this ice stadion is also steel gallery, which is used for entry into the stadium and inner reinforced concrete tribune for spectators. The thesis consists of a static part and drawings. The static part contains calculations of individual elements of the stadium and joints according to Czech standards ČSN EN. The drawings consist of situation, a layout of the stadium, a ground plan, cross and longitudinal sections, elevations and details of joints.

Keywords:

glue laminated timber, steel, connections, truss, purlin, column, stiffener, bend, skid, buckling and bending, assembly joint, base joint, ice stadium, steel gallery

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat paní Ing. Anna Kuklíkové, Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a cenné rady při zpracování této diplomové práce a také všem, kteří mě při zpracování této práce podporovali.

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Diplomová práce



Statický výpočet

Zimní stadion Jičín

Leden, 2018

Bc. Robert Šimáček

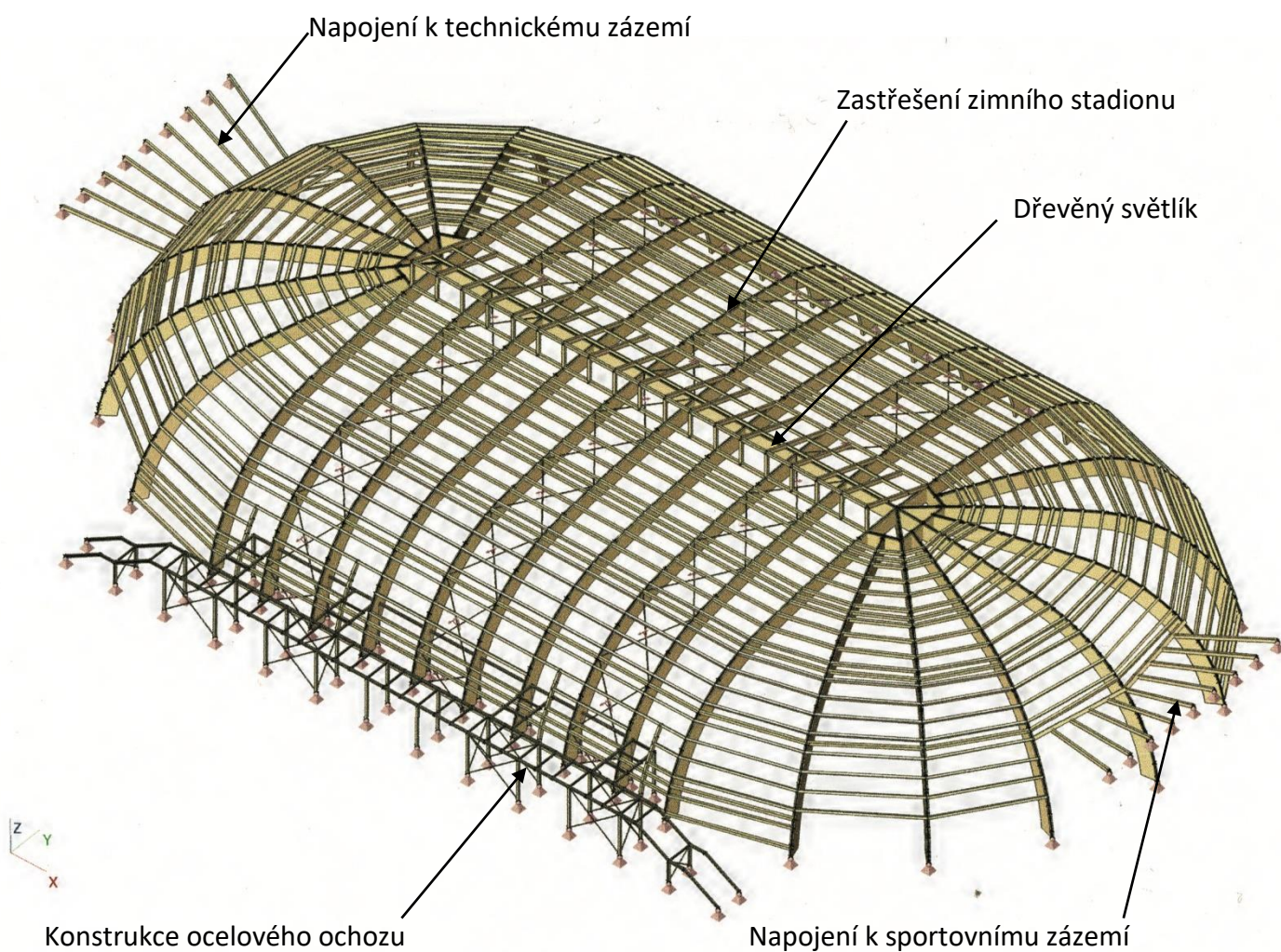
OBSAH

ÚVOD.....	3
A. ZATÍŽENÍ, ZATĚŽOVACÍ STAVY A SCHÉMA KONSTRUKCE.....	5
A.1. ZATÍŽENÍ KLIMATICKÝMI VLIVY – DLE ČSN EN 1991-1-3 ZATÍŽENÍ SNĚHEM.....	6
A.2. ZATÍŽENÍ KLIMATICKÝMI VLIVY – DLE ČSN EN 1991-1-4 ZATÍŽENÍ VĚTREM	8
A.3. STÁLÉ ZATÍŽENÍ - ZATÍŽENÍ SKLADBOU STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ.....	11
A.4. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ.....	12
A.5. SCHÉMA KONSTRUKCE.....	13
B. ZATÍŽENÍ, ZATĚŽOVACÍ STAVY A SCHÉMA KONSTRUKCE.....	14
B.1. ZATĚŽOVACÍ STAVY	15
B.2. KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO MSÚ.....	21
B.3. KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO MSP	25
C. NÁVRH A POSOUZENÍ NOSNÝCH PRVKŮ KONSTRUKCE.....	28
C.1. NÁVRH A POSOUZENÍ HLAVNÍ VAZBY STADIONU (DE1)	29
C.2. NÁVRH A POSOUZENÍ VRCHOLOVÉHO NOSNÍKU (DE2)	39
C.3. NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNICE V1 (DE3).....	43
C.4. NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNICE V2 (DE4).....	46
C.5. NÁVRH A POSOUZENÍ PODÉLNÉHO ZTUŽIDLA (DE5)	49
C.6. NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍČNÉHO OCELOVÉHO ZTUŽIDLA (DE6)	53
C.7. NÁVRH A POSOUZENÍ KROKVE K ZÁZEMÍ (DE7)	55
C.8. NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNICE V MÍSTĚ NAPOJENÍ KROKVÍ (DE8).....	60
C.9. NÁVRH A POSOUZENÍ NAPOJENÍ VAZNÍKŮ (DE9)	63
C.10. NÁVRH A POSOUZENÍ VÝMĚNY VAZNICE (DE10).....	67
D. NÁVRH A POSOUZENÍ NOSNÝCH PRVKŮ SVĚTLÍKU	72
D.1. NÁVRH A POSOUZENÍ SLOUPKU SVĚTLÍKU (DE11)	73
D.2. NÁVRH A POSOUZENÍ SPODNÍ OBRUBY SVĚTLÍKU (DE12)	77
D.3. NÁVRH A POSOUZENÍ KROKVE SVĚTLÍKU (DE13).....	82
D.4. NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNICE SVĚTLÍKU (DE14).....	87
E. NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO OCHOZU	90
E.1. SCHÉMA KONSTRUKCE.....	91
E.2. VÝPOČET ZATÍŽENÍ	92
E.3. ZATĚŽOVACÍ STAVY	93
E.4. KOMBINACE ZATÍŽENÍ	95
E.5. NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO SLOUPKU (DE15)	96
E.6. NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO PODÉLNÍKU (DE16).....	99
E.7. NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO PŘÍČNÍKU (DE17)	102
E.8. NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO ZTUŽIDLA (DE18).....	104
E.9. NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO PODESTOVÉHO NOSNÍKU (DE19)	106
F. NÁVRH A POSOUZENÍ SPOJŮ V KONSTRUKCI	108
F.1. NÁVRH A POSOUZENÍ PATNÍHO KLOUBU	109
F.2. NÁVRH A POSOUZENÍ MONTÁŽNÍHO SPOJE	114
F.3. NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE VAZNICE NA VAZNÍK	117
F.4. NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE VAZNÍKŮ.....	122
F.5. NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE VAZNÍKU A VRCHOLOVÉHO NOSNÍKU	128
G. TECHNICKÁ ZPRÁVA STATICKÉHO VÝPOČTU	130
G.1. PODKLADY.....	131
G.2. POUŽITÉ NORMY	131
G.3. POUŽITÁ LITERATURA	131
G.4. POUŽITÝ SOFTWARE.....	133
G.5. PŘEHLED POUŽITÝCH SYMBOLŮ VE VÝPOČTU	134

ÚVOD

Statický výpočet zahrnuje výpočet zatížení, které působí na jednotlivé prvky konstrukce zastřešení zimního stadionu v Jičíně, jejich následnou dimenzaci a posouzení. Dále obsahuje návrh a posouzení střešního dřevěného světlíku a ocelového venkovního ochozu, přes který je vstup na vnitřní železobetonovou tribunu. Veškeré výpočty byly prováděny dle platných norem a předpisů. K výpočtu vnitřních sil na jednotlivých prvcích konstrukce byl použit program SCIA Engineer 16.0. Statický výpočet dále obsahuje návrh a posouzení vybraných spojů v konstrukci.

SCHÉMA KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ:



A. ZATÍŽENÍ, ZATĚŽOVACÍ STAVY A SCHÉMA KONSTRUKCE

- A.1 ZATÍŽENÍ SNĚHEM
- A.2 ZATÍŽENÍ VĚTREM
- A.3 ZATÍŽENÍ STÁLÉ
- A.4 ZATÍŽENÍ PROMĚNNÉ
- A.5 SCHÉMA KONSTRUKCE

A.1. ZATÍŽENÍ KLIMATICKÝMI VLIVY – DLE ČSN EN 1991-1-3 ZATÍŽENÍ SNĚHEM

Koeficienty pro výpočet:

Lokalita:

Jičín

Sněhová oblast: II

Hodnoty pro výpočet:

Char. zatížení sněhem:

$$S_k = 1 \text{ KN/m}^2$$

Součinitel expozice:

$$C_e = 1$$

Tepelný součinitel:

$$C_t = 1$$

Parametry haly:

Výška haly $h = 11,5 \text{ m}$

Šířka haly $b = 44,5 \text{ m}$

$$h/b = 0,26$$

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\mu_3 = 2$$

1. NÁVRHOVÝ STAV: a) rovnoměrně rozdělený sních

$$S_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

$$S_1 = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$S_1 = \underline{\underline{0,8 \text{ KN/m}^2}}$$

2. NÁVRHOVÝ STAV: b) nerovnoměrně rozdělený sních

$$S_2 = 0,5 \cdot \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

$$S_2 = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$S_2 = \underline{\underline{0,4 \text{ KN/m}^2}}$$

3. NÁVRHOVÝ STAV: c) návěje v místech oblouku

$$S_3 = \mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

$$S_3 = 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

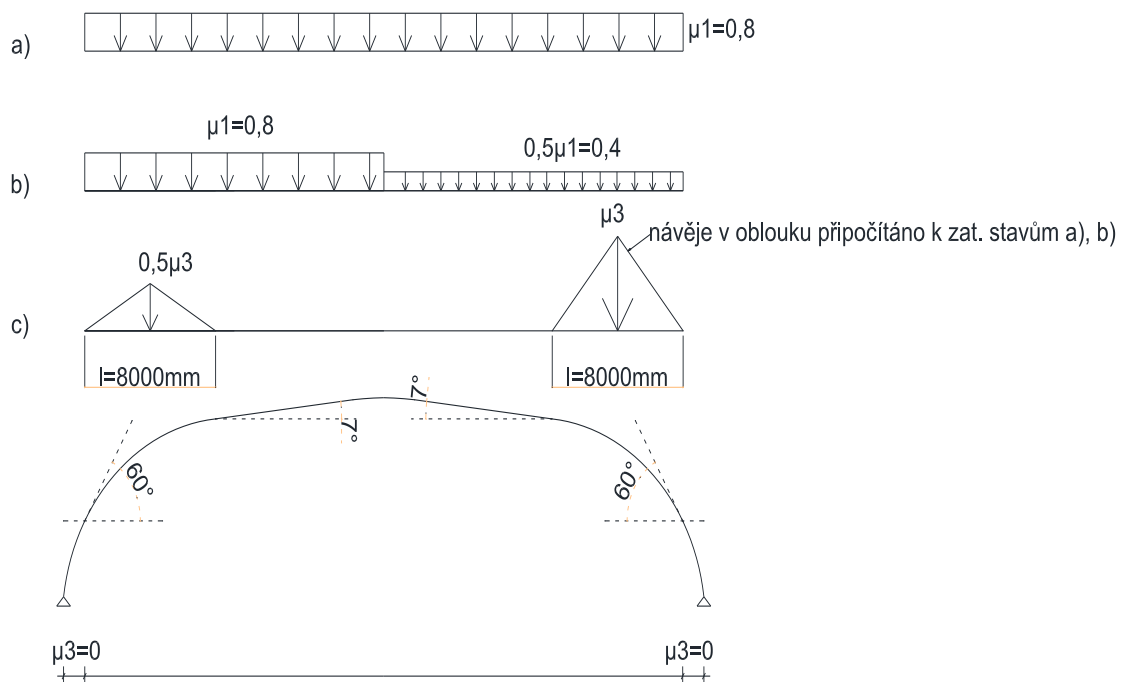
$$S_3 = \underline{\underline{2 \text{ KN/m}^2}}$$

$$S_3 = 0,5 \cdot \mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

$$S_3 = 0,5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$S_3 = \underline{\underline{1 \text{ KN/m}^2}}$$

Schéma zatížení sněhem:



Koeficienty pro výpočet:

Lokalita:

Jičín

Sněhová oblast: II

Hodnoty pro výpočet:

Char. zatížení sněhem:

$$S_k = 1 \text{ KN/m}^2$$

Součinitel expozice:

$$C_e = 1$$

Tepelný součinitel:

$$C_t = 1$$

Parametry haly:

Šířka haly $b_2 = 19,5 \text{ m}$

Výška světlíku $h = 2 \text{ m}$

Šířka světlíku: $b_1 = 5,6 \text{ m}$

Sklon střechy $\alpha = 20^\circ$

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 0,4 + 4 = 4,4$$

$$\mu_s (\text{pro } \alpha > 15^\circ) = 0,5 \mu_1 = 0,4$$

$$\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h < 4,0$$

$$= (19,5 + 5,6) / 2 * 2,4 = 5,2$$

....Beru za $\mu_w = 4,0$

Světlík:

1. NÁVRHOVÝ STAV: a) rovnoměrně rozdělený sních

$$S_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

$$S_1 = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$S_1 = \underline{\underline{0,8 \text{ KN/m}^2}}$$

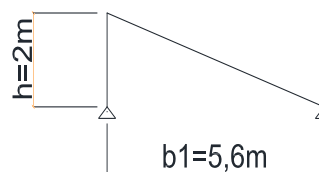
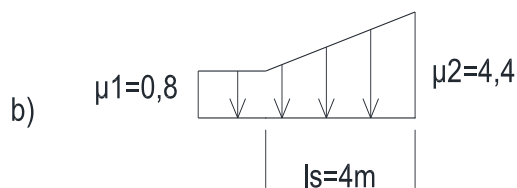
2. NÁVRHOVÝ STAV: b) návěje v místě světlíku

$$S_2 = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

$$S_2 = 4,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$S_2 = \underline{\underline{4,4 \text{ KN/m}^2}}$$

Schéma zatížení sněhem na světlíku:



A.2. ZATÍŽENÍ KLIMATICKÝMI VLIVY – DLE ČSN EN 1991-1-4 ZATÍŽENÍ VĚTREM

Koeficienty pro výpočet:

Lokalita:

Jičín

Větrová oblast: II

Hodnoty pro výpočet:

$V_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

$P_{vz} = 1,25 \text{ kg/m}^3$

Rozměry sportovní haly:

Šířka haly $d = 44,5 \text{ m}$

Délka haly $b = 78 \text{ m}$

Výška haly $f = 11,5 \text{ m}$

Kategorie terénu: II

$Z_0 = 0,3 \text{ m}$

$Z_{\min} = 2 \text{ m}$

$Z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

$c_{dir} = 1$

$c_{season} = 1$

VÝPOČET:

1. ZÁKLADNÍ RYCHLOST VĚTRU

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$$

$$v_b = 1 \cdot 1 \cdot 25$$

$$v_b = \underline{25 \text{ m/s}}$$

2. CHARAKTERISTICKÁ STŘEDNÍ RYCHLOST VĚTRU

$$v_{m(z)} = c_{r(z)} \cdot c_{0(z)} \cdot v_b$$

$$v_{m(z)} = 0,78 \cdot 1 \cdot 25$$

$$v_{m(z)} = \underline{19,60 \text{ m/s}}$$

Součinitel nerovnosti terénu:

$$c_{r(z)} = (K_r \cdot \ln \frac{z}{z_0}) = 0,215 \cdot \ln \left(\frac{11,5}{0,3} \right) = \underline{0,78 (-)}$$

Součinitel terénu:

$$K_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = \underline{0,215 (-)}$$

3. MAXIMÁLNÍ DYNAMICKÝ TLAK VĚTRU

$$q_{p(z)} = c_{e(z)} \cdot q_b$$

$$q_{p(z)} = 2,5 \cdot 390,6$$

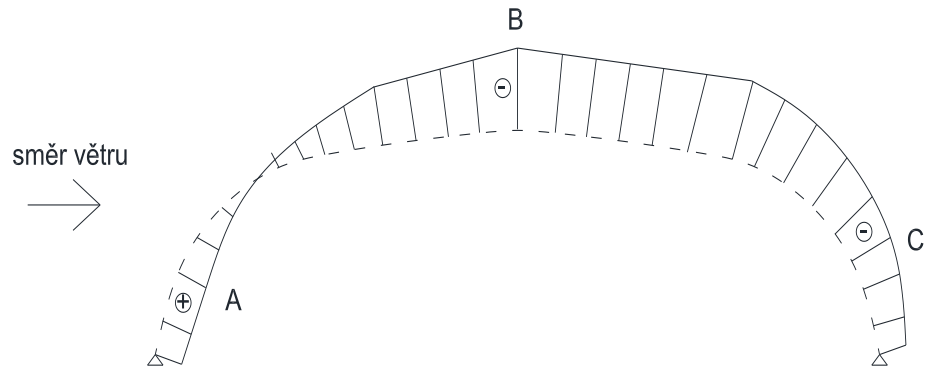
$$q_{p(z)} = \underline{976,5 \text{ N/m}^2}$$

Základní tlak větru q_b :

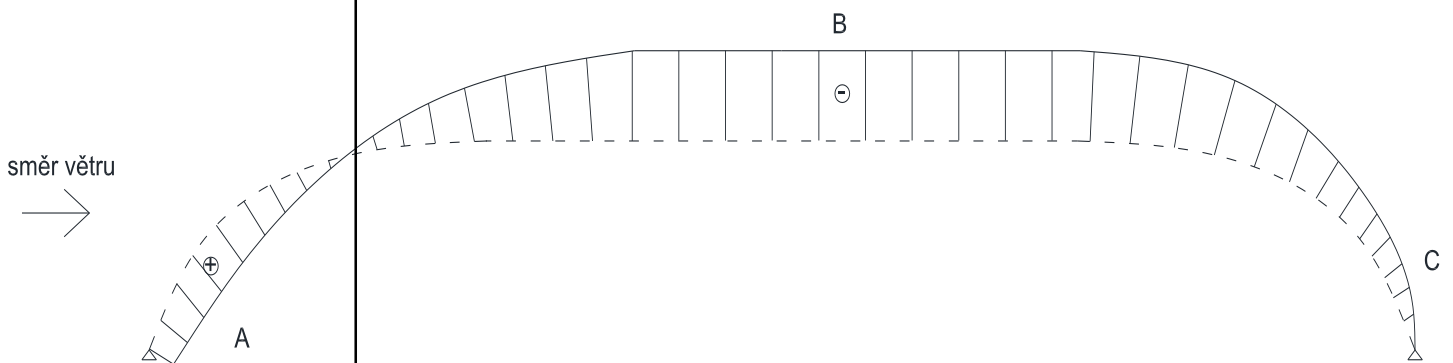
$$q_b = \frac{1}{2} \rho_{vz} \cdot v_{(z)}^2 = \frac{1}{2} 1,25 \cdot 25^2 = \underline{390,6 \text{ N/m}^2}$$

Schéma zatížení větrem:

Příčný vítr:



Podélný vítr:



Oblasti:

Příčný vítr:

$$C_{pe10(A)} = +0,4$$

$$C_{pe10(B)} = -0,95$$

$$C_{pe10(C)} = -0,4$$

Podélný vítr:

$$C_{pe10(A)} = +0,25$$

$$C_{pe10(B)} = -0,45$$

$$C_{pe10(C)} = 0$$

4. TLAK VĚTRU NA VNĚJŠÍ KONSTRUKCE

Příčný vítr:

$$w_{e(A)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe10(A)}$$

$$w_{e(A)} = 976,5 \cdot (+0,4)$$

$$w_{e(A)} = \underline{390,6 \text{ N/m}^2} \rightarrow 0,39 \text{ KN/m}^2 \text{ (TLAK)}$$

$$w_{e(B)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe10(B)}$$

$$w_{e(B)} = 976,5 \cdot (-0,95)$$

$$w_{e(B)} = \underline{-927,67 \text{ N/m}^2} \rightarrow -0,93 \text{ KN/m}^2 \text{ (SÁNÍ)}$$

$$w_{e(C)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe10(C)}$$

$$w_{e(C)} = 976,5 \cdot (-0,4)$$

$$w_{e(C)} = \underline{-390,6 \text{ N/m}^2} \rightarrow -0,39 \text{ KN/m}^2 \text{ (SÁNÍ)}$$

Podélný vítr:

$$w_{e(A)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe10(A)}$$

$$w_{e(A)} = 976,5 \cdot (+0,25)$$

$$w_{e(A)} = \underline{244,12 \text{ N/m}^2} \rightarrow 0,24 \text{ KN/m}^2 \text{ (TLAK)}$$

$$w_{e(B)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe10(B)}$$

$$w_{e(B)} = 976,5 \cdot (-0,45)$$

$$w_{e(B)} = \underline{-439,42 \text{ N/m}^2} \rightarrow -0,44 \text{ KN/m}^2 \text{ (SÁNÍ)}$$

$$w_{e(C)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe10(C)}$$

$$w_{e(C)} = 976,5 \cdot (0)$$

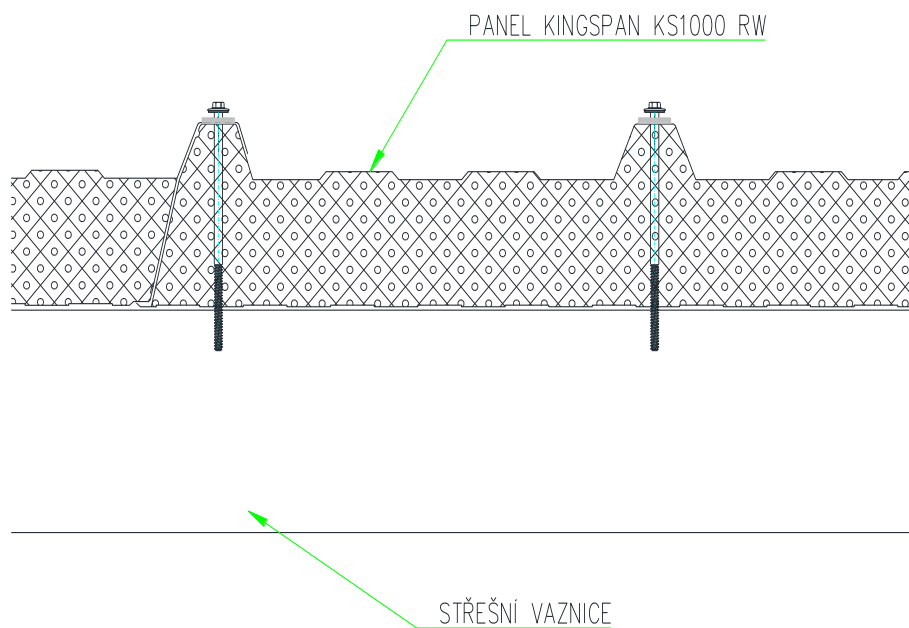
$$w_{e(C)} = \underline{0 \text{ N/m}^2}$$

A.3. STÁLÉ ZATÍŽENÍ - ZATÍŽENÍ SKLADBOU STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ

Tabulka 1 – výpis zatížení skladbou střešního pláště

TYP	ZATÍŽENÍ	CHAR.H.(KN/m ²)	γ _G (-)	NÁVRH.H.(KN/m ²)
STÁLÉ	Panel KINGSPAN KS 1000 RW 120	$\left(\frac{10 \cdot 12,2}{1000}\right) = 0,12$	1,35	0,16
CELKEM		0,12		0,16

SKLADBA STŘECHY:



A.4. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

Tabulka 2 – výpis proměnného zatížení působící na střešní konstrukci

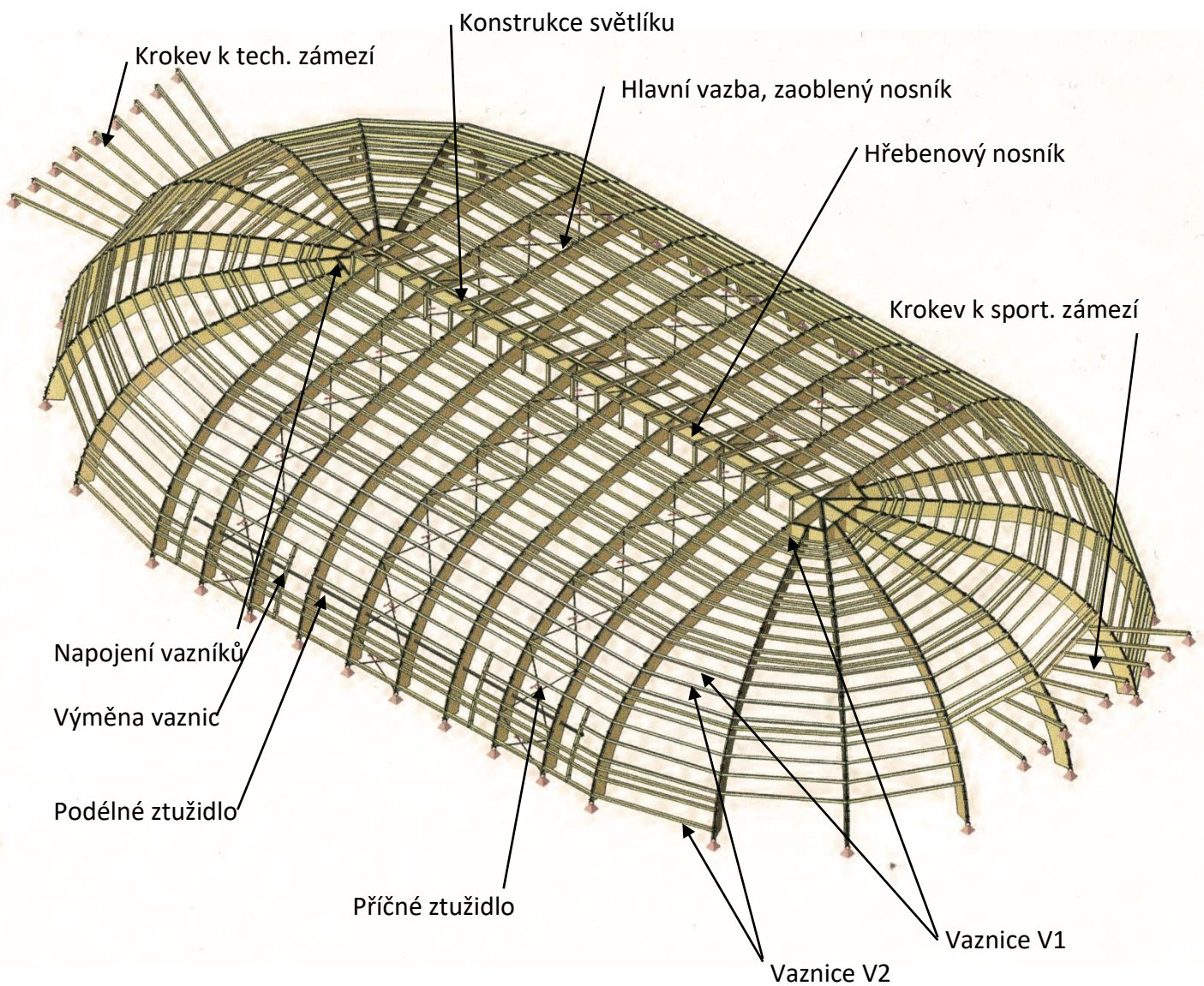
TYP	ZATÍŽENÍ	CHAR.H.(KN/m ²)	γ _G (-)	NÁVRH.H.(KN/m ²)
UŽITNÉ	Kategorie H – nepřístupné střechy	0,75	1,50	1,13
UŽITNÉ	technologie	0,2	1,50	0,3
CELKEM		0,95		1,43

Tabulka 3 – výpis maximálních účinků povětrnostních vlivů

TYP	ZATÍŽENÍ	CHAR.H.(KN/m ²)	γ _G (-)	NÁVRH.H.(KN/m ²)
UŽITNÉ	Vítr podélný	0,44	1,50	0,66
UŽITNÉ	Vítr příčný	0,93	1,50	1,40
UŽITNÉ	sníh	0,80	1,50	1,20

A.5. SCHÉMA KONSTRUKCE

SCHÉMA DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE:

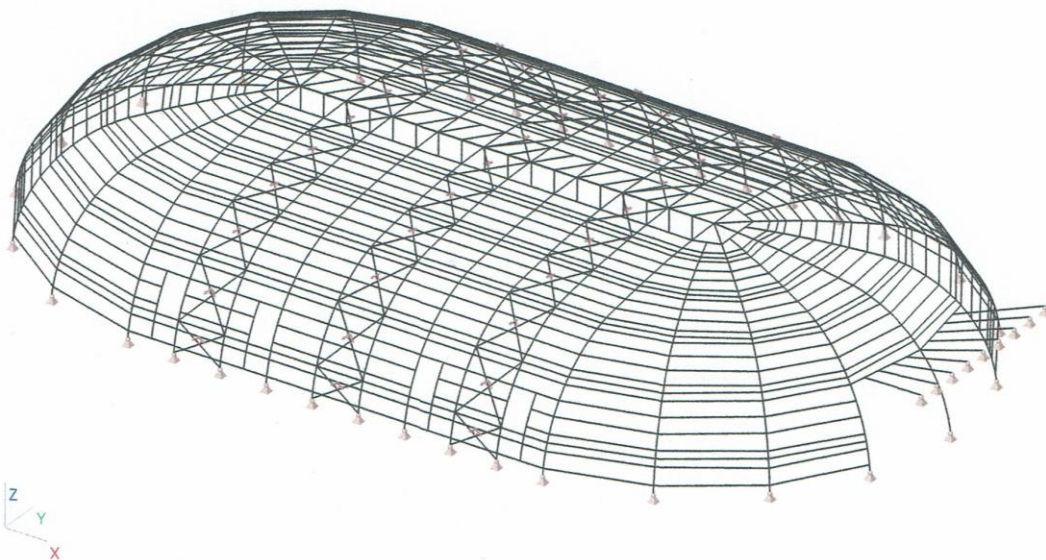


B. ZATÍŽENÍ, ZATĚŽOVACÍ STAVY A SCHÉMA KONSTRUKCE

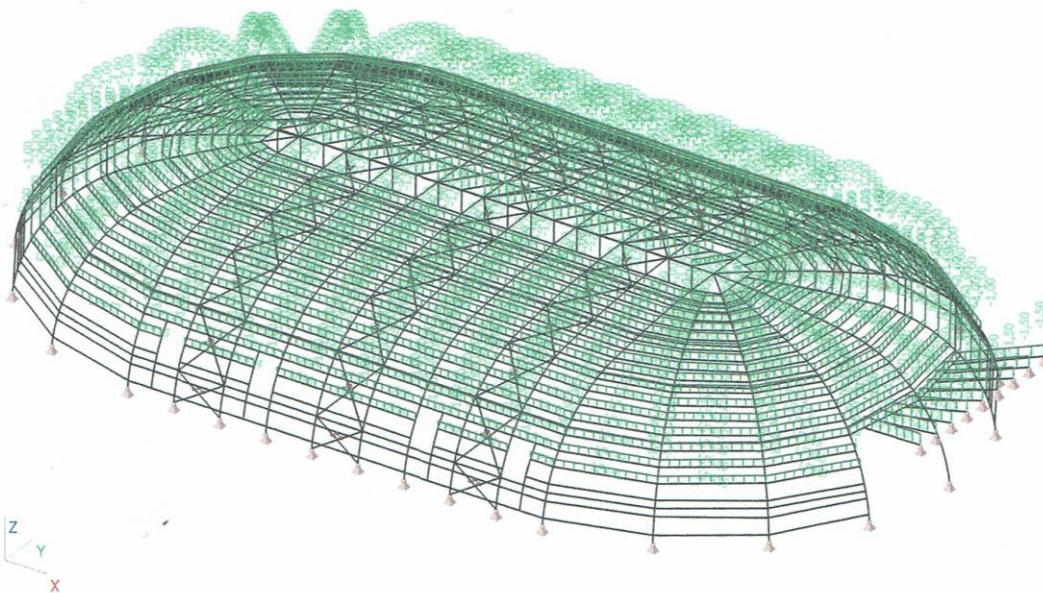
- B.1 ZATĚŽOVACÍ STAVY
- B.2 KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO MSÚ
- B.3 KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO MSP

B.1. ZATĚŽOVACÍ STAVY

1. ZS1-zatížení vlastní tíhou

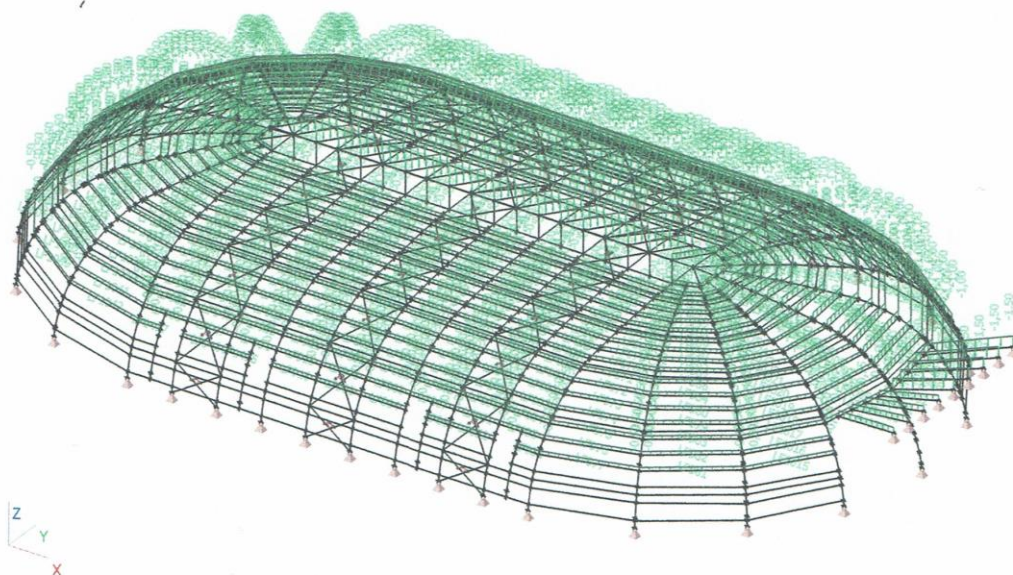


2. ZS2 zatížení plným sněhem

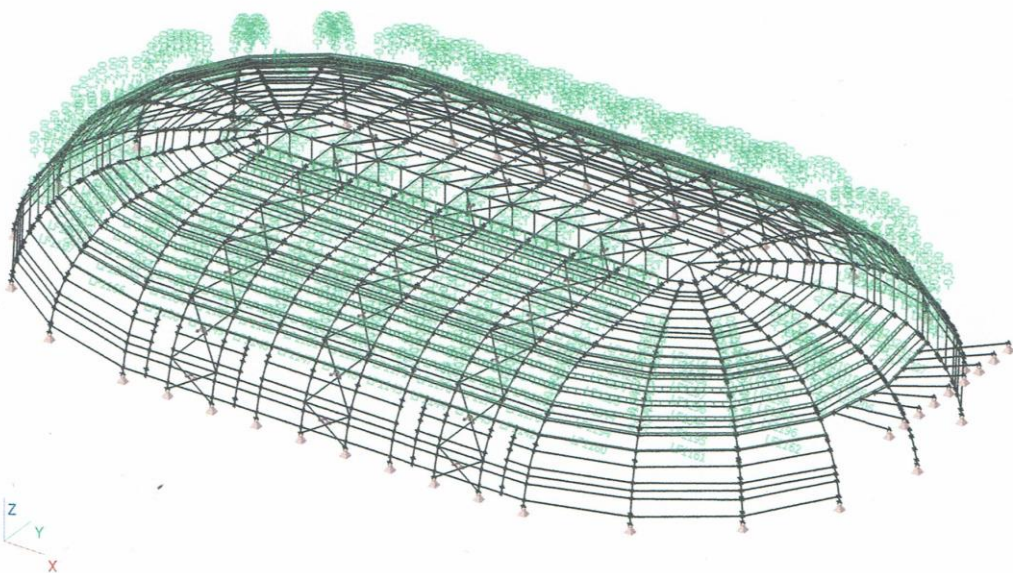


Studentská verze *Studentská verze* *Stu

3. ZS3 zatížení nerovnoměrným sněhem

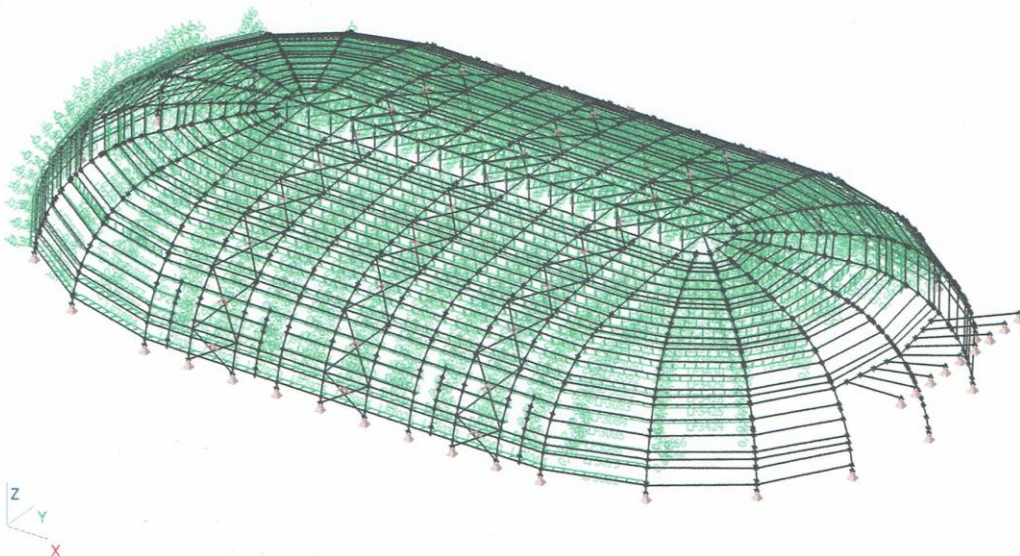


4. ZS4 sněhové návěje

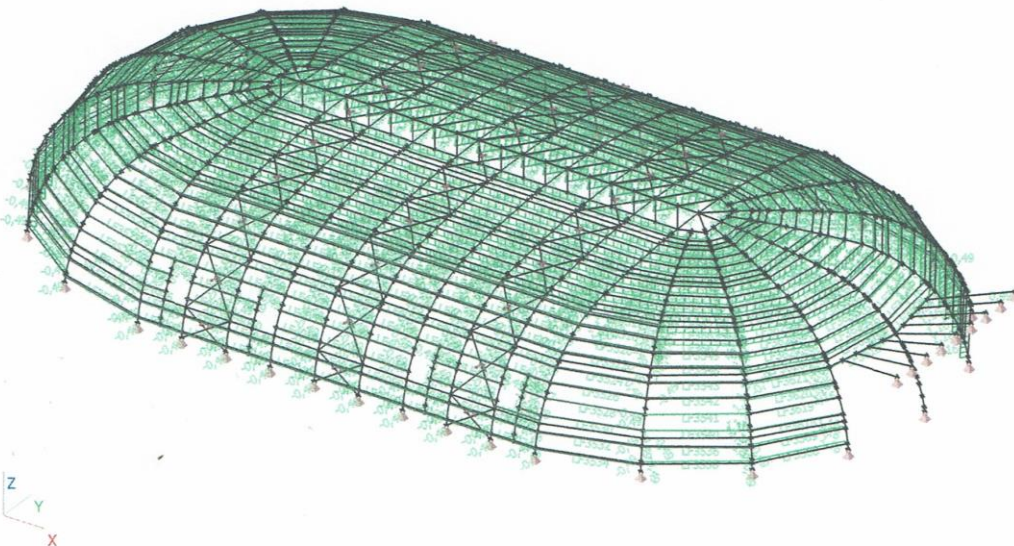


Studentská verze *Studentská verze* *Stu

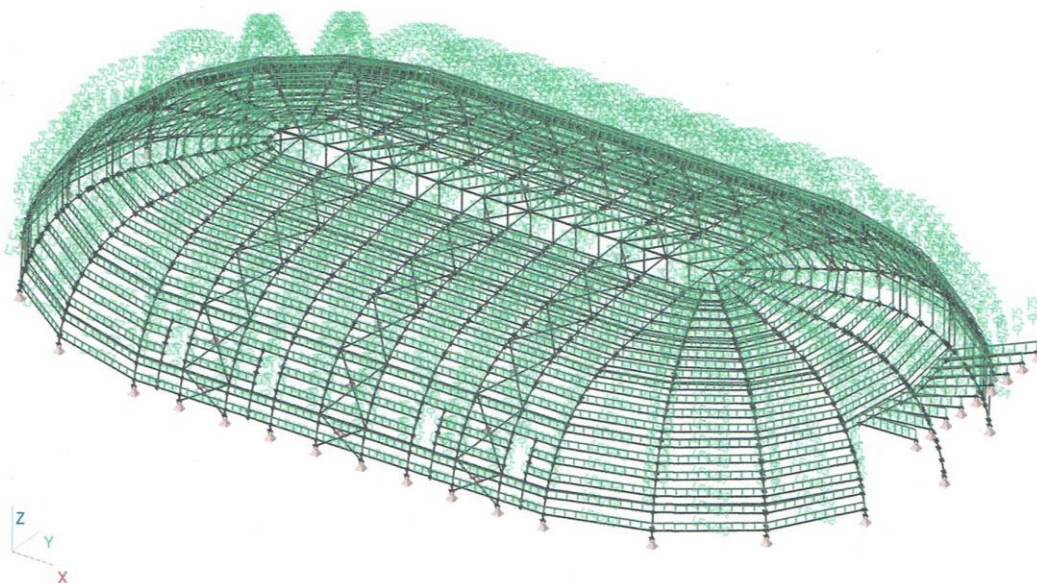
5. ZS5 zatížení podélným větrem



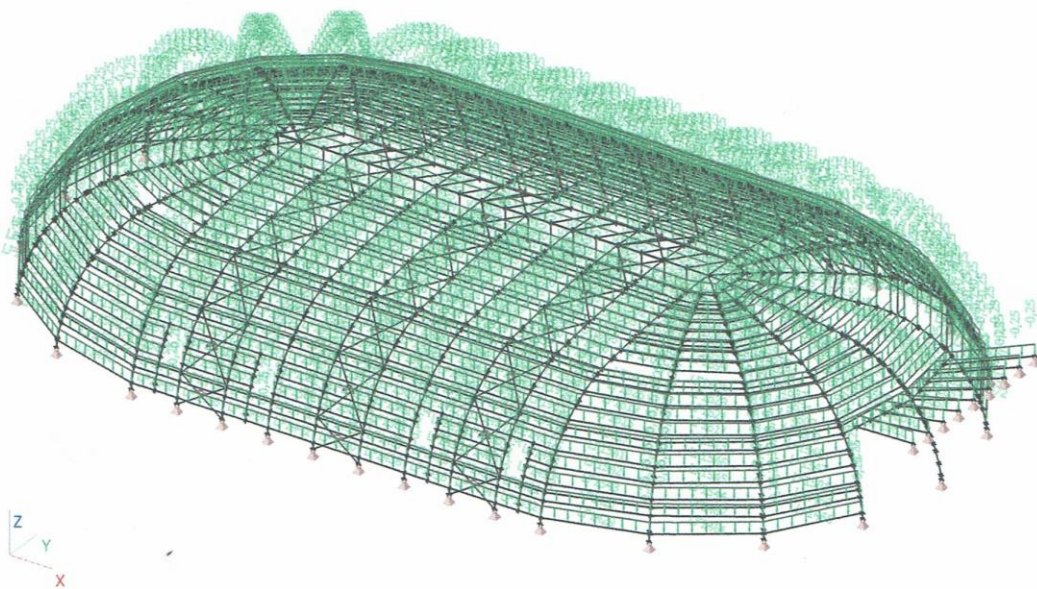
6. ZS6 zatížení příčným větrem



7. ZS7 zatížení střešním pláštěm

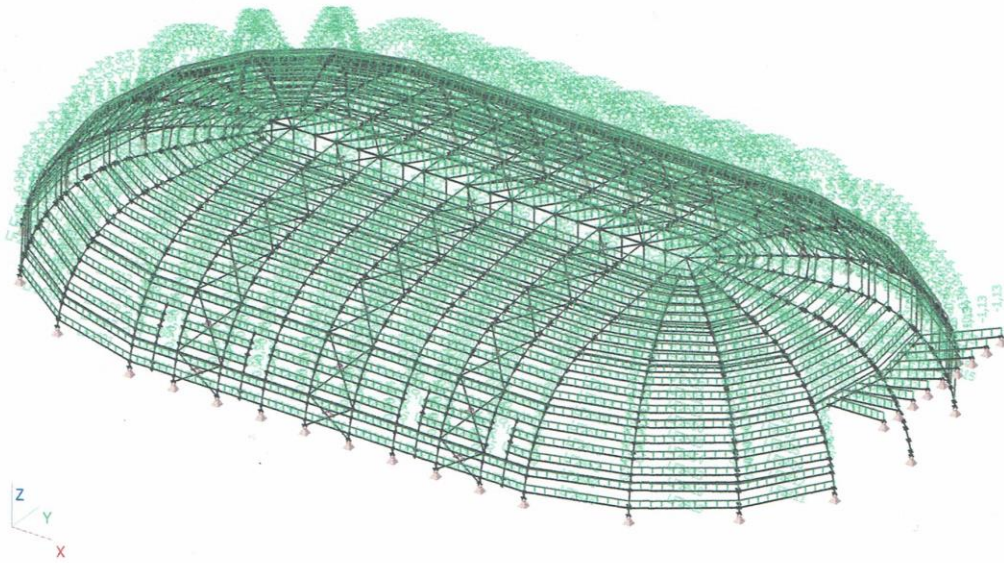


8. ZS8 zatížení technologiemi



Studentská verze *Studentská verze* *Stu

9. ZS9 užité zátěžení střechy



Studentská verze *Studentská verze* *Stu

Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
SZ1	Stálé		
SZ2	Proměnné	Standard	Kat H : střechy
SZ3	Proměnné	Výběrová	Sníh
SZ4	Proměnné	Výběrová	Vítr
SZ5	Proměnné	Standard	Kat C : shromáždění
SZ6	Proměnné	Standard	Sníh

Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Směr	Působení	Rídící zat. stav
ZS1-zatížení vlastní tíhou		Stálé	SZ1	Vlastní tíha		-Z		
ZS2	zatížení sněhem plný sníh	Proměnné	SZ4	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS3	zatížení sněhem nerovnoměrný sníh	Proměnné	SZ4	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS4	zatížení sněhem navátý sníh	Proměnné	SZ6	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS5	zatížení větrem podélný vítr	Proměnné	SZ5	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS6	zatížení větrem příčný vítr	Proměnné	SZ5	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
ZS7	skladba střešního pláště	Stálé	SZ1	Standard				
ZS8	zatížení technologiemi	Proměnné	SZ2	Statické	Standard		Dlouhodobé	Žádný
ZS9	kategorie H-nepřístupné střechy	Proměnné	SZ3	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ	EN-MSÚ	ZS1 - vlastní tíha ZS3 - zatížení sněhem plný sníh ZS4 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS6 - zatížení větrem podélný vítr ZS7 - zatížení větrem příčný vítr ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi ZS9 - kategorie H-nepřístupné střechy	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
MSP	EN-MSP charakteristická	ZS1 - vlastní tíha ZS3 - zatížení sněhem plný sníh ZS4 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS6 - zatížení větrem podélný vítr ZS7 - zatížení větrem příčný vítr ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi ZS9 - kategorie H-nepřístupné střechy	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
POŽÁR	EN-mimořádné 1	ZS1 - vlastní tíha ZS3 - zatížení sněhem plný sníh ZS4 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS6 - zatížení větrem podélný vítr ZS7 - zatížení větrem příčný vítr ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi ZS9 - kategorie H-nepřístupné střechy	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00

B.2. KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO MSÚ

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ1	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 1,35
MSÚ2	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS2 - skladba střešního pláště	1,00 1,00
MSÚ3	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS2 - skladba střešního pláště	1,15 1,15
MSÚ4	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS3 - zatížení sněhem plný sníh ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 1,35
MSÚ5	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS4 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 1,35
MSÚ6	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 1,35
MSÚ7	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS6 - zatížení větrem podélný vítr ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,90 1,35
MSÚ8	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS7 - zatížení větrem příčný vítr ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,90 1,35
MSÚ9	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,35 1,35 1,05
MSÚ10	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS3 - zatížení sněhem plný sníh ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 0,75 1,35
MSÚ11	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS4 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 0,75 1,35
MSÚ12	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS3 - zatížení sněhem plný sníh ZS6 - zatížení větrem podélný vítr ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 0,90 1,35
MSÚ13	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS4 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS6 - zatížení větrem podélný vítr ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 0,90 1,35
MSÚ14	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS3 - zatížení sněhem plný sníh ZS7 - zatížení větrem příčný vítr ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 0,90 1,35
MSÚ15	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS4 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS7 - zatížení větrem příčný vítr ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 0,90 1,35
MSÚ16	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS6 - zatížení větrem podélný vítr ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 0,90 1,35
MSÚ17	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS7 - zatížení větrem příčný vítr ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 0,90 1,35
MSÚ18	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS3 - zatížení sněhem plný sníh ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,35 0,75 1,35 1,05
MSÚ19	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS4 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,35 0,75 1,35 1,05
MSÚ20	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,35

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>			
MSÚ20	Únosnost	ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	0,75 1,35 1,05
MSÚ21	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS6 - zatížení větrem podélný vítr ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,35 0,90 1,35 1,05
MSÚ22	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS7 - zatížení větrem příčný vítr ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,35 0,90 1,35 1,05
MSÚ23	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS3 - zatížení sněhem plný sníh ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS6 - zatížení větrem podélný vítr ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 0,75 0,90 1,35
MSÚ24	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS4 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS6 - zatížení větrem podélný vítr ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 0,75 0,90 1,35
MSÚ25	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS3 - zatížení sněhem plný sníh ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS7 - zatížení větrem příčný vítr ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 0,75 0,90 1,35
MSÚ26	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS4 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS7 - zatížení větrem příčný vítr ZS2 - skladba střešního pláště	1,35 0,75 0,75 0,90 1,35
MSÚ27	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS3 - zatížení sněhem plný sníh ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,35 0,75 0,75 1,35 1,05
MSÚ28	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS4 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,35 0,75 0,75 1,35 1,05
MSÚ29	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS3 - zatížení sněhem plný sníh ZS6 - zatížení větrem podélný vítr ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,35 0,75 0,90 1,35 1,05
MSÚ30	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS4 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS6 - zatížení větrem podélný vítr ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,35 0,75 0,90 1,35 1,05
MSÚ31	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS3 - zatížení sněhem plný sníh ZS7 - zatížení větrem příčný vítr ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,35 0,75 0,90 1,35 1,05
MSÚ32	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS4 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS7 - zatížení větrem příčný vítr ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,35 0,75 0,90 1,35 1,05
MSÚ33	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh ZS6 - zatížení větrem podélný vítr ZS2 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,35 0,75 0,90 1,35 1,05
MSÚ34	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,35
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>			

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Students</i>			
MSU45	Únosnost	ZS7 - zatížení větrem příčný vítr	1,50
		ZS2 - skladba střešního pláště	1,35
		ZS8 - zatížení technologiemi	1,50
MSU46	Lineární - únosnost	ZS1 - vlastní tíha	1,35
		ZS3 - zatížení sněhem plný sníh	0,75
		ZS5 - zatížení sněhem navátý sníh	0,75
		ZS6 - zatížení větrem podélný vítr	1,50
		ZS2 - skladba střešního pláště	1,35
		ZS8 - zatížení technologiemi	1,50

B.3. KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO MSP

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>			
MSP1	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS7 - skladba střešního pláště	1,00 1,00
MSP2	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS5 - zatížení větrem podélný vítr ZS7 - skladba střešního pláště	1,00 0,60 1,00
MSP3	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS6 - zatížení větrem příčný vítr ZS7 - skladba střešního pláště	1,00 0,60 1,00
MSP4	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS7 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,00 1,00 1,00
MSP5	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS5 - zatížení větrem podélný vítr ZS7 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,00 0,60 1,00 1,00
MSP6	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS6 - zatížení větrem příčný vítr ZS7 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,00 0,60 1,00 1,00
MSP7	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS2 - zatížení sněhem plný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS7 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
MSP8	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS3 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS7 - skladba střešního pláště ZS9 - kategorie H-nepřístupné střechy	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
MSP9	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS2 - zatížení sněhem plný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS5 - zatížení větrem podélný vítr ZS7 - skladba střešního pláště	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00
MSP10	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS3 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS5 - zatížení větrem podélný vítr ZS7 - skladba střešního pláště	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00
MSP11	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS2 - zatížení sněhem plný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS6 - zatížení větrem příčný vítr ZS7 - skladba střešního pláště	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00
MSP12	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS3 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS6 - zatížení větrem příčný vítr ZS7 - skladba střešního pláště	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00
MSP13	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS2 - zatížení sněhem plný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS7 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
MSP14	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS3 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS7 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
MSP15	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS2 - zatížení sněhem plný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS5 - zatížení větrem podélný vítr ZS7 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00 1,00
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>			

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>			
MSP16	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS3 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS5 - zatížení větrem podélný vítr ZS7 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00 1,00
MSP17	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS2 - zatížení sněhem plný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS6 - zatížení větrem příčný vítr ZS7 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00 1,00
MSP18	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS3 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS6 - zatížení větrem příčný vítr ZS7 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,00 1,00 1,00 0,60 1,00 1,00
MSP19	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS5 - zatížení větrem podélný vítr ZS7 - skladba střešního pláště	1,00 1,00 1,00
MSP20	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS6 - zatížení větrem příčný vítr ZS7 - skladba střešního pláště	1,00 1,00 1,00
MSP21	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS2 - zatížení sněhem plný sníh ZS5 - zatížení větrem podélný vítr ZS7 - skladba střešního pláště	1,00 0,50 1,00 1,00
MSP22	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS2 - zatížení sněhem plný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS5 - zatížení větrem podélný vítr ZS7 - skladba střešního pláště	1,00 0,50 0,50 1,00 1,00
MSP23	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS3 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS5 - zatížení větrem podélný vítr ZS7 - skladba střešního pláště	1,00 0,50 0,50 1,00 1,00
MSP24	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS2 - zatížení sněhem plný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS6 - zatížení větrem příčný vítr ZS7 - skladba střešního pláště	1,00 0,50 0,50 1,00 1,00
MSP26	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS5 - zatížení větrem podélný vítr ZS7 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,00 1,00 1,00 1,00
MSP25	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS3 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS6 - zatížení větrem příčný vítr ZS7 - skladba střešního pláště	1,00 0,50 0,50 1,00 1,00
MSP27	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS6 - zatížení větrem příčný vítr ZS7 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,00 1,00 1,00 1,00
MSP28	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS2 - zatížení sněhem plný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS7 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,00 0,50 0,50 1,00 1,00
MSP29	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS3 - zatížení sněhem nerovnoměrný sníh ZS4 - zatížení sněhem navátý sníh ZS7 - skladba střešního pláště ZS8 - zatížení technologiemi	1,00 0,50 0,50 1,00 1,00
MSP30	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou ZS2 - zatížení sněhem plný sníh	1,00 0,50
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>			

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student:</i>			
MSP30	použitelnost	ZS4 - zatížení sněhem navátý snih	0,50
		ZS5 - zatížení větrem podélný vítr	1,00
		ZS7 - skladba střešního pláště	1,00
		ZS8 - zatížení technologiemi	1,00
MSP31	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou	1,00
		ZS3 - zatížení sněhem nerovnoměrný snih	0,50
		ZS4 - zatížení sněhem navátý snih	0,50
		ZS5 - zatížení větrem podélný vítr	1,00
		ZS7 - skladba střešního pláště	1,00
		ZS8 - zatížení technologiemi	1,00
MSP32	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou	1,00
		ZS2 - zatížení sněhem plný snih	0,50
		ZS4 - zatížení sněhem navátý snih	0,50
		ZS6 - zatížení větrem příčný vítr	1,00
		ZS7 - skladba střešního pláště	1,00
		ZS8 - zatížení technologiemi	1,00
MSP33	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou	1,00
		ZS3 - zatížení sněhem nerovnoměrný snih	0,50
		ZS4 - zatížení sněhem navátý snih	0,50
		ZS6 - zatížení větrem příčný vítr	1,00
		ZS7 - skladba střešního pláště	1,00
		ZS8 - zatížení technologiemi	1,00
MSP34	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou	1,00
		ZS7 - skladba střešního pláště	1,00
		ZS9 - kategorie H-nepřístupné střechy	1,00
MSP35	Lineární - použitelnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou	1,00
		ZS7 - skladba střešního pláště	1,00
		ZS8 - zatížení technologiemi	1,00
		ZS9 - kategorie H-nepřístupné střechy	1,00

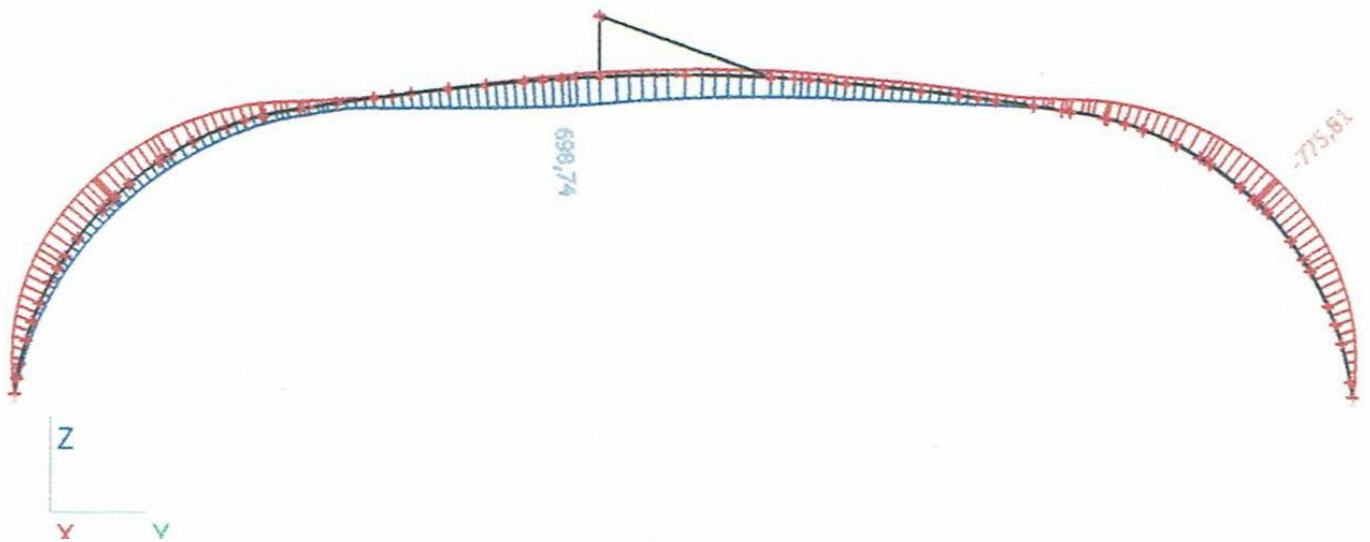
C. NÁVRH A POSOUZENÍ NOSNÝCH PRVKŮ KONSTRUKCE

- C.1 NÁVRH A POSOUZENÍ HLAVNÍ VAZBY
STADIONU
- C.2 NÁVRH A POSOUZENÍ VRCHOLOVÉHO
NOSNÍKU
- C.3 NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNICE V1
- C.4 NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNICE V2
- C.5 NÁVRH A POSOUZENÍ PODÉLNÉHO ZTUŽIDLA
- C.6 NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍČNÉHO OCELOVÉHO
ZTUŽIDLA
- C.7 NÁVRH A POSOUZENÍ KROKVE K ZÁZEMÍ
- C.8 NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNICE V MÍSTĚ
NAPOJENÍ KROKVÍ
- C.9 NÁVRH A POSOUZENÍ NAPOJENÍ VAZNÍKŮ
- C.10 NÁVRH A POSOUZENÍ VÝMĚNY VAZNIC

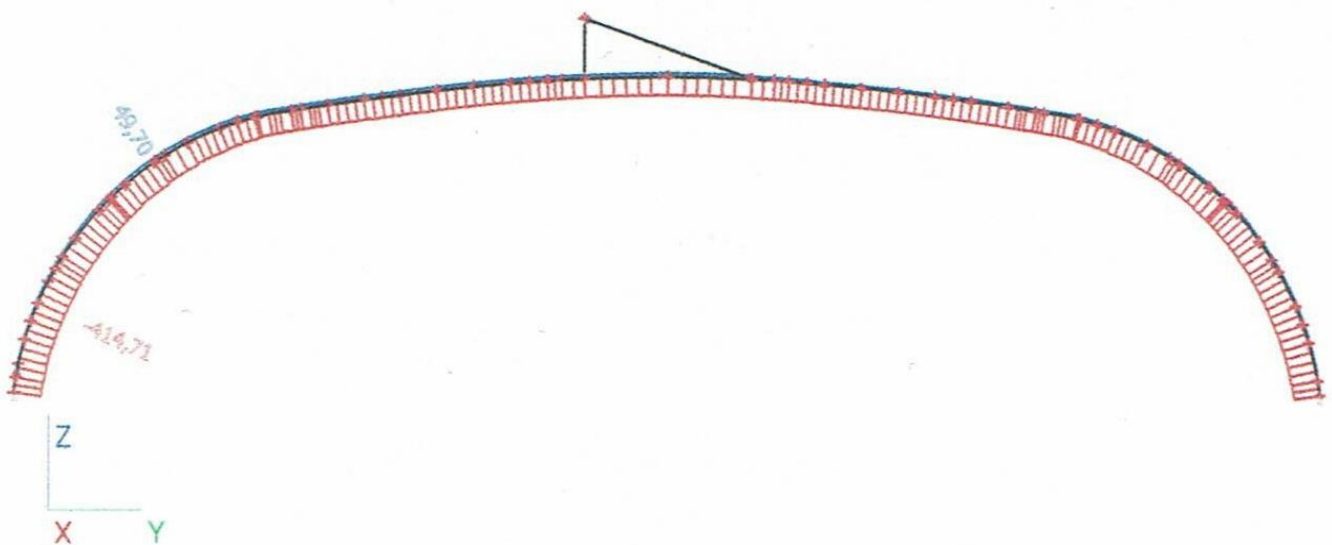
C.1. NÁVRH A POSOUZENÍ HLAVNÍ VAZBY STADIONU (DE1)

PRŮBĚHY VNITŘNÍCH SIL NA HLAVNÍ VAZBĚ STADIONU:

1. Průběh ohybových momentů (KNm)

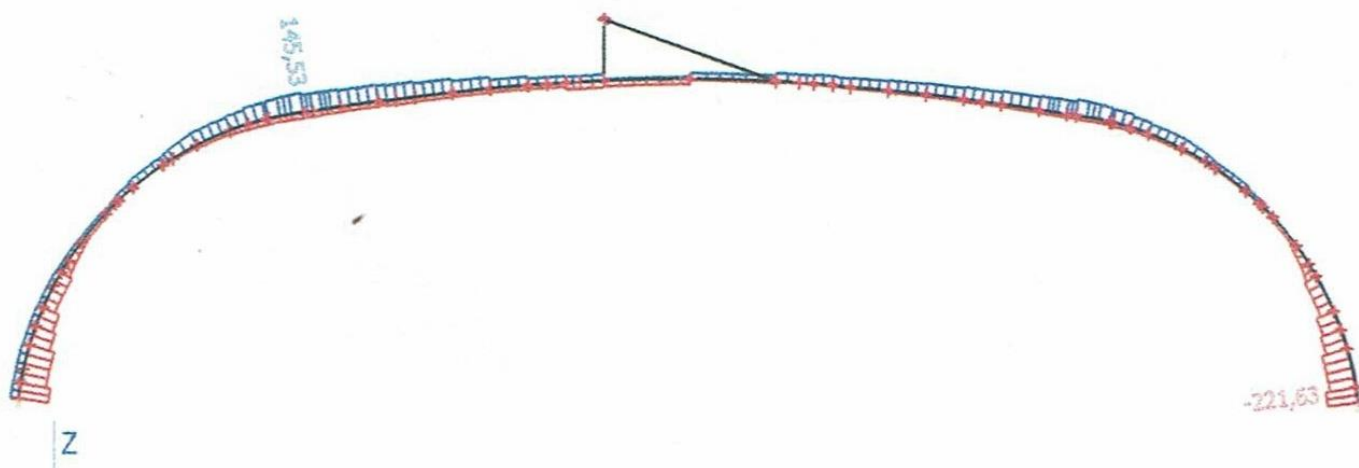


2. Průběh normálových sil (KN)



PRŮBĚHY VNITŘNÍCH SIL NA HLAVNÍ VAZBĚ STADIONU:

3. Průběh posouvajících sil (KN)



C.1. NÁVRH A POSOUZENÍ HLAVNÍ VAZBY STADIONU (DE1)

MATERIÁL:

LEP. LAM. DŘEVO: **GI28h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$f_{m,g,k} = 28 \text{ MPa}$

$f_{v,g,k} = 3,2 \text{ MPa}$

$f_{c,0,g,k} = 26,5 \text{ MPa}$

$f_{c,90,g,k} = 3,0 \text{ MPa}$

$f_{t,0,g,k} = 19,5 \text{ MPa}$

$f_{t,90,g,k} = 0,5 \text{ MPa}$

$E_{0,g,mean} = 12600 \text{ MPa}$

$E_{90,g,mean} = 420 \text{ MPa}$

$E_{0,g,0,05} = 10200 \text{ MPa}$

KOEFICIENTY:

$k_{mod} = 0,7$

$\gamma_m = 1,25$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$h = 1400 \text{ mm}$

$b = 240 \text{ mm}$

$A = 336000 \text{ mm}^2$

$I_y = 54,8 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

$I_z = 1,61 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

$W_y = 78,4 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

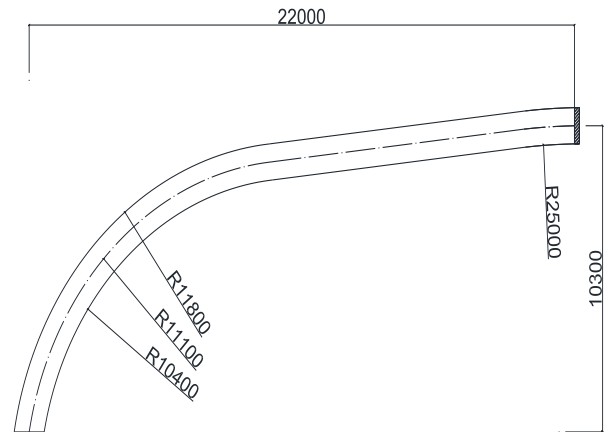
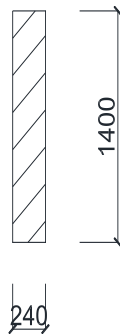
$W_z = 13,4 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

Poloměr setrvačnosti:

$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 404,15 \text{ mm}$

$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 69,28 \text{ mm}$

Obrázek:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

POSOUZENÍ KOMBINACE OHYBU A TLAKU:

1, NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{28}{1,25} = \underline{15,86 \text{ MPa}}$$

$$f_{c,0,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,g,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{26,5}{1,25} = \underline{14,84 \text{ MPa}}$$

2, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$N_d = 414,71 \text{ KN}$

$M_{y,d,max} = 775,81 \text{ KNm...max. mom.}$ $M_{y,d,vrch} = 698,74 \text{ KNm...mom. ve vrcholu}$

$V_{zd} = 221,63 \text{ KN}$

3, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ OD TLAKU A OHYBU:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{414,71 \cdot 10^3}{336000} = \underline{1,23 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \sigma_{m,\alpha p,d} = k_l \frac{M_{y,\alpha p,d}}{W_y}$$

Kde: $k_l = k_1 + k_2 \cdot \left(\frac{h_{\alpha p}}{r}\right) + k_3 \cdot \left(\frac{h_{\alpha p}}{r}\right)^2 + k_4 \cdot \left(\frac{h_{\alpha p}}{r}\right)^3$ (a $\alpha_p = 0^\circ$)

$$k_1 = 1 + 1,14 \cdot \text{tg}(\alpha_p) + 5,4 \cdot \text{tg}(\alpha_p)^2$$

$$k_1 = 1 + 1,14 \cdot \text{tg}(0) + 5,4 \cdot \text{tg}(0)^2 = \underline{1}$$

$$r_{in} = 10400 \text{ mm}$$

$$r = r_{in} + 0,5 \cdot h_{ap}$$

$$r = 10400 + 0,5 \cdot 1400$$

$$r = 11100 \text{ mm}$$

$$k_2 = 0,35 - 8 \cdot \operatorname{tg}(\alpha_p) = 0,35 - 8 \cdot \operatorname{tg}(0) = \underline{0,35}$$

$$k_3 = 0,6 + 8,3 \cdot \operatorname{tg}(\alpha_p) - 7,8 \cdot \operatorname{tg}(\alpha_p)^2$$

$$k_3 = 0,6 + 8,3 \cdot \operatorname{tg}(0) - 7,8 \cdot \operatorname{tg}(0)^2 = \underline{0,60}$$

$$k_4 = 6 \cdot \operatorname{tg}(\alpha_p)^2 = 6 \cdot \operatorname{tg}(0)^2 = \underline{0}$$

$$k_l = 1 + 0,35 \cdot \left(\frac{1400}{11100}\right) + k_3 \cdot \left(\frac{1400}{11100}\right)^2 + k_4 \cdot \left(\frac{1400}{11100}\right)^3 = \underline{1,015 (-)}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \sigma_{m,ap,d} = k_l \frac{M_{y,ap,d}}{W_y}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \sigma_{m,ap,d} = 1,015 \cdot \frac{775,81 \cdot 10^6}{78,4 \cdot 10^6} = \underline{10,05 \text{ MPa}}$$

4, ŠTÍHLOSTI:

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{38858}{404,15} = \underline{96,15 (-)}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{26,5}{10,89}} = \underline{1,56 (-)}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{5000}{69,28} = \underline{72,17 (-)}$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = \sqrt{\frac{26,5}{19,33}} = \underline{1,17 (-)}$$

Kritické délky:

$$l_{cr,y} = 38858 \text{ mm... (SCIA)}$$

$$l_{cr,z} = 5000 \text{ mm}$$

5, VÝPOČET KRITICKÉHO NAPĚTÍ ZA OHYBU:

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 10200}{96,15^2} = \underline{10,89 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 10200}{72,17^2} = \underline{19,33 \text{ MPa}}$$

6, SOUČINITEL VZPĚRNOSTI:

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) (-)$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (1,56 - 0,3) + 1,56^2) = \underline{1,78 (-)}$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) (-)$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (1,17 - 0,3) + 1,17^2) = \underline{1,23 (-)}$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,78 + \sqrt{1,78^2 - 1,56^2}} = \underline{0,38 (-)}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,23 + \sqrt{1,23^2 - 1,17^2}} = \underline{0,62 (-)}$$

$$\beta_c = 0,1 \text{ pro LLD}$$

Součinitel k_r zohledňující snížení pevnosti způsobené ohybem lamel

$$k_r = \left\{ \begin{array}{l} 1,0 \\ 0,76 + 0,01 \cdot \frac{r_{in}}{t} \end{array} \right\} \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} \text{pro } \frac{r_{in}}{t} \geq 240 \\ \text{pro } \frac{r_{in}}{t} < 240 \end{array} \right\}$$

tloušťka lamel $t = 40,0 \text{ mm}$
 poloměr střednice oblouku $r = 10875 \text{ mm}$
 vnitřní poloměr oblouku $r_{in} = 10400 \text{ mm}$

$$\frac{r_{in}}{t} = \frac{10400}{40} = \underline{260 (-)} > 240 \rightarrow k_r = 1,0$$

7. POSOUZENÍ KOMBINACE OHYB A TLAK:

Součinitel příčné a torzní stability:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{h \cdot l_{ef}} = \frac{0,78 \cdot 240^2 \cdot 10200}{1400 \cdot 5000} = \underline{65,47 \text{ MPa}}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,g,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{28}{65,47}} = \underline{0,65 (-)}$$

$$\lambda_{rel,m} \leq 0,75 \rightarrow k_{crit} = \underline{1}$$

$k_m = 0,7$ pro obdélník

$k_m = 1,0$ pro ostatní

Stabilitní podmínka spolehlivosti:

$$1. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,g,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot k_r \cdot f_{m,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 (-)$$

$$2. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot k_r \cdot f_{m,g,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 (-)$$

$$1. \frac{1,23}{0,38 \cdot 14,84} + \frac{10,05}{1 \cdot 1 \cdot 15,86} + 0,7 \cdot \frac{0}{15,86} \leq 1 (-)$$

$$2. \frac{1,23}{0,62 \cdot 14,84} + 0,7 \cdot \frac{10,05}{1 \cdot 1 \cdot 15,86} + \frac{0}{15,86} \leq 1 (-)$$

$$1. 0,86 < 1 (-) \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$2. 0,58 < 1 (-) \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený nosník na kombinaci tlaku a ohybu vyhoví.

POSOUZENÍ NA SMYK:

1, NÁVRHOVÁ PEVNOST:

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{3,2}{1,25} = \underline{1,79 \text{ MPa}}$$

2, ÚČINNÁ PLOCHA PRŮŘEZU:

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 160,8 \cdot 1400 = \underline{225120 \text{ mm}^2}$$

3, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{221,63 \cdot 10^3}{225120} = \underline{1,47 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$\tau_d \leq f_{v,g,d}$$

$$1,47 < 1,79 \text{ (-) VYHOVUJE}$$

Navržený nosník na smyk vyhoví.

POSOUZENÍ NA TAH KOLMO K VLÁKNŮM:

1, NÁVRHOVÁ PEVNOST:

$$f_{t,90,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,90,g,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{0,5}{1,25} = \underline{0,28 \text{ MPa}}$$

2, VÝPOČET NAPĚTÍ V NOSNÍKU VE VRCHOLOVÉ OBLASTI:

$$\sigma_{t,90,ap,d} = k_p \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2} \text{ (MPa)}$$

$$\text{Kde: } k_p = k_5 + k_6 \cdot \left(\frac{h_{ap}}{r}\right) + k_7 \cdot \left(\frac{h_{ap}}{r}\right)^2 \text{ (a } \alpha_p = 0^\circ)$$

$$r = r_{in} + 0,5 \cdot h_{ap}$$

$$r = 10400 + 0,5 \cdot 1400$$

$$r = 11000 \text{ mm}$$

$$k_5 = 0,2 \cdot \text{tg}(\alpha_p) = 0,2 \cdot \text{tg}(0) = \underline{0}$$

$$k_6 = 0,25 - 1,5 \cdot \text{tg}(\alpha_p) + 2,6 \cdot \text{tg}(\alpha_p)^2$$

$$k_6 = 0,25 - 1,5 \cdot \text{tg}(0) + 2,6 \cdot \text{tg}(0)^2 = \underline{0,25}$$

$$k_7 = 2,1 \cdot \text{tg}(\alpha_p) - 4 \cdot \text{tg}(\alpha_p)^2$$

$$k_7 = 2,1 \cdot \text{tg}(0) - 4 \cdot \text{tg}(0)^2 = \underline{0}$$

$$k_p = 0 + 0,25 \cdot \left(\frac{1400}{11100}\right) + 0 \cdot \left(\frac{1400}{11100}\right)^2 = \underline{0,014 \text{ (-)}}$$

$$\sigma_{t,90,ap,d} = 0,014 \frac{6 \cdot 698,74 \cdot 10^6}{240 \cdot 1400^2} = \underline{0,12 \text{ MPa}}$$

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$$b_{eff} = 0,67 \cdot 240 = 160,8 \text{ mm}$$

$$M_{ap} = 698,74 \text{ KNm}$$

$$\alpha_p = 0^\circ$$

referenční objem:

$$V_0 = 0,01 \text{ m}^2$$

$\beta = 5^\circ$ - úhel ve vrcholu

3, STANOVENÍ SOUČINITELE OBJEMU:

$$k_{vol} = \left(\frac{V_0}{V}\right)^{0,2} (-)$$

$$V = \frac{\beta \cdot \pi}{180} \cdot b \cdot (h_{ap} + 2 \cdot r_{in} \cdot h_{ap}) \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V = \frac{5 \cdot \pi}{180} \cdot 0,24 \cdot (1,4 + 2 \cdot 10,4 \cdot 1,4) = \underline{1,55 \text{ m}^3}$$

$$k_{vol} = \left(\frac{V_0}{V}\right)^{0,2} = \left(\frac{0,01}{1,55}\right)^{0,2} = \underline{0,36 (-)}$$

$$k_{dis} = 1,4 (-) \dots \dots \textit{pro zakřivené nosníky}$$

4, PODMÍNKA SPOLEHLIVOSTI TAH KOLMO K VLÁKNŮM:

$$\frac{\sigma_{t,90,ap,d}}{k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t,90,g,d}} \leq 1 (-)$$

$$\frac{0,12}{1,4 \cdot 0,36 \cdot 0,28} = 0,87 < 1 (-) \dots \dots \textit{VYHOVUJE}$$

Navržený nosník na tah kolmo k vláknům vyhoví.

POSOUZENÍ NA KOMBINACI TAHU KOLMO K VLÁKNŮM A SMYKU:

$$V_{ap} = 35,69 \text{ KN}$$

$$M_{ap} = 698,74 \text{ KNm}$$

1, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{35,69 \cdot 10^3}{225120} = \underline{0,23 \text{ MPa}}$$

2, PODMÍNKA SPOLEHLIVOSTI:

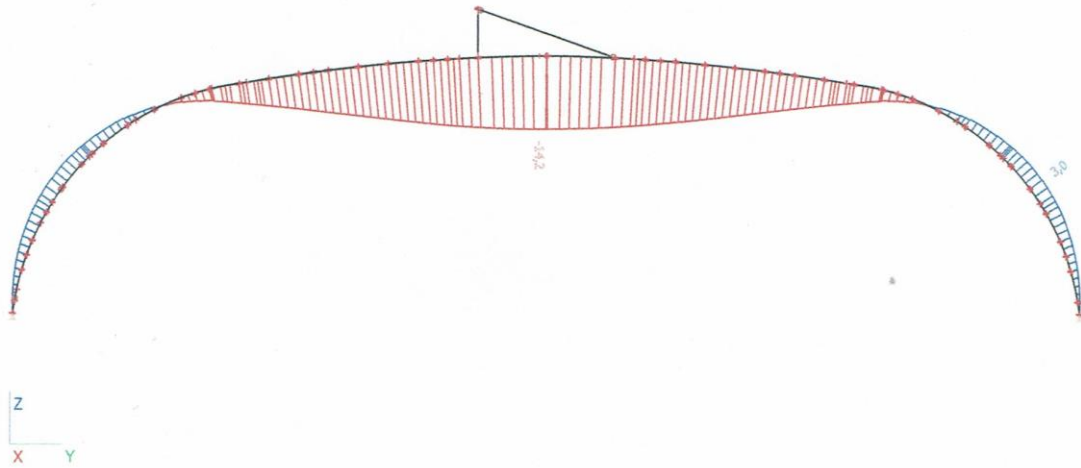
$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} + \frac{\sigma_{t,90,ap,d}}{k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t,90,g,d}} \leq 1 (-)$$

$$\frac{0,23}{1,79} + \frac{0,12}{1,4 \cdot 0,36 \cdot 0,28} = 0,97 < 1 (-) \dots \dots \textit{VYHOVUJE}$$

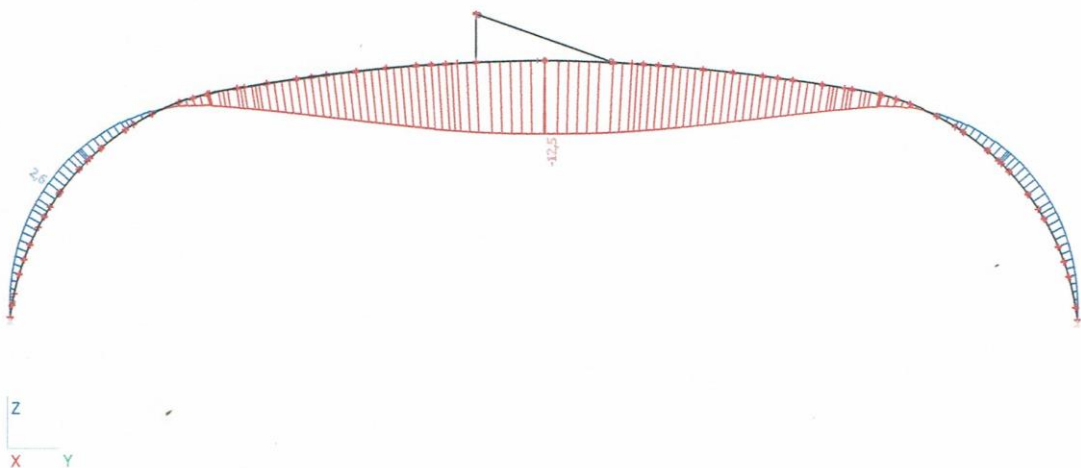
Navržený nosník na kombinaci tahu kolmo k vláknům a smyku ve vrcholové oblasti vyhoví.

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

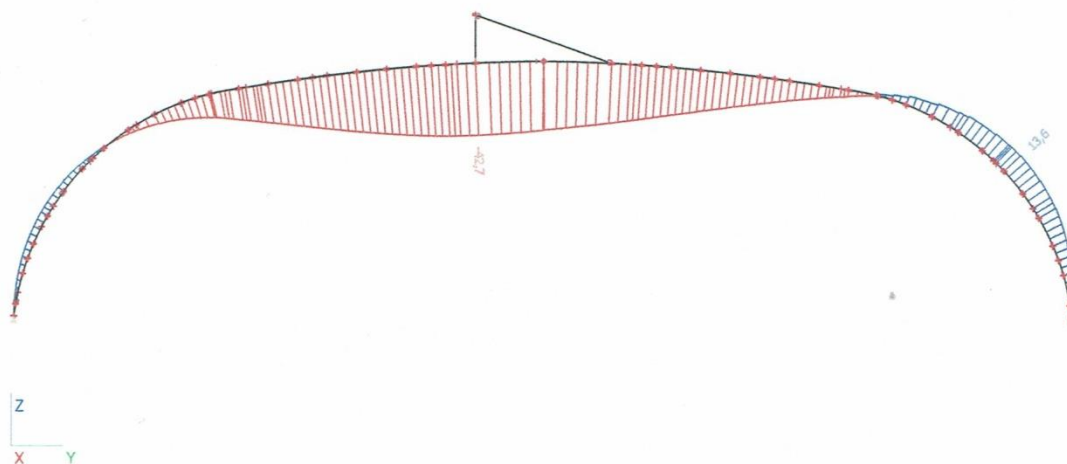
1. Okamžitá deformace od vlastní tíhy (mm)



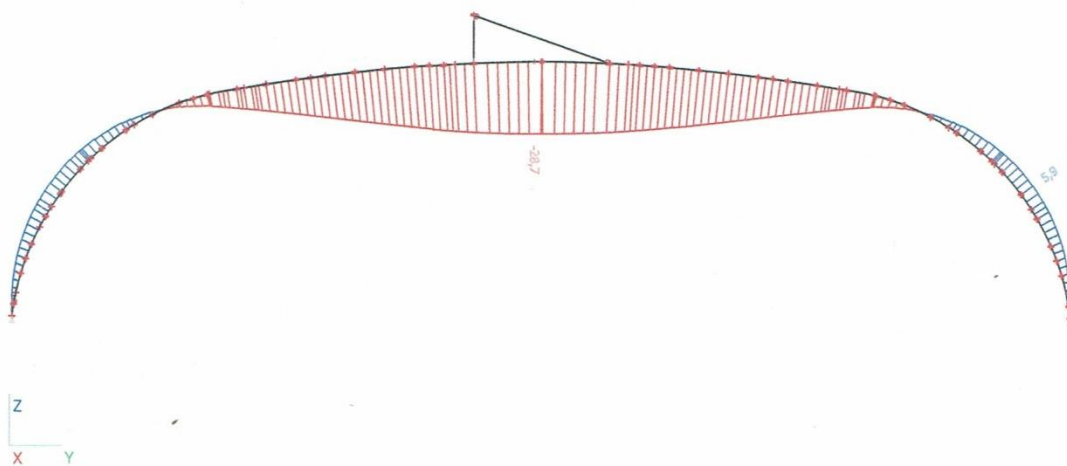
2. Okamžitá deformace od střešního pláště (mm)



3. Okamžitá deformace od hlavního proměnného zatížení Q1 (sníh) (mm)



4. Okamžitá deformace od ostatních proměnných zatížení Q_i ($i > 1$) (mm)



Studentská verze *Studentská verze* *Stu

OKAMŽITÁ DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{inst,vlastní\ tíha} = 14,2 \text{ mm}$$

$$w_{inst,střešní\ plášť} = 12,5 \text{ mm}$$

$$w_{inst,hlavní\ proměnné} = 42,7 \text{ mm}$$

$$w_{inst,ostatní\ proměnné} = 28,7 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{inst,vlastní\ tíha} + w_{inst,střešní\ plášť} + w_{inst,hlavní\ proměnné} + w_{inst,ostatní\ proměnné}$$

$$w_{inst} = 14,2 + 12,5 + 42,7 + 28,7 = \underline{98,1 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{inst} \leq w_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{45400}{300} = 151,3 \text{ mm}$$

$$98,1 < 151,3 \text{ (mm)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

třída provozu 3

$$k_{def} = 2,0$$

$$\Psi_{2,1}, \Psi_{2,i}, \Psi_{0,i} = 0$$

KONEČNÁ DEFORMACE:

$$w_{fin} = (w_{inst,vlastní\ tíha}) \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,střešní\ plášť} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + w_{inst,hlavní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + w_{inst,ostatní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) \text{ (mm)}$$

$$w_{fin} = (14,2) \cdot (1 + 2) + 12,5 \cdot (1 + 2) + 42,7 \cdot (1 + 2 \cdot 0) + 28,7 \cdot (1 + 2 \cdot 0)$$

$$w_{fin} = \underline{151,5 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{fin} \leq w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{45400}{250} = 181,6 \text{ mm}$$

$$151,5 < 181,6 \text{ (mm)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

Navržený nosník na mezní stav použitelnosti vyhoví.

ZÁVĚR:

Navržený nosník vyhoví na oba mezní stavy.

C.2. NÁVRH A POSOUZENÍ VRCHOLOVÉHO NOSNÍKU (DE2)

MATERIÁL:

LEP. LAM. DŘEVO: **Gl28h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$f_{m,g,k} = 28 \text{ MPa}$

$f_{v,g,k} = 3,2 \text{ MPa}$

$f_{c,0,g,k} = 26,5 \text{ MPa}$

$f_{c,90,g,k} = 3,0 \text{ MPa}$

$f_{t,0,g,k} = 19,5 \text{ MPa}$

$f_{t,90,g,k} = 0,5 \text{ MPa}$

$E_{0,g,mean} = 12600 \text{ MPa}$

$E_{90,g,mean} = 420 \text{ MPa}$

$E_{0,g,0,05} = 10200 \text{ MPa}$

KOEFICIENTY:

$k_{mod} = 0,7$

$\gamma_m = 1,25$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$h = 1400 \text{ mm}$

$b = 200 \text{ mm}$

$A = 280000 \text{ mm}^2$

$I_y = 45,7 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

$I_z = 0,93 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

$W_y = 65,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

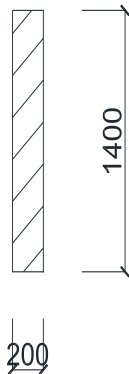
$W_z = 9,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

Poloměr setrvačnosti:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 404,15 \text{ mm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 57,73 \text{ mm}$$

Obrázek:



statické schéma:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

POSOUZENÍ KOMBINACE OHYBU A TLAKU:

1, NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{28}{1,25} = \underline{15,86 \text{ MPa}}$$

$$f_{c,0,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,g,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{26,5}{1,25} = \underline{14,84 \text{ MPa}}$$

2, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$N_d = 503,74 \text{ KN}$

$M_{yd} = 2,61 \text{ KNm}$

$V_{zd} = 2,06 \text{ KN}$

3, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ OD TLAKU A OHYBU:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{503,74 \cdot 10^3}{280000} = \underline{1,79 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yd}}{W_y} = \frac{2,61 \cdot 10^6}{65,3 \cdot 10^6} = \underline{0,04 \text{ MPa}}$$

Kritické délky:

$l_{cr,y} = 4000 \text{ mm}$

(délka nosníku)

$l_{cr,z} = 4000 \text{ mm}$

(vzdálenost vazeb)

4, ŠTÍHLOSTI:

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{4000}{404,15} = \underline{9,89 (-)}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{26,5}{1027,67}} = \underline{0,16 (-)}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{4000}{57,73} = \underline{69,28 (-)}$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = \sqrt{\frac{26,5}{20,97}} = \underline{1,12 (-)}$$

5, VÝPOČET KRITICKÉHO NAPĚTÍ ZA OHYBU:

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 10200}{9,89^2} = \underline{1027,67 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 10200}{69,28^2} = \underline{20,97 \text{ MPa}}$$

6, SOUČINITEL VZPĚRNOSTI:

$\beta_c = 0,1 \text{ pro LLD}$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) (-)$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (0,16 - 0,3) + 0,16^2) = \underline{0,50(-)}$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) (-)$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (1,12 - 0,3) + 1,12^2) = \underline{1,17 (-)}$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0,50 + \sqrt{0,50^2 - 0,16^2}} = \underline{1,01 (-)}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,17 + \sqrt{1,17^2 - 1,12^2}} = \underline{0,66 (-)}$$

7, POSOUZENÍ KOMBINACE OHYB A TLAK:

Součinitel příčné a torzní stability:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{h \cdot l_{ef}} = \frac{0,78 \cdot 200^2 \cdot 10200}{1400 \cdot 4000} = \underline{56,83 \text{ MPa}}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,g,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{28}{56,83}} = \underline{0,70 (-)}$$

$$\lambda_{rel,m} \leq 0,75 \rightarrow k_{crit} = \underline{1}$$

$k_m = 0,7$ pro obdélník

$k_m = 1,0$ pro ostatní

Stabilitní podmínka spolehlivosti:

$$1. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,g,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 (-)$$

$$2. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot k_r \cdot f_{m,g,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 (-)$$

$$1. \frac{1,80}{1 \cdot 14,84} + \frac{0,04}{1 \cdot 15,86} + 0,7 \cdot \frac{0}{15,86} \leq 1 (-)$$

$$2. \frac{1,80}{0,66 \cdot 14,84} + 0,7 \cdot \frac{0,04}{1 \cdot 1 \cdot 15,86} + \frac{0}{15,86} \leq 1 (-)$$

$$1. 0,22 < 1 (-) \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$2. 0,32 < 1 (-) \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený nosník na kombinaci tlaku a ohybu vyhoví.

POSOUZENÍ NA SMYK:

1, NÁVRHOVÁ PEVNOST:

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{3,2}{1,25} = \underline{1,79 \text{ MPa}}$$

2, ÚČINNÁ PLOCHA PRŮŘEZU:

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 134 \cdot 1400 = \underline{187600 \text{ mm}^2}$$

3, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2,06 \cdot 10^3}{187600} = \underline{0,02 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$\tau_d \leq f_{v,g,d}$$

$$0,02 < 1,73 (-) \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený nosník na smyk vyhoví.

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$$b_{eff} = 0,67 \cdot 200 = 134 \text{ mm}$$

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

OKAMŽITÁ DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{inst,vlastní\ tíha} = 0,9 \text{ mm}$$

$$w_{inst,střešní\ plášť} = 0,8 \text{ mm}$$

$$w_{inst,hlavní\ proměnné} = 1,8 \text{ mm}$$

$$w_{inst,ostatní\ proměnné} = 1,6 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{inst,vlastní\ tíha} + w_{inst,střešní\ plášť} + w_{inst,hlavní\ proměnné} + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné}$$

$$w_{inst} = 0,9 + 0,8 + 1,8 + 1,6 = \underline{5,1 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{inst} \leq w_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{4000}{300} = 13,3 \text{ mm}$$

$$5,1 < 13,3 \text{ (mm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

třída provozu 3

$$k_{def} = 2,0$$

$$\Psi_{2,1}, \Psi_{2,i}, \Psi_{0,i} = 0$$

KONEČNÁ DEFORMACE:

$$w_{fin} = (w_{inst,vlastní\ tíha}) \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,střešní\ plášť} \cdot \\ \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + w_{inst,hlavní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) \text{ (mm)}$$

$$w_{fin} = (0,8) \cdot (1 + 2) + 0,9 \cdot (1 + 2) + 1,8 \cdot (1 + 2 \cdot 0) + \\ 1,6 \cdot (1 + 2 \cdot 0)$$

$$w_{fin} = \underline{8,5 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{fin} \leq w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{4000}{250} = 16 \text{ mm}$$

$$8,5 < 16 \text{ (mm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený nosník na mezní stav použitelnosti vyhoví.

ZÁVĚR:

Navržený nosník vyhoví na oba mezní stavy.

C.3. NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNICE V1 (DE3)

MATERIÁL:

LEP. LAM. DŘEVO: **GL24h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$f_{v,g,k} = 2,7 \text{ MPa}$

$f_{c,0,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$f_{t,0,g,k} = 16,5 \text{ MPa}$

$E_{0,g,0,05} = 9400 \text{ MPa}$

$E_{0,g,mean} = 11600 \text{ MPa}$

KOEFICIENTY:

$k_{mod} = 0,7$

$\gamma_m = 1,25$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$h = 240 \text{ mm}$

$b = 140 \text{ mm}$

$A = 33600 \text{ mm}^2$

$I_y = 161,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$I_z = 54,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$W_y = 1,34 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

$W_z = 0,78 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

Obrázek:



statické schéma:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

POSOUZENÍ NA ŠIKMÝ OHYB:

1, NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

2, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$M_{yd} = 11,02 \text{ KNm}$

$M_{zd} = 2,69 \text{ KNm}$

$V_{zd} = 8,09 \text{ KN}$

$V_{yd} = 1,97 \text{ KN}$

3, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ OD OHYBU:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yd}}{W_y} = \frac{11,02 \cdot 10^6}{1,34 \cdot 10^6} = \underline{8,20 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{zd}}{W_z} = \frac{2,69 \cdot 10^6}{0,78 \cdot 10^6} = \underline{3,43 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ NA ŠIKMÝ OHYB:

$$1. k_m \cdot \frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,g,d}} + \frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1$$

$$2. \frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1$$

$$1. 0,7 \cdot \frac{8,20}{13,44} + \frac{3,43}{13,44} = 0,68 < 1(-) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$2. \frac{8,20}{13,44} + 0,7 \cdot \frac{3,43}{13,44} = 0,79 < 1(-) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na šikmý ohyb vyhoví.

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$$b_{eff} = 0,67 \cdot 140 = 93,8 \text{ mm}$$

$$l = 5480 \text{ mm}$$

(délka vaznice v oblouku)

$$l_{cr,y} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 5480$$

$$l_{cr,y} = \underline{4932 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ NA SMYK:

1, NÁVRHOVÁ PEVNOST:

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{2,7}{1,25} = \underline{1,51 \text{ MPa}}$$

2, ÚČINNÁ PLOCHA PRŮŘEZU:

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 93,8 \cdot 240 = \underline{22512 \text{ mm}^2}$$

3, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{8,09 \cdot 10^3}{22512} = \underline{0,54 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,g,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,54}{1,51} = 0,36 < 1,0 \text{ (-) VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na smyk vyhoví.

POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

1, KRITICKÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot E_{0,05} \cdot b^2}{h \cdot l_{cr,y}} \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot 9400 \cdot 140^2}{240 \cdot 5480} = \underline{121,41 \text{ MPa}}$$

2, VÝPOČET POMĚRNÉ ŠTÍHLosti:

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \text{ (-)}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{24}{121,41}} = 0,44 \text{ (-)}$$

3, SOUČINITEL PŘÍČNÉ A TORZNÍ STABILITY:

$$\lambda_{rel} = 0,43 < 0,75 \rightarrow k_{crit} = 1$$

4, REDUKOVANÁ PEVNOST:

$$f_{m,d,red} = k_{crit} \cdot f_{m,d} \text{ (MPa)}$$

$$f_{m,d,red} = 1 \cdot 13,44 = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

5, POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

$$\sigma_{y,d} < f_{m,d,red}$$

$$9,76 < 13,44 \text{ (MPa) VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na klopení vyhoví.

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

OKAMŽITÁ DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{inst,vlastní\ tíha} = 0,5 \text{ mm}$$

$$w_{inst,střešní\ plášt} = 2,0 \text{ mm}$$

$$w_{inst,hlavní\ proměnné} = 7,5 \text{ mm}$$

$$w_{inst,ostatní\ proměnné} = 4,4 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{inst,vlastní\ tíha} + w_{inst,střešní\ plášt} + w_{inst,hlavní\ proměnné} + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné}$$

$$w_{inst} = 0,5 + 2,0 + 7,5 + 4,4 = \underline{14,4 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{inst} \leq w_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{5480}{300} = 18,2 \text{ mm}$$

$$14,4 < 18,2 \text{ (mm)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

třída provozu 3

$$k_{def} = 2,0$$

$$\Psi_{2,1}, \Psi_{2,i}, \Psi_{0,i} = 0$$

KONEČNÁ DEFORMACE:

$$w_{fin} = (w_{inst,vlastní\ tíha}) \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,střešní\ plášt} \cdot \\ \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + w_{inst,hlavní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) \text{ (mm)}$$

$$w_{fin} = (0,5) \cdot (1 + 2) + 2 \cdot (1 + 2) + 7,5 \cdot (1 + 2 \cdot 0) + \\ 4,4 \cdot (1 + 2 \cdot 0)$$

$$w_{fin} = \underline{19,4 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{fin} \leq w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{5480}{250} = 21,9 \text{ mm}$$

$$19,4 < 21,9 \text{ (mm)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na mezní stav použitelnosti vyhoví.

ZÁVĚR:

Navržená vaznice vyhoví na oba mezní stavy.

C.4. NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNICE V2 (DE4)

MATERIÁL:

LEP. LAM. DŘEVO: **GL24h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$f_{v,g,k} = 2,7 \text{ MPa}$

$f_{c,0,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$E_{0,g,mean} = 11600 \text{ MPa}$

$E_{0,g,0,05} = 9400 \text{ MPa}$

KOEFICIENTY:

$k_{mod} = 0,7$

$\gamma_m = 1,25$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$h = 280 \text{ mm}$

$b = 140 \text{ mm}$

$A = 39200 \text{ mm}^2$

$I_y = 256,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

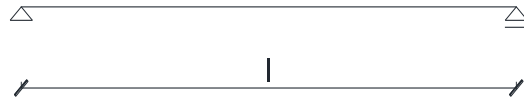
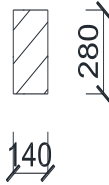
$I_z = 64,0 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$W_y = 1,83 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

$W_z = 0,91 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

Obrázek:

statické schéma:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

POSOUZENÍ NA ŠIKMÝ OHYB:

1, NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

2, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$M_{yd} = 5,37 \text{ KNm}$

$M_{zd} = 8,29 \text{ KNm}$

$V_{zd} = 3,30 \text{ KN}$

$V_{yd} = 6,79 \text{ KN}$

3, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ OD OHYBU:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yd}}{W_y} = \frac{5,37 \cdot 10^6}{1,83 \cdot 10^6} = \underline{2,93 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{zd}}{W_z} = \frac{8,29 \cdot 10^6}{0,91 \cdot 10^6} = \underline{9,06 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ NA ŠIKMÝ OHYB:

$$1. k_m \cdot \frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,g,d}} + \frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1$$

$$2. \frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1$$

$$1. 0,7 \cdot \frac{2,93}{13,44} + \frac{9,06}{13,44} = 0,82 < 1(-) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$2. \frac{2,93}{13,44} + 0,7 \cdot \frac{9,06}{13,44} = 0,69 < 1(-) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na šikmý ohyb vyhoví.

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$$b_{eff} = 0,67 \cdot 140 = 93,8 \text{ mm}$$

$$l = 8070 \text{ mm}$$

(délka vaznice v oblouku)

$$l_{cr,y} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 8070 =$$

$$\underline{l_{cr,y} = 7263 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ NA SMYK:

1, NÁVRHOVÁ PEVNOST:

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{2,7}{1,25} = \underline{1,51 \text{ MPa}}$$

2, ÚČINNÁ PLOCHA PRŮŘEZU:

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 93,8 \cdot 280 = \underline{26264 \text{ mm}^2}$$

3, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{6,79 \cdot 10^3}{26264} = \underline{0,39 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,g,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,39}{1,51} = 0,26 < 1,0 \text{ (-) VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na smyk vyhoví.

POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

1, KRITICKÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot E_{0,05} \cdot b^2}{h \cdot l_{cr,y}} \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot 9400 \cdot 140^2}{280 \cdot 7263} = \underline{70,66 \text{ MPa}}$$

2, VÝPOČET POMĚRNÉ ŠTÍHLosti:

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \text{ (-)}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{24}{70,66}} = 0,58 \text{ (-)}$$

3, SOUČINITEL PŘÍČNÉ A TORZNÍ STABILITY:

$$\lambda_{rel} = 0,58 < 0,75 \rightarrow k_{crit} = 1$$

4, REDUKOVANÁ PEVNOST:

$$f_{m,d,red} = k_{crit} \cdot f_{m,d} \text{ (MPa)}$$

$$f_{m,d,red} = 1 \cdot 13,44 = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

5, POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

$$\sigma_{y,d} < f_{m,d,red}$$

$$5,67 < 13,44 \text{ (MPa) VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na klopení vyhoví.

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

OKAMŽITÁ DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{inst,vlastní\ tíha} = 1,8 \text{ mm}$$

$$w_{inst,střešní\ plášť} = 5,0 \text{ mm}$$

$$w_{inst,hlavní\ proměnné} = 0,0 \text{ mm}$$

$$w_{inst,ostatní\ proměnné} = 11,2 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{inst,vlastní\ tíha} + w_{inst,střešní\ plášť} + w_{inst,hlavní\ proměnné} + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné}$$

$$w_{inst} = 1,8 + 5,0 + 0,0 + 11,2 = \underline{18,0 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{inst} \leq w_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{8070}{300} = 26,9 \text{ mm}$$

$$18,0 < 26,9 \text{ (mm)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

třída provozu 3

$$k_{def} = 2,0$$

$$\Psi_{2,1}, \Psi_{2,i}, \Psi_{0,i} = 0$$

KONEČNÁ DEFORMACE:

$$w_{fin} = (w_{inst,vlastní\ tíha}) \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,střešní\ plášť} \cdot \\ \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + w_{inst,hlavní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) \text{ (mm)}$$

$$w_{fin} = (1,8) \cdot (1 + 2) + 5,0 \cdot (1 + 2) + 0 \cdot (1 + 2 \cdot 0) + \\ 11,2 \cdot (1 + 2 \cdot 0)$$

$$w_{fin} = \underline{31,6 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{fin} \leq w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{8070}{250} = 32,3 \text{ mm}$$

$$31,6 < 32,3 \text{ (mm)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na mezní stav použitelnosti vyhoví.

ZÁVĚR:

Navržená vaznice vyhoví na oba mezní stavy.

C.5. NÁVRH A POSOUZENÍ PODÉLNÉHO ZTUŽIDLA (DE5)

MATERIÁL:

LEP. LAM. DŘEVO: **GL24h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$$f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$$

$$f_{v,g,k} = 2,7 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,g,k} = 24 \text{ MPa}$$

$$E_{0,g,mean} = 11600 \text{ MPa}$$

$$E_{0,g,0,05} = 9400 \text{ MPa}$$

KOEFICIENTY:

$$k_{mod} = 0,7$$

$$\gamma_m = 1,25$$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$$h = 140 \text{ mm}$$

$$b = 140 \text{ mm}$$

$$A = 19600 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 32,01 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 32,01 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

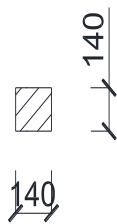
$$W_y = 0,46 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 0,46 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 40,41 \text{ mm}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 40,41 \text{ mm}$$

Obrázek:



statické schéma:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

POSOUZENÍ NA KOMBINACI TLAKU OHYBU:

1, NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

$$f_{c,0,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

2, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$$N_d = 52,58 \text{ KN}$$

$$M_{yd} = 0,25 \text{ KNm}$$

$$M_{zd} = 0,51 \text{ KNm}$$

$$V_{zd} = 0,35 \text{ KN}$$

$$V_{yd} = 0,13 \text{ KN}$$

3, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ OD OHYBU TLAKU:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{52,58 \cdot 10^3}{19600} = \underline{2,68 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yd}}{W_y} = \frac{0,25 \cdot 10^6}{0,46 \cdot 10^6} = \underline{0,54 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{zd}}{W_z} = \frac{0,51 \cdot 10^6}{0,46 \cdot 10^6} = \underline{1,11 \text{ MPa}}$$

Kritické délky:

$l = 4000 \text{ mm}$

(délka prvku)

$l_{cr,y,z} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 4000$

$l_{cr,y,z} = 3600 \text{ mm}$

4, ŠTÍHLOSTI:

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{3600}{40,41} = \underline{89,07 (-)}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{24}{11,69}} = \underline{1,43 (-)}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{3600}{40,41} = \underline{89,07 (-)}$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = \sqrt{\frac{24}{11,69}} = \underline{1,43 (-)}$$

5, VÝPOČET KRITICKÉHO NAPĚTÍ ZA OHYBU:

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 9400}{89,07^2} = \underline{11,69 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 9400}{89,07^2} = \underline{11,69 \text{ MPa}}$$

6, SOUČINITEL VZPĚRNOSTI:

$\beta_c = 0,1$ pro LLD

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) (-)$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (1,43 - 0,3) + 1,43^2) = \underline{1,58(-)}$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) (-)$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (1,43 - 0,3) + 1,43^2) = \underline{1,58 (-)}$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,58 + \sqrt{1,58^2 - 1,43^2}} = \underline{0,44 (-)}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,58 + \sqrt{1,58^2 - 1,43^2}} = \underline{0,44 (-)}$$

7, POSOUZENÍ KOMBINACE OHYB A TLAK:

$k_m = 0,7$ pro obdélník

$k_m = 1,0$ pro ostatní

Stabilitní podmínka spolehlivosti:

$$1. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,g,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 (-)$$

$$2. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,g,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 (-)$$

$$1. \frac{2,68}{0,44 \cdot 13,44} + \frac{0,54}{13,44} + 0,7 \cdot \frac{1,11}{13,44} \leq 1 (-)$$

$$2. \frac{2,68}{0,44 \cdot 13,44} + 0,7 \cdot \frac{0,54}{13,44} + \frac{1,11}{13,44} \leq 1 (-)$$

$$1. 0,61 < 1 (-) \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$2. 0,59 < 1 (-) \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržené ztužidlo na kombinaci tlaku a ohybu vyhoví.

POSOUZENÍ NA SMYK:

1, NÁVRHOVÁ PEVNOST:

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{2,7}{1,25} = \underline{1,51 \text{ MPa}}$$

2, ÚČINNÁ PLOCHA PRŮŘEZU:

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 93,8 \cdot 140 = \underline{13132 \text{ mm}^2}$$

3, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{0,35 \cdot 10^3}{13132} = \underline{0,05 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,g,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,05}{1,51} = 0,03 < 1,0 (-) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržené ztužidlo na smyk vyhoví.

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$$b_{eff} = 0,67 \cdot 140 = 93,8 \text{ mm}$$

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

OKAMŽITÁ DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{inst,vlastní\ tíha} = 0,9\ mm$$

$$w_{inst,střešní\ plášť} = 0,0\ mm$$

$$w_{inst,hlavní\ proměnné} = 0,0\ mm$$

$$w_{inst,ostatní\ proměnné} = 0,0\ mm$$

Celkový okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{inst,vlastní\ tíha} + w_{inst,střešní\ plášť} + w_{inst,hlavní\ proměnné} + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné}$$

$$w_{inst} = 0,9 + 0,0 + 0,0 + 0,0 = \underline{0,9\ mm}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{inst} \leq w_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{4000}{300} = 13,3\ mm$$

$$0,9 < 13,3(mm) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

třída provozu 3

$$k_{def} = 2,0$$

$$\Psi_{2,1}, \Psi_{2,i}, \Psi_{0,i} = 0$$

KONEČNÁ DEFORMACE:

$$w_{fin} = (w_{inst,vlastní\ tíha}) \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,střešní\ plášť} \cdot \\ \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + w_{inst,hlavní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) \text{ (mm)}$$

$$w_{fin} = (0,9) \cdot (1 + 2) + 0,0 \cdot (1 + 2) + 0,0 \cdot (1 + 2 \cdot 0) + \\ 0,0 \cdot (1 + 2 \cdot 0)$$

$$w_{fin} = \underline{2,7\ mm}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{fin} \leq w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{4000}{250} = 16,0\ mm$$

$$2,7 < 16,0\ (mm) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržené ztužidlo na mezní stav použitelnosti vyhoví.

ZÁVĚR:

Navržené ztužidlo vyhoví na oba mezní stavy.

C.6. NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍČNÉHO OCELOVÉHO ZTUŽIDLA (DE6)

MATERIÁL:

ocel: **S460**

$f_y = 460 \text{ MPa}$

$f_u = 610 \text{ MPa}$

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

1, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$N_d = 20,40 \text{ KN}$

2, NAVRŽENÉ ZTUŽIDLO:

Navrhuji ztužidlo Macalloy se závitem M12

Hodnoty únosnosti udávané výrobcem:

$N_{u,r,d} = \underline{36,9 \text{ KN}}$

3, POSOUZENÍ ZTUŽIDLA:

Rezerva na napnutí: +50% k N_d

$\max N_d = 1,5 \cdot N_d = 1,5 \cdot 20,40 = \underline{30,6 \text{ KN}}$

$\max N_d \leq N_{u,r,d}$

$30,6 < 36,9 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$

Navržené ztužidlo na osovou tahovou sílu vyhoví.

Únosnost táhel Macalloy dle českých technických norem

Systém táhel Macalloy je navržen tak, aby v mezním stavu únosnosti došlo nejdříve k porušení průřezu táhla v závitové části tyče před porušením ostatních částí systému. Návrhová únosnost táhel vychází z řady testů na skutečných výrobcích. Tyto testy byly provedeny v souladu s přílohou „Y“ ČSN P ENV 1993-1-1/94 a byly vyhodnoceny podle přílohy „Z“ této normy.

Návrhová únosnost, stanovená podle původních britských podkladů, vychází z hodnoty parciálního součinitele bezpečnosti $g_{R2} = 1.25$. Vzhledem k nižší úrovni hodnot součinitelů zatížení g_f podle českých norem doporučujeme použít hodnotu $g_{R2} = 1.30$. Únosnost táhel Macalloy $N_{u,Rd}$ je pro jednotlivé průřezy uvedena v tabulce 1. Vzhledem k tomu, že poměr $f_u g_{m0} / (f_y g_{R2})$ má v případě táhel Macalloy hodnotu 1.17 (což je méně než nejmenší součinitel zatížení $g_{f,min} = 1.20$), nemůže dojít v mezním stavu použitelnosti k plastifikaci.

Pro některé modely konstrukcí však může být výjimečně požadavek plně elastického působení (i lokálního) i v mezním stavu únosnosti. Pro tyto případy je hodnota návrhové únosnosti $N_{el,Rd}$ dána v tabulce 1.

Závit	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M76	M85	M90	M100
d (mm)	9	11	15	19	22	28	34	39	45	52	60	72	82	87	97
A_{net} (mm ²)	54	79	150	234	339	541	793	1090	1434	1982	2616	3818	4867	5505	6895
$N_{u,Rd}$ (kN)	25,4	36,9	70,0	110,0	159	254	372	512	673	930	1228	1791	2283	2583	3235
$N_{el,Rd}$ (kN)	22,7	32,7	62,7	98,2	142	226	331	455	600	829	1095	1596	2035	2303	2884

Tab. 1

V případě použití táhel Macalloy jako části šroubového spoje (tj spoje, kde není rozdělení sil na jednotlivé prvky zcela jednoznačné nebo tam kde jsou užity i jiné nosné komponenty než ze systému Macalloy) je třeba užít parciální součinitel bezpečnosti pro šrouby $g_{Mb} = 1.45$ a únosnost stanovit ze vztahu

$$N_{u,Rd} = 0.9 A_{net} f_u / g_{Mb} > N_{sd} \quad (1)$$

V případě použití táhel Macalloy jako kotevních šroubů je únosnost dle vztahu (1) navíc redukována součinitelem b_b , který se zatím uvažuje podle ČSN 73 1401/98 hodnotou 0,80. (4)

$$N_{u,Rd} = b_b 0.9 A_{net} f_u / g_{Mb} > N_{sd} \quad (2)$$

- g_{m0} - parciální součinitel bezpečnosti, uvažuje se hodnotou 1,15 (resp. pro stanovení hodnoty $N_{el,Rd}$ hodnotou 1,10)
- g_{m2} - parciální součinitel bezpečnosti, uvažuje se hodnotou 1,30
- d - nominální průměr průřezu (mm)
- A - plocha průřezu, vypočtená z nominálního průměru průřezu d , viz tab. 1
- A_{net} - plocha oslabeného průřezu závitěm podle BS 3580 podle tab. 1
- f_y - mez kluzu materiálu Macalloy S460, pro celý rozsah profilů uvažovaná hodnotou 460 N/mm²
- f_u - mez pevnosti materiálu Macalloy S460, pro celý rozsah profilů uvažovaná hodnotou 610 N/mm²

C.7. NÁVRH A POSOUZENÍ KROKVE K ZÁZEMÍ (DE7)

MATERIÁL:

LEP. LAM. DŘEVO: **GL24h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$f_{v,g,k} = 2,7 \text{ MPa}$

$f_{c,0,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$E_{0,g,mean} = 11600 \text{ MPa}$

$E_{0,g,0,05} = 9400 \text{ MPa}$

KOEFICIENTY:

$k_{mod} = 0,7$

$\gamma_m = 1,25$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$h = 260 \text{ mm}$

$b = 140 \text{ mm}$

$A = 36400 \text{ mm}^2$

$I_y = 205,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$I_z = 59,5 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$W_y = 1,57 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

$W_z = 0,85 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

Poloměr setrvačnosti:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 75,05 \text{ mm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 40,41 \text{ mm}$$

Obrázek:



statické schéma:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

POSOUZENÍ NA KOMBINACI OHYBU A TLAKU:

1, NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

$$f_{c,0,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

2, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$N_d = 14,45 \text{ KN}$

$M_{yd} = 16,35 \text{ KNm}$

$V_{zd} = 9,30 \text{ KN}$

3, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ OD OHYBU A TLAKU:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yd}}{W_y} = \frac{16,35 \cdot 10^6}{1,57 \cdot 10^6} = \underline{10,36 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{14,45 \cdot 10^3}{36400} = \underline{0,39 \text{ MPa}}$$

Kritické délky:

$l = 6000 \text{ mm}$

(délka krokve)

$l_{cr,yz} = 0,9 \cdot l$

$l_{cr,y} = 5400 \text{ mm}$

$l_{cr,z} = 5400 \text{ mm}$

4, ŠTÍHLOSTI:

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{5400}{75,05} = \underline{71,95 (-)}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{24}{17,92}} = \underline{1,16 (-)}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{5400}{40,41} = \underline{133,62 (-)}$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = \sqrt{\frac{24}{5,19}} = \underline{2,15 (-)}$$

5, VÝPOČET KRITICKÉHO NAPĚTÍ ZA OHYBU:

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 9400}{71,95^2} = \underline{17,92 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 9400}{133,62^2} = \underline{5,19 \text{ MPa}}$$

6, SOUČINITEL VZPĚRNOSTI:

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) (-)$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (1,16 - 0,3) + 1,16^2) = \underline{1,21(-)}$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) (-)$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (2,15 - 0,3) + 2,15^2) = \underline{2,90 (-)}$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,21 + \sqrt{1,21^2 - 1,16^2}} = \underline{0,64 (-)}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{2,90 + \sqrt{2,90^2 - 2,15^2}} = \underline{0,21 (-)}$$

$\beta_c = 0,1$ pro LLD

7, POSOUZENÍ KOMBINACE OHYB A TLAK:

$k_m = 0,7$ pro obdélník

$k_m = 1,0$ pro ostatní

Stabilitní podmínka spolehlivosti:

$$1. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,g,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 \quad (-)$$

$$2. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,g,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 \quad (-)$$

$$1. \frac{0,39}{0,64 \cdot 13,44} + \frac{10,36}{13,44} + 0,7 \cdot \frac{0}{13,44} \leq 1 \quad (-)$$

$$2. \frac{0,39}{0,21 \cdot 13,44} + 0,7 \cdot \frac{10,36}{13,44} + \frac{0}{13,44} \leq 1 \quad (-)$$

$$1. 0,82 < 1 \quad (-) \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$2. 0,68 < 1 \quad (-) \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržená krokev na kombinaci tlaku a ohybu vyhoví.

POSOUZENÍ NA SMYK:

1, NÁVRHOVÁ PEVNOST:

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{2,7}{1,25} = \underline{1,51 \text{ MPa}}$$

2, ÚČINNÁ PLOCHA PRŮŘEZU:

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 93,8 \cdot 260 = \underline{24388 \text{ mm}^2}$$

3, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{9,30 \cdot 10^3}{24388} = \underline{0,57 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,g,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,57}{1,51} = 0,38 < 1,0 \quad (-) \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržená krokev na smyk vyhoví.

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$$b_{eff} = 0,67 \cdot 140 = 93,8 \text{ mm}$$

$l = 6000 \text{ mm}$

(délka vaznice v oblouku)

$l_{cr,y} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 6000$

$l_{cr,y} = 5400 \text{ mm}$

POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

1, KRITICKÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot E_{0,05} \cdot b^2}{h \cdot l_{cr,y}} \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot 9400 \cdot 140^2}{260 \cdot 5400} = \underline{102,35 \text{ MPa}}$$

2, VÝPOČET POMĚRNÉ ŠTÍHLosti:

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \text{ (-)}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{24}{102,35}} = 0,48 \text{ (-)}$$

3, SOUČINITEL PŘÍČNÉ A TORZNÍ STABILITY:

$$\lambda_{rel} = 0,48 < 0,75 \rightarrow k_{crit} = 1$$

4, REDUKOVANÁ PEVNOST:

$$f_{m,d,red} = k_{crit} \cdot f_{m,d} \text{ (MPa)}$$

$$f_{m,d,red} = 1 \cdot 13,44 = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

5, POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

$$\sigma_{y,d} < f_{m,d,red}$$

$$10,36 < 13,44 \text{ (MPa)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

Navržená krokev na klopení vyhoví.

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

OKAMŽITÁ DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{inst,vlastní\ tíha} = 0,6 \text{ mm}$$

$$w_{inst,střešní\ plášt} = 3,1 \text{ mm}$$

$$w_{inst,hlavní\ proměnné} = 6,2 \text{ mm}$$

$$w_{inst,ostatní\ proměnné} = 5,8 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{inst,vlastní\ tíha} + w_{inst,střešní\ plášt} + w_{inst,hlavní\ proměnné} + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné}$$

$$w_{inst} = 0,6 + 3,1 + 6,2 + 5,8 = \underline{15,7 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{inst} \leq w_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{6000}{300} = 20,0 \text{ mm}$$

$$15,7 < 20,0 \text{ (mm)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

třída provozu 3

$$k_{def} = 2,0$$

$$\Psi_{2,1}, \Psi_{2,i}, \Psi_{0,i} = 0$$

KONEČNÁ DEFORMACE:

$$w_{fin} = (w_{inst,vlastní\ tíha}) \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,střešní\ plášt} \cdot \\ \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + w_{inst,hlavní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) \text{ (mm)}$$

$$w_{fin} = (0,6) \cdot (1 + 2) + 3,1 \cdot (1 + 2) + 6,2 \cdot (1 + 2 \cdot 0) + \\ 5,8 \cdot (1 + 2 \cdot 0)$$

$$w_{fin} = \underline{23,1 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{fin} \leq w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{6000}{250} = 24,0 \text{ mm}$$

$$23,1 < 24,0 \text{ (mm)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

Navržená krokev na mezní stav použitelnosti vyhoví.

ZÁVĚR:

Navržená krokev vyhoví na oba mezní stavy.

C.8. NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNICE V MÍSTĚ NAPOJENÍ KROKVÍ (DE8)

MATERIÁL:

LEP. LAM. DŘEVO: **GL24h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$f_{v,g,k} = 2,7 \text{ MPa}$

$f_{t,0,g,k} = 16,5 \text{ MPa}$

$E_{0,g,mean} = 11600 \text{ MPa}$

$E_{0,g,0,05} = 9400 \text{ MPa}$

KOEFICIENTY:

$k_{mod} = 0,7$

$\gamma_m = 1,25$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$h = 480 \text{ mm}$

$b = 240 \text{ mm}$

$A = 115200 \text{ mm}^2$

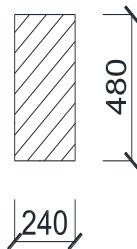
$I_y = 2,213 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

$I_z = 0,55 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

$W_y = 9,22 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

$W_z = 4,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

Obrázek:



statické schéma:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

POSOUZENÍ NA ŠIKMÝ OHYB:

1, NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

2, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$M_{yd} = 63,29 \text{ KNm}$

$M_{zd} = 37,53 \text{ KNm}$

$V_{zd} = 32,64 \text{ KN}$

$V_{yd} = 27,36 \text{ KN}$

3, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ OD OHYBU:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yd}}{W_y} = \frac{63,29 \cdot 10^6}{9,22 \cdot 10^6} = \underline{6,87 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{zd}}{W_z} = \frac{37,53 \cdot 10^6}{4,60 \cdot 10^6} = \underline{8,14 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ NA ŠIKMÝ OHYB:

$$1. k_m \cdot \frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,g,d}} + \frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1$$

$$2. \frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1$$

$$1. 0,7 \cdot \frac{6,87}{13,44} + \frac{8,14}{13,44} = 0,96 < 1(-) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$2. \frac{6,87}{13,44} + 0,7 \cdot \frac{8,14}{13,44} = 0,93 < 1(-) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na šikmý ohyb vyhoví.

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$$b_{eff} = 0,67 \cdot 240 = 160,8 \text{ mm}$$

$$l = 6980 \text{ mm}$$

(délka vaznice v oblouku)

$$l_{cr,y} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 6980 =$$

$$l_{cr,y} = \underline{6282 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ NA SMYK:

1, NÁVRHOVÁ PEVNOST:

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{2,7}{1,25} = \underline{1,51 \text{ MPa}}$$

2, ÚČINNÁ PLOCHA PRŮŘEZU:

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 160,8 \cdot 480 = \underline{77184 \text{ mm}^2}$$

3, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{32,64 \cdot 10^3}{77184} = \underline{0,63 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,g,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,63}{1,51} = 0,42 < 1,0 \text{ (-) VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na smyk vyhoví.

POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

1, KRITICKÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot E_{0,05} \cdot b^2}{h \cdot l_{cr,y}} \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot 9400 \cdot 240^2}{480 \cdot 6282} = \underline{140,05 \text{ MPa}}$$

2, VÝPOČET POMĚRNÉ ŠTÍHLosti:

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \text{ (-)}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{24}{140,05}} = 0,41 \text{ (-)}$$

3, SOUČINITEL PŘÍČNÉ A TORZNÍ STABILITY:

$$\lambda_{rel} = 0,41 < 0,75 \rightarrow k_{crit} = 1$$

4, REDUKOVANÁ PEVNOST:

$$f_{m,d,red} = k_{crit} \cdot f_{m,d} \text{ (MPa)}$$

$$f_{m,d,red} = 1 \cdot 13,44 = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

5, POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

$$\sigma_{y,d} < f_{m,d,red}$$

$$6,87 < 13,44 \text{ (MPa) VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na klopení vyhoví.

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

OKAMŽITÁ DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{inst,vlastní\ tíha} = 1,2 \text{ mm}$$

$$w_{inst,střešní\ plášť} = 3,2 \text{ mm}$$

$$w_{inst,hlavní\ proměnné} = 7,4 \text{ mm}$$

$$w_{inst,ostatní\ proměnné} = 6,3 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{inst,vlastní\ tíha} + w_{inst,střešní\ plášť} + w_{inst,hlavní\ proměnné} + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné}$$

$$w_{inst} = 1,2 + 3,2 + 7,3 + 6,3 = \underline{18,1 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{inst} \leq w_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{6980}{300} = 23,3 \text{ mm}$$

$$18,1 < 23,3 \text{ (mm)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

třída provozu 3

$$k_{def} = 2,0$$

$$\Psi_{2,1}, \Psi_{2,i}, \Psi_{0,i} = 0$$

KONEČNÁ DEFORMACE:

$$w_{fin} = (w_{inst,vlastní\ tíha}) \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,střešní\ plášť} \cdot \\ \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + w_{inst,hlavní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) \text{ (mm)}$$

$$w_{fin} = (1,2) \cdot (1 + 2) + 3,2 \cdot (1 + 2) + 7,4 \cdot (1 + 2 \cdot 0) + \\ 6,3 \cdot (1 + 2 \cdot 0)$$

$$w_{fin} = \underline{26,9 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{fin} \leq w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{6980}{250} = 27,9 \text{ mm}$$

$$26,9 < 27,9 \text{ (mm)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na mezní stav použitelnosti vyhoví.

ZÁVĚR:

Navržená vaznice vyhoví na oba mezní stavy.

C.9. NÁVRH A POSOUZENÍ NAPOJENÍ VAZNÍKŮ (DE9)

MATERIÁL:

LEP. LAM. DŘEVO: **GI28h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$f_{m,g,k} = 28 \text{ MPa}$

$f_{v,g,k} = 3,2 \text{ MPa}$

$f_{c,0,g,k} = 26,5 \text{ MPa}$

$f_{c,90,g,k} = 3,0 \text{ MPa}$

$f_{t,0,g,k} = 19,5 \text{ MPa}$

$f_{t,90,g,k} = 0,5 \text{ MPa}$

$E_{0,g,mean} = 12600 \text{ MPa}$

$E_{90,g,mean} = 420 \text{ MPa}$

$E_{0,g,0,05} = 10200 \text{ MPa}$

KOEFICIENTY:

$k_{mod} = 0,7$

$\gamma_m = 1,25$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$h = 1400 \text{ mm}$

$b = 200 \text{ mm}$

$A = 280000 \text{ mm}^2$

$I_y = 45,7 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

$I_z = 0,93 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$

$W_y = 65,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

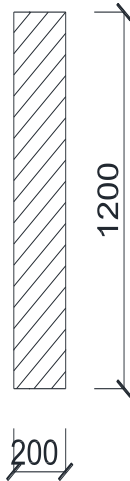
$W_z = 9,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

Poloměr setrvačnosti:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 404,15 \text{ mm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 57,73 \text{ mm}$$

Obrázek:



statické schéma:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

POSOUZENÍ KOMBINACE OHYBU A TLAKU:

1, NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{28}{1,25} = \underline{15,86 \text{ MPa}}$$

$$f_{c,0,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,g,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{26,5}{1,25} = \underline{14,84 \text{ MPa}}$$

2, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$N_d = 76,23 \text{ KN}$

$M_{y,d} = 4,66 \text{ KNm}$

$V_{z,d} = 8,77 \text{ KN}$

$M_{z,d} = 60,36 \text{ KNm}$

$V_{y,d} = 72,96 \text{ KN}$

3, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ OD TLAKU A OHYBU:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{76,23 \cdot 10^3}{280000} = \underline{0,27 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{4,66 \cdot 10^6}{65,3 \cdot 10^6} = \underline{0,07 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,d}}{W_z} = \frac{60,36 \cdot 10^6}{9,3 \cdot 10^6} = \underline{6,47 \text{ MPa}}$$

Kritické délky:

$l_{cr,y} = 2125 \text{ mm}$

(délka nosníku)

$l_{cr,z} = 2125 \text{ mm}$

(vzdálenost vazeb)

4, ŠTÍHLOSTI:

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{2125}{404,15} = \underline{5,26 (-)}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{26,5}{3641,30}} = \underline{0,08 (-)}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{2125}{57,73} = \underline{36,80 (-)}$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = \sqrt{\frac{26,5}{74,31}} = \underline{0,59 (-)}$$

5, VÝPOČET KRITICKÉHO NAPĚTÍ ZA OHYBU:

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 10200}{5,26^2} = \underline{3641,30 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 10200}{36,80^2} = \underline{74,31 \text{ MPa}}$$

6, SOUČINITEL VZPĚRNOSTI:

$\beta_c = 0,1 \text{ pro LLD}$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) (-)$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (0,08 - 0,3) + 0,08^2) = \underline{0,49(-)}$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) (-)$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (0,59 - 0,3) + 0,59^2) = \underline{0,69 (-)}$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0,49 + \sqrt{0,49^2 - 0,08^2}} = \underline{1 (-)}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{0,69 + \sqrt{0,69^2 - 0,59^2}} = \underline{0,96 (-)}$$

7, POSOUZENÍ KOMBINACE OHYB A TLAK:

Součinitel příčné a torzní stability:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{h \cdot l_{ef}} = \frac{0,78 \cdot 200^2 \cdot 10200}{1400 \cdot 2125} = \underline{106,97 \text{ MPa}}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,g,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{28}{106,97}} = \underline{0,51 (-)}$$

$$\lambda_{rel,m} \leq 0,75 \rightarrow k_{crit} = \underline{1}$$

$k_m = 0,7$ pro obdélník

$k_m = 1,0$ pro ostatní

Stabilitní podmínka spolehlivosti:

$$1. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,g,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 (-)$$

$$2. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot k_r \cdot f_{m,g,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 (-)$$

$$1. \frac{0,27}{1 \cdot 14,84} + \frac{0,07}{1 \cdot 15,86} + 0,7 \cdot \frac{6,47}{15,86} \leq 1 (-)$$

$$2. \frac{0,27}{0,96 \cdot 14,84} + 0,7 \cdot \frac{0,07}{1 \cdot 15,86} + \frac{6,47}{15,86} \leq 1 (-)$$

$$1. 0,31 < 1 (-) \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$2. 0,43 < 1 (-) \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený nosník na kombinaci tlaku a ohybu vyhoví.

POSOUZENÍ NA SMYK:

1, NÁVRHOVÁ PEVNOST:

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{3,2}{1,25} = \underline{1,79 \text{ MPa}}$$

2, ÚČINNÁ PLOCHA PRŮŘEZU:

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 134 \cdot 1400 = \underline{187600 \text{ mm}^2}$$

3, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{72,96 \cdot 10^3}{187600} = \underline{0,58 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,g,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,58}{1,79} = 0,32 < 1,0 (-) \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený nosník na smyk vyhoví.

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$$b_{eff} = 0,67 \cdot 200 = 134 \text{ mm}$$

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

OKAMŽITÁ DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{inst,vlastní\ tíha} = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_{inst,střešní\ plášť} = 0,1 \text{ mm}$$

$$w_{inst,hlavní\ proměnné} = 1,2 \text{ mm}$$

$$w_{inst,ostatní\ proměnné} = 0,7 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{inst,vlastní\ tíha} + w_{inst,střešní\ plášť} + w_{inst,hlavní\ proměnné} + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné}$$

$$w_{inst} = 0,2 + 0,1 + 1,2 + 0,7 = \underline{2,2 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{inst} \leq w_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{2125}{300} = 7,1 \text{ mm}$$

$$2,2 < 7,1(\text{mm}) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

třída provozu 3

$$k_{def} = 2,0$$

$$\Psi_{2,1}, \Psi_{2,i}, \Psi_{0,i} = 0$$

KONEČNÁ DEFORMACE:

$$w_{fin} = (w_{inst,vlastní\ tíha}) \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,střešní\ plášť} \cdot \\ \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + w_{inst,hlavní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) \text{ (mm)}$$

$$w_{fin} = (0,2) \cdot (1 + 2) + 0,1 \cdot (1 + 2) + 1,2 \cdot (1 + 2 \cdot 0) + \\ 0,7 \cdot (1 + 2 \cdot 0)$$

$$w_{fin} = \underline{2,8 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{fin} \leq w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{2125}{250} = 8,5 \text{ mm}$$

$$2,8 < 8,5 \text{ (mm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený nosník na mezní stav použitelnosti vyhoví.

ZÁVĚR:

Navržený nosník vyhoví na oba mezní stavy.

C.10. NÁVRH A POSOUZENÍ VÝMĚNY VAZNICE (DE10)

MATERIÁL:

LEP. LAM. DŘEVO: **GL24h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$f_{v,g,k} = 2,7 \text{ MPa}$

$f_{c,0,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$E_{0,g,mean} = 11600 \text{ MPa}$

$E_{0,g,0,05} = 9400 \text{ MPa}$

KOEFICIENTY:

$k_{mod} = 0,7$

$\gamma_m = 1,25$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$h = 240 \text{ mm}$

$b = 140 \text{ mm}$

$A = 33600 \text{ mm}^2$

$I_y = 161,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$I_z = 54,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$W_y = 1,34 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

$W_z = 0,78 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

Poloměr setrvačnosti:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 69,28 \text{ mm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 40,41 \text{ mm}$$

Obrázek:

statické schéma:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

POSOUZENÍ NA KOMBINACI OHYBU A TLAKU:

1, NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

$$f_{c,0,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

2, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$N_d = 4,72 \text{ KN}$

$M_{yd} = 1,69 \text{ KNm}$

$V_{zd} = 1,42 \text{ KN}$

$M_{zd} = 1,40 \text{ KNm}$

$V_{yd} = 1,66 \text{ KN}$

3, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ OD OHYBU A TLAKU:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{4,72 \cdot 10^3}{33600} = \underline{0,14 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yd}}{W_y} = \frac{1,69 \cdot 10^6}{1,34 \cdot 10^6} = \underline{1,26 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{zd}}{W_z} = \frac{1,40 \cdot 10^6}{0,78 \cdot 10^6} = \underline{1,79 \text{ MPa}}$$

Kritické délky:

$$l = 3590 \text{ mm}$$

(délka výměny)

$$l_{cr,yz} = 0,9 \cdot l$$

$$l_{cr,y} = 3231 \text{ mm}$$

$$l_{cr,z} = 3231 \text{ mm}$$

4, ŠTÍHLOSTI:

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{3231}{69,28} = \underline{46,64 (-)}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{24}{42,66}} = \underline{0,62 (-)}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{3231}{40,41} = \underline{79,95 (-)}$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = \sqrt{\frac{24}{14,52}} = \underline{1,07 (-)}$$

5, VÝPOČET KRITICKÉHO NAPĚTÍ ZA OHYBU:

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 9400}{46,64^2} = \underline{42,66 \text{ (MPa)}}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 9400}{79,95^2} = \underline{14,52 \text{ (MPa)}}$$

6, SOUČINITEL VZPĚRNOSTI:

$$\beta_c = 0,1 \text{ pro LLD}$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) (-)$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (0,62 - 0,3) + 0,62^2) = \underline{0,71 (-)}$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) (-)$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (1,07 - 0,3) + 1,07^2) = \underline{1,11 (-)}$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0,71 + \sqrt{0,71^2 - 0,62^2}} = \underline{0,95 (-)}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,11 + \sqrt{1,11^2 - 1,07^2}} = \underline{0,71 (-)}$$

7, POSOUZENÍ KOMBINACE OHYB A TLAK:

$k_m = 0,7$ pro obdélník

$k_m = 1,0$ pro ostatní

Stabilitní podmínka spolehlivosti:

$$1. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,g,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 \quad (-)$$

$$2. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,g,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 \quad (-)$$

$$1. \frac{0,14}{0,95 \cdot 13,44} + \frac{1,26}{13,44} + 0,7 \cdot \frac{1,78}{13,44} \leq 1 \quad (-)$$

$$2. \frac{0,14}{0,71 \cdot 13,44} + 0,7 \cdot \frac{1,26}{13,44} + \frac{1,78}{13,44} \leq 1 \quad (-)$$

1. $0,21 < 1 \quad (-) \dots \dots \dots$ VYHOVUJE

2. $0,20 < 1 \quad (-) \dots \dots \dots$ VYHOVUJE

Navržená výměna na kombinaci tlaku a ohybu vyhoví.

POSOUZENÍ NA SMYK:

1, NÁVRHOVÁ PEVNOST:

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{2,7}{1,25} = \underline{1,51 \text{ MPa}}$$

2, ÚČINNÁ PLOCHA PRŮŘEZU:

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 93,8 \cdot 240 = \underline{22512 \text{ mm}^2}$$

3, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1,66 \cdot 10^3}{22512} = \underline{0,11 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,g,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,57}{1,51} = 0,07 < 1,0 \quad (-) \dots \dots \dots$$
 VYHOVUJE

Navržená výměna na smyk vyhoví.

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$$b_{eff} = 0,67 \cdot 140 = 93,8 \text{ mm}$$

$l = 3590 \text{ mm}$

(délka výměny)

$l_{cr,y} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 6000$

$l_{cr,y} = 3231 \text{ mm}$

POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

1, KRITICKÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot E_{0,05} \cdot b^2}{h \cdot l_{cr,y}} \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot 9400 \cdot 140^2}{240 \cdot 3231} = \underline{185,32 \text{ MPa}}$$

2, VÝPOČET POMĚRNÉ ŠTÍHLosti:

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \text{ (-)}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{24}{185,32}} = 0,36 \text{ (-)}$$

3, SOUČINITEL PŘÍČNÉ A TORZNÍ STABILITY:

$$\lambda_{rel} = 0,36 < 0,75 \rightarrow k_{crit} = 1$$

4, REDUKOVANÁ PEVNOST:

$$f_{m,d,red} = k_{crit} \cdot f_{m,d} \text{ (MPa)}$$

$$f_{m,d,red} = 1 \cdot 13,44 = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

5, POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

$$\sigma_{y,d} < f_{m,d,red}$$

$$1,26 < 13,44 \text{ (MPa)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

Navržená výměna na klopení vyhoví.

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

OKAMŽITÁ DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{inst,vlastní\ tíha} = 0,5 \text{ mm}$$

$$w_{inst,střešní\ plášť} = 1,3 \text{ mm}$$

$$w_{inst,hlavní\ proměnné} = 3,1 \text{ mm}$$

$$w_{inst,ostatní\ proměnné} = 2,2 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{inst,vlastní\ tíha} + w_{inst,střešní\ plášť} + w_{inst,hlavní\ proměnné} + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné}$$

$$w_{inst} = 0,5 + 1,3 + 3,1 + 2,2 = \underline{15,7 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{inst} \leq w_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{3590}{300} = 12,0 \text{ mm}$$

$$7,1 < 12,0 \text{ (mm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

třída provozu 3

$$k_{def} = 2,0$$

$$\Psi_{2,1}, \Psi_{2,i}, \Psi_{0,i} = 0$$

KONEČNÁ DEFORMACE:

$$w_{fin} = (w_{inst,vlastní\ tíha}) \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,střešní\ plášť} \cdot \\ \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + w_{inst,hlavní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) \text{ (mm)}$$

$$w_{fin} = (0,5) \cdot (1 + 2) + 1,3 \cdot (1 + 2) + 3,1 \cdot (1 + 2 \cdot 0) + \\ 2,2 \cdot (1 + 2 \cdot 0)$$

$$w_{fin} = \underline{10,7 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{fin} \leq w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{6000}{250} = 14,4 \text{ mm}$$

$$10,7 < 14,4 \text{ (mm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržená výměna na mezní stav použitelnosti vyhoví.

ZÁVĚR:

Navržená výměna vyhoví na oba mezní stavy.

D. NÁVRH A POSOUZENÍ NOSNÝCH PRVKŮ SVĚTLÍKU

- D.1 NÁVRH A POSOUZENÍ SLOUPKU SVĚTLÍKU
- D.2 NÁVRH A POSOUZENÍ SPODNÍ OBRUBY SVĚTLÍKU
- D.3 NÁVRH A POSOUZENÍ KROKVE SVĚTLÍKU
- D.4 NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNICE SVĚTLÍKU

D.1. NÁVRH A POSOUZENÍ SLOUPKU SVĚTLÍKU (DE11)

MATERIÁL:

LEP. LAM. DŘEVO: **GL24h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$f_{v,g,k} = 2,7 \text{ MPa}$

$f_{c,0,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$E_{0,g,mean} = 11600 \text{ MPa}$

$E_{0,g,0,05} = 9400 \text{ MPa}$

KOEFICIENTY:

$k_{mod} = 0,7$

$\gamma_m = 1,25$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$h = 140 \text{ mm}$

$b = 140 \text{ mm}$

$A = 19300 \text{ mm}^2$

$I_y = 32,01 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$I_z = 32,01 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$W_y = 0,48 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

$W_z = 0,48 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

Poloměr setrvačnosti:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 40,41 \text{ mm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 40,41 \text{ mm}$$

statické schéma:

Obrázek:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

POSOUZENÍ NA KOMBINACI OHYBU A TLAKU:

1, NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

$$f_{c,0,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

2, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$N_d = 16,83 \text{ KN}$

$M_{yd} = 1,01 \text{ KNm}$

$V_{zd} = 1,86 \text{ KN}$

3, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ OD OHYBU A TLAKU:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yd}}{W_y} = \frac{1,01 \cdot 10^6}{0,48 \cdot 10^6} = \underline{2,21 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{16,83 \cdot 10^3}{19600} = \underline{0,85 \text{ MPa}}$$

Kritické délky:

$$l = 2300 \text{ mm}$$

(délka sloupku)

$$l_{cr,yz} = 0,9 \cdot l$$

$$l_{cr,y} = 2070 \text{ mm}$$

$$l_{cr,z} = 2070 \text{ mm}$$

4, ŠTÍHLOSTI:

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{2070}{40,41} = \underline{51,22(-)}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{24}{35,36}} = \underline{0,82(-)}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{2070}{40,41} = \underline{51,22(-)}$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = \sqrt{\frac{24}{35,36}} = \underline{0,82(-)}$$

5, VÝPOČET KRITICKÉHO NAPĚTÍ ZA OHYBU:

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 9400}{51,22^2} = \underline{35,36 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 9400}{51,22^2} = \underline{35,36 \text{ MPa}}$$

6, SOUČINITEL VZPĚRNOSTI:

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) (-)$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (0,82 - 0,3) + 0,82^2) = \underline{0,86(-)}$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) (-)$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (0,82 - 0,3) + 0,82^2) = \underline{0,86(-)}$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0,86 + \sqrt{0,86^2 - 0,82^2}} = \underline{0,88(-)}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{0,86 + \sqrt{0,86^2 - 0,82^2}} = \underline{0,88(-)}$$

$$\beta_c = 0,1 \text{ pro LLD}$$

7, POSOUZENÍ KOMBINACE OHYB A TLAK:

$k_m = 0,7$ pro obdélník

$k_m = 1,0$ pro ostatní

Stabilitní podmínka spolehlivosti:

$$1. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,g,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 \quad (-)$$

$$2. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,g,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 \quad (-)$$

$$1. \frac{0,86}{0,88 \cdot 13,44} + \frac{2,21}{13,44} + 0,7 \cdot \frac{0}{13,44} \leq 1 \quad (-)$$

$$2. \frac{1,20}{0,88 \cdot 13,44} + 0,7 \cdot \frac{3,09}{13,44} + \frac{0}{13,44} \leq 1 \quad (-)$$

1. $0,24 < 1 \quad (-) \dots \dots \dots$ VYHOVUJE

2. $0,19 < 1 \quad (-) \dots \dots \dots$ VYHOVUJE

Navržený sloupek na kombinaci tlaku a ohybu vyhoví.

POSOUZENÍ NA SMYK:

1, NÁVRHOVÁ PEVNOST:

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{2,7}{1,25} = \underline{1,51 \text{ MPa}}$$

2, ÚČINNÁ PLOCHA PRŮŘEZU:

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 93,8 \cdot 140 = \underline{13132 \text{ mm}^2}$$

3, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1,86 \cdot 10^3}{13132} = \underline{0,21 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,g,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,21}{1,51} = 0,14 < 1,0 \quad (-) \dots \dots \dots$$
 VYHOVUJE

Navržený sloupek na smyk vyhoví.

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$$b_{eff} = 0,67 \cdot 140 = 93,8 \text{ mm}$$

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

OKAMŽITÁ DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{inst,vlastní\ tíha} = 0 \text{ mm}$$

$$w_{inst,střešní\ plášť} = 0 \text{ mm}$$

$$w_{inst,hlavní\ proměnné} = 3,0 \text{ mm}$$

$$w_{inst,ostatní\ proměnné} = 0,0 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{inst,vlastní\ tíha} + w_{inst,střešní\ plášť} + w_{inst,hlavní\ proměnné} + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné}$$

$$w_{inst} = 0,0 + 0,0 + 3,0 + 0,0 = \underline{3,0 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{inst} \leq w_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{2300}{300} = 7,6 \text{ mm}$$

$$3,0 < 7,6 \text{ (mm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

třída provozu 3

$$k_{def} = 2,0$$

$$\Psi_{2,1}, \Psi_{2,i}, \Psi_{0,i} = 0$$

KONEČNÁ DEFORMACE:

$$w_{fin} = (w_{inst,vlastní\ tíha}) \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,střešní\ plášť} \cdot \\ \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + w_{inst,hlavní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) \text{ (mm)}$$

$$w_{fin} = (0,0) \cdot (1 + 2) + 0,0 \cdot (1 + 2) + 3,0 \cdot (1 + 2 \cdot 0) + \\ 0,0 \cdot (1 + 2 \cdot 0)$$

$$w_{fin} = \underline{3,0 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{fin} \leq w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{2300}{250} = 9,2 \text{ mm}$$

$$3,0 < 9,2 \text{ (mm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený sloupek na mezní stav použitelnosti vyhoví.

ZÁVĚR:

Navržený sloupek vyhoví na oba mezní stavy.

D.2. NÁVRH A POSOUZENÍ SPODNÍ OBRUBY SVĚTLÍKU (DE12)

MATERIÁL:

LEP. LAM. DŘEVO: **GL24h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$f_{v,g,k} = 2,7 \text{ MPa}$

$f_{c,0,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$E_{0,g,mean} = 11600 \text{ MPa}$

$E_{0,g,0,05} = 9400 \text{ MPa}$

KOEFICIENTY:

$k_{mod} = 0,7$

$\gamma_m = 1,25$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$h = 240 \text{ mm}$

$b = 140 \text{ mm}$

$A = 33600 \text{ mm}^2$

$I_y = 161,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$I_z = 54,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$W_y = 1,34 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

$W_z = 0,78 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 69,28 \text{ mm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 40,41 \text{ mm}$$

Obrázek:

statické schéma:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

POSOUZENÍ NA ŠIKMÝ OHYB:

1, NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

2, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$N_d = 42,10 \text{ KN (tlak)}$

$M_{yd} = 7,91 \text{ KNm}$

$M_{zd} = 4,01 \text{ KNm}$

$V_{zd} = 4,52 \text{ KN}$

$V_{yd} = 2,43 \text{ KN}$

3, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ OD OHYBU:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yd}}{W_y} = \frac{7,91 \cdot 10^6}{1,83 \cdot 10^6} = \underline{5,88 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{zd}}{W_z} = \frac{4,01 \cdot 10^6}{0,91 \cdot 10^6} = \underline{5,11 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ NA ŠIKMÝ OHYB:

$$1. k_m \cdot \frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,g,d}} + \frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1$$

$$2. \frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1$$

$$1. 0,7 \cdot \frac{5,88}{13,44} + \frac{5,11}{13,44} = 0,68 < 1(-) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$2. \frac{5,88}{13,44} + 0,7 \cdot \frac{5,11}{13,44} = 0,70 < 1(-) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržená obruba světlíku na šikmý ohyb vyhoví.

POSOUZENÍ NA KOMBINACI TLAKU A OHYBU:

KOEFICIENTY:

$$k_{mod} = 0,7$$

$$\gamma_m = 1,25$$

1, NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

$$f_{c,0,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

2, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ TLAKU:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{42,10 \cdot 10^3}{33600} = \underline{1,25 \text{ MPa}}$$

3, ŠTÍHLOSTI:

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{3600}{69,28} = \underline{51,96 (-)}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{24}{34,36}} = \underline{0,84 (-)}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{3600}{40,41} = \underline{89,07 (-)}$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = \sqrt{\frac{24}{11,69}} = \underline{1,43 (-)}$$

Kritické délky:

$$l = 4000 \text{ mm}$$

(délka prvku)

$$l_{cr,y,z} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 4000 =$$

$$\underline{l_{cr,y,z} = 3600 \text{ mm}}$$

5, VÝPOČET KRITICKÉHO NAPĚTÍ ZA OHYBU:

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 9400}{51,96^2} = \underline{34,36 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 9400}{89,07^2} = \underline{11,69 \text{ MPa}}$$

6, SOUČINITEL VZPĚRNOSTI:

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) (-)$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (0,84 - 0,3) + 0,84^2) = \underline{0,88(-)}$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) (-)$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (1,43 - 0,3) + 1,43^2) = \underline{1,58 (-)}$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0,88 + \sqrt{0,88^2 - 0,84^2}} = \underline{0,87 (-)}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,58 + \sqrt{1,58^2 - 1,43^2}} = \underline{0,44 (-)}$$

$$\beta_c = 0,1 \text{ pro LLD}$$

7, POSOUZENÍ KOMBINACE OHYB A TLAK:

$k_m = 0,7$ pro obdélník

$k_m = 1,0$ pro ostatní

Stabilitní podmínka spolehlivosti:

$$1. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,g,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 \quad (-)$$

$$2. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,g,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 \quad (-)$$

$$1. \frac{1,25}{0,87 \cdot 13,44} + \frac{5,88}{13,44} + 0,7 \cdot \frac{5,11}{13,44} \leq 1 \quad (-)$$

$$2. \frac{1,25}{0,44 \cdot 13,44} + 0,7 \cdot \frac{5,88}{13,44} + \frac{5,11}{13,44} \leq 1 \quad (-)$$

1. $0,79 < 1 \quad (-) \dots \dots \dots$ VYHOVUJE

2. $0,91 < 1 \quad (-) \dots \dots \dots$ VYHOVUJE

Navržená obruba světlíku na kombinaci tlaku a ohybu vyhoví.

POSOUZENÍ NA SMYK:

1, NÁVRHOVÁ PEVNOST:

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{2,7}{1,25} = \underline{1,51 \text{ MPa}}$$

2, ÚČINNÁ PLOCHA PRŮŘEZU:

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 93,8 \cdot 240 = \underline{22512 \text{ mm}^2}$$

3, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{4,52 \cdot 10^3}{22512} = \underline{0,30 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,g,d}} \leq 1,0$$
$$\frac{0,30}{1,51} = 0,20 < 1,0 \text{ (-) VYHOVUJE}$$

Navržená obruba světlíku na smyk vyhoví.

POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

1, KRITICKÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot E_{0,05} \cdot b^2}{h \cdot l_{cr,y}} \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot 9400 \cdot 140^2}{280 \cdot 3600} = \underline{166,32 \text{ MPa}}$$

2, VÝPOČET POMĚRNÉ ŠTÍHLosti:

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \text{ (-)}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{24}{166,32}} = 0,38 \text{ (-)}$$

3, SOUČINITEL PŘÍČNÉ A TORZNÍ STABILITY:

$$\lambda_{rel} = 0,38 < 0,75 \rightarrow k_{crit} = 1$$

4, REDUKOVANÁ PEVNOST:

$$f_{m,d,red} = k_{crit} \cdot f_{m,d} \text{ (MPa)}$$

$$f_{m,d,red} = 1 \cdot 13,44 = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

5, POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

$$\sigma_{y,d} < f_{m,d,red}$$

$$5,88 < 13,44 \text{ (MPa) VYHOVUJE}$$

Navržená obruba světlíku na klopení vyhoví.

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$$b_{eff} = 0,67 \cdot 140 = 93,8 \text{ mm}$$

$$l = 4000 \text{ mm}$$

(délka vaznice v oblouku)

$$l_{cr,y} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 4000 =$$

$$l_{cr,y} = \underline{3600 \text{ mm}}$$

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

OKAMŽITÁ DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{inst,vlastní\ tíha} = 0,8 \text{ mm}$$

$$w_{inst,střešní\ plášt} = 1,7 \text{ mm}$$

$$w_{inst,hlavní\ proměnné} = 4,9 \text{ mm}$$

$$w_{inst,ostatní\ proměnné} = 3,2 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{inst,vlastní\ tíha} + w_{inst,střešní\ plášt} + w_{inst,hlavní\ proměnné} + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné}$$

$$w_{inst} = 0,8 + 1,7 + 4,9 + 3,2 = \underline{10,6 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{inst} \leq w_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{4000}{300} = 13,3 \text{ mm}$$

$$10,6 < 13,3 \text{ (mm)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

třída provozu 3

$$k_{def} = 2,0$$

$$\Psi_{2,1}, \Psi_{2,i}, \Psi_{0,i} = 0$$

KONEČNÁ DEFORMACE:

$$w_{fin} = (w_{inst,vlastní\ tíha}) \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,střešní\ plášt} \cdot \\ \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + w_{inst,hlavní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) \text{ (mm)}$$

$$w_{fin} = (0,8) \cdot (1 + 2) + 1,7 \cdot (1 + 2) + 4,9 \cdot (1 + 2 \cdot 0) + \\ 3,2 \cdot (1 + 2 \cdot 0)$$

$$w_{fin} = \underline{15,6 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{fin} \leq w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{4000}{250} = 16,0 \text{ mm}$$

$$15,6 < 16,0 \text{ (mm)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

Navržená obruba světlíku na mezní stav použitelnosti vyhoví.

ZÁVĚR:

Navržená obruba světlíku vyhoví na oba mezní stavy.

D.3. NÁVRH A POSOUZENÍ KROKVE SVĚTLÍKU (DE13)

MATERIÁL:

LEP. LAM. DŘEVO: **GL24h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$f_{v,g,k} = 2,7 \text{ MPa}$

$f_{c,0,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$E_{0,g,mean} = 11600 \text{ MPa}$

$E_{0,g,0,05} = 9400 \text{ MPa}$

KOEFICIENTY:

$k_{mod} = 0,7$

$\gamma_m = 1,25$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$h = 240 \text{ mm}$

$b = 140 \text{ mm}$

$A = 33600 \text{ mm}^2$

$I_y = 161,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$I_z = 54,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$W_y = 1,34 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

$W_z = 0,78 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

Poloměr setrvačnosti:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 69,28 \text{ mm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 40,41 \text{ mm}$$

Obrázek:

statické schéma:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

POSOUZENÍ NA KOMBINACI OHYBU A TLAKU:

1, NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

$$f_{c,0,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

2, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$N_d = 2,68 \text{ KN}$

$M_{yd} = 10,49 \text{ KNm}$

$M_{zd} = 1,95 \text{ KNm}$

$V_{zd} = 6,22 \text{ KN}$

$V_{yd} = 1,59 \text{ KN}$

3, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ OD OHYBU A TLAKU:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yd}}{W_y} = \frac{10,49 \cdot 10^6}{1,34 \cdot 10^6} = \underline{7,81 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{zd}}{W_z} = \frac{1,95 \cdot 10^6}{0,78 \cdot 10^6} = \underline{2,48 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{2,68 \cdot 10^3}{33600} = \underline{0,08 \text{ MPa}}$$

Kritické délky:

$$l = 6000 \text{ mm}$$

(délka krokve)

$$l_{cr,yz} = 0,9 \cdot l$$

$$l_{cr,y} = 5400 \text{ mm}$$

$$l_{cr,z} = 5400 \text{ mm}$$

4, ŠTÍHLOSTI:

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{5400}{69,28} = \underline{77,94 (-)}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{24}{15,27}} = \underline{1,25 (-)}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{5400}{40,41} = \underline{133,62 (-)}$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = \sqrt{\frac{24}{5,19}} = \underline{2,15 (-)}$$

5, VÝPOČET KRITICKÉHO NAPĚTÍ ZA OHYBU:

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 9400}{77,94^2} = \underline{15,27 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,g,0,05}}{\lambda_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 9400}{133,62^2} = \underline{5,19 \text{ MPa}}$$

6, SOUČINITEL VZPĚRNOSTI:

$$\beta_c = 0,1 \text{ pro LLD}$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) (-)$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (1,25 - 0,3) + 1,25^2) = \underline{1,33 (-)}$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) (-)$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + 0,1 \cdot (2,15 - 0,3) + 2,15^2) = \underline{2,90 (-)}$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,33 + \sqrt{1,33^2 - 1,25^2}} = \underline{0,56 (-)}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{2,90 + \sqrt{2,90^2 - 2,15^2}} = \underline{0,21 (-)}$$

7, POSOUZENÍ KOMBINACE OHYB A TLAK:

$k_m = 0,7$ pro obdélník

$k_m = 1,0$ pro ostatní

Stabilitní podmínka spolehlivosti:

$$1. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,g,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 \quad (-)$$

$$2. \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,g,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1 \quad (-)$$

$$1. \frac{0,08}{0,56 \cdot 13,44} + \frac{7,81}{13,44} + 0,7 \cdot \frac{2,49}{13,44} \leq 1 \quad (-)$$

$$2. \frac{0,08}{0,21 \cdot 13,44} + 0,7 \cdot \frac{7,81}{13,44} + \frac{2,49}{13,44} \leq 1 \quad (-)$$

1. $0,72 < 1 \quad (-) \dots \dots \dots$ VYHOVUJE

2. $0,62 < 1 \quad (-) \dots \dots \dots$ VYHOVUJE

Navržená krokev na kombinaci tlaku a ohybu vyhoví.

POSOUZENÍ NA SMYK:

1, NÁVRHOVÁ PEVNOST:

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{2,7}{1,25} = \underline{1,51 \text{ MPa}}$$

2, ÚČINNÁ PLOCHA PRŮŘEZU:

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 93,8 \cdot 240 = \underline{22512 \text{ mm}^2}$$

3, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{6,22 \cdot 10^3}{22512} = \underline{0,41 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,g,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,41}{1,51} = 0,23 < 1,0 \quad (-) \dots \dots \dots$$
 VYHOVUJE

Navržená krokev na smyk vyhoví.

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$$b_{eff} = 0,67 \cdot 140 = 93,8 \text{ mm}$$

$l = 6000 \text{ mm}$

(délka vaznice v oblouku)

$$l_{cr,y} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 6000$$

$$\underline{l_{cr,y} = 5400 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

1, KRITICKÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot E_{0,05} \cdot b^2}{h \cdot l_{cr,y}} \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot 9400 \cdot 140^2}{240 \cdot 5400} = \underline{110,88 \text{ MPa}}$$

2, VÝPOČET POMĚRNÉ ŠTÍHLOSTI:

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \text{ (-)}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{24}{110,88}} = 0,46 \text{ (-)}$$

3, SOUČINITEL PŘÍČNÉ A TORZNÍ STABILITY:

$$\lambda_{rel} = 0,46 < 0,75 \rightarrow k_{crit} = 1$$

4, REDUKOVANÁ PEVNOST:

$$f_{m,d,red} = k_{crit} \cdot f_{m,d} \text{ (MPa)}$$

$$f_{m,d,red} = 1 \cdot 13,44 = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

5, POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

$$\sigma_{y,d} < f_{m,d,red}$$

$$7,81 < 13,44 \text{ (MPa)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

Navržená krokev na klopení vyhoví.

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

OKAMŽITÁ DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{inst,vlastní\ tíha} = 1,0 \text{ mm}$$

$$w_{inst,střešní\ plášť} = 2,2 \text{ mm}$$

$$w_{inst,hlavní\ proměnné} = 8,5 \text{ mm}$$

$$w_{inst,ostatní\ proměnné} = 4,5 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{inst,vlastní\ tíha} + w_{inst,střešní\ plášť} + w_{inst,hlavní\ proměnné} + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné}$$

$$w_{inst} = 1,0 + 2,2 + 8,5 + 4,5 = \underline{16,2 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{inst} \leq w_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{6000}{300} = 20,0 \text{ mm}$$

$$16,2 < 20,0 \text{ (mm)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

třída provozu 3

$$k_{def} = 2,0$$

$$\Psi_{2,1}, \Psi_{2,i}, \Psi_{0,i} = 0$$

KONEČNÁ DEFORMACE:

$$w_{fin} = (w_{inst,vlastní\ tíha}) \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,střešní\ plášť} \cdot \\ \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + w_{inst,hlavní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) \text{ (mm)}$$

$$w_{fin} = (1,0) \cdot (1 + 2) + 2,2 \cdot (1 + 2) + 8,5 \cdot (1 + 2 \cdot 0) + \\ 4,5 \cdot (1 + 2 \cdot 0)$$

$$w_{fin} = \underline{22,6 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{fin} \leq w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{6000}{250} = 24,0 \text{ mm}$$

$$22,6 < 24,0 \text{ (mm)} \dots \dots \text{ VYHOVUJE}$$

Navržená krokev na mezní stav použitelnosti vyhoví.

ZÁVĚR:

Navržená krokev vyhoví na oba mezní stavy.

D.4. NÁVRH A POSOUZENÍ VAZNICE SVĚTLÍKU (DE14)

MATERIÁL:

LEP. LAM. DŘEVO: **GL24h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$f_{v,g,k} = 2,7 \text{ MPa}$

$f_{c,0,g,k} = 24 \text{ MPa}$

$E_{0,g,mean} = 11600 \text{ MPa}$

$E_{0,g,0,05} = 9400 \text{ MPa}$

KOEFICIENTY:

$k_{mod} = 0,7$

$\gamma_m = 1,25$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$h = 160 \text{ mm}$

$b = 100 \text{ mm}$

$A = 16000 \text{ mm}^2$

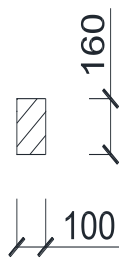
$I_y = 34,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$I_z = 13,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$W_y = 0,42 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

$W_z = 0,26 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

Obrázek:



statické schéma:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

POSOUZENÍ NA ŠIKMÝ OHYB:

1, NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{24}{1,25} = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

2, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$M_{yd} = 1,15 \text{ KNm}$

$M_{zd} = 0,42 \text{ KNm}$

$V_{zd} = 2,29 \text{ KN}$

$V_{yd} = 0,84 \text{ KN}$

3, NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ OD OHYBU:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{yd}}{W_y} = \frac{1,15 \cdot 10^6}{0,42 \cdot 10^6} = \underline{2,69 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{zd}}{W_z} = \frac{0,42 \cdot 10^6}{0,26 \cdot 10^6} = \underline{1,57 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ NA ŠIKMÝ OHYB:

$$1. k_m \cdot \frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,g,d}} + \frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1$$

$$2. \frac{\sigma_{y,d}}{f_{m,g,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{z,d}}{f_{m,g,d}} \leq 1$$

$$1. 0,7 \cdot \frac{2,69}{13,44} + \frac{1,57}{13,44} = 0,26 < 1(-) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$2. \frac{2,69}{13,44} + 0,7 \cdot \frac{1,57}{13,44} = 0,28 < 1(-) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na šikmý ohyb vyhoví.

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$
$$b_{eff} = 0,67 \cdot 100 = 67,0 \text{ mm}$$

$$l = 2000 \text{ mm}$$

(délka vaznice v oblouku)

$$l_{cr,y} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 2000$$
$$l_{cr,y} = \underline{1800 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ NA SMYK:

1, NÁVRHOVÁ PEVNOST:

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{2,7}{1,25} = \underline{1,51 \text{ MPa}}$$

2, ÚČINNÁ PLOCHA PRŮŘEZU:

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 67,0 \cdot 160 = \underline{10720 \text{ mm}^2}$$

3, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2,91 \cdot 10^3}{10720} = \underline{0,41 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,g,d}} \leq 1,0$$
$$\frac{0,41}{1,51} = 0,27 < 1,0 \text{ (-) VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na smyk vyhoví.

POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

1, KRITICKÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot E_{0,05} \cdot b^2}{h \cdot l_{cr,y}} \text{ (MPa)}$$
$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot 9400 \cdot 100^2}{160 \cdot 1800} = \underline{92,91 \text{ MPa}}$$

2, VÝPOČET POMĚRNÉ ŠTÍHLosti:

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \text{ (-)}$$
$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{24}{92,91}} = 0,51 \text{ (-)}$$

3, SOUČINITEL PŘÍČNÉ A TORZNÍ STABILITY:

$$\lambda_{rel} = 0,51 < 0,75 \rightarrow k_{crit} = 1$$

4, REDUKOVANÁ PEVNOST:

$$f_{m,d,red} = k_{crit} \cdot f_{m,d} \text{ (MPa)}$$
$$f_{m,d,red} = 1 \cdot 13,44 = \underline{13,44 \text{ MPa}}$$

5, POSOUZENÍ NA KLOPENÍ:

$$\sigma_{y,d} < f_{m,d,red}$$
$$2,69 < 13,44 \text{ (MPa) VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na klopení vyhoví.

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

OKAMŽITÁ DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{inst,vlastní\ tíha} = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_{inst,střešní\ plášť} = 0,7 \text{ mm}$$

$$w_{inst,hlavní\ proměnné} = 1,7 \text{ mm}$$

$$w_{inst,ostatní\ proměnné} = 1,0 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb:

$$w_{inst} = w_{inst,vlastní\ tíha} + w_{inst,střešní\ plášť} + w_{inst,hlavní\ proměnné} + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné}$$

$$w_{inst} = 0,3 + 0,7 + 1,7 + 1,0 = \underline{3,7 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{inst} \leq w_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{2000}{300} = 6,7 \text{ mm}$$

$$3,7 < 6,7 \text{ (mm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

třída provozu 3

$$k_{def} = 2,0$$

$$\Psi_{2,1}, \Psi_{2,i}, \Psi_{0,i} = 0$$

KONEČNÁ DEFORMACE:

$$w_{fin} = (w_{inst,vlastní\ tíha}) \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,střešní\ plášť} \cdot \\ \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + w_{inst,hlavní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) + \\ + w_{inst,ostatní\ proměnné} \cdot (1 + k_{def} \cdot \Psi_2) \text{ (mm)}$$

$$w_{fin} = (0,3) \cdot (1 + 2) + 0,7 \cdot (1 + 2) + 1,7 \cdot (1 + 2 \cdot 0) + \\ 1,0 \cdot (1 + 2 \cdot 0)$$

$$w_{fin} = \underline{5,7 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w_{fin} \leq w_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{2000}{250} = 8,0 \text{ mm}$$

$$5,7 < 8,0 \text{ (mm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržená vaznice na mezní stav použitelnosti vyhoví.

ZÁVĚR:

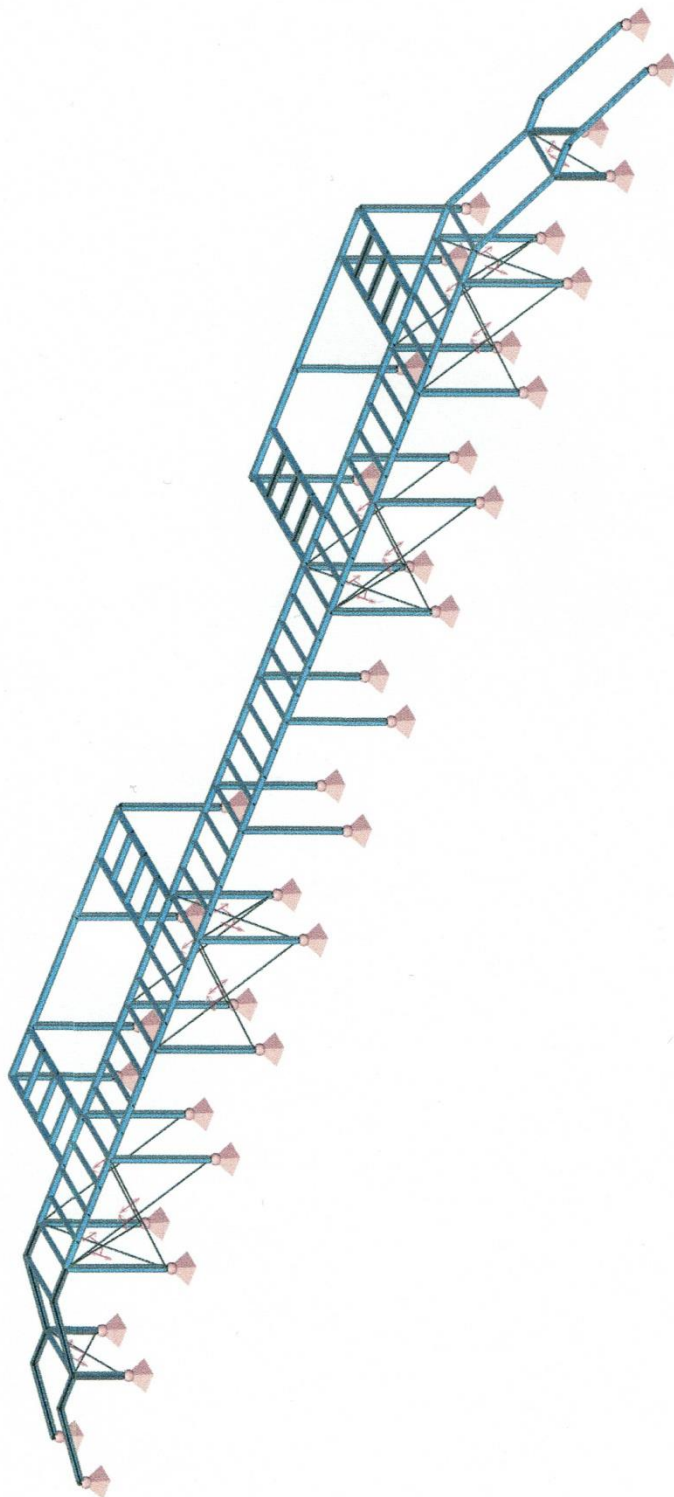
Navržená vaznice vyhoví na oba mezní stavy.

E. NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO OCHOZU

- E.1 SCHÉMA KONSTRUKCE
- E.2 VÝPOČET ZATÍŽENÍ
- E.3 ZATĚŽOVACÍ STAVY
- E.4 KOMBINACE ZATÍŽENÍ
- E.5 NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO SLOUPKU
- E.6 NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO
PODÉLNÍKU
- E.7 NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO
PŘÍČNÍKU
- E.8 NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO ZTUŽIDLA
- E.9 NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO
PODESTOVÉHO NOSNÍKU

E.1. SCHÉMA KONSTRUKCE

1. schéma konstrukce ochozu



E.2. VÝPOČET ZATÍŽENÍ

Tabulka 4 – zatížení skladbou podlahy

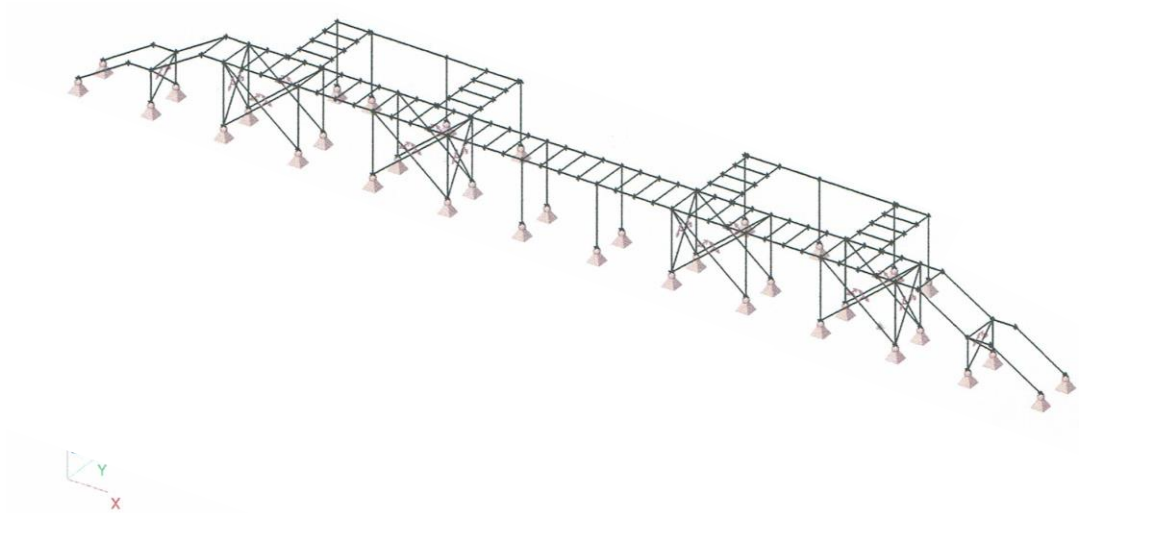
TYP	ZATÍŽENÍ	CHAR.H.(KN/m ²)	γ _G (-)	NÁVRH.H.(KN/m ²)
STÁLÉ	ocelový pororošt	0,4	1,35	0,54
CELKEM		0,4		0,54

Tabulka 5 – výpis proměnného zatížení

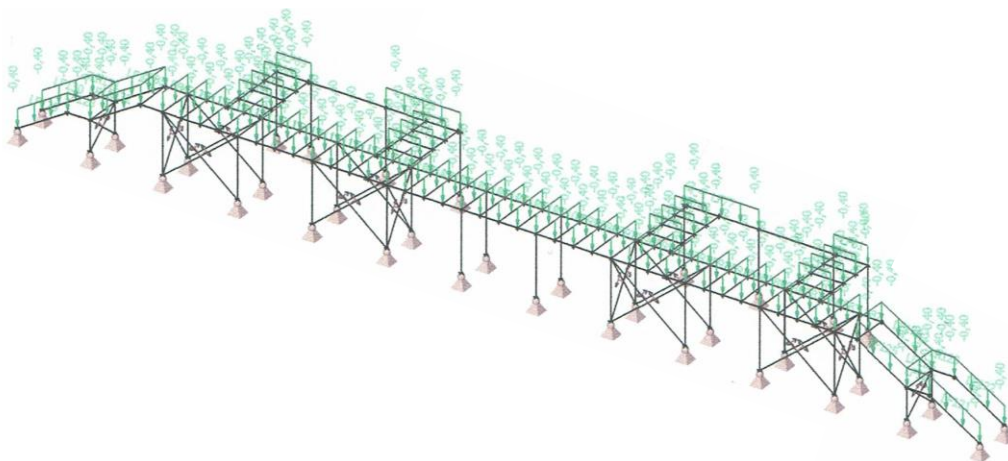
TYP	ZATÍŽENÍ	CHAR.H.(KN/m ²)	γ _G (-)	NÁVRH.H.(KN/m ²)
UŽITNÉ	Kategorie C – Plochy se shromážděním lidí	5	1,50	7,5
CELKEM		5		7,5

E.3. ZATĚŽOVACÍ STAVY

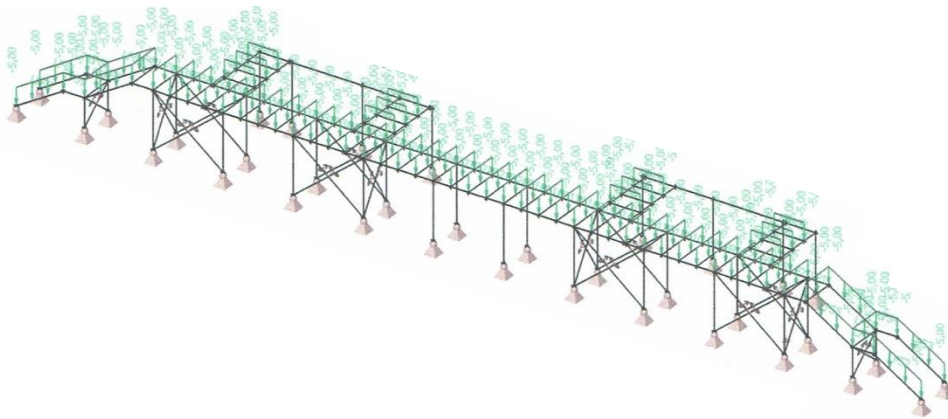
1.ZS1-zatížení vlastní tíhou



2. ZS2 - ostatní stálé zatížení, skladba podlahy



3. ZS3- zatížení shromážděním lidí



E.4. KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Stude</i>			
SZ1	Stálé		
SZ2	Proměnné	Standard	Kat C : shromáždění

Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Směr	Působení	Rídící zat. stav
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>								
ZS1-zatížení vlatní tíhou		Stálé	SZ1	Vlastní tíha		-Z		
ZS2	ostatní stálé	Stálé	SZ1	Standard				
ZS3	zatížení lidmi	Proměnné	SZ2	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný

Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>			
MSÚ1	Obálka - únosnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou	1,35
		ZS2 - ostatní stálé	1,35
MSÚ2	Obálka - únosnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou	1,35
		ZS2 - ostatní stálé	1,35
		ZS3 - zatížení lidmi	1,50
MSÚ3	Obálka - únosnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou	1,00
		ZS2 - ostatní stálé	1,00
		ZS3 - zatížení lidmi	1,00
MSÚ4	Obálka - únosnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou	1,00
		ZS2 - ostatní stálé	1,00
MSÚ5	Obálka - únosnost	ZS1-zatížení vlatní tíhou	1,35
		ZS2 - ostatní stálé	1,35
		ZS3 - zatížení lidmi	1,00

E.5. NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO SLOUPKU (DE15)

MATERIÁL:
OCELS: S355

PARAMETRY OCELI:
 $f_{y,k} = 355 \text{ MPa}$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$$A = 4300 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 15,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 5,5 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,y} = 216 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,z} = 78,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 245 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,z} = 120 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 59,3 \text{ mm}$$

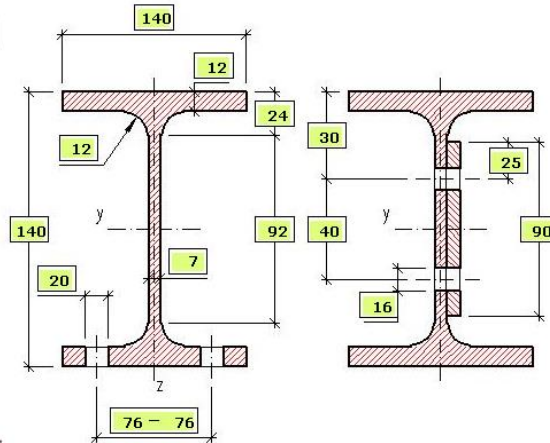
$$i_z = 35,8 \text{ mm}$$

Kritické délky:

$$l = 3230 \text{ mm}$$

(délka sloupku)

Obrázek:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

NÁVRH: HEB140

1, ZATŘÍDĚNÍ PRŮŘEZU:

STOJINA:

$$\frac{d}{t_w} = \frac{92}{7} = 13,14 \leq 33 \cdot \varepsilon = 33 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{y,k}}} = 33 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 26,85$$

$$13,14 < 26,85 \rightarrow \text{TŘ. 1}$$

PÁSNICE:

$$\frac{c}{t_f} = \frac{70}{12} = 5,83 \leq 33 \cdot \varepsilon = 10 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{y,k}}} = 10 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 8,14$$

$$5,83 < 8,14 \rightarrow \text{TŘ. 1}$$

PROFIL HEB 140 JE TŘÍDY 1

2, ŠTÍHLosti PRO VYBOČENÍ V HLAVNÍCH ROVINÁCH:

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{3230}{59,3} = 54,47 \text{ (-)}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{3230}{35,8} = 90,22 \text{ (-)}$$

3, POMĚRNÉ ŠTÍHLosti:

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{54,47}{93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}}} = 0,71 \text{ (-)}$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{90,22}{93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}}} = 1,18 \text{ (-)}$$

křivka vzpěru b

$$\alpha = 0,34 \text{ pro } y-y$$

křivka vzpěru c

$$\alpha = 0,49 \text{ pro } z-z$$

4, SOUČINITEL VZPĚRNOSTI:

$$\begin{aligned}\phi_y &= 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2) \quad (-) \\ \phi_y &= 0,5 \cdot (1 + 0,34 \cdot (0,71 - 0,2) + 0,71^2) = \underline{0,84(-)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi_z &= 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) \quad (-) \\ \phi_z &= 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (1,18 - 0,2) + 1,18^2) = \underline{1,43(-)}\end{aligned}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,84 + \sqrt{0,84^2 - 0,71^2}} = \underline{0,77} \quad (-)$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1,43 + \sqrt{1,43^2 - 1,18^2}} = \underline{0,45} \quad (-)$$

$$\chi_{min} = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,77; 0,45) = \underline{0,45} \quad (-)$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_{min} \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,45 \cdot 4300 \cdot 355}{1,15} = \underline{597,3 \text{ KN}}$$

5, POSOUZENÍ:

$$N_{ed} \leq N_{b,Rd}$$

$$53,45 < 597,3 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený sloup na vzpěrný tlak vyhoví.

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{vlastní\ tíha} = 0,0 \text{ mm}$$

$$w_{ostatní\ stálé} = 0,0 \text{ mm}$$

$$w_{proměnné} = 0,3 \text{ mm}$$

Celkový průhyb:

$$w = w_{vlastní\ tíha} + w_{ostatní\ stálé} + w_{proměnné}$$

$$w_{inst} = 0,0 + 0,0 + 0,3 = \underline{0,3 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w \leq w_{lim} = \frac{l}{500} = \frac{3230}{500} = 6,46 \text{ mm}$$

$$0,3 < 6,46 \text{ (mm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený sloup vyhoví na mezní stav použitelnosti.

ZÁVĚR:

Navržený sloup vyhoví na oba mezní stavy.

E.6. NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO PODÉLNÍKU (DE16)

MATERIÁL:
OCELS: S355

PARAMETRY OCELI:
 $f_{y,k} = 355 \text{ MPa}$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$$A = 2170 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 9,11 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 1,07 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,y} = 114 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,z} = 22,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 132 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

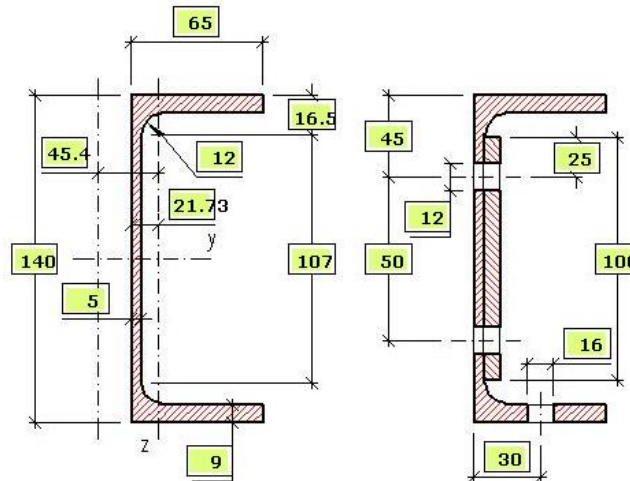
$$W_{pl,z} = 41,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 64,8 \text{ mm}$$

$$i_z = 22,2 \text{ mm}$$

$$A_{vz} = 1000 \text{ mm}^2$$

Obrázek:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

NÁVRH: UPE160

1, ZATŘÍDĚNÍ PRŮŘEZU:

STOJINA:

$$\frac{d}{t_w} = \frac{117}{5,5} = 21,27 \leq 33 \cdot \varepsilon = 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{y,k}}} = 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 58,58$$

$$21,27 < 58,58 \rightarrow \text{TŘ. 1}$$

PÁSNICE:

$$\frac{c}{t_f} = \frac{69,5}{9,5} = 7,32 \leq 33 \cdot \varepsilon = 10 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{y,k}}} = 10 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 8,14$$

$$7,32 < 8,14 \rightarrow \text{TŘ. 1}$$

PROFIL UPE180 JE TŘÍDY 1

2, MOMENT ÚNOSNOSTI:

$$M_{Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \text{ (KNm)}$$

$$M_{Rd} = \frac{132 \cdot 10^3 \cdot 355}{1,15} = \underline{\underline{40,75 \text{ KNm}}}$$

POSOUZENÍ:

$$M_{ed} \leq M_{Rd}$$

$$16,17 < 40,75 \text{ (KNm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený podélník na ohyb vyhoví.

3, ÚNOSNOST VE SMYKU:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} \text{ (KN)}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{1000 \cdot 355}{1,15 \cdot \sqrt{3}} = \underline{178,22 \text{ KN}}$$

POSOUZENÍ:

$$V_{ed} \leq V_{pl,Rd}$$

$$30,82 < 178,22 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený podélník na smyk vyhoví.

4, KOMBINACE OHYB A SMYK:

$$V_{ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$30,82 < 89,11 \text{ (KN)} \dots \dots \text{ÚČINEK SMYKU NA OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI LZE ZANEDBAT}$$

Navržený podélník na kombinaci smyku a tlaku vyhoví.

5, TLAKOVÁ ÚNOSNOST:

ŠTÍHLosti PRO VYBOČENÍ V HLAVNÍCH ROVINÁCH:

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{4000}{64,8} = \underline{61,72 \text{ (-)}}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{1000}{22,2} = \underline{45,04 \text{ (-)}}$$

POMĚRNÉ ŠTÍHLosti:

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{61,72}{93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}}} = \underline{0,81 \text{ (-)}}$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{45,04}{93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}}} = \underline{0,59 \text{ (-)}}$$

SOUČINITEL VZPĚRNosti:

$$\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2) \text{ (-)}$$

$$\phi_y = 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (0,81 - 0,2) + 0,81^2) = \underline{0,98 \text{ (-)}}$$

$$\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2) \text{ (-)}$$

$$\phi_z = 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (0,59 - 0,2) + 0,59^2) = \underline{0,77 \text{ (-)}}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,98 + \sqrt{0,98^2 - 0,81^2}} = \underline{0,65 \text{ (-)}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{0,77 + \sqrt{0,77^2 - 0,59^2}} = \underline{0,79 \text{ (-)}}$$

Kritické délky:

$$l_y = 4000 \text{ mm}$$

(délka podélníku)

$$l_z = 1000 \text{ mm}$$

(vzdálenost příčníků)

křivka vzpěru c

$$\alpha = 0,49 \text{ pro } y-y$$

křivka vzpěru c

$$\alpha = 0,49 \text{ pro } z-z$$

$$\chi_{min} = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,65; 0,79) = \underline{0,65 (-)}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_{min} \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,65 \cdot 2170 \cdot 355}{1,15} = \underline{435,41 \text{ KN}}$$

POSOUZENÍ:

$$N_{ed} \leq N_{b,Rd}$$

$$15,05 < 435,41 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený podélník na vzpěrný tlak vyhoví.

6, KOMBINACE TLAK A OHYB:

$$\frac{N_{ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{ed}}{M_{Rd}} \leq 1$$

$$\frac{15,05}{435,41} + \frac{16,17}{40,75} \leq 1$$

$$0,43 < 1 \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený podélník na kombinaci tlaku a ohybu vyhoví.

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{vlastní\ tíha} = 0,5 \text{ mm}$$

$$w_{ostatní\ stálé} = 0,7 \text{ mm}$$

$$w_{proměnné} = 6,8 \text{ mm}$$

Celkový průhyb:

$$w = w_{vlastní\ tíha} + w_{ostatní\ stálé} + w_{proměnné}$$

$$w_{inst} = 0,5 + 0,7 + 6,8 = \underline{8 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w \leq w_{lim} = \frac{l}{500} = \frac{4000}{300} = 13,33 \text{ mm}$$

$$8 < 13,33 \text{ (mm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený podélník vyhoví na mezní stav použitelnosti.

ZÁVĚR:

Navržený podélník vyhoví na oba mezní stavy.

E.7. NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO PŘÍČNÍKU (DE17)

MATERIÁL:
OCELS: S355

PARAMETRY OCELI:
 $f_{y,k} = 355 \text{ MPa}$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$$A = 1540 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 3,64 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 0,55 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,y} = 60,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,z} = 13,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

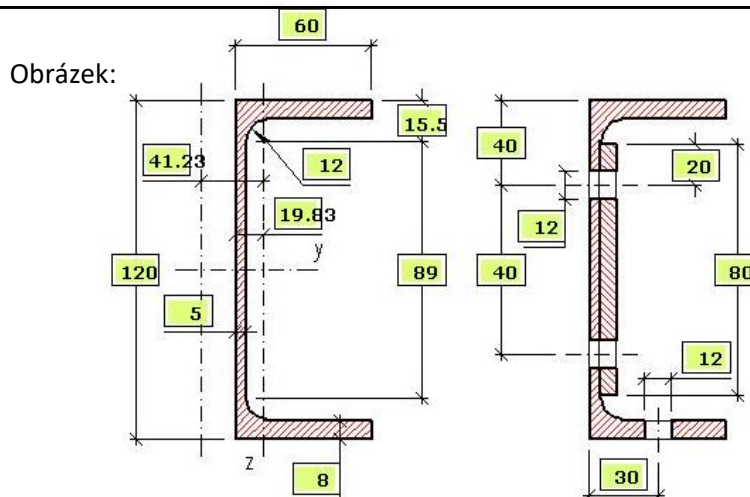
$$W_{pl,y} = 70,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,z} = 25,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 48,6 \text{ mm}$$

$$i_z = 19 \text{ mm}$$

$$A_{vz} = 718 \text{ mm}^2$$



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

NÁVRH: UPE120

1, ZATŘÍDĚNÍ PRŮŘEZU:

STOJINA:

$$\frac{d}{t_w} = \frac{80}{5} = 16 \leq 33 \cdot \varepsilon = 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{y,k}}} = 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 58,58$$

$$16 < 58,58 \rightarrow \text{TŘ. 1}$$

PÁSNIČE:

$$\frac{c}{t_f} = \frac{55}{8} = 6,88 \leq 33 \cdot \varepsilon = 10 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{y,k}}} = 10 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 8,14$$

$$6,88 < 8,14 \rightarrow \text{TŘ. 1}$$

PROFIL UPE180 JE TŘÍDY 1

2, MOMENT ÚNOSNOSTI:

$$M_{Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \text{ (KNm)}$$

$$M_{Rd} = \frac{70,3 \cdot 10^3 \cdot 355}{1,15} = \underline{\underline{21,7 \text{ KNm}}}$$

POSOUZENÍ:

$$M_{ed} \leq M_{Rd}$$

$$4,11 < 21,7 \text{ (KNm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený příčník na ohyb vyhoví.

3, ÚNOSNOST VE SMYKU:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} \text{ (KN)}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{718 \cdot 355}{1,15 \cdot \sqrt{3}} = \underline{127,99 \text{ KN}}$$

POSOUZENÍ:

$$V_{ed} \leq V_{pl,Rd}$$

$$8,22 < 127,99 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený podélník na smyk vyhoví.

4, KOMBINACE OHYB A SMYK:

$$V_{ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$8,22 < 63,98 \text{ (KN)} \dots \dots \text{ÚČINEK SMYKU NA OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI LZE ZANEDBAT}$$

Navržený příčník na kombinaci smyku a tlaku vyhoví.

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{vlastní\ tíha} = 0,1 \text{ mm}$$

$$w_{ostatní\ stálé} = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_{proměnné} = 1,5 \text{ mm}$$

Celkový průhyb:

$$w = w_{vlastní\ tíha} + w_{ostatní\ stálé} + w_{proměnné}$$

$$w_{inst} = 0,1 + 0,2 + 1,5 = \underline{1,8 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w \leq w_{lim} = \frac{l}{500} = \frac{2000}{300} = 6,66 \text{ mm}$$

$$1,8 < 6,66 \text{ (mm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený příčník vyhoví na mezní stav použitelnosti.

ZÁVĚR:

Navržený příčník vyhoví na oba mezní stavy.

E.8. NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO ZTUŽIDLA (DE18)

MATERIÁL:

ocel: **S460**

$f_y = 460 \text{ MPa}$

$f_u = 610 \text{ MPa}$

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

1, VNITŘNÍ SÍLY (program SCIA Engineer):

$N_d = 2,83 \text{ KN}$

2, NAVRŽENÉ ZTUŽIDLO:

Navrhuji ztužidlo Macalloy se závitem M12

Hodnoty únosnosti udávané výrobcem:

$N_{u,r,d} = \underline{36,9 \text{ KN}}$

3, POSOUZENÍ ZTUŽIDLA:

Rezerva na napnutí: +50% k N_d

$\max N_d = 1,5 \cdot N_d = 1,5 \cdot 20,40 = \underline{30,6 \text{ KN}}$

$\max N_d \leq N_{u,r,d}$

$2,83 < 36,9 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$

Navržené ztužidlo na osovou tahovou sílu vyhoví.

Únosnost táhel Macalloy dle českých technických norem

Systém táhel Macalloy je navržen tak, aby v mezním stavu únosnosti došlo nejdříve k porušení průřezu táhla v závitové části tyče před porušením ostatních částí systému. Návrhová únosnost táhel vychází z řady testů na skutečných výrobcích. Tyto testy byly provedeny v souladu s přílohou „Y“ ČSN P ENV 1993-1-1/94 a byly vyhodnoceny podle přílohy „Z“ této normy.

Návrhová únosnost, stanovená podle původních britských podkladů, vychází z hodnoty parciálního součinitele bezpečnosti $g_{R2} = 1.25$. Vzhledem k nižší úrovni hodnot součinitelů zatížení g_f podle českých norem doporučujeme použít hodnotu $g_{R2} = 1.30$. Únosnost táhel Macalloy $N_{u,Rd}$ je pro jednotlivé průřezy uvedena v tabulce 1. Vzhledem k tomu, že poměr $f_u g_{mo} / (f_y g_{R2})$ má v případě táhel Macalloy hodnotu 1.17 (což je méně než nejmenší součinitel zatížení $g_{f,min} = 1.20$), nemůže dojít v mezním stavu použitelnosti k plastifikaci.

Pro některé modely konstrukcí však může být výjimečně požadavek plně elastického působení (i lokálního) i v mezním stavu únosnosti. Pro tyto případy je hodnota návrhové únosnosti $N_{el,Rd}$ dána v tabulce 1.

Závit	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M76	M85	M90	M100
d (mm)	9	11	15	19	22	28	34	39	45	52	60	72	82	87	97
A_{net} (mm ²)	54	79	150	234	339	541	793	1090	1434	1982	2616	3818	4867	5505	6895
$N_{u,Rd}$ (kN)	25,4	36,9	70,0	110,0	159	254	372	512	673	930	1228	1791	2283	2583	3235
$N_{el,Rd}$ (kN)	22,7	32,7	62,7	98,2	142	226	331	455	600	829	1095	1596	2035	2303	2884

Tab. 1

V případě použití táhel Macalloy jako části šroubového spoje (tj spoje, kde není rozdělení sil na jednotlivé prvky zcela jednoznačné nebo tam kde jsou užity i jiné nosné komponenty než ze systému Macalloy) je třeba užít parciální součinitel bezpečnosti pro šrouby $g_{Mb} = 1.45$ a únosnost stanovit ze vztahu

$$N_{u,Rd} = 0.9 A_{net} f_u / g_{Mb} > N_{sd} \quad (1)$$

V případě použití táhel Macalloy jako kotevních šroubů je únosnost dle vztahu (1) navíc redukována součinitelem b_b , který se zatím uvažuje podle ČSN 73 1401/98 hodnotou 0,80. (4)

$$N_{u,Rd} = b_b 0.9 A_{net} f_u / g_{Mb} > N_{sd} \quad (2)$$

- g_{mo} - parciální součinitel bezpečnosti, uvažuje se hodnotou 1,15 (resp. pro stanovení hodnoty $N_{el,Rd}$ hodnotou 1.10)
- g_{m2} - parciální součinitel bezpečnosti, uvažuje se hodnotou 1,30
- d - nominální průměr průřezu (mm)
- A - plocha průřezu, vypočtená z nominální průměru průřezu d, viz tab. 1
- A_{net} - plocha oslabeného průřezu závitem podle BS 3580 podle tab. 1
- f_y - mez kluzu materiálu Macalloy S460, pro celý rozsah profilů uvažovaná hodnotou 460 N/mm²
- f_u - mez pevnosti materiálu Macalloy S460, pro celý rozsah profilů uvažovaná hodnotou 610 N/mm²

E.9. NÁVRH A POSOUZENÍ OCELOVÉHO PODESTOVÉHO NOSNÍKU (DE19)

MATERIÁL:
OCELS: S355

PARAMETRY OCELI:
 $f_{y,k} = 355 \text{ MPa}$

PRŮŘEZOVÉ CHAR.

$$A = 1540 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 3,64 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 0,55 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,y} = 60,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,z} = 13,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,y} = 70,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

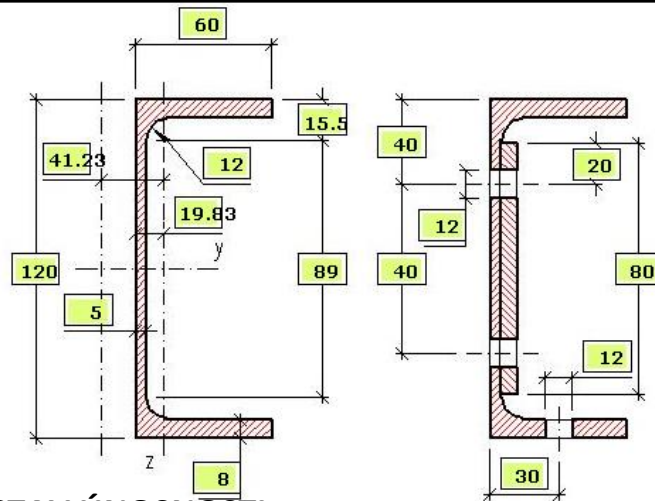
$$W_{pl,z} = 25,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 48,6 \text{ mm}$$

$$i_z = 19 \text{ mm}$$

$$A_{vz} = 718 \text{ mm}^2$$

Obrázek:



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

NÁVRH: UPE120

1, ZATŘÍDĚNÍ PRŮŘEZU:

STOJINA:

$$\frac{d}{t_w} = \frac{80}{5} = 16 \leq 33 \cdot \varepsilon = 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{y,k}}} = 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 58,58$$

$$16 < 58,58 \rightarrow TŘ. 1$$

PÁSNICE:

$$\frac{c}{t_f} = \frac{55}{8} = 6,88 \leq 33 \cdot \varepsilon = 10 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_{y,k}}} = 10 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 8,14$$

$$6,88 < 8,14 \rightarrow TŘ. 1$$

PROFIL UPE180 JE TŘÍDY 1

2, MOMENT ÚNOSNOSTI:

$$M_{Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \text{ (KNm)}$$

$$M_{Rd} = \frac{70,3 \cdot 10^3 \cdot 355}{1,15} = \underline{\underline{21,7 \text{ KNm}}}$$

POSOUZENÍ:

$$M_{ed} \leq M_{Rd}$$

$$2,08 < 21,7 \text{ (KNm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený příčník na ohyb vyhoví.

3, ÚNOSNOST VE SMYKU:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} \text{ (KN)}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{718 \cdot 355}{1,15 \cdot \sqrt{3}} = \underline{127,99 \text{ KN}}$$

POSOUZENÍ:

$$V_{ed} \leq V_{pl,Rd}$$

$$8,24 < 127,99 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený podélník na smyk vyhoví.

4, KOMBINACE OHYB A SMYK:

$$V_{ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$8,24 < 63,98 \text{ (KN)} \dots \dots \text{ÚČINEK SMYKU NA OHYBOVÉ} \\ \text{ÚNOSNOSTI LZE ZANEDBAT}$$

Navržený příčník na kombinaci smyku a tlaku vyhoví.

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI:

DEFORMACE: (Scia Engineer)

$$w_{vlastní\ tíha} = 0,1 \text{ mm}$$

$$w_{ostatní\ stálé} = 0,1 \text{ mm}$$

$$w_{proměnné} = 0,6 \text{ mm}$$

Celkový průhyb:

$$w = w_{vlastní\ tíha} + w_{ostatní\ stálé} + w_{proměnné}$$

$$w_{inst} = 0,1 + 0,1 + 0,6 = \underline{0,8 \text{ mm}}$$

POSOUZENÍ:

$$w \leq w_{lim} = \frac{l}{500} = \frac{2000}{300} = 6,66 \text{ mm}$$

$$0,8 < 6,66 \text{ (mm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený příčník vyhoví na mezní stav použitelnosti.

ZÁVĚR:

Navržený příčník vyhoví na oba mezní stavy.

F. NÁVRH A POSOUZENÍ SPOJŮ V KONSTRUKCI

- F.1 NÁVRH A POSOUZENÍ PATNÍHO KLOUBU
- F.2 NÁVRH A POSOUZENÍ MONTÁŽNÍHO SPOJE
- F.3 NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE VAZNICE
NA VAZNÍK
- F.4 NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE VAZNÍKŮ
- F.5 NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE VAZNÍKU A
VRCHOLOVÉHO NOSNÍKU

F.1. NÁVRH A POSOUZENÍ PATNÍHO KLOUBU

MATERIÁL:
LEP. LAM. DŘEVO: **GI28h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$f_{m,g,k} = 28 \text{ MPa}$

$f_{v,g,k} = 3,2 \text{ MPa}$

$f_{c,0,g,k} = 26,5 \text{ MPa}$

$f_{c,90,g,k} = 3,0 \text{ MPa}$

$f_{t,0,g,k} = 19,5 \text{ MPa}$

$f_{t,90,g,k} = 0,5 \text{ MPa}$

$E_{0,g,mean} = 12600 \text{ MPa}$

$E_{90,g,mean} = 420 \text{ MPa}$

$E_{0,g,0,05} = 10200 \text{ MPa}$

$h = 1400 \text{ mm}$

$b = 240 \text{ mm}$

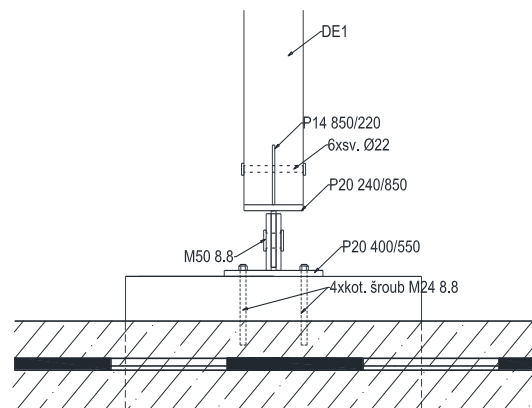
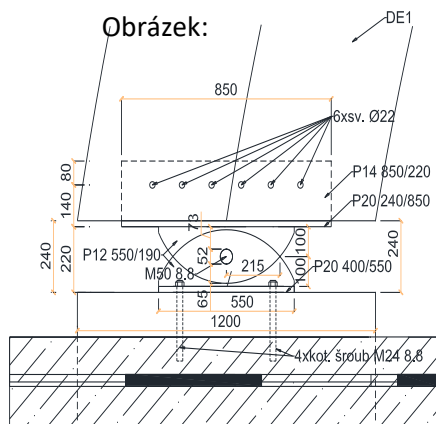
KOEFICIENTY:

$k_{mod} = 0,7$

$\gamma_m = 1,25$

$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$

$b_{eff} = 0,67 \cdot 240 = 160,8 \text{ mm}$



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

VÝPOČET:

NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{28}{1,25} = \underline{15,86 \text{ MPa}}$$

$$f_{c,0,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,g,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{26,5}{1,25} = \underline{14,84 \text{ MPa}}$$

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{3,2}{1,25} = \underline{1,79 \text{ MPa}}$$

VNITŘNÍ SÍLY:

$V_d = 223,63 \text{ KN}$

$N_{d,TLAK} = 414,71 \text{ KN}$

POSOUZENÍ SMYKOVÉ ÚNOSNOSTI:

1, ÚČINNÁ PLOCHA PRŮŘEZU:

$$A_{eff} = b_{eff} \cdot h = 160,8 \cdot 1400 = \underline{225120 \text{ mm}^2}$$

3, VÝPOČET SMYKOVÉHO NAPĚTÍ:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A_{eff}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{223,63 \cdot 10^3}{225120} = \underline{1,47 \text{ MPa}}$$

2, POSOUZENÍ SMYKU:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,g,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{1,49}{1,79} = 0,83 < 1 (-) \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ TLAKOVÉ ÚNOSNOSTI DŘEVA ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY:

$N_{ed,TLAK} = 414,71 \text{ KN}$
(Scia Engineer)

$$A_{eff} = 240 \cdot 1400 = \underline{336000 \text{ mm}^2}$$

POSOUZENÍ TLAKU:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed,TLAK}}{A_{eff}} \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{414,71 \cdot 10^3}{336000} = \underline{1,23 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,g,d}$$

$$1,23 < 14,84 \text{ (MPa)} \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

SPOJOVACÍ PROSTŘEDKY (DVOUSTŘIŽNÉ) POSOUZENÍ NA SMYK:

1, PLASTICKÝ MOMENT ÚNOSNOSTI

$$M_{y,r,k} = 0,3 \cdot f_u \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 490 \cdot 22^{2,6} = \underline{454586 \text{ Nmm}}$$

2, CHARAKTERISTICKÁ PEVNOST V OTLAČENÍ

$$f_{h,2,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,3 \cdot (1 - 0,01 \cdot 22) \cdot 410 = \underline{26,22 \text{ MPa}}$$

3, CHARAKTERISTICKÁ ÚNOSNOST

$$F_{v,R} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_1 \cdot d \\ (2,3 \cdot \sqrt{M_{y,r,k} \cdot f_{h,2,k} \cdot d}) + \left[\frac{F_{ax,R,k}}{4} \right] \end{array} \right\}$$

t = 14 mm

t₂ = 240 mm

$$F_{v,R} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 26,22 \cdot 240 \cdot 20 \\ (2,3 \cdot \sqrt{354809 \cdot 26,22 \cdot 22}) + 0 \end{array} \right\}$$

$F_{ax,R,k} = 0$ - neuvažuji
sepnutí spoje

$$F_{v,R} = \min \left\{ \begin{array}{l} 69,23 \text{ KN} \\ 37,24 \text{ KN} \end{array} \right\} = \underline{37,24 \text{ KN}}$$

Počet svorníků

n = 6

4, CHARAKTERISTICKÁ ÚNOSNOST SVORNÍKŮ

$$F_{v,R,k} = 2 \cdot n \cdot F_{v,R} = 2 \cdot 6 \cdot 37,24 = \underline{446,96 \text{ KN}}$$

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

5, NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST SVORNÍKŮ

$$F_{v,R,d} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,R,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{446,96}{1,3} = \underline{240,67 \text{ KN}}$$

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

6, POSOUZENÍ STŘIHU

$$V_{ed} \leq F_{v,R,d}$$

$$223,63 < 240,67 \text{ (KN)} \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE} \dots \dots \dots \boxed{\text{NÁVRH 6 SVORNÍKŮ } \varnothing 22 \text{mm}}$$

$$\boxed{\text{SVORNÍK: } \varnothing 22 \text{ mm (5.8): } f_{u,b} = 500 \text{ MPa}}$$

POSOUZENÍ PATNÍHO PLECHU:

$$l = 100\text{mm}$$

$$t = 2 \times 12\text{mm}$$

OCEL: S355

POSOUZENÍ TLAKOVÉ ÚNOSNOSTI:

$$l_{cr} = 100 \cdot 2 = 200 \text{ mm}$$

$$A = 600 \cdot 12 = 7200 \text{ mm}^2$$

Poloměr setrvačnosti:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \cdot b \cdot t^3}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \cdot 600 \cdot 12^3}{7200}} = \underline{3,46 \text{ mm}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_{yk}}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = \underline{0,81 (-)}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 0,81 = \underline{76,06 (-)}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{l_{cr}}{i \cdot \lambda_1} = \frac{200}{3,46 \cdot 76,06} = \underline{0,76 (-)}$$

$$\varnothing = 0,5 \cdot (1 + \beta \cdot (\bar{\lambda} - 0,2)) + \bar{\lambda}^2 = 0,5 \cdot (1 + 0,3 \cdot (0,76 - 0,2)) + 0,76^2$$

$$\varnothing = 0,87(-)$$

$$\chi = \frac{1}{\varnothing + \sqrt{\varnothing^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,87 + \sqrt{0,87^2 - 0,76^2}} = \underline{0,77(-)}$$

Tlaková únosnost:

$$N_{b,rd} = \chi \cdot \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 0,77 \cdot \frac{7200 \cdot 355}{1} = \underline{1968,12 \text{ KN}}$$

Posouzení:

$$N_{e,d} \leq N_{b,rd}$$

$$414,71 < 1968,12 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Navržený patní plech vyhoví.

ČEP:

Ø 50 mm (8.8)

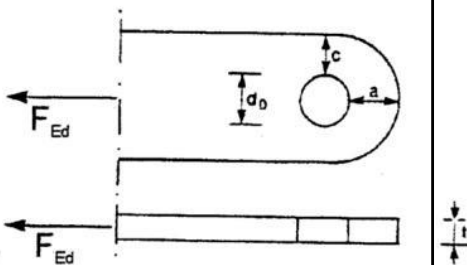
d = 50 mm

d₀ = 52 mm

t₁ = 10 mm

f_{u,b} = 800 MPa

Schéma:



ČEPOVÝ SPOJ:

1, SÍLA DO ČEPU

$$V_d = 223,63 \text{ KN}$$

$$N_{d,TLAK} = 414,71 \text{ KN}$$

$$F_{v,e,d} = \sqrt{V_d^2 + N_{d,TLAK}^2} = \sqrt{223,63^2 + 414,71^2}$$

$$F_{v,e,d} = \underline{471,16 \text{ KN}}$$

2, MINIMÁLNÍ TLOUŠŤKA t

$$t \geq 0,7 \cdot \sqrt{\frac{F_{v,e,d} \cdot \gamma_{m0}}{f_y}} \text{ (mm)}$$

$$t \geq 0,7 \cdot \sqrt{\frac{471,16 \cdot 10^3 \cdot 1}{355}} = \underline{23,68 \text{ mm}} \rightarrow \underline{NÁVRH t = 25 \text{ mm}}$$

3, VZDÁLENOSTI a, c

$$a \geq \frac{F_{v,e,d} \cdot \gamma_{m0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2 \cdot d_0}{3} = \frac{184,34 \cdot 10^3 \cdot 1}{2 \cdot 20 \cdot 355} + \frac{2 \cdot 52}{3} = \underline{61,2 \text{ mm}} \rightarrow \underline{NÁVRH a = 65 \text{ mm}}$$

$$c \geq \frac{F_{v,e,d} \cdot \gamma_{m0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_0}{3} = \frac{184,34 \cdot 10^3 \cdot 1}{2 \cdot 20 \cdot 355} + \frac{52}{3} = \underline{43,9 \text{ mm}} \rightarrow \underline{NÁVRH c = 215 \text{ mm}}$$

4, NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST ČEPU VE SMYKU

$$F_{v,r,d} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot A \cdot f_{u,b}}{\gamma_{m2}} \text{ (KN)}$$

$$F_{v,r,d} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 800}{1,3} = \underline{1449,96 \text{ KN}}$$

5, OHYBOVÝ MOMENT PŮSOBÍCÍ NA ČEP

$$M_{e,d} = \frac{F_{v,e,d}}{8} \cdot (t + 4 \cdot t_0 + 2 \cdot t_1) \text{ (KNm)}$$

$$M_{e,d} = \frac{471,16 \cdot 10^3}{8} \cdot (25 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 10) = \underline{2,88 \text{ KNm}}$$

6, NÁVRHOVÝ MOMENT ÚNOSNOSTI

$$M_{r,d} = 1,5 \cdot W_{el} \cdot \frac{f_{u,b}}{\gamma_{m0}} \text{ (KNm)}$$

$$M_{r,d} = 1,5 \cdot \frac{\pi \cdot d^3}{32} \cdot \frac{800}{1} = \underline{14,72 \text{ KNm}}$$

7, KOMBINACE SMYKU A OHYBU

$$\left(\frac{M_{e,d}}{M_{r,d}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,e,d}}{F_{v,r,d}}\right)^2 \leq 1$$
$$\left(\frac{2,88}{14,72}\right)^2 + \left(\frac{471,16}{1449,96}\right)^2 \leq 1$$

0,14 < 1 (-) VYHOVUJE

8, POSOUZENÍ V OTLAČENÍ

$$F_{b,r,d} = \frac{1,5 \cdot d \cdot t \cdot f_y}{\gamma_{mo}} \text{ (KN)}$$

$$F_{b,r,d} = \frac{1,5 \cdot 50 \cdot 20 \cdot 640}{1} = \underline{960,00 \text{ KN}}$$

$$F_{v,e,d} \leq F_{b,r,d}$$

471,16 < 960,00 (KN) VYHOVUJE

Navržený čepový spoj vyhoví.

KOTEVNÍ ŠROUBY:

VÝSLEDNICE VODOROVNÉ SÍLY

$$V_d = 223,63 \text{ KN}$$

$$N_{d,TLAK} = 414,71 \text{ KN}$$

$$N = N_{d,tlak} \cdot 0,6 = 414,71 \cdot 0,6 = \underline{248,83 \text{ KN}} \dots$$

.... ÚNOSNOST VE SMYKU VLIVEM TŘENÍ

Výslednice:

$$F = V_d - N = 223,63 - 248,83 = \underline{-25,2 \text{ KN}}$$

Navrhuji pouze konstrukční šrouby 4xM24 8.8

ŠROUB:

Ø 24 mm (8.8)

d = 24 mm

d₀ = 26 mm

F.2. NÁVRH A POSOUZENÍ MONTÁŽNÍHO SPOJE

MATERIÁL:
LEP. LAM. DŘEVO: **GI28h**

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:

KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:

TŘÍDA 3

PARAMETRY DŘEVA:

$f_{m,g,k} = 28 \text{ MPa}$

$f_{v,g,k} = 3,2 \text{ MPa}$

$f_{c,0,g,k} = 26,5 \text{ MPa}$

$f_{c,90,g,k} = 3,0 \text{ MPa}$

$f_{t,0,g,k} = 19,5 \text{ MPa}$

$f_{t,90,g,k} = 0,5 \text{ MPa}$

$E_{0,g,mean} = 12600 \text{ MPa}$

$E_{90,g,mean} = 420 \text{ MPa}$

$E_{0,g,0,05} = 10200 \text{ MPa}$

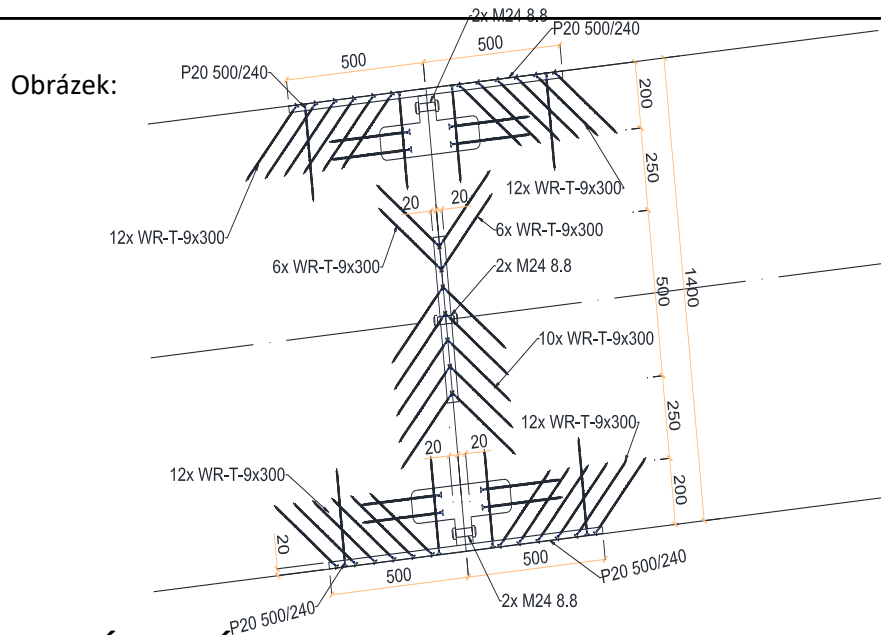
$h = 1400 \text{ mm}$

$b = 240 \text{ mm}$

KOEFICIENTY:

$k_{mod} = 0,7$

$\gamma_m = 1,25$



MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI:

VÝPOČET:

NÁVRHOVÉ PEVNOSTI:

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{28}{1,25} = \underline{15,86 \text{ MPa}}$$

$$f_{c,0,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,g,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{26,5}{1,25} = \underline{14,84 \text{ MPa}}$$

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{3,2}{1,25} = \underline{1,79 \text{ MPa}}$$

VNITŘNÍ SÍLY (Scia Engineer):

$V_d = 118,15 \text{ KN}$

$N_d = 257,30 \text{ KN}$

$M_d = 192,27 \text{ KNm}$

1, PŘEPOČET MOMENTU NA TAHOVOU A TLAKOVOU SÍLU:

$$h_{my} = h - \frac{ts}{2} - \frac{ls}{2} = 1400 - \frac{20}{2} - \frac{200}{2} = \underline{1290 \text{ mm}}$$

$$N_{cmy} = \frac{N_d}{2} + \frac{M_d}{h_{my}} = \frac{257,30}{2} + \frac{192,27 \cdot 10^3}{1290} = \underline{277,69 \text{ KN}}$$

$$N_{tmy} = \frac{M_d}{h_{my}} = \frac{192,27 \cdot 10^3}{1290} = \underline{149,05 \text{ KN}}$$

2, OVĚŘENÍ TLAKOVÉ ÚNOSNOSTI:

$$N_{d,max} = 240 \cdot (200 - 20) \cdot 14,84 \cdot 0,001 = \underline{641,08 \text{ KN}}$$

$$N_{cmy} \leq N_{d,max}$$

$$277,69 < 641,08 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

3, POSOUZENÍ ŠROUBŮ 6xM24 8.8:

2xM24 přenáší TAH

$$N_{tmy} = 149,05 \text{ KN}$$

$$F_{t,r,d} = 2 \cdot 0,9 \cdot \frac{f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{Mb}} = 2 \cdot 0,9 \cdot \frac{800 \cdot 380,13}{1,15} = \underline{475,98 \text{ KN}}$$

$$N_{tmy} \leq F_{t,r,d}$$

$$149,05 < 475,98 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

2xM24 přenáší TLAK

2xM24 přenáší SMYK

$$V_d = 118,15 \text{ KN}$$

$$F_{v,r,d} = 2 \cdot 0,6 \cdot \frac{f_{ub} \cdot A_s \cdot n}{\gamma_{M2}} = 2 \cdot 0,6 \cdot \frac{800 \cdot 380,13 \cdot 1}{1} = \underline{291,94 \text{ KN}}$$

$$V_d \leq F_{v,r,d}$$

$$118,15 < 291,94 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení v otláčení:

Návrhová únosnost pro plech t=10 mm = 76,4 KN

únosnost pro plech t=20 mm = 152,8 KN

$$N_{tmy} = 149,05 < 152,8 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

4, POSOUZENÍ VRUTŮ:

Střední část – přenos smyku $V_d = 118,15 \text{ KN}$

Návrh:

WR-T-9x300 $\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$ (GL28h)

$$F_{1,RK} = 22,6 \text{ KN}$$

$$F_{2,RK} = 20,7 \text{ KN}$$

$$F_{v,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} F_{1,RK} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{M1}} \\ \frac{F_{2,RK}}{\gamma_{M2}} \end{array} \right\}$$

$$F_{v,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} 22,6 \cdot \frac{0,7}{1,25} \\ \frac{20,7}{1,3} \end{array} \right\}$$

$$F_{v,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} 12,66 \\ 15,92 \end{array} \right\}$$

$$F_{v,Rd} = 12,66 \text{ KN} \dots \dots \text{ÚNOSNOST JEDNOHO PÁRU}$$

Potřebný počet:

$$n = \frac{V_d}{F_{v,Rd}} = \frac{118,15}{12,66} = 9,33 \text{ ks} \rightarrow \text{NAVRHUJI } 10 \times \text{WR} - T - 9 \times 300$$

5, PŘENOS MOMENTU PŘEPOČÍTANÝ NA TAHOVOU SÍLU:

$$N_{tmy} = \underline{149,05 \text{ KN}}$$

Návrh:

WR-T-9x300 $\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$ (GL28h)

$F_{1,RK} = 22,6 \text{ KN}$ $F_{2,RK} = 20,7 \text{ KN}$

$$F_{v,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} F_{1,RK} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{M1}} \\ \frac{F_{2,RK}}{\gamma_{M2}} \end{array} \right\}$$

$$F_{v,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} 22,6 \cdot \frac{0,7}{1,25} \\ \frac{20,7}{1,3} \end{array} \right\}$$

$$F_{v,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} 12,66 \\ 15,92 \end{array} \right\}$$

$F_{v,Rd} = 12,66 \text{ KN} \dots \dots \text{ÚNOSNOST JEDNOHO PÁRU}$

Potřebný počet:

$$n = \frac{V_d}{F_{v,Rd}} = \frac{149,05}{12,66} = 11,77 \text{ ks} \rightarrow \text{NAVRHUJI } 12 \times \text{WR} - T - 9 \times 300$$

F.3. NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE VAZNICE NA VAZNÍK

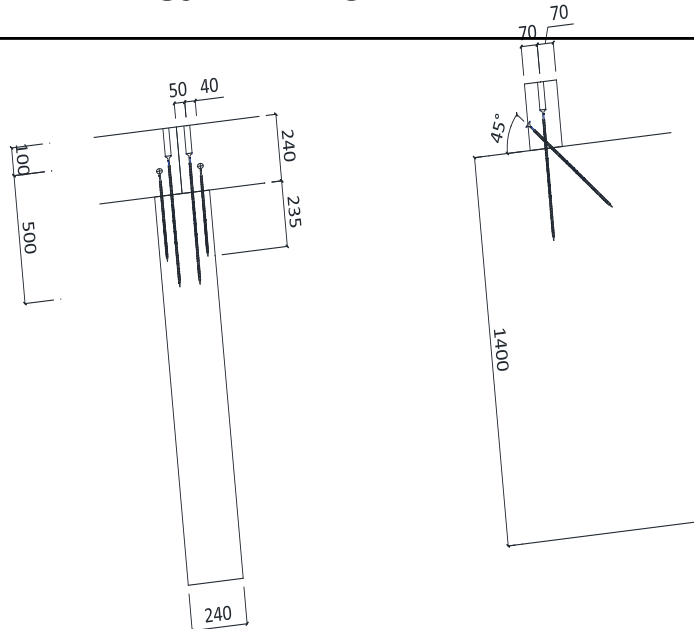
MATERIÁL:

LEP. LAM. DŘEVO: **GI28h**

LEP. LAM. DŘEVO: **GI24h**

TYP: WR-T-13 x 500 1 PÁR

Obrázek:



1, Namáhání rovnoběžně se střešní rovinou:

$$F_{II} = V = 6,79 \text{ KN}$$

2, Namáhání kolmo ke střešní rovině:

$$F_D = 8,09 \text{ KN}$$

$$F_{II} = 6,79 \text{ KN}$$

Tahová síla:

$$\text{Tahová síla 1} \quad Z_1 = \frac{3}{2 \cdot (b_{pf} - a)} \cdot (F_{II} \cdot h_{pf} - F_D \cdot \left(\frac{b_{pf}}{6} + \frac{a}{3}\right)) \text{ (KN)}$$

$$\text{Tahová síla 2} \quad Z_2 = \frac{3}{2 \cdot (b_{pf} - a)} \cdot (F_{II} \cdot h_{pf} - F_D \cdot \left(\frac{b_{pf}}{2} - a\right)) \text{ (KN)}$$

$$\text{Tahová síla 3} \quad Z_3 = \frac{3}{2 \cdot a} \cdot (-F_{II} \cdot h_{pf} - F_D \cdot \left(\frac{b_{pf}}{2} - a\right)) \text{ (KN)}$$

$$\text{Tahová síla 1} \quad Z_1 = \frac{3}{2 \cdot (140 - 70)} \cdot (6,79 \cdot 240 - 8,09 \cdot \left(\frac{140}{6} + \frac{70}{3}\right)) \text{ (KN)}$$

$$\text{Tahová síla 2} \quad Z_2 = \frac{3}{2 \cdot (140 - 70)} \cdot (6,79 \cdot 240 - 8,09 \cdot \left(\frac{140}{2} - 70\right)) \text{ (KN)}$$

$$\text{Tahová síla 3} \quad Z_3 = \frac{3}{2 \cdot 70} \cdot (-6,79 \cdot 240 + 8,09 \cdot \left(\frac{140}{2} - 70\right)) \text{ (KN)}$$

$$\text{Tahová síla 1} \quad Z_1 = 26,83 \text{ KN}$$

$$\text{Tahová síla 2} \quad Z_2 = 34,92 \text{ KN}$$

$$\text{Tahová síla 3} \quad Z_3 = -34,92 \text{ KN}$$

$$Z_d = \max\{Z_1; Z_2; Z_3\}$$

$$Z_d = \max\{26,83; 34,92; -34,92\}$$

$$Z_d = 34,92 \text{ KN}$$

3, POSOUZENÍ:

NÁVRH VTUTŮ WR-T-13x500

$$F_{ax,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} F_{ax,Rk} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{M1}} \\ \frac{F_{tens,Rk}}{\gamma_{M2}} \end{array} \right\}$$

$$F_{ax,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} 44,8 \cdot \frac{0,7}{1,25} \\ \frac{58,4}{1,3} \end{array} \right\}$$

$$F_{ax,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} 25,09 \\ 44,92 \end{array} \right\}$$

$$\underline{F_{ax,Rd} = 25,09KN}$$

$$F_{v,Rd} = F_{v,Rk} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{M1}}$$

$$F_{v,Rd} = 13,8 \cdot \frac{0,7}{1,25}$$

$$\underline{F_{v,Rd} = 7,73 KN}$$

Potřebný počet:

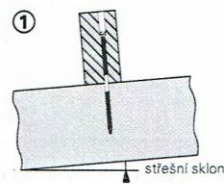
$$n \geq \sqrt{\left(\frac{Z_d}{F_{axRd}}\right)^2 + \left(\frac{V_d}{F_{v,Rd}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{34,92}{25,09}\right)^2 + \left(\frac{6,79}{7,73}\right)^2} = 1,65$$

Navrhují 2xWR-T-13X500 jako spojovací prostředek vaznice a vazníku.

Návrh upevnění

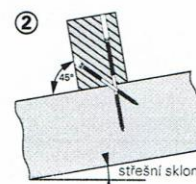
Druhy uspořádání

Uspořádání přípevnění 1



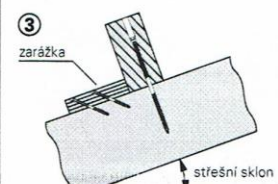
Vhodné pro malý střešní sklon od 0° až 5° podle zatížení. Když nepůsobí žádná zatížení na nadzvižení, lze upevňovací prvek WT osadit pro zlepšení únosnosti proti klopení také excentricky.

Uspořádání přípevnění 2



Vhodné pro střední střešní sklon od 5° až 15° podle zatížení. Když nepůsobí žádná zatížení na nadzvižení, lze přímo zašroubovaný upevňovací prvek WT osadit pro zlepšení únosnosti proti klopení také excentricky.

Uspořádání přípevnění 3



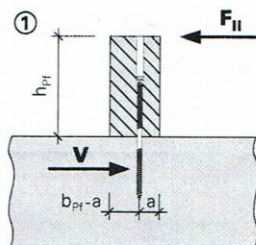
Vhodné pro velký střešní sklon od 10° podle zatížení. Když nepůsobí žádná zatížení na nadzvižení, lze upevňovací prvek WT osadit pro zlepšení únosnosti proti klopení také excentricky.

Dimenzování

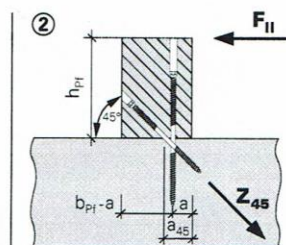
Pro dimenzování vaznic se musí nejprve zatížení přepočítat na složky F_{II} a F_D popř. F_Z působící rovněž kolmo ke střešní ploše. Dimenzování vaznic se rozděluje na dvě části.

1) Namáhání rovnoběžně se střešní plochou (F_{II})

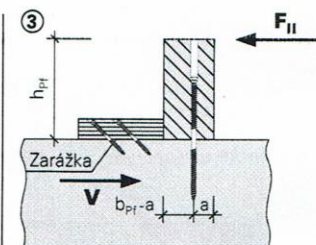
V první části je v závislosti na uspořádání upevňovacího prvku WT provedeno posouzení na stříh.



$$V = F_{II}$$



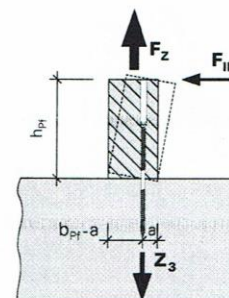
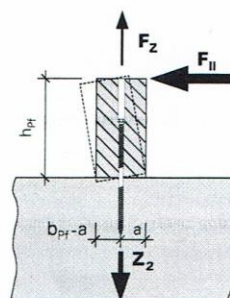
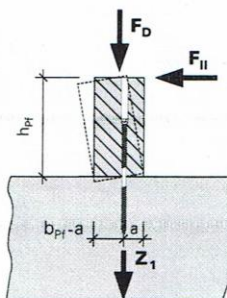
$$Z_{45} = F_{II} \cdot \sqrt{2}$$



$V = F_{II}$
Dimenzování upevnění zarážky na posouvající sílu V podle datového listu WT číslo 01

2) Namáhání kolmo ke střešní ploše (F_D / F_Z)

Ve druhé části se musí stanovit nezávisle na uspořádání upevňovacích prvků 1 až 3 nejnepříznivější zatížení přímo zašroubovaného upevňovacího prvku WT.



Tahová síla 1
$$Z_1 = \frac{3}{2 \cdot (b_{Pf} - a)} \cdot \left[F_{II} \cdot h_{Pf} - F_D \cdot \left(\frac{b_{Pf}}{6} + \frac{a}{3} \right) \right]$$

Tahová síla 2
$$Z_2 = \frac{3}{2 \cdot (b_{Pf} - a)} \cdot \left[F_{II} \cdot h_{Pf} - F_Z \cdot \left(\frac{b_{Pf}}{2} - a \right) \right] + F_Z$$

Tahová síla 3
$$Z_3 = \frac{3}{2 \cdot a} \cdot \left[-F_{II} \cdot h_{Pf} + F_Z \cdot \left(\frac{b_{Pf}}{2} - a \right) \right] + F_Z$$

Pro namáhání vrtu WT je rozhodující největší z těchto 3 tahových sil:
Největší tahová síla: $Z = \max(Z_1, Z_2, Z_3)$

Požadovaný počet upevňovacích prvků

$$\textcircled{1} \quad n \geq \sqrt{\left[\frac{Z_d}{F_{ax,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_d}{R_{v,Rd}} \right]^2}$$

$$\textcircled{2} \quad n_{45} \geq \frac{Z_{45,d}}{F_{ax,Rk}}$$

$$n \geq \frac{Z_d}{F_{ax,Rk}}$$

$$\textcircled{3} \quad n \geq \frac{Z_d}{F_{ax,90,Rk}}$$

Stanovení návrhové hodnoty

WT-T

$$F_{ax,Rd} = \frac{F_{ax,Rk} \cdot k_{mod}}{\gamma_{M1}}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{F_{v,Rk} \cdot k_{mod}}{\gamma_{M1}}$$

$\gamma_{M1} = 1,3 \quad \gamma_{M1}(GL) = 1,25$

WR-T

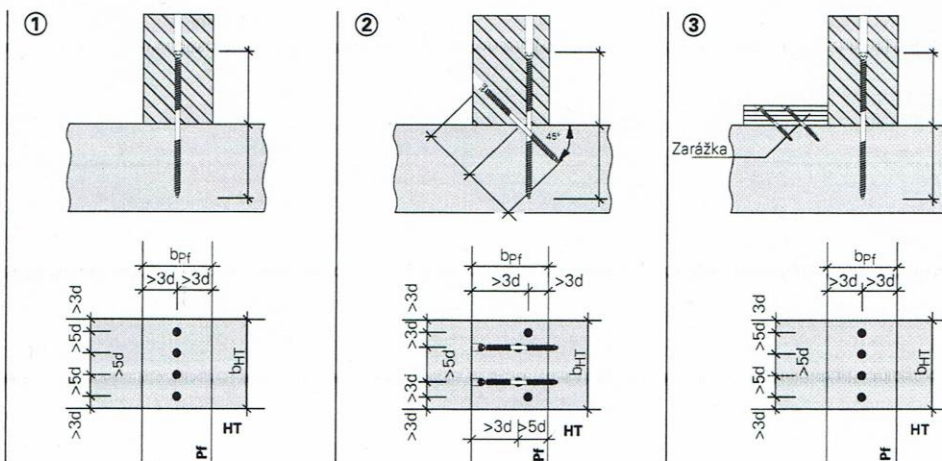
$$F_{ax,Rd} = \min \left(\frac{F_{ax,Rk} \cdot k_{mod}}{\gamma_{M1}}, \frac{F_{tens,Rk}}{\gamma_{M2}} \right)$$

$$F_{v,Rd} = \frac{F_{v,Rk} \cdot k_{mod}}{\gamma_{M1}}$$

$\gamma_{M1} = 1,3 \quad \gamma_{M2} = 1,3$
 $\gamma_{M1}(GL) = 1,25$

Uspořádání

Při uspořádání upevňovacích prvků WT se musí dodržovat vzdálenosti od okrajů podle náčrtů. Šikmý upevňovací prvek WT se musí zašroubovat pod úhlem 45° k hlavnímu nosníku. Upevňovací prvky musí být uspořádány tak, že vždy jedna závitová část je v jednom konstrukčním prvku.



Vysvětlivky:

- F_D zatížení kolmo ke střešní ploše
- F_Z zatížení na nadzvižení kolmo ke střešní ploše
- F_{II} zatížení rovnoběžně se střešní plochou
- V stříhová síla v upevňovacím prvku
- Z_{45} tahová síla v upevňovacím prvku, který je v úhlu 45°
- Z tahová síla v upevňovacím prvku, který je kolmo ke střešní ploše
- V_d návrhová hodnota stříhové síly v upevňovacím prvku
- $Z_{45,d}$ návrhová hodnota tahové síly v upevňovacím prvku, který je v úhlu 45°
- Z_d návrhová hodnota tahové síly v upevňovacím prvku, který je kolmo ke střešní ploše
- $F_{ax,Rk}$ charakteristická odolnost vrutu v tahu*
- $F_{v,Rk}$ charakteristická odolnost vrutu ve stříhu*
- $F_{tens,Rk}$ charakteristická odolnost vrutu v tlaku*
- k_{mod} modifikační součinitel
- γ_M dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
- b_{pf} šířka vaznice
- h_{pf} výška vaznice
- b_{HT} šířka hlavního nosníku
- h_{HT} výška hlavního nosníku
- a zvolená vzdálenost od okraje upevňovacího prvku WT
- n požadovaný počet upevňovacích prvků WT
- n_{45} požadovaný počet upevňovacích prvků WT osazených v úhlu 45°
- d jmenovitý průměr vrutu WT nebo WR

*viz tabulka na zadní straně

Před prováděním musí být všechny výpočty ověřeny a schváleny zodpovědným projektantem.

Uspořádání upevňovacích prvků v rovinách **rovnoběžných s vedlejším nosníkem**

Sortiment upevňovacích prvků:

WR-T-9 x L

materiál: uhlíková ocel
povrch: Durocoat
závit - Ø: 9 mm
hrot: vrtný hrot
úchyt: T40

WR-T-13 x L

materiál: uhlíková ocel
povrch: Durocoat
závit - Ø: 13 mm
hrot: poloviční hrot
úchyt: T50



rostlé dřevo, křížově lamelované dřevo	C	24	30
lepené lamelové dřevo	GL	24c	28c / 24h
hustota ρ_k [kg/m ³]		350	380

WR-T-9 x L							
typ	materiál uhlíková ocel	závit - Ø d_1 [mm]	délka l [mm]	leř l_{ef} [mm]	h_{min} [mm]	$F_{ax,90,Rk}$ [kN]	
						350	380
WR - T -	-	9	x 250	125	145	14,4	15,4
WR - T -	-	9	x 300	150	170	17,3	18,5
WR - T -	-	9	x 350	175	195	20,2	21,5
WR - T -	-	9	x 400	200	220	23,0	24,6
WR - T -	-	9	x 450	225	245	25,9	27,7
WR - T -	-	9	x 500	250	270	28,8	30,8
$F_{v,Rk}$ [kN]						5,3	5,5
$F_{tens,Rk}$ [kN]						35,9	

WR-T-13 x L							
typ	materiál uhlíková ocel	závit - Ø d_1 [mm]	délka l [mm]	leř l_{ef} [mm]	h_{min} [mm]	$F_{ax,90,Rk}$ [kN]	
						350	380
WR - T -	-	13	x 400	200	220	35,8	35,8
WR - T -	-	13	x 500	250	270	44,8	44,8
WR - T -	-	13	x 600	300	320	53,7	53,7
WR - T -	-	13	x 700	350	370	62,7	62,7
WR - T -	-	13	x 800	400	420	71,6	71,6
WR - T -	-	13	x 900	450	470	80,6	80,6
WR - T -	-	13	x 1000	500	520	89,6	89,6
$F_{v,Rk}$ [kN]						13,8	13,8
$F_{tens,Rk}$ [kN]						58,4	

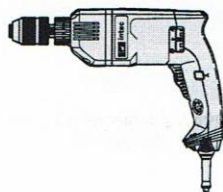
$F_{ax,Rk}$ [kN] charakteristická odolnost vrutu v tahu

$F_{v,Rk}$ [kN] charakteristická odolnost vrutu ve stříhu

$F_{tens,Rk}$ [kN] = charakteristická odolnost vrutu v tlaku

Návrhové hodnoty platí pro efektivní délku závitů l_{ef} = polovina délky závitů.

Montážní přístroje a příslušenství

upev. prvek	příslušenství	upev. prvek	montážní přístroje
WR-T-9 x L	bit T40 délky 25, 35 a 70 mm	WR-T-9 x L	elektrický šroubovák BO 1055
WR-T-13 x L	bit T50 délka 36 mm délka 50 mm s vnitřním čtyřhranným upnutím 1/2" adaptér ZA 1/2" - MK3		

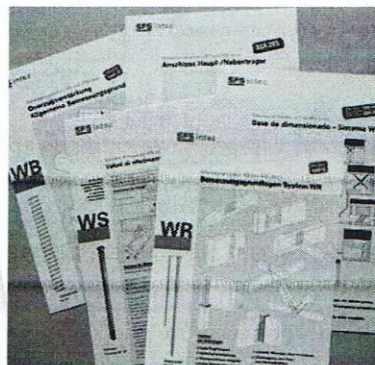
Pomůcky pro projektování

Pro podrobné projekční práce, zaměřené na nejrůznější použití, zajišťující jednoduché a bezpečné dimenzování jsou určeny datové listy se statickými tabulkami.

Pro speciální aplikace vám naši odborní poradci pomohou při výběru nejvhodnějšího a nejekonomičtějšího upevňovacího prvku.

Více informací

Pokud máte dotazy k technice upevňování, jednoduše nám zavolejte. Rádi vám poradíme!



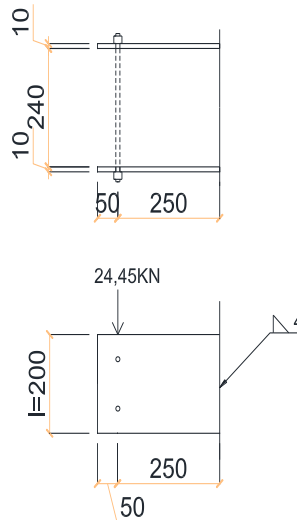
Doporučené přístroje
(nejsou v programu)
BOSCH GBM 23-2/32-4
Milwaukee B4-32
Protol DRP 32-4



F.4. NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE VAZNÍKŮ

MATERIÁL:
OCEL: S355

Obrázek:



Přípoj konzoly 1 koutovými svary:

1, KONSTRUKČNÍ ZÁSADY:

Délka svaru min. 40mm a více než $6 \cdot a_w = 6 \cdot 4 = 24$ mm

2, SMYKOVÉ NAPĚTÍ:

$$\tau_{||} = \frac{V_{ed}}{a_w \cdot 2 \cdot l} = \frac{24,45 \cdot 10^3}{4 \cdot 2 \cdot 200} = \underline{15,28 \text{ MPa}}$$

3, NAPĚTÍ VE SVARECH KOLMO NA SVAR:

$$\sigma_w = \frac{M}{W_{el,w}} = \frac{24,45 \cdot 10^3 \cdot 260}{\frac{2 \cdot 4 \cdot 200^2}{6}} = \underline{119,19 \text{ MPa}}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{\sigma_w}{\sqrt{2}} = \frac{119,19}{\sqrt{2}} = \underline{84,28 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SVARU:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} = \sqrt{84,28^2 + 3 \cdot (84,28^2 + 15,28^2)} = \underline{170,63 \text{ MPa}}$$

$$170,63 \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{mw}} = \frac{490}{0,8 \cdot 1,5} = 408,33 \text{ (MPa)}$$

$170,63 < 408,33 \text{ (MPa)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$

$$\sigma_{\perp} = 84,28 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{mw}} = \frac{490}{1,5} = 326,66 \text{ MPa}$$

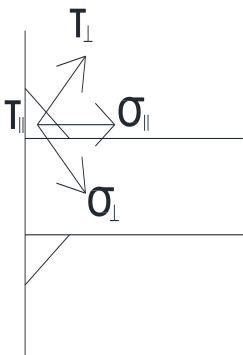
$84,28 < 326,66 \text{ (MPa)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\gamma_{m0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{10 \cdot 200 \cdot 355}{1,15 \cdot \sqrt{3}} = \underline{356,45 \text{ KN}}$$

$$V_{ed} \leq V_{pl,Rd}$$

$24,45 < 356,45 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$



5, POSOUZENÍ OHYBU:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,w} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{\frac{2 \cdot 4 \cdot 200^2}{6} \cdot 355}{1,15} = \underline{16,46 \text{ KNm}}$$

$$M_{ed} \leq M_{c,Rd}$$

$$24,45 \cdot 0,25 = 6,11 < 16,46 \text{ (KNm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

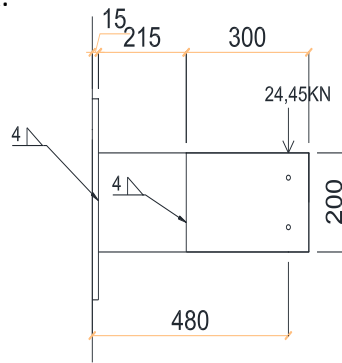
6, POSOUZENÍ KOMBINACE OHYBU A SMYKU:

$$V_{ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$24,45 < 178,22 \text{ (KN)} \dots \dots \text{ÚČINEK SMYKU NA OHYBOVÉ} \\ \text{ÚNOSNOSTI LZE ZANEDBAT}$$

MATERIÁL:
 OCEL: S355

Obrázek:



Přípoj konzoly 2 koutovými svary:

1, KONSTRUKČNÍ ZÁSADY:

Délka svaru min. 40mm a více než $6 \cdot a_w = 6 \cdot 4 = 24 \text{ mm}$

2, SMYKOVÉ NAPĚTÍ:

$$\tau_{||} = \frac{V_{ed}}{a_w \cdot 8 \cdot l} = \frac{3 \cdot 24,45 \cdot 10^3}{4 \cdot 8 \cdot 200} = \underline{11,46 \text{ MPa}}$$

3, NAPĚTÍ VE SVARECH KOLMO NA SVAR:

$$\sigma_w = \frac{M}{W_{el,w}} = \frac{73,35 \cdot 10^3 \cdot 480}{\frac{8 \cdot 4 \cdot 200^2}{6}} = \underline{165,03 \text{ MPa}}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{\sigma_w}{\sqrt{2}} = \frac{165,03}{\sqrt{2}} = \underline{116,70 \text{ MPa}}$$

4, POSOUZENÍ SVARU:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} = \sqrt{116,70^2 + 3 \cdot (116,70^2 + 11,46^2)} =$$

234,24 MPa

$$234,23 \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{mw}} = \frac{490}{0,8 \cdot 1,5} = 408,33 \text{ MPa}$$

$234,23 < 408,33 \text{ (MPa)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$

$$\sigma_{\perp} = 116,70 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\gamma_{mw}} = \frac{490}{1,5} = 326,66 \text{ MPa}$$

$116,70 < 326,66 \text{ (MPa)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$

4, POSOUZENÍ SMYKU:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\gamma_{m0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{5 \cdot 15 \cdot 200 \cdot 355}{1,15 \cdot \sqrt{3}} = \underline{2673,38 \text{ KN}}$$

$$V_{ed} \leq V_{pl,Rd}$$

$73,35 < 2673,38 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$

5, POSOUZENÍ OHYBU:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,w} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{\frac{5 \cdot 15 \cdot 200^2}{6} \cdot 355}{1,15} = \underline{154,34 \text{ KNm}}$$

$$M_{ed} \leq M_{c,Rd}$$

$$73,35 \cdot 0,48 = 35,21 < 154,34 \text{ (KNm)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

6, POSOUZENÍ KOMBINACE OHYBU A SMYKU:

$$V_{ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$73,35 < 1336,69 \text{ (KN)} \dots \dots \text{ÚČINEK SMYKU NA OHYBOVÉ ÚNOSNOSTI LZE ZANEDBAT}$$

Posouzení svorníků ve spoji:

Návrh svorníky d = 10 mm 8.8

SPOJOVACÍ PROSTŘEDKY (DVOUSTRŽNÉ) POSOUZENÍ NA SMYK:

1, PLASTICKÝ MOMENT ÚNOSNOSTI

$$M_{y,r,k} = 0,3 \cdot f_u \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 800 \cdot 10^{2,6} = \underline{95545,72 \text{ Nmm}}$$

2, CHARAKTERISTICKÁ PEVNOST V OTLAČENÍ

$$f_{h,2,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,3 \cdot (1 - 0,01 \cdot 10) \cdot 410 =$$

SPOJOVACÍ PROSTŘEDEK:

$$f_u = 800 \text{ MPa}$$

$$\underline{30,26 \text{ MPa}}$$

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$T_1 = 240 \text{ mm}$$

$$F_{ax,R,k} = 0 - \text{nevažují}$$

sepnutí spoje

Počet svorníků

$$n = 2$$

3, CHARAKTERISTICKÁ ÚNOSNOST

$$F_{v,R} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_1 \cdot d \\ (2,3 \cdot \sqrt{M_{y,R,k} \cdot f_{h,2,k} \cdot d}) + \left[\frac{F_{ax,R,k}}{4} \right] \end{array} \right\}$$

$$F_{v,R} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 30,26 \cdot 240 \cdot 10 \\ (2,3 \cdot \sqrt{95545,72 \cdot 30,26 \cdot 10}) + 0 \end{array} \right\}$$

$$F_{v,R} = \min \left\{ \begin{array}{l} 36,31 \text{ KN} \\ 12,36 \text{ KN} \end{array} \right\} = \underline{12,36 \text{ KN}}$$

4, CHARAKTERISTICKÁ ÚNOSNOST SVORNÍKŮ

$$F_{v,R,k} = 2 \cdot n \cdot F_{v,R} = 2 \cdot 2 \cdot 12,36 = \underline{49,44 \text{ KN}}$$

TŘÍDA TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ:
KRÁTKODOBÉ

TŘÍDA PROVOZU:
TŘÍDA 3

5, NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST SVORNÍKŮ

$$F_{v,R,d} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,R,k}}{\gamma_m} = 0,7 \cdot \frac{49,44}{1,3} = \underline{26,62 \text{ KN}}$$

6, POSOUZENÍ STŘIHU

$$V_{ed} \leq F_{v,R,d}$$

$$24,45 < 26,62 \text{ (KN)} \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE} \dots \dots \dots \boxed{\text{NÁVRH 2 SVORNÍKY } \varnothing 10\text{mm}}$$

$$\boxed{\text{SVORNÍK: } \varnothing 10 \text{ mm (8.8): } f_{u,b} = 800 \text{ MPa}}$$

POSOUZENÍ TLAKOVÉ ÚNOSNOSTI DŘEVA ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY:

POSOUZENÍ TLAKU:

$$N_{ed,TLAK} = 325,36 \text{ KN}$$

(Scia Engineer)

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed,TLAK}}{A_{eff}} \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{325,36 \cdot 10^3}{336000} = \underline{0,97 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,g,d}$$

$$A_{eff} = 240 \cdot 1400 = \underline{336000 \text{ mm}^2}$$

$$0,97 < 14,84 \text{ (MPa)} \dots \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

MATERIÁL:
OCEL: S355

$I = 200\text{mm}$

PŘÍPOJ KONZOLY OCELOVÉ VÝZTUHY:

1, POSOUZENÍ TLAKOVÉ ÚNOSNOSTI:

$$l_{cr} = 200 \text{ mm}$$

$$A = 200 \cdot 15 = 3000 \text{ mm}^2$$

POLOMĚR SETRVAČNOSTI:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \cdot b \cdot t^3}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \cdot 200 \cdot 15^3}{3000}} = \underline{4,33 \text{ mm}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_{yk}}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = \underline{0,81 (-)}$$

POMĚRNÁ ŠTÍHLOST:

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 0,81 = \underline{76,06 (-)}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{l_{cr}}{i \cdot \lambda_1} = \frac{200}{4,33 \cdot 76,06} = \underline{0,49 (-)}$$

SOUČINITEL VZPĚRU:

$$\varnothing = 0,5 \cdot (1 + \beta \cdot (\bar{\lambda} - 0,2)) + \bar{\lambda}^2 = 0,5 \cdot (1 + 0,3 \cdot (0,49 - 0,2)) + 0,49^2$$
$$\varnothing = 0,66(-)$$

$$\chi = \frac{1}{\varnothing + \sqrt{\varnothing^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,66 + \sqrt{0,66^2 - 0,49^2}} = \underline{0,67(-)}$$

TLAKOVÁ ÚNOSNOST:

$$N_{b,rd} = \chi \cdot \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 0,67 \cdot \frac{3000 \cdot 355}{1} = \underline{713,55 \text{ KN}}$$

$N_{ed,TLAK} = 325,36 \text{ KN}$

(Scia Engineer)

POSOUZENÍ:

$$N_{e,d} \leq N_{b,rd}$$

$$\frac{325,36}{2} = 162,68 < 713,55 \text{ (KN)} \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

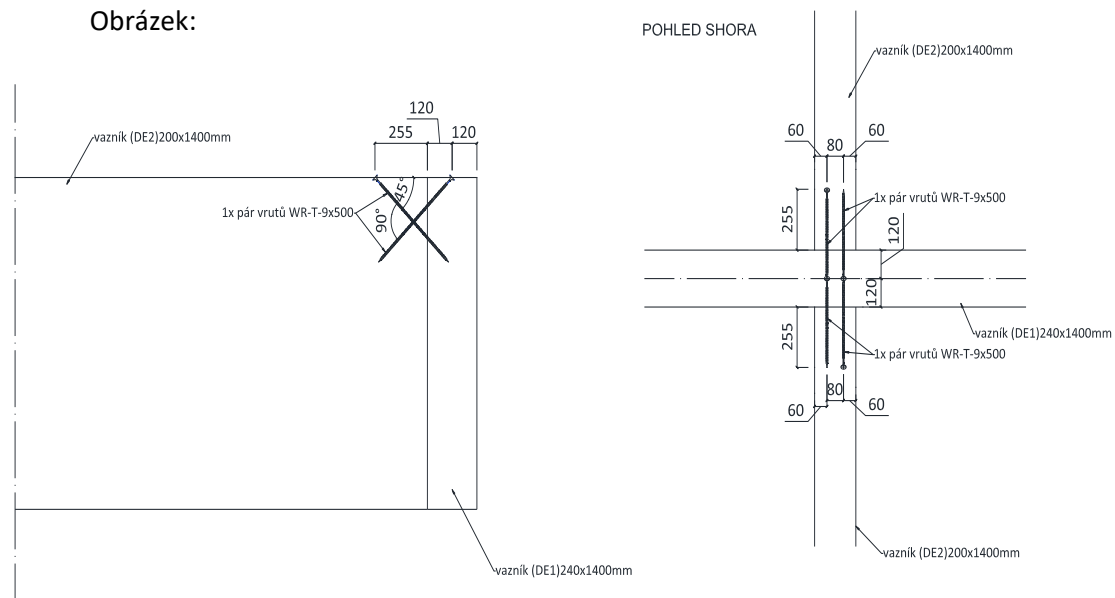
Navržená výztuha vyhoví.

F.5. NÁVRH A POSOUZENÍ PŘÍPOJE VAZNÍKU A VRCHOLOVÉHO NOSNÍKU

MATERIÁL:
LEP. LAM. DŘEVO: **GI28h**

TYP: WR-T-9 x 500 1 PÁR

Obrázek:



NÁVRHOVÁ SÍLA:

$$V_{zd} = 2,06 \text{ KN}$$

POSOUZENÍ:

NÁVRH VTUTŮ WR-T-9x500

$$F_{V,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} F_{1,Rk} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{M1}} \\ \frac{F_{2,Rk}}{\gamma_{M2}} \end{array} \right\}$$

$$F_{V,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} 40 \cdot \frac{0,7}{1,3} \\ \frac{20,7}{1,25} \end{array} \right\}$$

$$F_{V,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} 21,54 \\ 16,56 \end{array} \right\}$$

$$\underline{F_{V,Rd} = 16,56 \text{ KN}}$$

$$V_{zd} \leq F_{V,Rd}$$

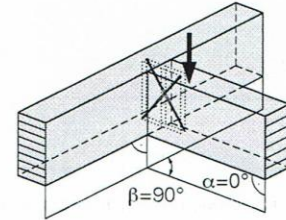
$$2,06 < 16,56 \text{ (KN) VYHOVUJE}$$

Navrhuji 1 pár WR-T-9x500 jako spojovací prostředek vazníku a vrcholového nosníku.

Pravouhlý přípoj

Výpočtové hodnoty pro charakteristické hustoty

rostlé dřevo, křížově lamelované dřevo	C	24	30
lepené lamelové dřevo	GL	24c	28c/24h
hustota ρ_k [kg/m ³]		350	380



systém WT	délka prvku [mm]	minimální rozměr [mm]		montážní rozměr m	b _{NT} [mm]*			1 pár							
		b _{HT}	h _{HT} = h _{NT}		1 pár	2 páry	3 páry	350		380		350		380	
								hustota ρ_k [kg/m ³]	350	380	350	380	350	380	
WT-S/T-6,5 x L	130	60	110	55	40	80	110	F _{1,Rk} [kN]							
	160	70	130	65	40	80	110	5,9	6,3	11,8	12,6	17,7	18,9	F _{2,Rk(6,5)}	
	190	80	150	75	40	80	110	7,1	7,6	14,2	15,1	21,3	22,7	F _{1,Rk} [kN]	
	220	90	170	85	40	80	110	8,9	9,5	17,7	18,9	26,6	28,4	F _{2,Rk(8,2)}	
WT-T-8,2 x L	160	70	130	65	60	100	140	10,6	11,4	21,3	22,7	31,9	34,1	F _{1,Rk} [kN]	
	190	80	150	75	60	100	140	9,7	9,9	19,3	19,7	29,0	29,6	F _{2,Rk(8,2)}	
	220	90	170	85	60	100	140	9,3	9,9	18,5	19,8	27,8	29,7	F _{1,Rk} [kN]	
	245	100	190	95	60	100	140	11,6	12,4	23,2	24,7	34,7	37,1	F _{2,Rk(8,2)}	
	275	110	210	105	60	100	140	13,9	14,8	27,8	29,7	41,7	44,5	F _{1,Rk} [kN]	
	300	120	230	115	60	100	140	15,8	16,8	31,5	33,7	47,3	50,5	F _{2,Rk(8,2)}	
	330	130	250	125	60	100	140	18,1	19,3	36,2	38,6	54,2	57,9	F _{1,Rk} [kN]	
							20,1	21,5	40,2	42,9	60,3	64,4	F _{2,Rk(8,2)}		
							20,1	21,5	40,2	42,9	60,3	64,4	F _{1,Rk} [kN]		

* Hodnoty jsou zaokrouhleny.

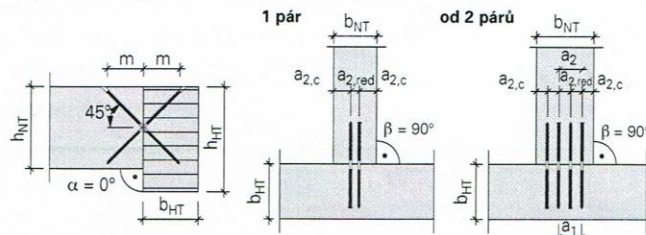
F_{1,Rk} [kN] = odolnost proti vytažení ze dřeva
F_{2,Rk(Ø)} [kN] = vzpěrná únosnost vrutu

systém WR	délka prvku [mm]	minimální rozměr [mm]		montážní rozměr m	b _{NT} [mm]*			1 pár							
		b _{HT}	h _{HT} = h _{NT}		1 pár	2 páry	3 páry	350		380		350		380	
								hustota ρ_k [kg/m ³]	350	380	350	380	350	380	
WR-T-9,0 x L	250	100	191	95	70	115	160	F _{1,Rk} [kN]							
	300	118	226	113	70	115	160	17,1	18,3	34,2	36,5	51,3	54,8	F _{2,Rk(9,0)}	
	350	136	261	131	70	115	160	21,2	22,6	42,4	45,2	63,5	67,9	F _{1,Rk} [kN]	
	400	153	297	148	70	115	160	25,3	27,0	50,5	53,9	75,8	80,9	F _{2,Rk(9,0)}	
	450	171	332	166	70	115	160	29,3	31,3	58,7	62,6	88,0	94,0	F _{1,Rk} [kN]	
	500	189	368	184	70	115	160	33,4	35,7	66,8	71,3	100,2	107,0	F _{2,Rk(9,0)}	
WR-T-13,0 x L	400	153	297	148	100	165	230	37,5	40,0	74,9	80,0	112,4	120,1	F _{1,Rk} [kN]	
	500	189	368	184	100	165	230	20,2	20,7	40,5	41,3	60,7	62,0	F _{2,Rk(13,0)}	
	600	224	438	219	100	165	230	42,7	45,6	85,4	91,2	128,1	136,8	F _{1,Rk} [kN]	
	700	259	509	254	100	165	230	54,5	58,3	109,1	116,5	163,6	174,8	F _{2,Rk(13,0)}	
	800	295	580	290	100	165	230	66,4	70,9	132,8	141,8	199,2	212,8	F _{1,Rk} [kN]	
	900	330	650	325	100	165	230	78,3	83,6	156,5	167,2	234,8	250,8	F _{2,Rk(13,0)}	
	1000	366	721	361	100	165	230	90,1	96,3	180,2	192,5	270,4	288,8	F _{1,Rk} [kN]	
							102,0	108,9	204,0	217,8	305,9	326,7	F _{2,Rk(13,0)}		
							113,8	121,6	227,7	243,2	341,5	364,7	F _{1,Rk} [kN]		
							44,5	45,3	88,9	90,6	133,4	136,0	F _{2,Rk(13,0)}		

* Hodnoty jsou zaokrouhleny.

F_{1,Rk} [kN] = odolnost proti vytažení ze dřeva
F_{2,Rk(Ø)} [kN] = vzpěrná únosnost vrutu

Doporučené uspořádání upevňovacích prvků



Nejmenší vzdálenosti

Vzdálenost [mm]	WT-S/T-6,5 x L	WT-T-8,2 x L	WR-T-9 x L	WR-T-13 x L
a ₁	33	40	45	65
a ₂	33	40	45	65
a _{2,c}	15	24	27	39
a _{2,red} *	10	12	14	20

* možné pouze při a₁ ≥ 10 · d₁

Poznámky

- Výpočet návrhových hodnot podle sousedního rámečku
- Charakteristická únosnost F_{v,Rk} platí pro C24 a C30 popř. GL24c, GL24h a GL28c. Při vyšších třídách pevnosti je možné zvýšení únosnosti F_{v,Rk} součinitelem f (existující p_k/p_k zvoleného materiálu)² ≤ 1,40.
- Upevňovací prostředky musí být osazeny polovinou délky v obou konstrukčních prvcích.
- Napětí v tahu kolmo k vláknům se musí zvlášť posoudit.
- Hlavní nosník musí být dostatečně vidlicově uložený a únosný v kroucení.
- Uvedená mezní namáhání platí pouze při svisle posouvající síle, viz náčrt v horním pravém rohu na této straně. Při namáhání jiného směru vycházejí jiné únosnosti.
- **Před prováděním musí všechny výpočty ověřit a schválit zodpovědný projektant.**

$$F_{v,Rd} = \min \left(\frac{F_{1,Rk} \cdot k_{mod}}{\gamma_{M1}}, \frac{F_{2,Rk}}{\gamma_{M2}} \right)$$

$\gamma_{M1} = 1,3$ $\gamma_{M2} = 1,1$
 $\gamma_{M1} (GL) = 1,25$

G. TECHNICKÁ ZPRÁVA STATICKÉHO VÝPOČTU

- G.1 PODKLADY
- G.2 POUŽITÉ NORMY
- G.3 POUŽITÁ LITERATURA
- G.4 POUŽITÝ SOFTWARE
- G.5 POUŽITÉ SYMBOLY VE VÝPOČTECH

G.1. PODKLADY

- fotodokumentace
- datové listy vrutů SFS INTEC
- katalog společnosti KINGSPAN

G.2. POUŽITÉ NORMY

- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení* - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení. Praha. Český normalizační institut, 2004. 44 s.
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení* - Zatížení sněhem Praha. Český normalizační institut, 2005. 52 s.
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení* - Zatížení větrem. Praha. Český normalizační institut, 2007. 124 s.
- ČSN EN 1993-1-3 Eurokód 3: *Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha. Český normalizační institut, 2007. 124 s.
- 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, 2007. 114 s.
- ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: *Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla*. Praha. Český normalizační institut, 2006. 138 s.

G.3. POUŽITÁ LITERATURA

- KUKLÍK, Petr a Anna KUKLÍKOVÁ. *Dřevěné konstrukce: vzorové příklady*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2008. ISBN 978-80-01-04125-3.
- KUKLÍK, Petr, Anna KUKLÍKOVÁ a Karel MIKEŠ. *Dřevěné konstrukce 1: cvičení*. 2. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05227-3.
- STUDNIČKA, Jiří, Milan HOLICKÝ a Jana MARKOVÁ. *Ocelové konstrukce*. 2. vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2015.

ISBN 978-80-01-05815-2.

- KOŽELOUH, Bohumil, ed. *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004. ISBN 80-867-6913-5.

- KUKLÍK P., *Příručka 2 – Navrhování dřevěných konstrukcí podle Eurokódu 5*, Vyd. 1. 2008

- FAJMAN, Petr a Jaroslav KRUIS. *Zatížení a spolehlivost*. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04112-3.

- NEUFERT, Ernst a Peter NEUFERT. *Navrhování staveb: zásady, normy, předpisy o zařízeních, stavbě, vybavení, nárocích na prostor, prostorových vztazích, rozměrech budov, prostorech, vybavení, přístrojích z hlediska člověka jako měřítka a cíle*. 2. české vyd., (35. německé vyd.). Praha: Consultinvest, 2000. ISBN 80-901-4866-2.

Webové zdroje:

SFS intec, spojovací prostředky, [online]. [cit. 2018-01-03]

<<http://www.sfsintec.biz/mo/cz/cs/web/homepage.html>>

KINGSPAN, střešní panely, [online]. [cit. 2018-01-03]

<<http://panely.kingspan.cz/stresni-panely-izolacni-zateplovaci-panely-zatepleni-fasad-1744.html>>

Tension systems s.r.o. Ocelová táhla - Macalloy. [online]. [cit. 2018-01-03]

<<http://www.tension.cz/produkty/tahla-macalloy>>

Dřevěné konstrukce - České dřevařské závody Praha, a.s. (Závod TESKO) [online]. [cit. 2018-01-03]

<<http://www.konstrukce-tesko.cz/konstrukce/reference>>

Izolace.cz – články o izolacích, [online]. [cit. 2018-01-03]

<<http://www.izolace.cz/clanky/detail/3352-mistrovstvi-sveta-v-lednim-hokeji-2015-probehne-na-penovem-skle-foamglas>>

DEK.s.r.o. – stavebniny, [online]. [cit. 2018-01-03]

<<https://www.dek.cz>>

GIACOMINI CZECH s.r.o. – výrobce systému velkoplošného vytápění, [online]. [cit. 2018-01-03]

<<https://www.giacomini.cz/systemy-velkoplosneho-vytapeni-pouzite-v-nove-multifunkcni-tipsport-arene-liberec>>

AST systems s.r.o. – lité epoxidové a polyuretanové podlahy, [online].
[cit. 2018-01-03]

<[http://www.podlahyprovas.cz/podlahy-pro/dekorativni -
povrchy.html](http://www.podlahyprovas.cz/podlahy-pro/dekorativni-povrchy.html)>

FOAMGLASS s.r.o. – izolační materiály, [online]. [cit. 2018-01-03]

<[https://cz.foamglas.com/cs-cz/ke-
stazen/dokumentace/prospekty](https://cz.foamglas.com/cs-cz/ke-stazen/dokumentace/prospekty) >

G.4. POUŽITÝ SOFTWARE

Microsoft Office Word 2016, Microsoft, studentská verze

Microsoft Office Excel 2016, Microsoft, studentská verze

AutoCAD 2015, Autodesk, studentská verze

program Geo5 v19, FINE, studentská verze

Adobe Acrobat, Adobe

Adobe Photoshop, Adobe

SCIA Engineer 16.0, studentská verze

G.5. PŘEHLED POUŽITÝCH SYMBOLŮ VE VÝPOČTU

VELKÁ PÍSMENA

A	– oblast zatížení větrem	[-]
A	– plocha	[m ²]
A _{eff}	– účinná plocha	[m ²]
B	– oblast zatížení větrem	[-]
C	– oblast zatížení větrem	[-]
D	– oblast zatížení větrem	[-]
E	– oblast zatížení větrem	[-]
E _{0,05}	– hodnota 5% kvantilu modulu pružnosti	[MPa]
E _{0,mean}	– průměrná hodnota modulu pružnosti	[MPa]
F	– oblast zatížení větrem	[-]
F _{ax,d}	– návrhová osová únosnost spojovacího prostředku na vytažení	[KN]
F _{ax,k}	– char. osová únosnost spojovacího prostředku na vytažení	[KN]
G	– oblast zatížení větrem	[-]
H	– oblast zatížení větrem	[-]
I	– oblast zatížení větrem	[-]
I _y	– moment setrvačnosti k ose y	[mm ⁴]
I _z	– moment setrvačnosti k ose z	[mm ⁴]
J	– oblast zatížení větrem	[-]
K _r	– součinitel terénu	[-]
M _{ap,d}	– návrhový ohybový moment ve vrcholu	[KNm]
M _y	– návrhový ohybový moment kolem osy y	[KNm]
M _{y,rk}	– charakteristický plastický moment únosnosti	[KNm]
M _z	– návrhový ohybový moment kolem osy z	[KNm]
N _{cr}	– pružná kritická síla	[KN]
N _d	– normálová síla	[KN]
V _d	– návrhová posouvající síla	[KN]
V	– objem	[m ²]
V ₀	– referenční objem	[m ²]
W _y	– průřezový modul k ose y	[mm ³]
W _z	– průřezový modul k ose z	[mm ³]

MALÁ PÍSMENA

b	– šířka	[mm]
b _{ef}	– efektivní šířka	[mm]
c _e	– součinitel expozice	[-]
c _r	– součinitel nerovnosti terénu	[-]
C _t	– součinitel teploty	[-]
d	– délka	[mm]
f _{c,0,d}	– návrhová pevnost v tlaku kolmo k vláknům	[MPa]
f _{c,0,k}	– charakteristická pevnost v tlaku kolmo k vláknům	[MPa]
f _{c,90,d}	– návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	[MPa]
f _{c,90,k}	– charakteristická pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	[MPa]
f _d	– návrhové zatížení	[KN/m ²]
f _{t,0,k}	– charakteristická pevnost v tahu kolmo k vláknům	[MPa]
f _k	– charakteristická síla	[KN]
f _{m,d}	– návrhová pevnost v ohybu	[MPa]
f _{m,k}	– charakteristická pevnost v ohybu	[MPa]

$f_{t,0,d}$	–	návrhová pevnost v tahu kolmo k vláknům	[MPa]
$f_{t,0,k}$	–	charakteristická pevnost v tahu kolmo k vláknům	[MPa]
$f_{t,90,d}$	–	návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	[MPa]
$f_{t,90,k}$	–	charakteristická pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	[MPa]
f_{uk}	–	charakteristická pevnost v tahu	[MPa]
$f_{v,d}$	–	návrhová pevnost ve smyku	[MPa]
$f_{v,k}$	–	charakteristická pevnost ve smyku	[MPa]
g_d	–	návrhové stálé zatížení	[KN/m ²]
g_k	–	charakteristické stálé zatížení	[KN/m ²]
h	–	výška	[m]
h_{ap}	–	výška nosníku ve vrcholu	[m]
i	–	poloměr setrvačnosti	[mm]
k_{90}	–	součinitel pevnosti v otláčení	[-]
$k_{c,y}$	–	součinitel vzpěru ve směru y	[-]
$k_{c,z}$	–	součinitel vzpěru ve směru z	[-]
k_{cr}	–	součinitel zohledňující výsušné trhliny	[-]
k_{crit}	–	součinitel pro příčnou a torzní stabilitu	[-]
k_{def}	–	součinitel dotvarování	[-]
k_{dis}	–	součinitel zohledňující účinek rozdělení napětí ve vrcholové oblasti	[-]
k_m	–	součinitel zohledňující redistribuci ohybového napětí po průřezu	[-]
k_{mod}	–	modifikační součinitel zohledňující vliv trvání zatížení a vlhkosti	[-]
k_r	–	redukční součinitel pevnosti způsobené ohybem lamel	[-]
k_{vol}	–	součinitel objemu	[-]
l	–	rozpětí	[m]
l_{eff}	–	efektivní délka	[m]
n	–	počet spojovacích prostředků	[počet]
n_{eff}	–	efektivní počet spojovacích prostředků	[počet]
q_d	–	návrhové proměnné zatížení	[KN/m ²]
q_k	–	charakteristické proměnné zatížení	[KN/m ²]
q_p	–	dynamický tlak větru	[KN/m ²]
r	–	poloměr	[mm]
r_{in}	–	vnitřní poloměr	[mm]
s	–	síla od sněhu	[KN]
s_k	–	charakteristická hodnota zatížení sněhem v lokalitě	[KN/m ²]
t	–	tloušťka	[mm]
v_b	–	Základní rychlost větru	[m/s]
v_m	–	Charakteristická střední rychlost větru	[m/s]
w_e	–	zatížení větrem	[N/m ²]
w_{ins}	–	okamžitý průhyb	[mm]
$w_{net,fin}$	–	konečný průhyb	[mm]
w_{lim}	–	limitní průhyb	[mm]
z	–	výška objektu	[m]

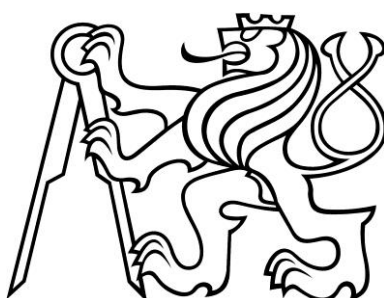
ŘECKÁ PÍSMENA

α	–	sklon osy	[°]
α	–	součinitel imperfekt	[-]
β_c	–	součinitel přímosti	[-]
γ_g	–	součinitel stálého zatížení	[-]
γ_m	–	součinitel materiálu	[-]
γ_q	–	součinitel proměnného zatížení	[-]
λ_{rel}	–	poměrná štíhlost	[-]

λ_y	– štíhlostní poměr ve směru osy y	[-]
λ_z	– štíhlostní poměr ve směru osy z	[-]
μ	– tvarový součinitel	[-]
ρ	– objemová hmotnost	[kg/m ³]
$\sigma_{c,0,d}$	– návrhové napětí v tlaku rovnoběžně s vlákny	[MPa]
$\sigma_{c,crit}$	– kritické napětí v tlaku rovnoběžně s vlákny	[MPa]
$\sigma_{m,d}$	– návrhové napětí v ohybu	[MPa]
$\sigma_{t,90,d}$	– návrhové napětí v tahu kolmo k vláknům	[MPa]
$\tau_{v,d}$	– návrhové napětí ve smyku	[MPa]
χ	– součinitel vzpěrnosti pro příslušný způsob namáhání	[-]
Ψ_0	– součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení	[-]
Ψ_2	– součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení	[-]

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Diplomová práce



Technická zpráva

Zimní stadion Jičín

Leden, 2018

Bc. Robert Šimáček

Obsah:

1. Základní informace o objektu	3
2. Identifikační údaje stavby	3
3. Popis konstrukčního řešení	3
4. Použité materiály na konstrukční prvky	4
5. Zatížení	4
5.1 Stálé zatížení	4
5.2 Užitné zatížení	4
5.3 Klimatické zatížení	5
5.3.1 Zatížení sněhem	5
5.3.2 Zatížení větrem	5
6. Skladby	5
5.1 Skladba podlahy	5
5.2 Skladba střešního pláště	5
7. Ztužení stadionu	6
7.1 Typ a materiál ztužidel	6
8. Zajištění vnitřních podmínek na stadionu	6
8.1 Návrhové podmínky	6
8.2 Návrh klimatizační jednotky	6
9. Použité izolace v objektu	7
9.1 Tepelná izolace	7
9.2 Hydroizolace	7
10. Popis založení dvojkloubového oblouku	7
10.1 Základové poměry	7
10.2 Založení objektu	8
11. Konstrukce zastřešení	8
12. Skladba podlahy	9
13. Železobetonová tribuna	9
14. Ocelový ochoz	10
15. Dřevěný světlík	10
16. Použité materiály	10
17. Použité podklady	11
17.1 Použité normy	11
17.2 Literatura	11
17.3 Webové zdroje	12
17.4 Použitý software	12

1. Základní informace o objektu

Diplomová práce se zabývá zastřešením zimního stadionu v Jičíně. Nosný systém stadionu je tvořen zaoblenými nosníky z LLD GI28h. Nosníky v příčném směru vytváří dvojklobový rám s dvěma patními klouby. Podružné nosné prvky (vaznice, ztužidla, krokve,...) jsou z LLD GI24h.

V objektu je navržena železobetonová tribuna s výhledem na ledovou plochu s 280 místy k sezení. Na tuto tribunu je přístup ze vnitřku stadionu nebo po ocelovém venkovním ochozu.

Zimní stadion umožňuje pořádat hokejové zápasy, též bude fungovat jako veřejné kluziště.

Diplomová práce neřeší zázemí stadionu (šatny, sprcha, občerstvení, technické zázemí).

Půdorysné rozměry stadionu jsou 80x44m. Celková výška zimního stadionu je 13,95 m.

Ve hřebenu zastřešení je navržen dřevěný světlík, který bude sloužit pro osvětlení a odvětrání objektu.

2. Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Zimní stadion v Jičíně
Adresa:	Kollárova 356, 506 01 Jičín
Autor statického návrhu:	Robert Šimáček
Investor:	město Jičín
Zastavěná plocha stadionem:	3520 m ²
Obestavěný prostor stadionem:	49104 m ³

3. Popis konstrukčního řešení

Hlavní nosný prvek konstrukce zastřešení, zaoblené nosníky, jsou navrženy z LLD GL 28h o osové vzdálenosti dřevěných vazníků je 4 m, na rozpětí 44 m a výšce oblouku 10 m nad podlahou. Dvojklobový systém je tvořen dvěma patními klouby. Patní klouby tvoří přechod mezi dřevěným nosníkem a základovou patkou, čep v patním kloubu je M50 8.8. Pro zkonstruování dvojklobového systému je v zaobleném nosníku navržen montážní spoj, který přenáší ohybový moment, normálové síly i smyk.

Nosnou konstrukci pro zastřešení ve formě zaoblených panelů KINGSPAN tvoří dřevěné vaznice z LLD GI24h. Vaznice jsou k zaobleným vazníkům připevněny pomocí vrutů WT-T-13 x 500 od firmy SFS INTEC.

Nedílnou součástí nosné konstrukce jsou i tlačené vzpěry a tažená křížová ocelová ztužidla M12 od firmy Macalloy. Tyto ocelová ztužidla jsou ke konstrukci připevněna v místě uložení tlačných vzpěr.

Vodorovné ztužení objektu je zajištěno pomocí hřebenového nosníku v kombinaci s ocelovými táhly a dřevěnými vzpěrami.

4. Použité materiály na konstrukční prvky

Tabulka 1 – použité materiály

Konstrukční prvek	Materiál	b(mm)	h(mm)
nosný rám	GL28h	240	1400
vaznice	GL24h	140	240,280
krokve	GL24h	140	260
sloupky	GL24h	100	140
ztužidla	GL24h	140	140
příčná ztužidla	S355		

5. Zatížení

5.1 Stálé zatížení

Zatížení byla stanovena na základě normy ČSN EN 1991-1-1, Zatížení konstrukcí -obecná zatížení - objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.

Ve výpočtech byla uvažována tato stálá zatížení:

- LLD GL 28 h - $\gamma = 4,1 \text{ KN/m}^3$
- LLD GL 24 h - $\gamma = 3,8 \text{ KN/m}^3$
- skladba střechy Panel KINGSPAN (viz. statický výpočet)

5.2 Užitné zatížení

Zatížení byla stanovena na základě normy ČSN EN 1991-1-1, Zatížení konstrukcí -obecná zatížení - objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.

Konstrukce střechy spadá do kategorie H - střechy nepřístupné, s výjimkou běžné údržby a oprav.

- užitné zatížení kategorie H - nepřístupné střechy - $\gamma = 0,75 \text{ KN/m}^2$
- užitné zatížení kategorie C - plochy se shromážděním lidí - $\gamma = 5,0 \text{ KN/m}^2$

5.3 Klimatické zatížení

5.3.1 Zatížení sněhem

Návrh byl proveden dle ČSN EN 1991-1-3, Zatížení konstrukcí - obecná zatížení - zatížení sněhem.

Místo uvažovaného objektu: Jičín

Uvažovaná sněhová oblast: II (dle Mapy sněhových oblastí pro území ČR)

5.3.2 Zatížení větrem

Návrh byl proveden dle ČSN EN 1991-1-4, Zatížení konstrukcí - obecná zatížení - zatížení větrem.

Místo uvažovaného objektu: Jičín

Uvažovaná kategorie terénu oblast: II - krajina s nízkou vegetací, jako je tráva nebo izolované překážky.

6. Skladby

5.1 Skladba podlahy

Skladba pod ledem:

Betonová chladící deska s KARI sítí tl. 150 mm

Separáční PE fólie

Cementový potěr tl. 40 mm

Separáční PE fólie

Tepelná izolace FOAMGLASS tl. 115 mm

Hydroizolace PE fólie

Betonová topící deska s KARI sítí tl. 150 mm

Skladba mimo ledem:

Litá polyuretanová stěrka PU4 tl. 2,5 mm

Betonová deska s KARI sítí tl. 150 mm

Hydroizolace PE fólie

Podkladní betonová deska s KARI sítí tl. 150 mm

5.2 Skladba střešního pláště

Skladba:

KINGSPAN KS1000 RW 120

7. Ztužení stadionu

Ztužení stadionu je provedeno v příčném směru ve střešní rovině. Je provedeno ve 3 řadách. Ztužidla jsou ke konstrukci připojena kloubově. Návrh a výpočet je proveden viz. statický výpočet. Ztužidla budou v konstrukci zajišťovat podélnou tuhost.

Jako další prvek pro zajištění tuhosti stadionu jsou v konstrukci navržena dřevěná podélná ztužidla z LLD GI24h a vrcholový hřebenový nosník z LLD GI28h.

7.1 Typ a materiál ztužidel

Ztužidla typu MACALLOY 460. Ztužidla vyrobená z oceli S460. Navržená diagonální ztužidla MACALLOY M12. Ztužidla budou provedena dle technických listů od výrobce.

Dřevěná podélná ztužidla jsou z LLD GI24h a GI28h.

8. Zajištění vnitřních podmínek na stadionu

8.1 Návrhové podmínky

Požadované návrhové podmínky na vnitřní prostředí dle ČSN EN 12831 tepelné soustavy v budovách.

Teplota: 15 - 20 °C

Relativní vlhkost: 70 %

Tyto návrhové požadavky na vnitřní prostředí bude zajišťovat vnitřní klimatizace. Vzduchotechnická jednotka bude umístěna v technickém zázemí objektu.

Do prostoru je nutné přivádět suchý vzduch, aby se zamezilo tvoření mlhy nad ledovou plochou.

8.2 Návrh klimatizační jednotky

Návrh klimatizační jednotky s rozvodem vzduchu navrhne specialista TZB i se zaregulováním celého systému.

9. Použité izolace v objektu

9.1 Tepelná izolace

Izolace střešního pláště je zabezpečena pomocí panelů KINGSPAN KS1000 RW 120. Tepelné vlastnosti jsou prokázány z technických listů výrobce. V podlaze pod ledovou plochou je navržena izolace FOAMGLASS v tl. 115 mm.

9.2 Hydroizolace

V konstrukci podlahy byla jako hydroizolace použita PE fólie. Ve vrstvě podlahy je mezi tepelnou izolací a cementovým potěrem a mezi chladící betonovou deskou a cementovým potěrem použita separační PE fólie.

10. Popis založení dvojkolbového oblouku

10.1 Základové poměry

V lokalitě stavby tvoří horní vrstvu navážky. Pod vrstvou navážky jsou jílovité materiály. Tato vrstva sahá přibližně do hloubky 1,6 m. Pod touto vrstvou se nachází vrstva tvořená hlinitopísčitymi materiály a to do hloubky přibližně 4,6 m. Pod touto vrstvou jsou písky v mocnosti 0,3 m a štěrky v mocnosti 1,9 m.

Parametry zemin:

F5: $\phi_{ef}=21^{\circ}$

$C_{ef}=12$ KPa

$\gamma=20,0$ KN/m³

$\gamma_{su}=20,0$ KN/m³

F8: $\phi_{ef}=15^{\circ}$

$C_{ef}=5$ KPa

$\gamma=20,5$ KN/m³

$\gamma_{su}=20,5$ KN/m³

G3: $\phi_{ef}=32,5^{\circ}$

$C_{ef}=0$ KPa

$\gamma=19$ KN/m³

$\gamma_{su}=19$ KN/m³

S5: $\phi_{ef}=27^{\circ}$

$$C_{ef}=8 \text{ KPa}$$

$$\gamma=18,5 \text{ KN/m}^3$$

$$\gamma_{su}=18,5 \text{ KN/m}^3$$

10.2 Založení objektu

Objekt zimního stadionu je založen na základových patkách. Patky jsou navrženy z betonu C20/25. Základy nosných rámu tvoří železobetonové masivní patky, pro zachycení sil vyvolané zatížením působící na rám. Základové patky mají rozměry 2,5 x 3,4 m (Delší směr ve směru rámu). Hloubka základové spáry je 2 m.

Založení ŽB tribuny a ocelového ochozu bude též na základových patkách.

Železobetonová patka byla navržena v programu GEO5 v19.

11. Konstrukce zastřešení

Zastřešení stadionu je navrženo z dřevěných obloukových lepených vazníků z GL28h. Osová vzdálenost těchto vazeb je v podélném směru 4 m. Rozpětí těchto vazeb je 44 m. Spodní hrana těchto vazníků je v nejvyšším místě 10 m nad podlahou. Vzepětí těchto oblouků od úrovně uložení na základové patce je 9,6 m. Ukončení objektu na delší straně objektu je tvořeno sedmi čtvrtkruhovými vazníky uspořádaných do půlkruhu o poloměru 22 m.

Konstrukce bude zatížena vlastní tíhou, ostatním stálým zatížením (střešní pláště) a dále proměnným zatížením. Jedná se tedy o užité zatížení – pochozí střecha pro údržbu kategorie H. Dále se jedná o klimatická zatížení sněhem a větrem viz. statický výpočet. Konstrukce stadionu je umístěna v Jičíně, který spadá do II. sněhové kategorie a II. větrné kategorie. Dále bylo uvažováno zatížení technologiemi (osvětlení, vzduchotechnika).

Hlavní obloukové vazníky jsou navrženy z GL28h o profilu 240/1400 mm. Vazníky jsou kloubově uloženy na základové patky. Tento spoj je řešen pomocí ocelových svorníků $\varnothing 22$ a pomocí čepového spoje se šroubem M50 8.8. Šroub prochází třemi plechy. Dva z nich jsou dole přivařeny na vodorovný plech tl.20 mm, ten je přes stavěcí šrouby přišroubován k základové desce. Další řešený spoj je montážní spoj, který je namáhán osovou silou, posouvající silou i ohybovým momentem. Tento spoj je řešen pomocí čelních desek. Tyto desky jsou k vazníku připevněny pomocí vrutů SFS INTEC WR-T-9x300. Vrutů jsou pod úhlem 45° . Všechny tyto prvky jsou osazeny ve výrobní hale. Na stavbě se následně tyto čelní desky spojí pomocí šestice šroubů M24 8.8.

Obloukové vazníky jsou drženy proti klopení z roviny pomocí dřevěných ztužidel 140/140mm, které jsou výškově umístěny dle průběhu ohybového momentu (ztužidla jsou umístěna vždy na tlačeném okraji vazníku). Tyto prvky nadále působí jako prostorové ztužení stadionu v kombinaci

s ocelovými křížovými táhly Macalloy M12, které jsou umístěny ve třech polích. Na tyto vazníky jsou pomocí vrutů SFS INTEC WT-T-13x500 osazeny vaznice 140/260 mm a 140/280 mm v osové vzdálenosti 1,25 m po oblouku.

Součástí zastřešení stadionu je i dřevěný světlík. Světlík má pultový tvar se sklonem 20°. Světlík je navržen z lepeného lamelového dřeva GL24h, jedná se o tyto prvky (sloupek, krokev a vaznice).

Střecha objektu je navržena jako oblouková jednoplášťová střecha. Odvodnění střechy je provedeno do okapových žlabů. Dešťová voda bude z okapových žlabů svedena do vsakovacích jímek.

Přístup na střechu je řešen pomocí žebříků z vnějšku.

Skladba:

KINGSPAN KS1000 RW 120

12. Skladba podlahy

Podlaha je na stadionu řešena jako betonová s polyuretanovou nášlapnou vrstvou.

Skladba:

Litá polyuretanová stěrka PU4 tl. 2,5 mm

Betonová deska s KARI sítí tl. 150 mm

Hydroizolace PE fólie

Podkladní betonová deska s KARI sítí tl. 150 mm

13. Železobetonová tribuna

Součástí zimního stadionu bude i železobetonová tribuna s 280 místy k sezení. Tribuna bude z prefabrikovaných dílců z betonu C40/50, které budou spojovány pomocí systému od firmy HALFEN, systémem HALFEN HEK. V prefabrikátech budou na navržených místech zabetonovány pouzdra Demu a pomocí HEK spojek a šroubů budou prefabrikáty spojovány.

Svislý nosný systém tribuny bude kombinovaný a bude tvořen železobetonovými sloupky o rozměrech 200x200 mm a železobetonovým stěnovým jádrem o tloušťce 200 mm, které bude sloužit jako technický prostor stadionu.

Hlavní nosný prvek železobetonové tribuny jsou železobetonové schodnice á 4,0 m o rozměrech 400x200 mm, které podpírají železobetonové nosné desky tl. 160 mm, na které budou přišroubovány sedačky pro diváky. Na přečnívající konzolu pak bude osazena konstrukce ocelového ochozu.

Předběžný návrh rozměrů těchto prvků je proveden ve statickém výpočtu, části betonové konstrukce.

14. Ocelový ochoz

Na vnitřní železobetonovou konstrukci tribuny navazuje pomocí čtyř lávek venkovní ocelový ochoz. Ocelový ochoz slouží pro přístup na vnitřní železobetonovou tribunu a je umístěn mimo vlastní zastřešení objektu.

Tato konstrukce je zatížena vlastní tíhou, ostatním stálým zatížením (pororošt 40/4) a proměnným zatížením, které je podle kategorie C plochy pro pohyb osob 5 KN/m².

Nosná konstrukce ochozu bude ze žárově zinkovaných ocelových profilů. Pochozí část bude ze zinkovaných podroštových plechů. Konstrukce ochozu je řešena pomocí příčných ráků, kde stojky těchto ráků jsou z ocelových prvků HEB140 a příčel z UPE120. Tyto ráky jsou navrženy v osově vzdálenosti 4,0 m. Podélníky jsou navrženy z profilů UPE140. Mezi tyto podélníky jsou v osově vzdálenosti 1,0 m navrženy příčníky z UPE120, které slouží jako podpora pro pororošty. Prostorová tuhost konstrukce je v příčném řezu dána rákovým působením a v podélném směru křížovým zavětrováním pomocí ocelových táhel Macalloy M12. Čtyři vstupní lávky jsou tvořeny také podélníky UPE140 a příčníky UPE120 v osově vzdálenosti 1,0 m. Tyto lávky jsou částečně uloženy na železobetonovou tribunu a částečně na ocelové sloupy.

Konstrukce je z oceli S355 a bude žárově zinkovaná pro třídu korozní agresivity C3.

15. Dřevěný světlík

Dřevěný světlík slouží k odvětrání a prosvětlení objektu. Je umístěn nad hřeben zimního stadionu. Světlík bude zhotoven z lepeného lamelového dřeva GL24h. Spoje v dřevěném světlíku budou provedeny pomocí dvouzávitových vrutů od firmy SFS INTEC.

16. Použité materiály

Dřevěné konstrukce:	Lepené lamelové dřevo GL24h, GI28h
Ocelové konstrukce:	Ocel S355

17. Použité podklady

17.1 Použité normy

- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení* - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení. Praha. Český normalizační institut, 2004. 44 s.
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení* - Zatížení sněhem Praha. Český normalizační institut, 2005. 52 s.
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení* - Zatížení větrem. Praha. Český normalizační institut, 2007. 124 s.
- ČSN EN 1993-1-3 Eurokód 3: *Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha. Český normalizační institut, 2007. 124 s.
- 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, 2007. 114 s.
- ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: *Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla*. Praha. Český normalizační institut, 2006. 138 s.

17.2 Literatura

- KUKLÍK Petr a Anna KUKLÍKOVÁ. *Dřevěné konstrukce: vzorové příklady*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2008. ISBN 978-80-01-04125-3.
- KUKLÍK Petr, Anna KUKLÍKOVÁ a Karel MIKEŠ. *Dřevěné konstrukce 1: cvičení*. 2. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05227-3.
- STUDNIČKA Jiří, Milan HOLICKÝ a Jana MARKOVÁ. *Ocelové konstrukce 2*. 2. vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2015. ISBN 978-80-01-05815-2.
- KOŽELOUH Bohumil, ed. *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004. ISBN 80-867-6913-5.
- KUKLÍK Petr, *Příručka 2 – Navrhování dřevěných konstrukcí podle Eurokódu 5*, Vyd. 1. 2008.
- FAJMAN Petr a Jaroslav KRUIS. *Zatížení a spolehlivost*. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04112-3.
- NEUFERT Ernst a Peter NEUFERT. *Navrhování staveb: zásady, normy, předpisy o zařízeních, stavbě, vybavení, nárocích na prostor, prostorových vztazích, rozměrech budov, prostorech, vybavení, přístrojích z hlediska člověka jako měřítko a cíle*. 2. české vyd., (35. německé vyd.). Praha: Consultinvest, 2000. ISBN 80-901-4866-2.

17.3 Webové zdroje

SFS intec, spojovací prostředky, [online]. [cit. 2018-01-03]

<<http://www.sfsintec.biz/mo/cz/cs/web/homepage.html>>

KINGSPAN, střešní panely, [online]. [cit. 2018-01-03]

<<http://panely.kingspan.cz/stresni-panely-izolacni-zateplovaci-panely-zatepleni-fasad-1744.html>>

Tension systems s.r.o. Ocelová táhla Macalloy. [online]. [cit. 2018-01-03]

< <http://www.tension.cz/produkty/tahla-macalloy>>

Dřevěné konstrukce - České dřevařské závody Praha, a.s. (Závod TESKO)[online]. [cit. 2018-01-03]

<<http://www.konstrukce-tesko.cz/konstrukce/reference>>

Izolace.cz – články o izolacích, [online]. [cit. 2018-01-03]

<<http://www.izolace.cz/clanky/detail/3352-mistrovstvi-sveta-v-lednim-hokeji-2015-probehne-na-penovem-skle-foamglas>>

DEK.s.r.o. – stavebniny, [online]. [cit. 2018-01-03] <<https://www.dek.cz>>

GIACOMINI CZECH s.r.o. – výrobce systému velkoplošného vytápění, [online]. [cit. 2018-01-03]

< <https://www.giacomini.cz/systemy-velkoplosneho-vytapeni-pouzite-v-nove-multifunkcni-tipsport-arene-liberec>>

AST systems s.r.o. – lité epoxidové a polyuretanové podlahy, [online]. [cit. 2018-01-03]

<<http://www.podlahyprovas.cz/podlahy-pro/dekorativni-povrchy.html>>

FOAMGLASS s.r.o. – izolační materiály, [online]. [cit. 2018-01-03]

< <https://cz.foamglas.com/cs-cz/ke-stazen/dokumentace/prospekty>>

17.4 Použitý software

Microsoft Office Word 2016, Microsoft, studentská verze

Microsoft Office Excel 2016, Microsoft, studentská verze

AutoCAD 2015, Autodesk, studentská verze

Geo5 v19, FINE, studentská verze

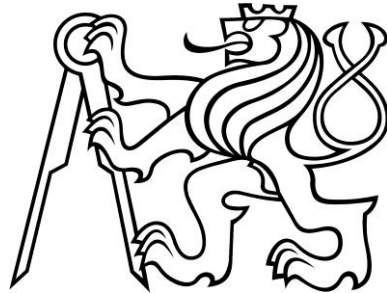
Adobe Acrobat, Adobe

Adobe Photoshop, Adobe

SCIA Engineer 16.0, studentská verze

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Diplomová práce



Statický výpočet

Předběžný návrh tribuny

Předběžný návrh založení

Zimní stadion Jičín

Leden, 2018

Bc. Robert Šimáček

PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH NOSNÉ KONSTRUKCE

1, NÁVRH TLOUŠŤKY DESKY DLE VYMEZUJÍCÍ OHYBOVÉ ŠTÍHLosti:

$$\lambda = \frac{l}{t_d} \leq \lambda_d$$

$$\lambda_d = k_{c1} \cdot k_{c2} \cdot k_{c3} \cdot \lambda_{d,tab}$$

$$\lambda_d = 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 20,5 = \underline{26,65 (-)}$$

$$\lambda = \frac{4000}{h_s} \leq 26,65 \rightarrow h_s = \underline{160 \text{ mm}}$$

$$\lambda = \frac{4000}{160} = 25,00 < 26,65 (-) \dots \dots \text{VYHOVUJE}$$

NÁVRH výšky schodnice $t_d = 160 \text{ mm}$

2, NÁVRH VÝŠKY SCHODNICE:

$$h = \frac{l}{15} \text{ (mm)}$$

$$h = \frac{5870}{15} = 391,33 \text{ mm} \rightarrow \text{návrh } 400 \text{ mm}$$

NÁVRH výšky schodnice $h_s = 400 \text{ mm}$

3, NÁVRH ŠÍŘKY SCHODNICE DLE EMPIRICKÝCH VZORCŮ:

$$b_s = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}\right) \cdot h_s$$

$$b_s = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}\right) \cdot 400 = \underline{(133,33 \sim 200) \text{ mm}}$$

NÁVRH šířky průvlaku $b_s = 200 \text{ mm}$

4, NÁVRH ŽB SLOUPŮ:

$$A_{req} = \frac{N_{ed}}{0,8 \cdot f_{cd} + \sigma_s \cdot \rho_s} = \frac{54,3 \cdot \frac{7,58}{2} + 0,4 \cdot 0,2 \cdot 25 \cdot \frac{7,58}{2} + 0,34 \cdot 0,2 \cdot \frac{0,8}{2} \cdot 25 \cdot 6}{0,8 \cdot 20 + 435 \cdot 0,03}$$

$$A_{req} = \frac{217457}{29,05} = \underline{7485,61 \text{ mm}^2}$$

NÁVRH šířky sloupu $b = 200 \text{ mm} \rightarrow A_{s,prov} = 40000 \text{ mm}^2$

SOUHRN ZATÍŽENÍ

Tabulka 1 – zatížení desky

TYP	ZATÍŽENÍ	CHAR.H.(KN/m ²)	γ _G (-)	NÁVRH.H.(KN/m ²)
STÁLÉ	ŽB DESKA	$\left(\frac{10 \cdot 2500 \cdot 0,16}{1000}\right) = 4,00$	1,35	5,4
PROMĚNNÉ	UŽITNÉ	5,00	1,5	7,5
CELKEM		9,00		12,9

Tabulka 2 – zatížení schodnicového nosníku

TYP	ZATÍŽENÍ	CHAR.H.(KN/m)	γ _G (-)	NÁVRH.H.(KN/m)
STÁLÉ	ŽB DESKA	$\left(\frac{10 \cdot 2500 \cdot 0,16 \cdot 4}{1000}\right) = 16,00$	1,35	21,6
STÁLÉ	VL. TÍHA	$\left(\frac{10 \cdot 2500 \cdot 0,20 \cdot 0,40}{1000}\right) = 2,00$	1,35	2,7
PROMĚNNÉ	UŽITNÉ	5,00 · 4 = 20,00	1,5	30,00
CELKEM		38,00		54,3

Posouzení plošného základu

Vstupní data

Projekt

Datum : 29.11.2017

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : procentem Sigma,Or

Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333



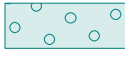


Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F5, konzistence tuhá		21,00	12,00	20,00	10,00	
2	Třída F8, konzistence tuhá		15,00	5,00	20,50	10,50	
3	Třída G3, středně ulehlá		32,50	0,00	19,00	9,00	
4	Třída S5		27,00	8,00	18,50	8,50	
5	R5		28,00	25,00	22,00	13,00	9,00

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemín

Třída F5, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$

! Pouze pro nekomerční využití **!**

Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 21,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 12,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul :	$E_{oed} = 8,50 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

Třída F8, konzistence tuhá

Objemová tíha :	$\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 15,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 5,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul :	$E_{oed} = 7,50 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 20,50 \text{ kN/m}^3$

Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha :	$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 32,50^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul :	$E_{oed} = 102,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Třída S5

Objemová tíha :	$\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 27,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 8,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul :	$E_{oed} = 12,50 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

R5

Objemová tíha :	$\gamma = 22,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 28,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul :	$E_{oed} = 90,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Založení

Typ základu: stupňovitá centrická patka

Hloubka od původního terénu	$h_z = 2,30 \text{ m}$
Hloubka základové spáry	$d = 2,00 \text{ m}$
Tloušťka horního stupně	$t_v = 0,45 \text{ m}$
Tloušťka základu	$t = 2,00 \text{ m}$
Sklon upraveného terénu	$s_1 = 0,00^\circ$
Sklon základové spáry	$s_2 = 0,00^\circ$

Objemová tíha zeminy nad základem = $20,00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie konstrukce

Typ základu: stupňovitá centrická patka

Délka patky	$x = 3,40 \text{ m}$
Šířka patky	$y = 2,50 \text{ m}$
Délka horního stupně	$a_{vx} = 1,80 \text{ m}$
Šířka horního stupně	$a_{vy} = 1,80 \text{ m}$
Šířka sloupu ve směru x	$c_x = 0,40 \text{ m}$
Šířka sloupu ve směru y	$c_y = 0,40 \text{ m}$



Pouze pro nekomerční využití



Objem patky = 18,46 m³

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 25,00$ kN/m³

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 20,00$ MPa

Pevnost v tahu

$f_{ctm} = 2,20$ MPa

Modul pružnosti

$E_{cm} = 30000,00$ MPa

Ocel podélná : B500

Mez kluzu

$f_{yk} = 500,00$ MPa

Ocel příčná : B500

Mez kluzu

$f_{yk} = 500,00$ MPa

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,10	Třída F5, konzistence tuhá	
2	0,50	Třída F5, konzistence tuhá	
3	3,00	Třída F8, konzistence tuhá	
4	0,30	Třída S5	
5	1,90	Třída G3, středně ulehlá	
6	-	R5	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Zatížení č. 1	Návrhové	414,71	0,00	0,00	221,63	0,00
2	Ano		Zatížení č. 1 - provozní	Užitné	296,22	0,00	0,00	158,31	0,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 3,00 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá



Pouze pro nekomerční využití



Posouzení čís. 1

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
Zatížení č. 1	Ano	0,62	0,00	162,21	181,97	89,14	Ano
Zatížení č. 1	Ne	0,52	0,00	176,37	200,59	87,92	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 461,45$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 0,00$ kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 2,75$ m

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 6,99$ m

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 181,97$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 162,21$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,182 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,182 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Zemní odpor: klidový

Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 70,14$ kN

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 301,74$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 221,63$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 461,45$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 0,00$ kN

Sednutí středu hrany x - 1 = 6,1 mm

Sednutí středu hrany x - 2 = 6,1 mm

Sednutí středu hrany y - 1 = 12,1 mm



Pouze pro nekomerční využití



Sednutí středu hrany y - 2 = 0,0 mm
Sednutí středu základu = 11,9 mm
Sednutí charakterist. bodu = 7,1 mm
(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 14,75$ MPa
Základ je ve směru délky tuhý ($k=414,11$)
Základ je ve směru šířky tuhý ($k=1041,68$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,151 < 0,333$
Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$
Max. prostorová excentricita $e_t = 0,151 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 7,1 mm
Hloubka deformační zóny = 2,97 m
Natočení ve směru x = 3,569 ($\tan \cdot 1000$); ($2,0E-01$ °)
Natočení ve směru y = 0,000 ($\tan \cdot 1000$); ($2,0E-17$ °)

Dimenzace čís. 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení podélné výztuže základu ve směru x

$0,80 \text{ m} \leq 1,00 \text{ m}$
Maximální vyložení patky je menší než $0,50 \cdot$ tloušťka patky, výztuž není nutná.

Posouzení podélné výztuže základu ve směru y

$0,35 \text{ m} \leq 1,00 \text{ m}$
Maximální vyložení patky je menší než $0,50 \cdot$ tloušťka patky, výztuž není nutná.

Posouzení základu na protlačení

Normálová síla v sloupu = 414,71 kN

Maximální únosnost na obvodu sloupu

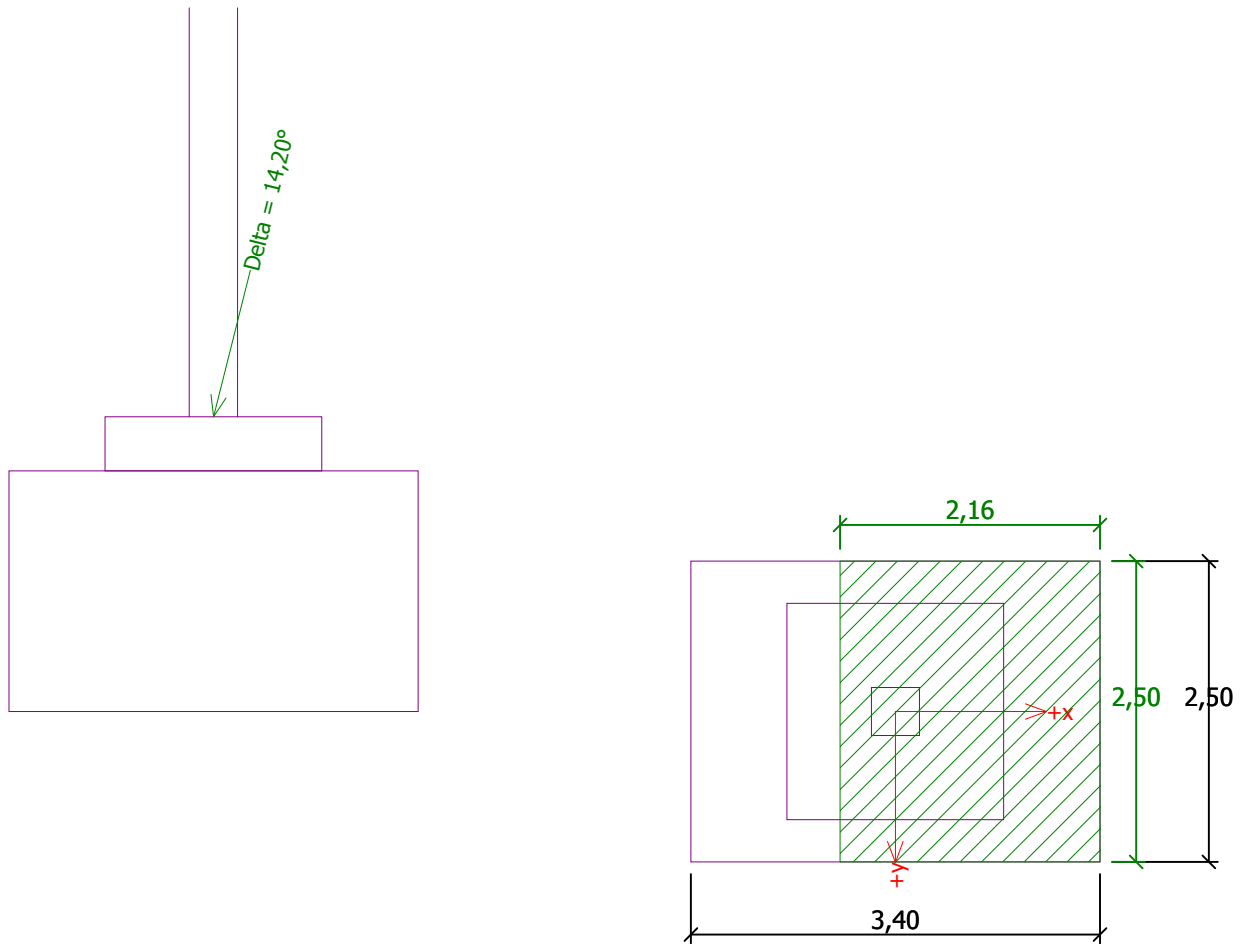
Síla přenesená roznášením do zákl. půdy	= 158,08 kN
Síla přenášená smykovou pevností patky	= 256,63 kN
Uvažovaný obvod sloupu	$u_0 = 7,20 \text{ m}$
Smykové napětí na obvodu sloupu	$v_{Ed,max} = 0,02 \text{ MPa}$
Únosnost na obvodu sloupu	$v_{Rd,max} = 2,94 \text{ MPa}$

Základ na protlačení VYHOVUJE



Pouze pro nekomerční využití





Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 181,97 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 162,21 \text{ kPa}$

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,182 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,182 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

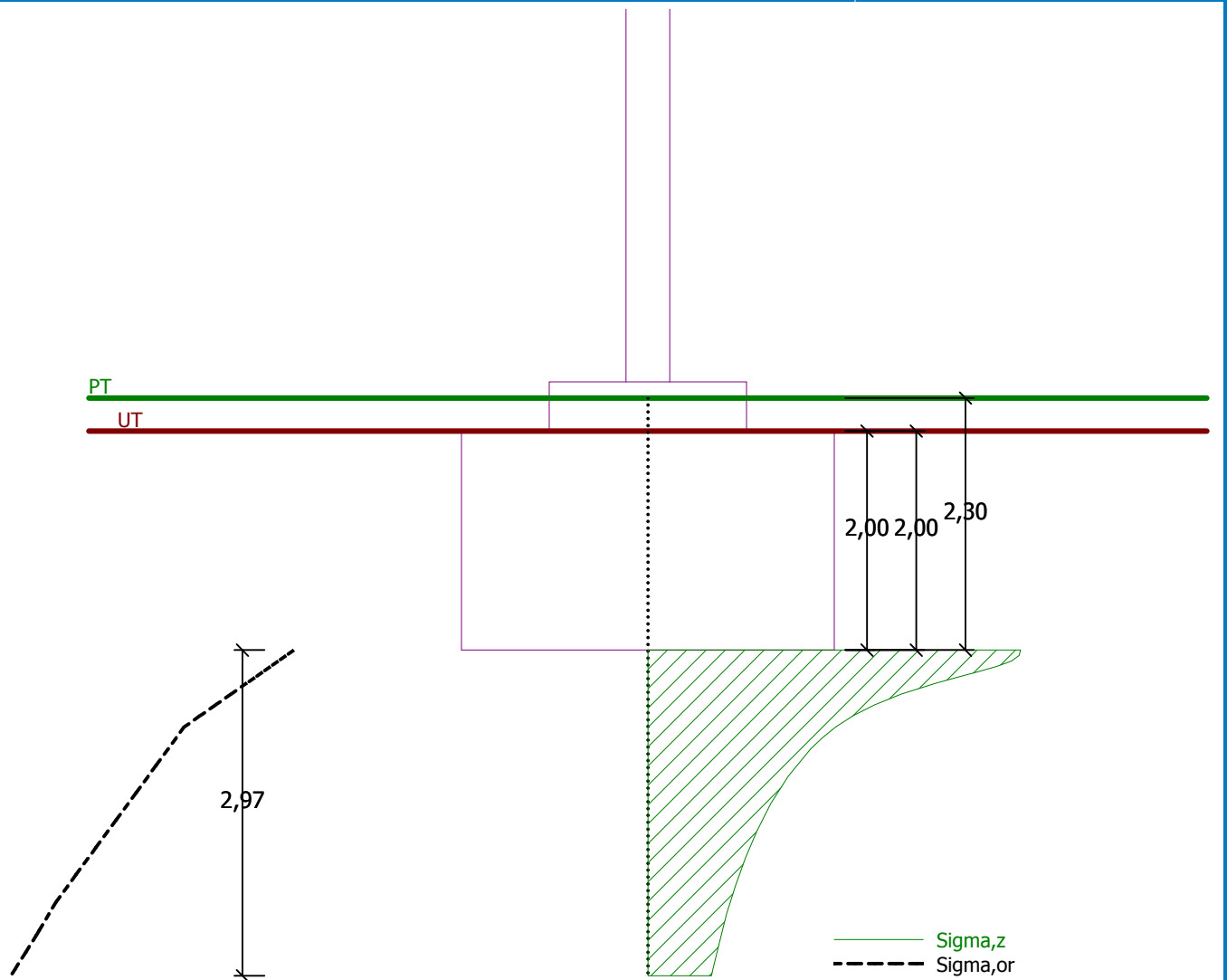
Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 301,74 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 221,63 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE





Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Průměrný modul přetvárn. $E_{def} = 14,75 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k=414,11$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=1041,68$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,151 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,151 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 7,1 mm

Hloubka deformační zóny = 2,97 m

Natočení ve směru x = 3,569 ($\tan \cdot 1000$); (2,0E-01 °)

Natočení ve směru y = 0,000 ($\tan \cdot 1000$); (0,0E+00 °)



Posouzení plošného základu

Vstupní data

Projekt

Datum : 29.11.2017

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : procentem Sigma,Or

Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333



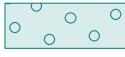


Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :		$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :		$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F5, konzistence tuhá		21,00	12,00	20,00	10,00	
2	Třída F8, konzistence tuhá		15,00	5,00	20,50	10,50	
3	Třída G3, středně ulehlá		32,50	0,00	19,00	9,00	
4	Třída S5		27,00	8,00	18,50	8,50	
5	R5		28,00	25,00	22,00	13,00	9,00

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemín

Třída F5, konzistence tuhá

Objemová tíha : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$



Pouze pro nekomerční využití



Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 21,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 12,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul :	$E_{oed} = 8,50 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

Třída F8, konzistence tuhá

Objemová tíha :	$\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 15,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 5,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul :	$E_{oed} = 7,50 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 20,50 \text{ kN/m}^3$

Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha :	$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 32,50^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul :	$E_{oed} = 102,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Třída S5

Objemová tíha :	$\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 27,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 8,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul :	$E_{oed} = 12,50 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

R5

Objemová tíha :	$\gamma = 22,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 28,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul :	$E_{oed} = 90,00 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 1,00 \text{ m}$
Hloubka základové spáry $d = 1,00 \text{ m}$
Tloušťka základu $t = 1,00 \text{ m}$
Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00^\circ$
Sklon základové spáry $s_2 = 0,00^\circ$

Objemová tíha zeminy nad základem = $20,00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 1,20 \text{ m}$
Šířka patky $y = 1,20 \text{ m}$
Šířka sloupu ve směru x $c_x = 0,20 \text{ m}$
Šířka sloupu ve směru y $c_y = 0,20 \text{ m}$
Objem patky = $1,44 \text{ m}^3$

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$



Pouze pro nekomerční využití



Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 20,00$ MPa
 Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2,20$ MPa
 Modul pružnosti $E_{cm} = 30000,00$ MPa

Ocel podélná : B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00$ MPa

Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00$ MPa

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,10	Třída F5, konzistence tuhá	
2	0,50	Třída F5, konzistence tuhá	
3	3,00	Třída F8, konzistence tuhá	
4	0,30	Třída S5	
5	1,90	Třída G3, středně ulehlá	
6	-	R5	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Zatížení č. 1	Návrhové	202,83	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Ano		Zatížení č. 1 - provozní	Užitné	144,88	0,00	0,00	0,00	0,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 3,00 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
Zatížení č. 1	Ano	0,00	0,00	165,85	202,43	81,93	Ano
Zatížení č. 1	Ne	0,00	0,00	174,60	202,43	86,26	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.



Pouze pro nekomerční využití



Spočtená vlastní tíha patky $G = 48,60$ kN
Spočtená tíha nadloží $Z = 0,00$ kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník
Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Parametry smykové plochy pod základem:
Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 1,29$ m
Dosah smykové plochy $l_{sp} = 3,26$ m

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 202,43$ kPa
Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 174,60$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,000 < 0,333$
Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$
Max. prostorová excentricita $e_t = 0,000 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)
Zemní odpor: klidový
Výpočtová velikost zemního odporu $S_{pd} = 7,70$ kN

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 106,05$ kN
Extrémní horizontální síla $H = 0,00$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.
Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).
Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 36,00$ kN
Spočtená tíha nadloží $Z = 0,00$ kN

Sednutí středu hrany x - 1 = 7,2 mm
Sednutí středu hrany x - 2 = 7,2 mm
Sednutí středu hrany y - 1 = 7,2 mm
Sednutí středu hrany y - 2 = 7,2 mm
Sednutí středu základu = 11,3 mm
Sednutí charakterist. bodu = 8,1 mm

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:



Pouze pro nekomerční využití



Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 3,50$ MPa
Základ je ve směru délky tuhý ($k=4955,50$)
Základ je ve směru šířky tuhý ($k=4955,50$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,000 < 0,333$
Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$
Max. prostorová excentricita $e_t = 0,000 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 8,1 mm
Hloubka deformační zóny = 2,58 m
Natočení ve směru x = 0,000 (tan*1000); (8,5E-17 °)
Natočení ve směru y = 0,000 (tan*1000); (8,5E-17 °)

Dimenzace čís. 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení podélné výztuže základu ve směru x

$0,50 \text{ m} \leq 0,50 \text{ m}$
Maximální vyložení patky je menší než $0,50 \cdot$ tloušťka patky, výztuž není nutná.

Posouzení podélné výztuže základu ve směru y

$0,50 \text{ m} \leq 0,50 \text{ m}$
Maximální vyložení patky je menší než $0,50 \cdot$ tloušťka patky, výztuž není nutná.

Posouzení základu na protlačení

Normálová síla v sloupu = 202,83 kN

Maximální únosnost na obvodu sloupu

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy	=	5,63 kN
Síla přenášená smykovou pevností patky	=	197,20 kN
Uvažovaný obvod sloupu	u_0	= 0,80 m
Smykové napětí na obvodu sloupu	$V_{Ed,max}$	= 0,26 MPa
Únosnost na obvodu sloupu	$V_{Rd,max}$	= 2,94 MPa

Kritický průřez bez smykové výztuže

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy	=	160,02 kN
Síla přenášená smykovou pevností patky	=	42,81 kN
Vzdálenost průřezu od sloupu	=	0,48 m
Délka průřezu	u	= 3,80 m
Smykové napětí na průřezu	V_{Ed}	= 0,01 MPa
Únosnost nevyztuženého průřezu	$V_{Rd,c}$	= 1,10 MPa

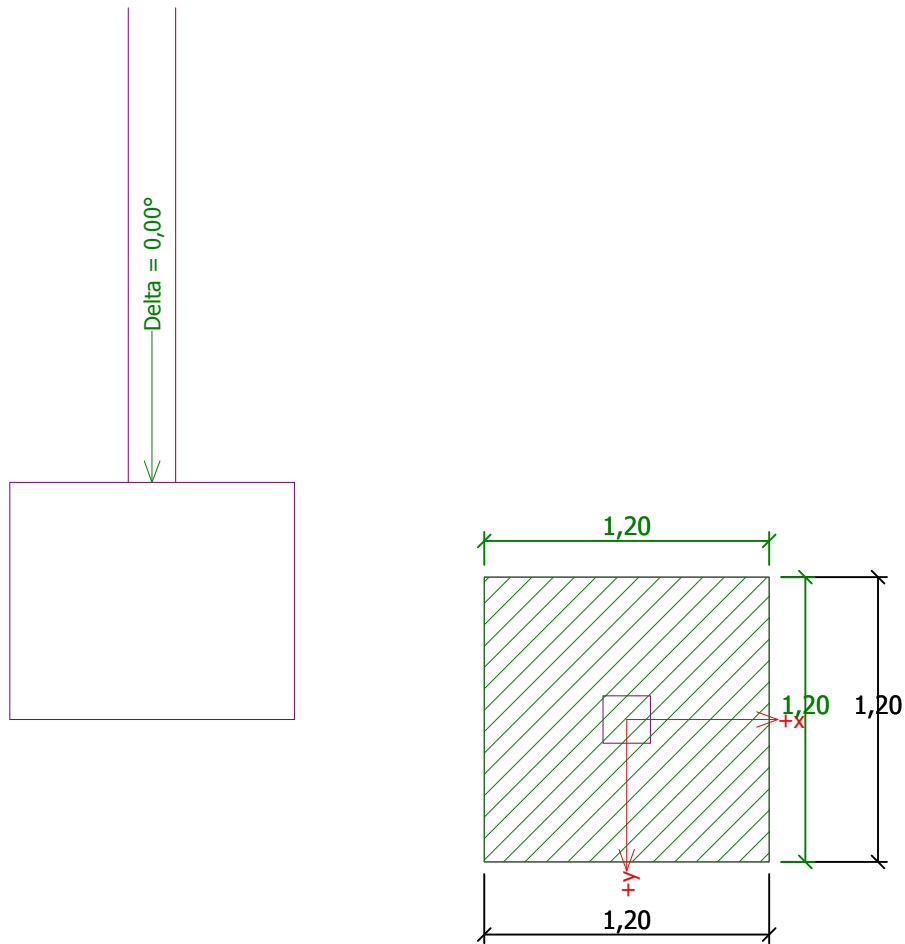
$V_{Ed} < V_{Rd,c} \Rightarrow$ Výztuž není nutná

Základ na protlačení VYHOVUJE



Pouze pro nekomerční využití





Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 202,43 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 174,60 \text{ kPa}$

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,000 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,000 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

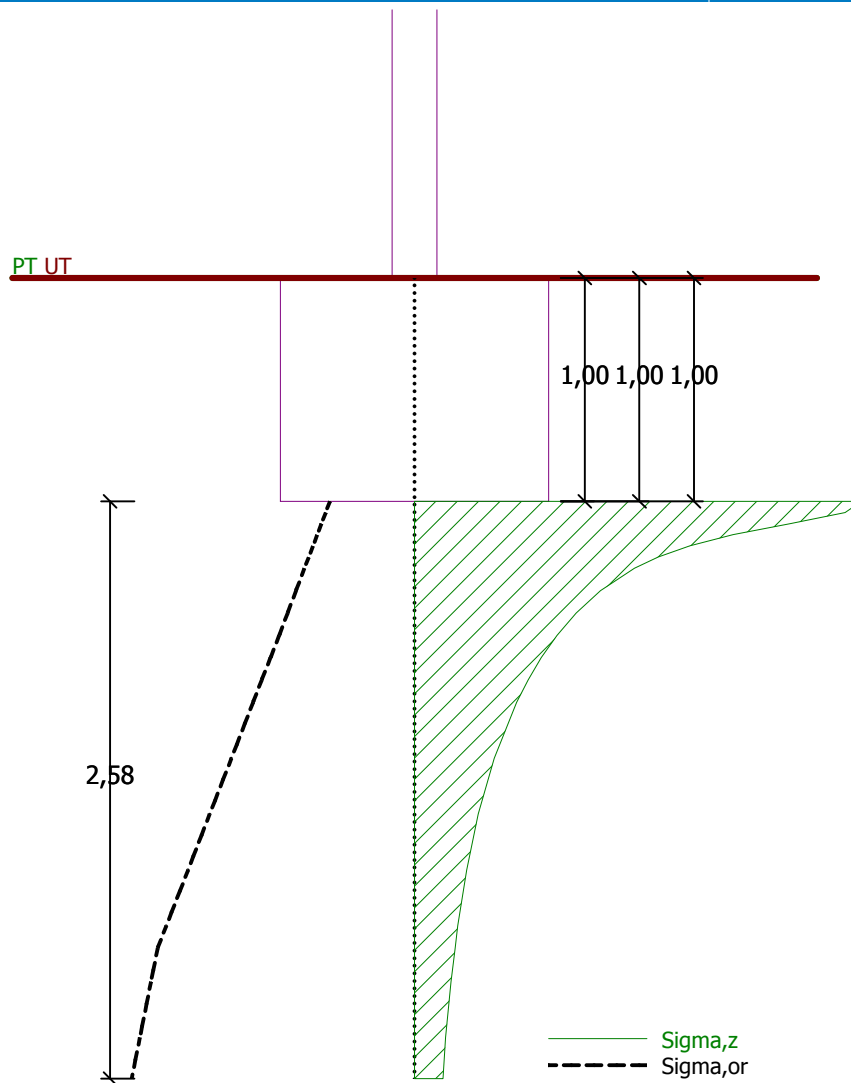
Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 106,05 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 0,00 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE





Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Průměrný modul přetvárn. $E_{def} = 3,50 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k=4955,50$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=4955,50$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,000 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,000 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

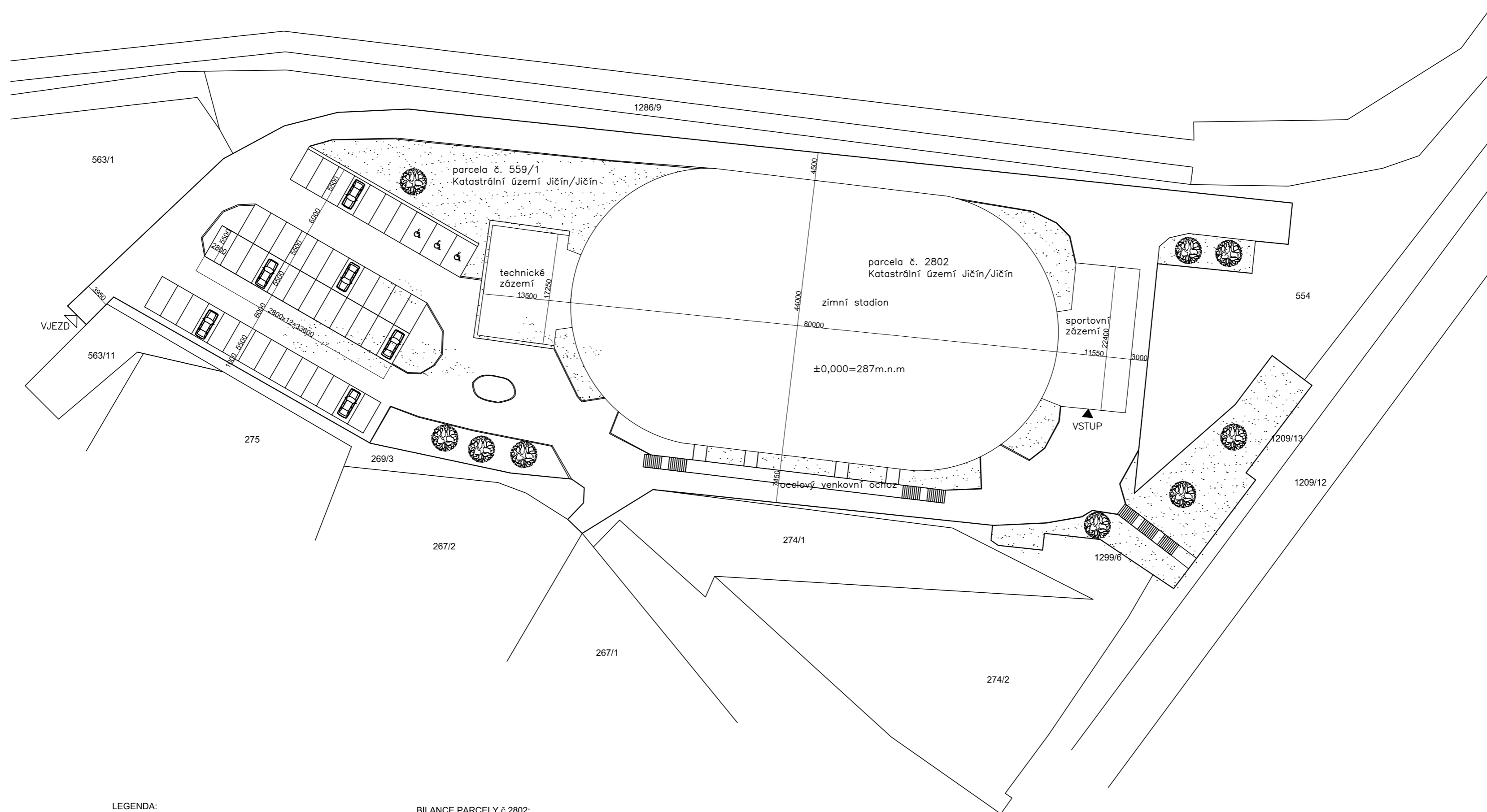
Sednutí základu = 8,1 mm

Hloubka deformační zóny = 2,58 m





Natočení ve směru x = 0,000 ($\tan \cdot 1000$); (0,0E+00 °)

Natočení ve směru y = 0,000 ($\tan \cdot 1000$); (0,0E+00 °)





LEGENDA:

-  NOVÉ STROMY
-  ZPEVNĚNÝ POVRCH
-  NEZPEVNĚNÝ POVRCH
-  HRANICE POZEMKU

BILANCE PARCELY č.2802:

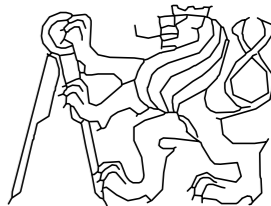
výměra parcely.....3601 m²
zastavěná plocha.....3601 m²
zastavěnost pozemku.....100 %

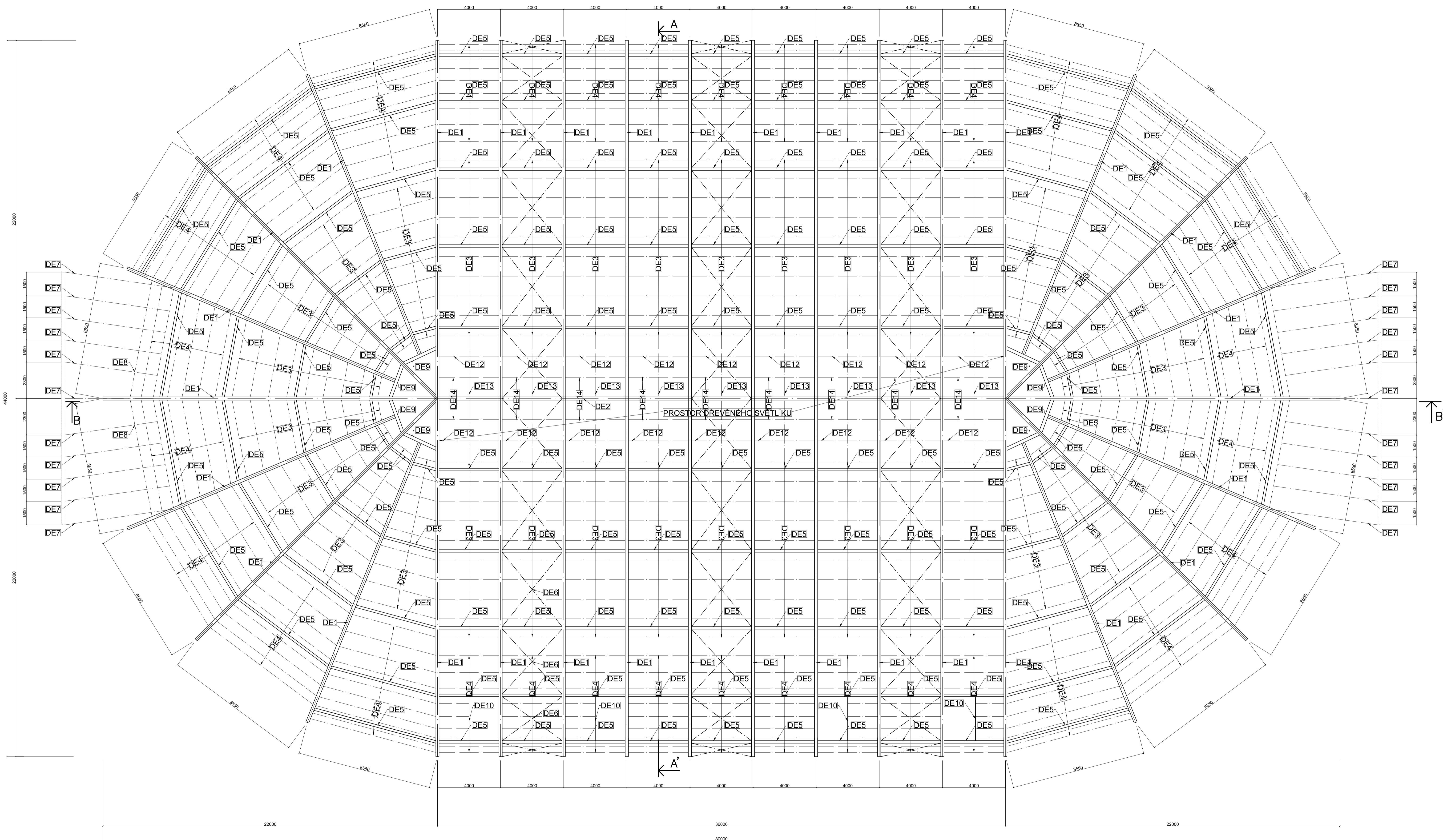
BILANCE PARCELY č.559/1:

výměra parcely.....5037 m²
zatravněná plocha plocha.....1320,9 m²
zpevněný povrch.....3716,1 %
zastavěnost pozemku.....73,7 %



±0,000=287m.n.m

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA		
C	K 134- Kat. ocel. a dřev. kci	Robert Šimáček		
ROČNÍK	vyučující			
druhý	Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.			
PŘEDMĚT:				
DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			FORMÁT	A2
			MĚŘÍTKO	1:500
			DATUM	3.1.2018
VÝKRES:			Č. VÝKR.	1
SITUACE				



LEGENDA PRVKŮ:

DE1 - obloukový vazník z LLD GL28h 240x1400mm
 DE2 - vrcholový nosník z LLD GL28h 200x1400mm
 DE3 - vaznice V1 z LLD GL24h 140x240 mm, osová vzdálenost 1250mm
 DE4 - vaznice V2 z LLD GL24h 140x280 mm, osová vzdálenost 1250mm
 DE5 - podélné ztužidlo z LLD GL24h 140x140mm
 DE6 - ztužidlo Macalloy M12
 DE7 - krokev k zázemí z LLD GL24h 140x260mm
 DE8 - vaznice v místě napojení krokví z LLD GL24h 240x480mm
 DE9 - napojení vazníků z LLD GL28h 200x1400mm
 DE10 - výměna vaznice u vstupu z LLD GL24h 140x240mm

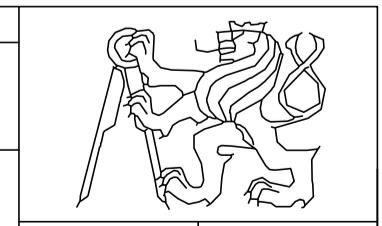
DE11 - sloupek světlíku z LLD GL24h 140x140mm
 DE12 - obruba světlíku z LLD GL24h 140x240mm
 DE13 - krokev světlíku z LLD GL24h 140x240mm, osová vzdálenost 2000mm
 DE14 - vaznice světlíku z LLD GL24h 100x160mm

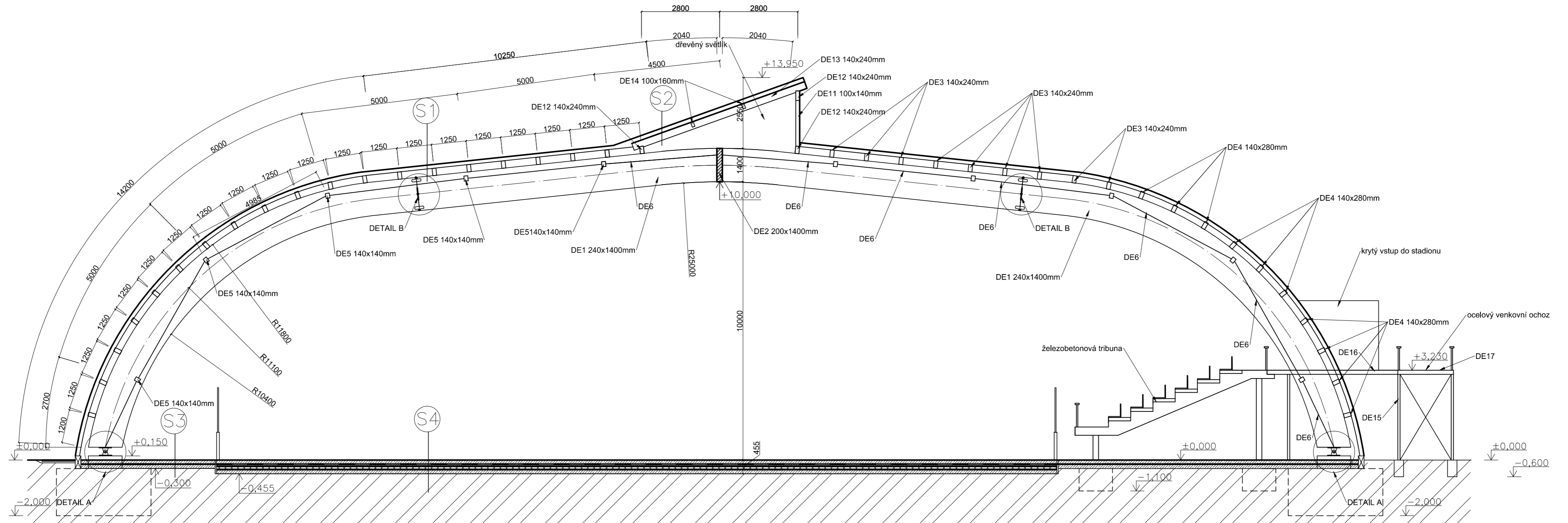
POUŽITÉ MATERIÁLY:

LEPENÉ LAMELOVÉ DŘEVO GL28h - vazník + vrchol, nosník
 LEPENÉ LAMELOVÉ DŘEVO GL24h - vaznice, krokev, podélné ztužidlo, sloupek světlíku
 OCEL S355 - spoje
 BETON C20/25 - základy
 BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500B - základy

±0,000=287m.n.m BpV

OBOR C	KATEDRA K 134-Kat. osb. a dřev. kst	JMÉNO STUDENTA Robert Šimáček
ROČNÍK druhý	VYUČUJÍCÍ Ing. Anna Kulková, Ph.D.	
PŘEDMĚT: DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU		
VYKRES: PŮDORYS STŘECHY	FORMÁT A1	MĚŘÍTKO 1:100
	DATUM 3.1.2018	C. VYKR. 3




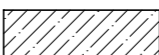


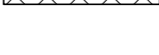


SKLADBY KONSTRUKCÍ:

- S1** - panel KINGSPAN KS1000 RW 120 tl. izolace 120mm, celková tl. 155mm
 - střešní vaznice z LLD GL24h
 - zaoblený vazník z LLD GL28h
- S2** - panel KINGSPAN KS1000 RW 120 tl. izolace 120mm, celková tl. 155mm
 - střešní vaznice z LLD GL24h
- S3** - nášlapná vrstva - litá polyuretanová stěrka PU4 tl. 2,5mm
 - betonová deska s KARI sítí tl. 150mm
 - hydroizolační vrstva PE fólie
 - betonová podkladní deska s KARI sítí tl. 150mm
 - rostlý terén

- S4** - betonová deska (chladící) s chladicími hady s KARI sítí tl. 150mm
 - separační vrstva PE fólie
 - cementový potěr tl. 40mm
 - separační vrstva PE fólie
 - tepelná izolace desky FOAMGLASS tl. 115mm
 - hydroizolační vrstva PE fólie
 - betonová deska (topící) s topivnými hady s KARI sítí tl. 150mm
 - rostlý terén

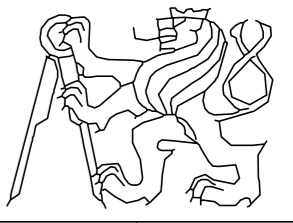
LEGENDA:

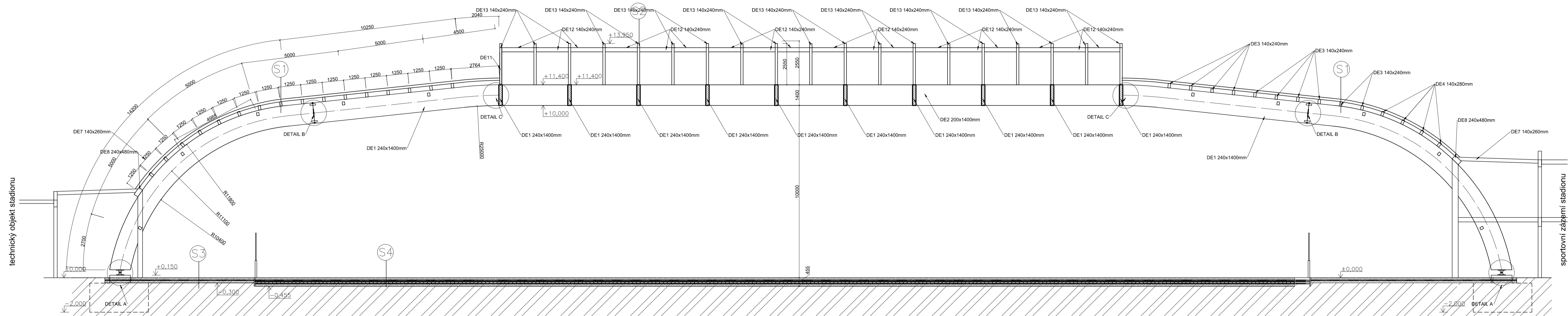
-  rostlý terén
-  betonová deska tl. 150mm s KARI sítí
-  cementový potěr tl. 40mm
-  tepelná izolace FOAMGLASS
-  PE fólie

MATERIÁL:

- DŘEVO GI28h, GI24h
- OCEL S355

±0,000=287m.n.m BpV

OBOR C	KATEDRA K 134- Kat. ocel. a dřev. kci	JMÉNO STUDENTA Robert Šimáček	
ROČNÍK druhý	VYUČUJÍCÍ Ing. Anna Kukliková, Ph.D.		
PŘEDMĚT: DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			FORMÁT A2
			MĚŘÍTKO 1:100
			DATUM 3.1.2018
VÝKRES: PŘÍČNÝ ŘEZ A - A'			Č. VÝKR. 4



SKLADBY KONSTRUKCI:

- Ⓢ1 - panel KINGSPAN KS1000 RW 120 tl. izolace 120mm, celková tl. 155mm
 - střešní vaznice z LLD GL24h
 - zaoblený vazník z LLD GL28h
- Ⓢ2 - panel KINGSPAN KS1000 RW 120 tl. izolace 120mm, celková tl. 155mm
 - střešní vaznice z LLD GL24h
- Ⓢ3 - nášlapná vrstva - litá polyuretanová stěrka PU4 tl. 2,5mm
 - betonová deska s KARI sítí tl. 150mm
 - hydroizolační vrstva PE fólie
 - betonová podkladní deska s KARI sítí tl. 150mm
 - rostlý terén
- Ⓢ4 - betonová deska (chladicí) s chladicími hady s KARI sítí tl. 150mm
 - separační vrstva PE fólie
 - cementový potěr tl. 40mm
 - separační vrstva PE fólie
 - tepelná izolace desky FOAMGLASS tl. 115mm
 - hydroizolační vrstva PE fólie
 - betonová deska (topící) s topivodními hady s KARI sítí tl. 150mm
 - rostlý terén

LEGENDA:

- rostlý terén
- betonová deska tl. 150mm s KARI sítí
- cementový potěr tl. 40mm
- tepelná izolace FOAMGLASS
- PE fólie

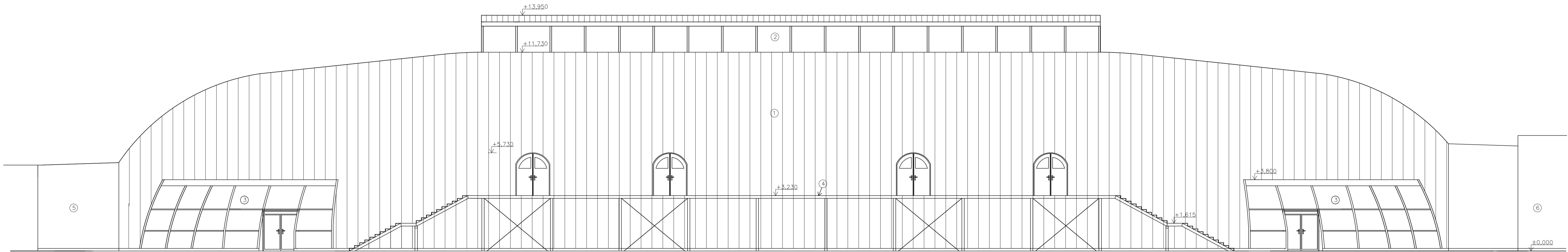
MATERIÁL:

- DŘEVO GI28h, GI24h
- OCEL S355

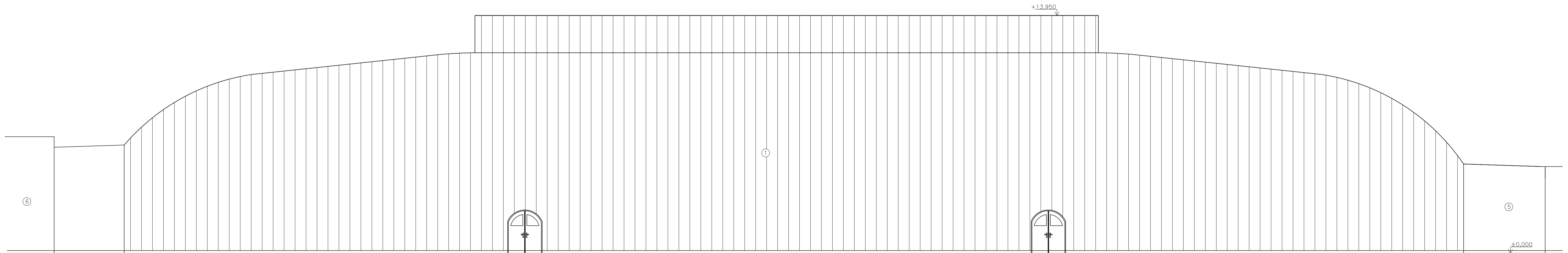
±0,000=287m.n.m BpV

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
C	K 134- Kat. oceř. a dřev. kci	Robert Šimáček	
ROČNÍK	Vyučující		
druhý	Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.		
PŘEDMĚT:			
DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			FORMÁT A1
			MĚŘÍTKO 1:100
			DATUM 3.1.2018
VÝKRES: PODÉLNÝ ŘEZ B - B'			Č. VÝKR. 5

POHLED VÝCHODNÍ



POHLED ZÁPADNÍ



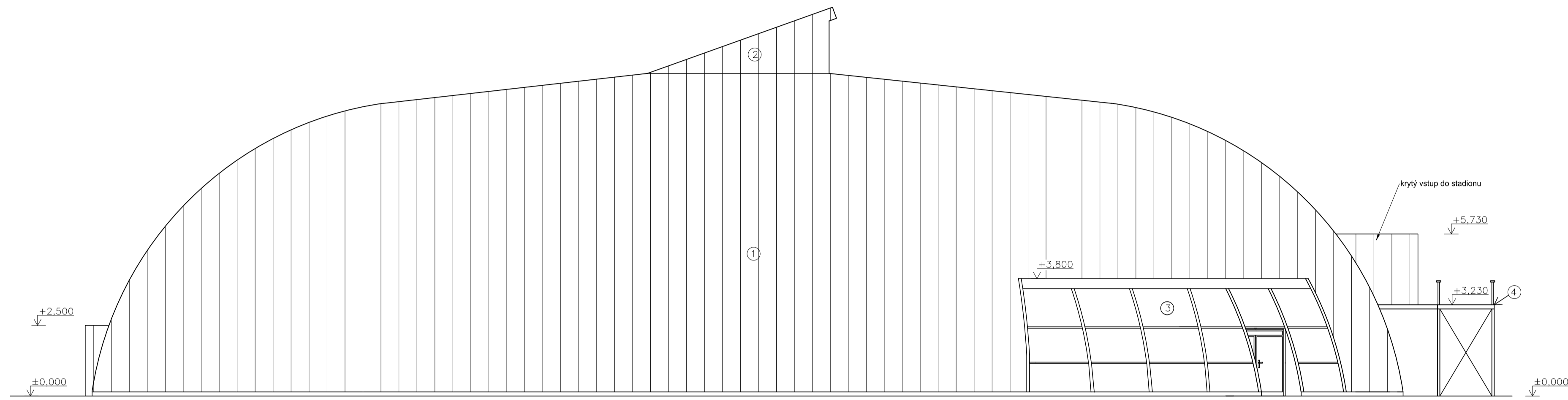
LEGENDA:

- ① PANEL KINGSPAN KS 1000 RW 120
- ② DŘEVĚNÝ SVĚTLÍK
- ③ PROSVĚTLOVACÍ STĚNA
- ④ OCELOVÝ VENKOVNÍ OCHOZ
- ⑤ TECHNICKÉ ZÁZEMÍ STADIONU
- ⑥ SPORTOVNÍ ZÁZEMÍ STADIONU

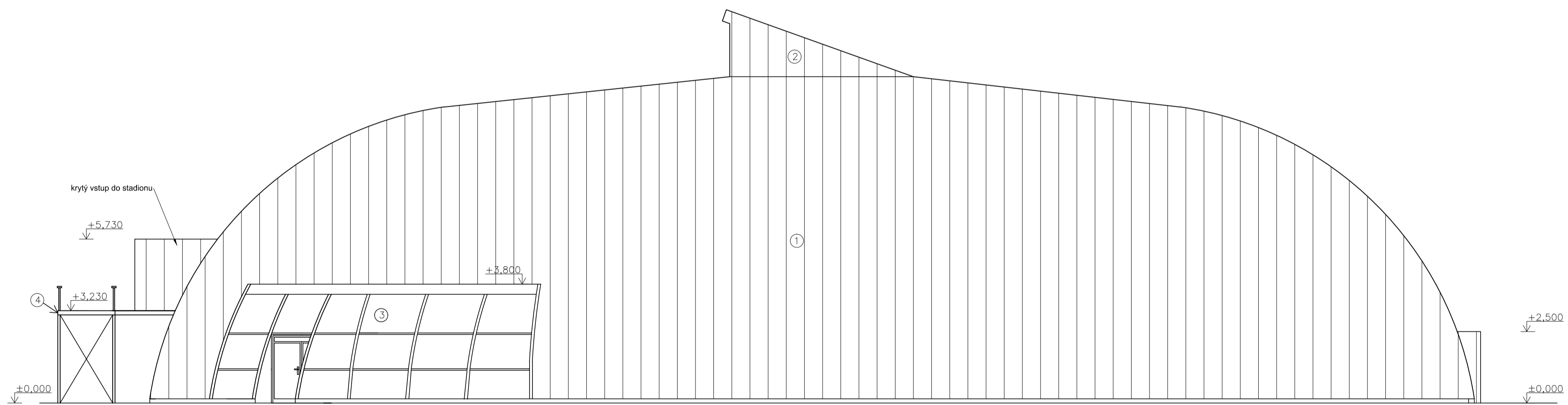
±0,000=287m.n.m BpV

OBOR C	KATEDRA K 13+Kat. ocel. a dřev. kol	JMÉNO STUDENTA Robert Šimáček	
ROČNÍK druhý	VYUČUJÍCÍ Ing. Anna Káňková, Ph.D.		
PŘEDMĚT: DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			FORMÁT A1
			MĚŘÍTKO 1:100
			DATUM 3.1.2018
VÝKRES: POHLED VÝCHODNÍ A ZÁPADNÍ			Č. VÝKR. 6

POHLED JIŽNÍ



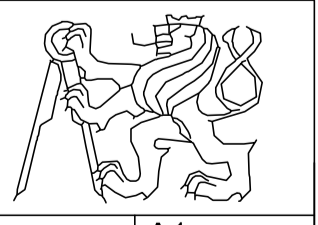
POHLED SEVERNÍ

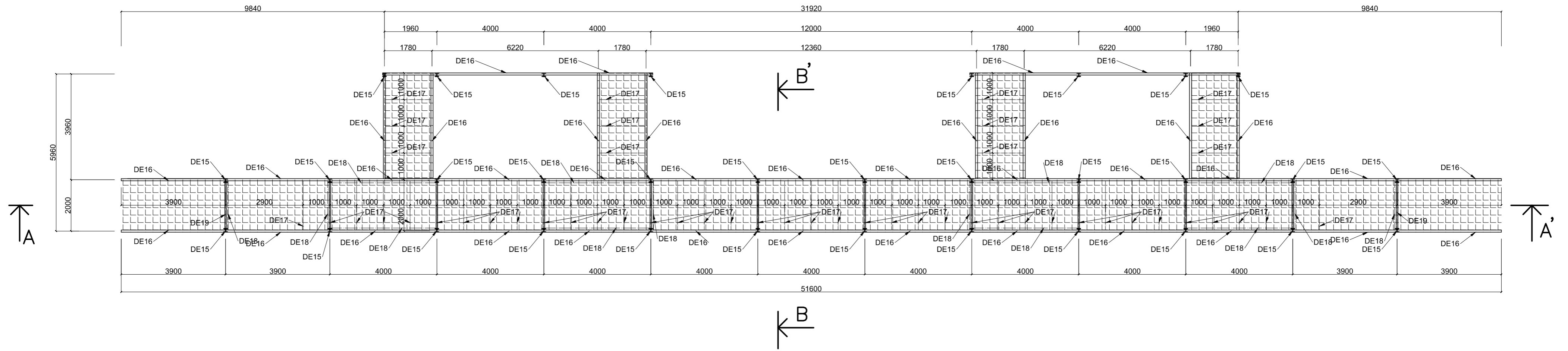


LEGENDA:

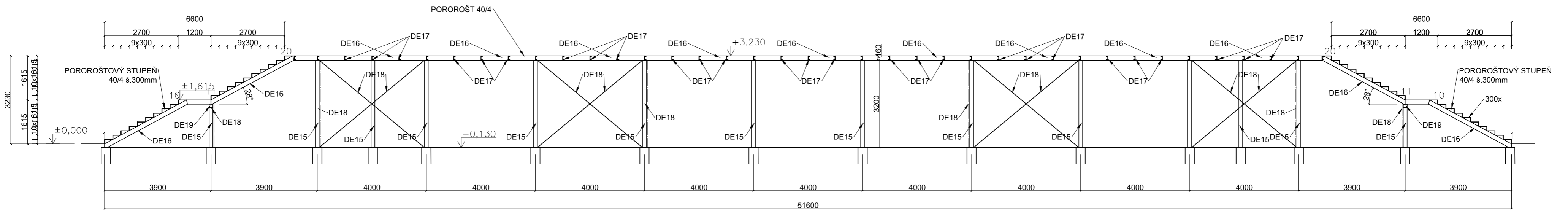
- ① PANEL KINGSPAN KS 1000 RW 120
- ② DŘEVĚNÝ SVĚTLÍK
- ③ PROSVĚTLOVACÍ STĚNA
- ④ OCELOVÝ VENKOVNÍ OCHOZ

±0,000=287m.n.m BpV

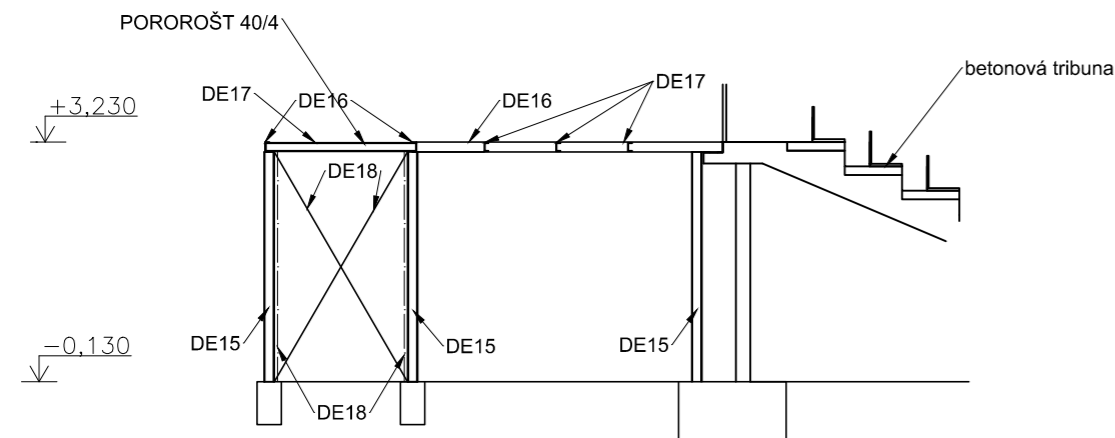
OBOR: C	KATEDRA: K 13+Kst. ochl. a dřev. koř.	JMÉNO STUDENTA: Robert Šimáček	
ROČNÍK: druhý	VYUČUJÍCÍ: Ing. Arno Kalkovský, Ph.D.		
PŘEDMĚT: DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			FORMÁT: A1
			MĚŘÍTKO: 1:100
			DATUM: 3.1.2018
VYKRES: POHLED SEVERNÍ A JIŽNÍ			C. VYKR. 7



PODÉLNÝ ŘEZ A - A'

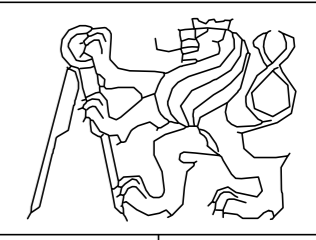


PŘÍČNÝ ŘEZ B - B'

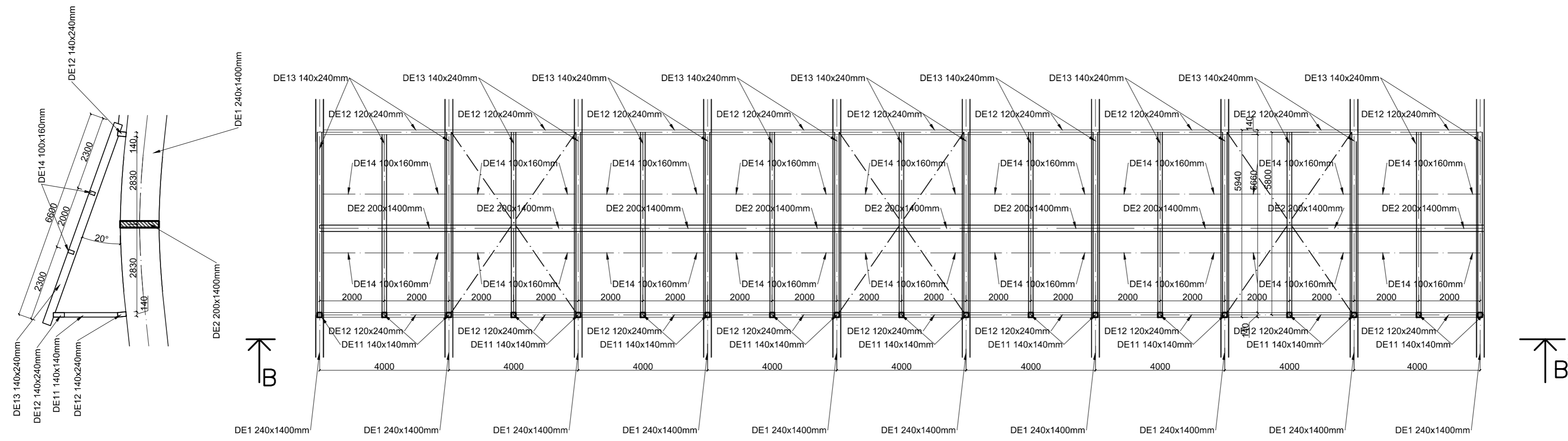


MATERIÁL:
-OCEL S355

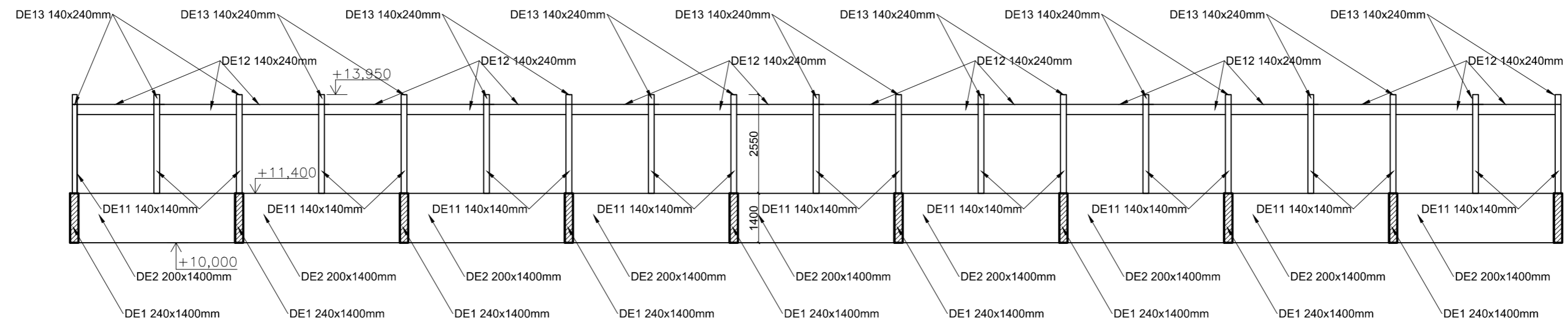
±0,000=287m.n.m BpV

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
C	K 134- Kat. ocel. a dřev. kcí	Robert Šimáček	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ		
druhý	Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.		
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE:			
DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			FORMÁT
			A2
			MĚŘÍTKO
			1:100
			DATUM
			3.1.2018
VÝKRES:			Č. VÝKR.
KONSTRUKCE OCELOVÉHO OCHOZU			8

ŘEZ A - A'



ŘEZ B - B'

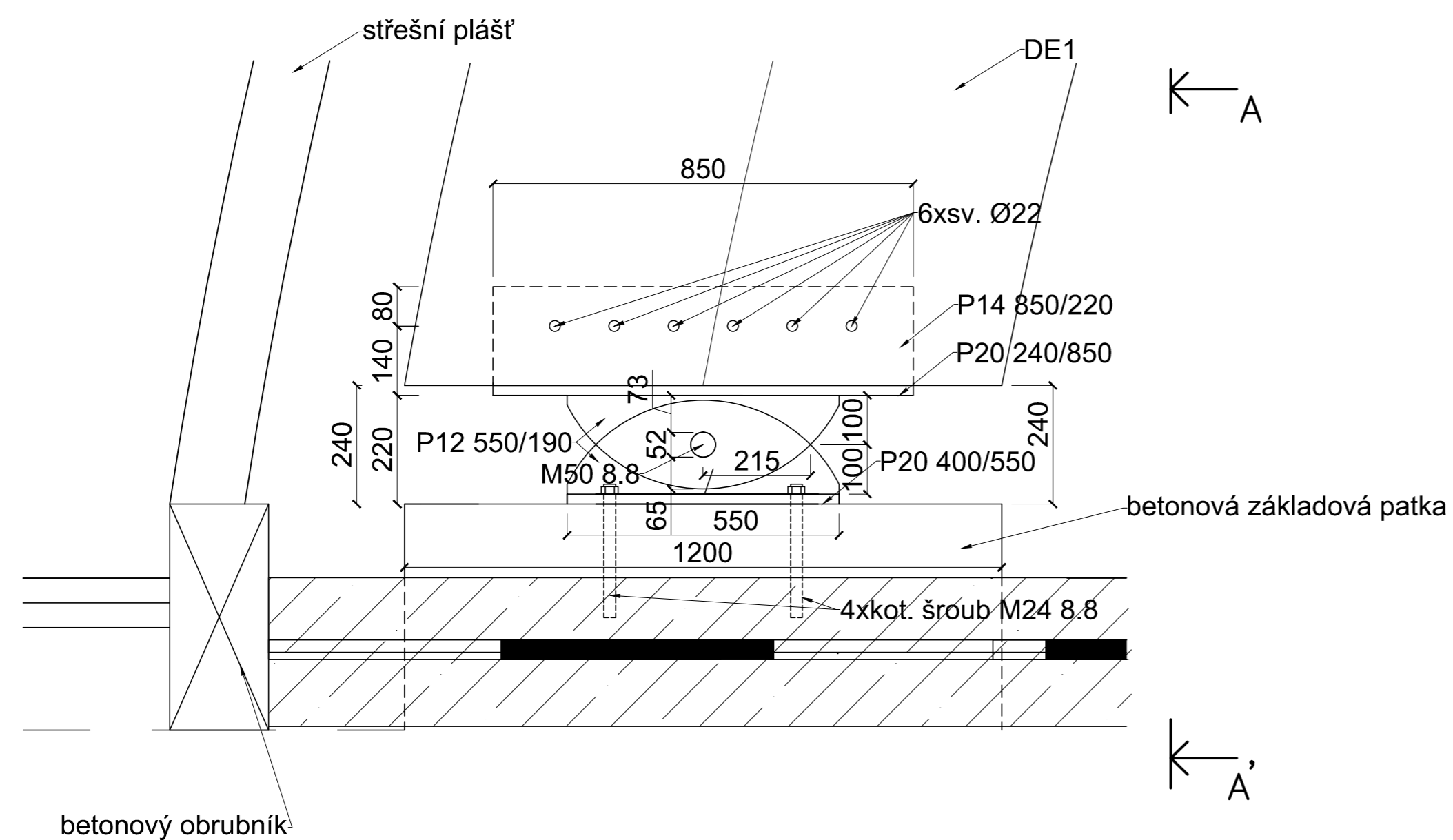


MATERIÁL:
 -DŘEVO GI28h, GI24h
 -OCEL S355

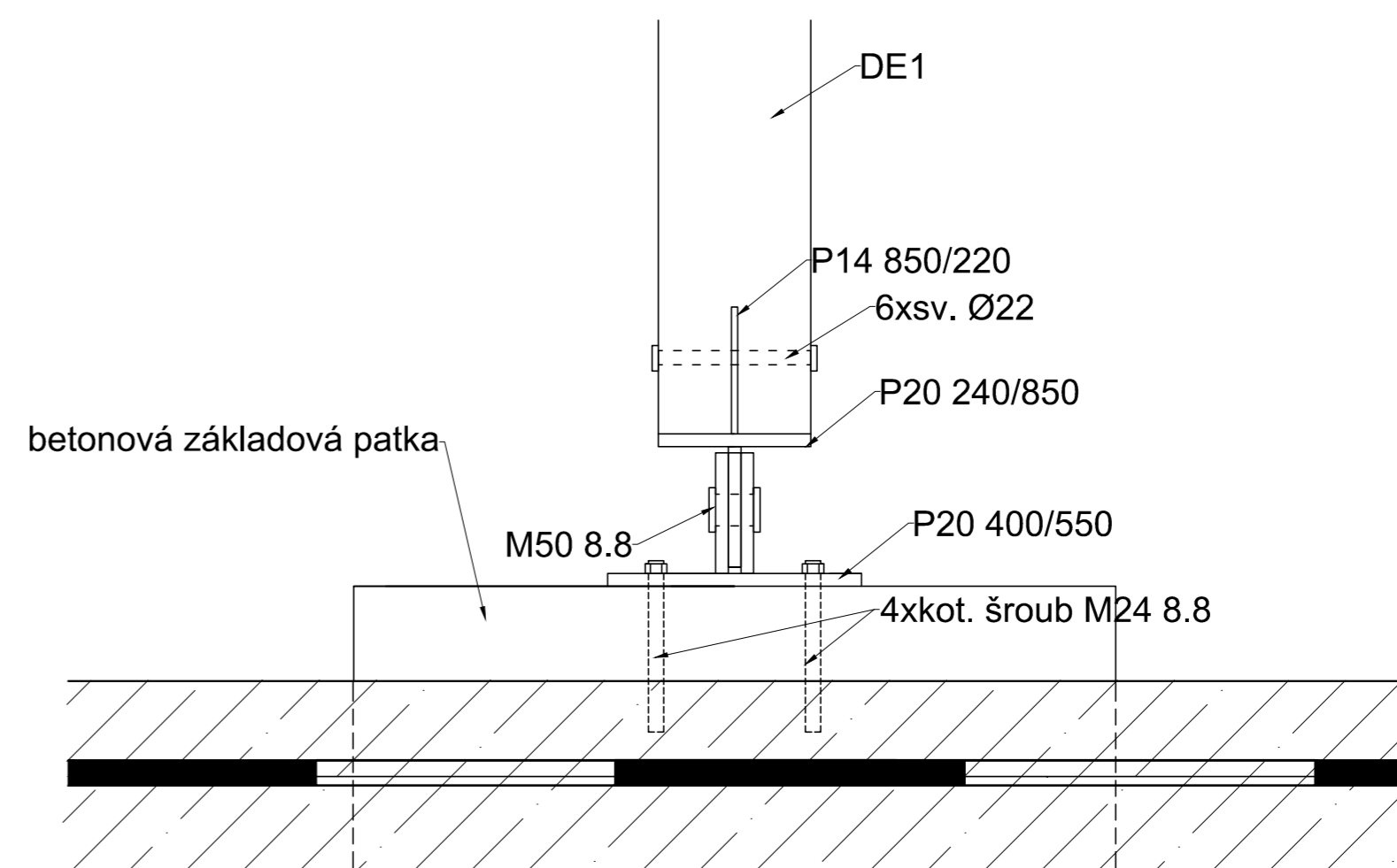
±0,000=287m.n.m BpV

OBOR C	KATEDRA K 134- Kat. ocel. a dřev. kci	JMÉNO STUDENTA Robert Šimáček	
ROČNÍK druhý	VYUČUJÍCÍ Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.		
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE: DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			
VÝKRES: KONSTRUKCE DŘEVĚNÉHO SVĚTLÍKU			FORMÁT A2 MĚŘÍTKO 1:100 DATUM 3.1.2018 Č. VÝKR. 9

DETAIL A



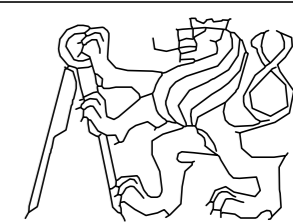
ŘEZ A - A'



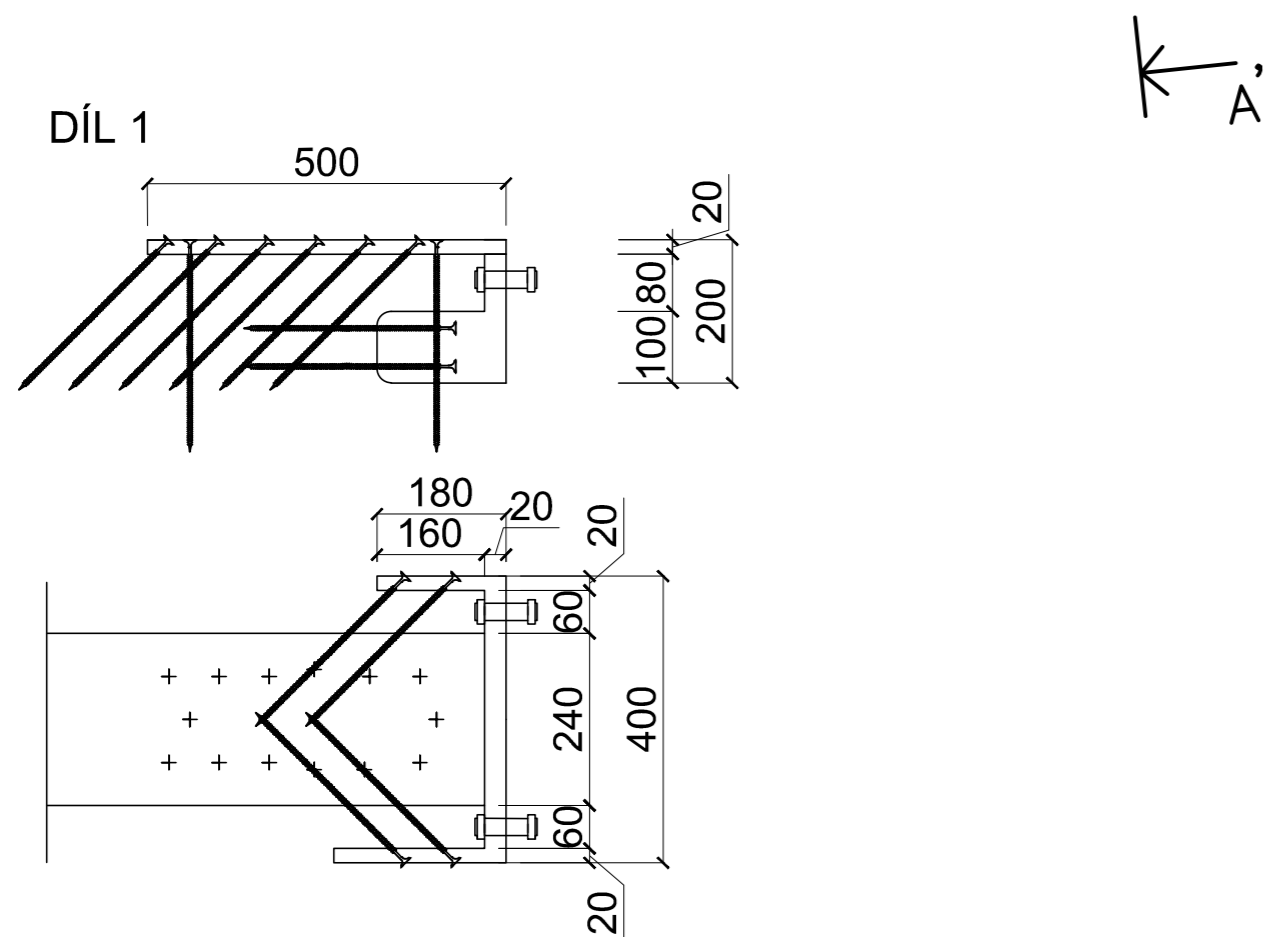
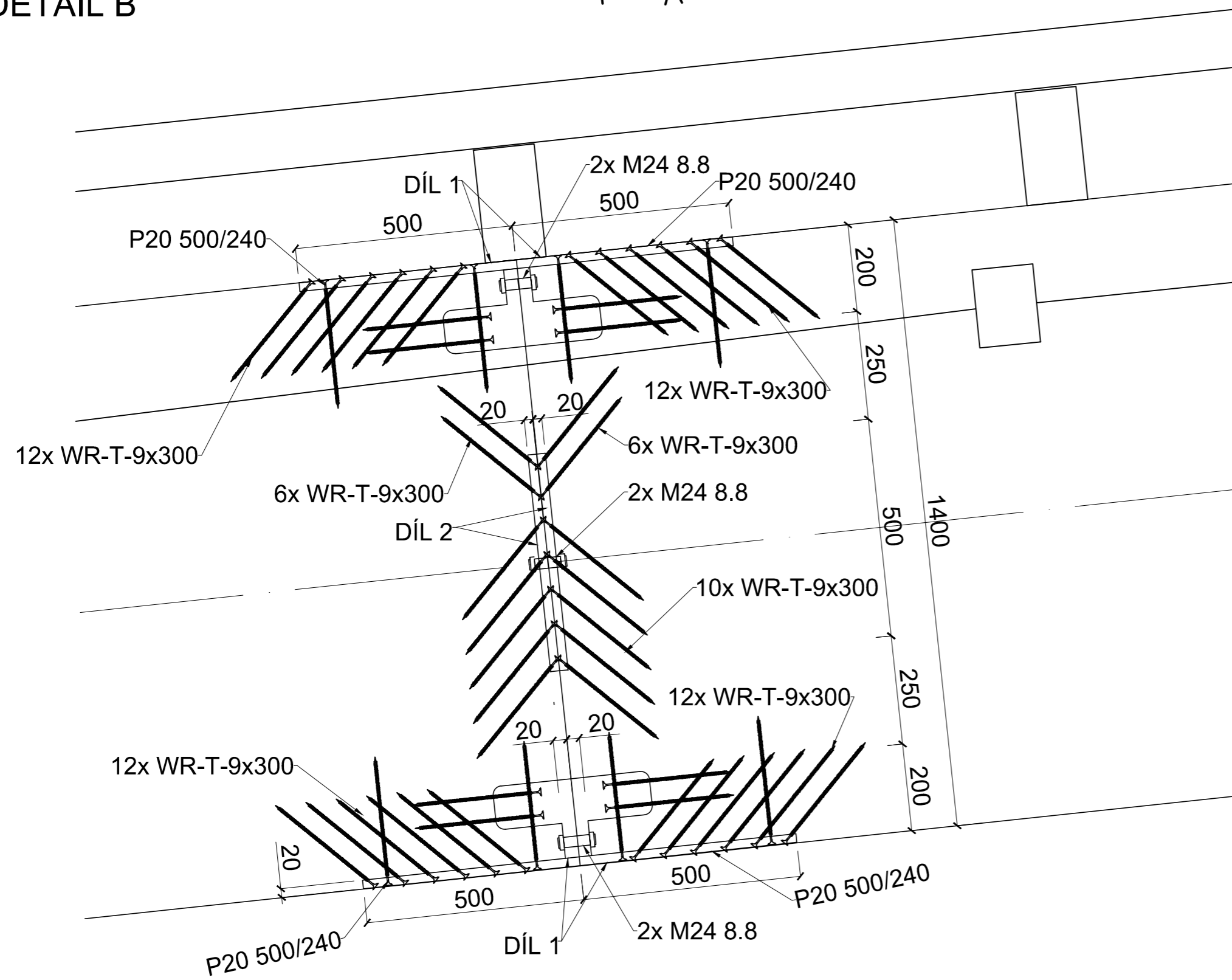
POZN: SVORNÍKY Ø22 (5.8)
ČEPOVÝ SPOJ Ø50 (8.8)

MATERIÁL:
-DŘEVO GI28h,GI24h
-OCEL S355

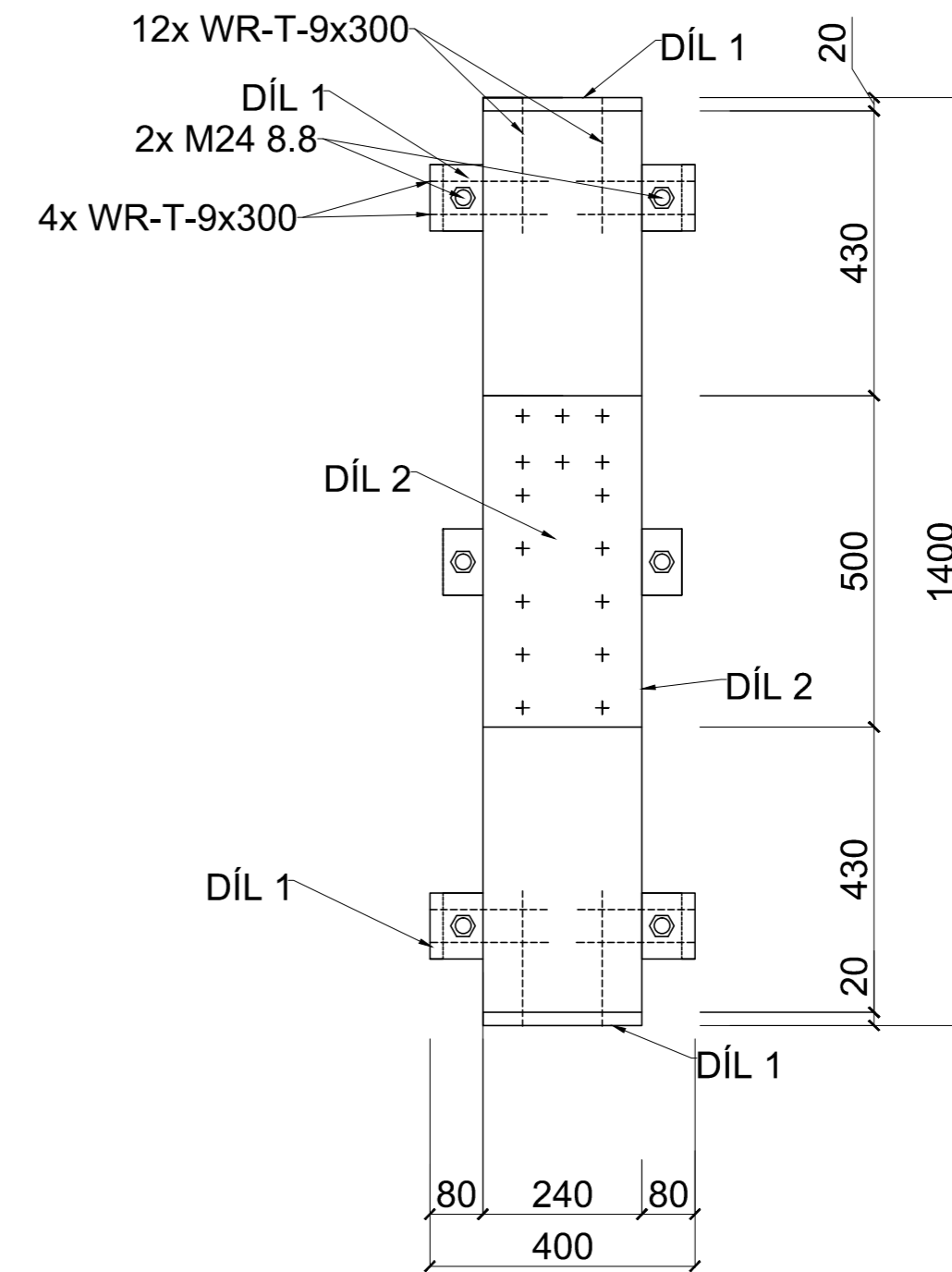
±0,000=287m.n.m BpV

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
C	K 134- Kat. ocel. a dřev. kol	Robert Šimáček	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ		
druhý	Ing. Anna Kukulíková, Ph.D.		
PREDMĚT:			
DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			FORMÁT
			A2
			MĚŘÍTKO
			1:10
			DATUM
			3.1.2018
VÝKRES:			Č. VÝKR.
PATNÍ KLOUB			10

DETAIL B



ŘEZ A - A'

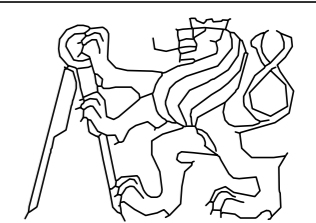


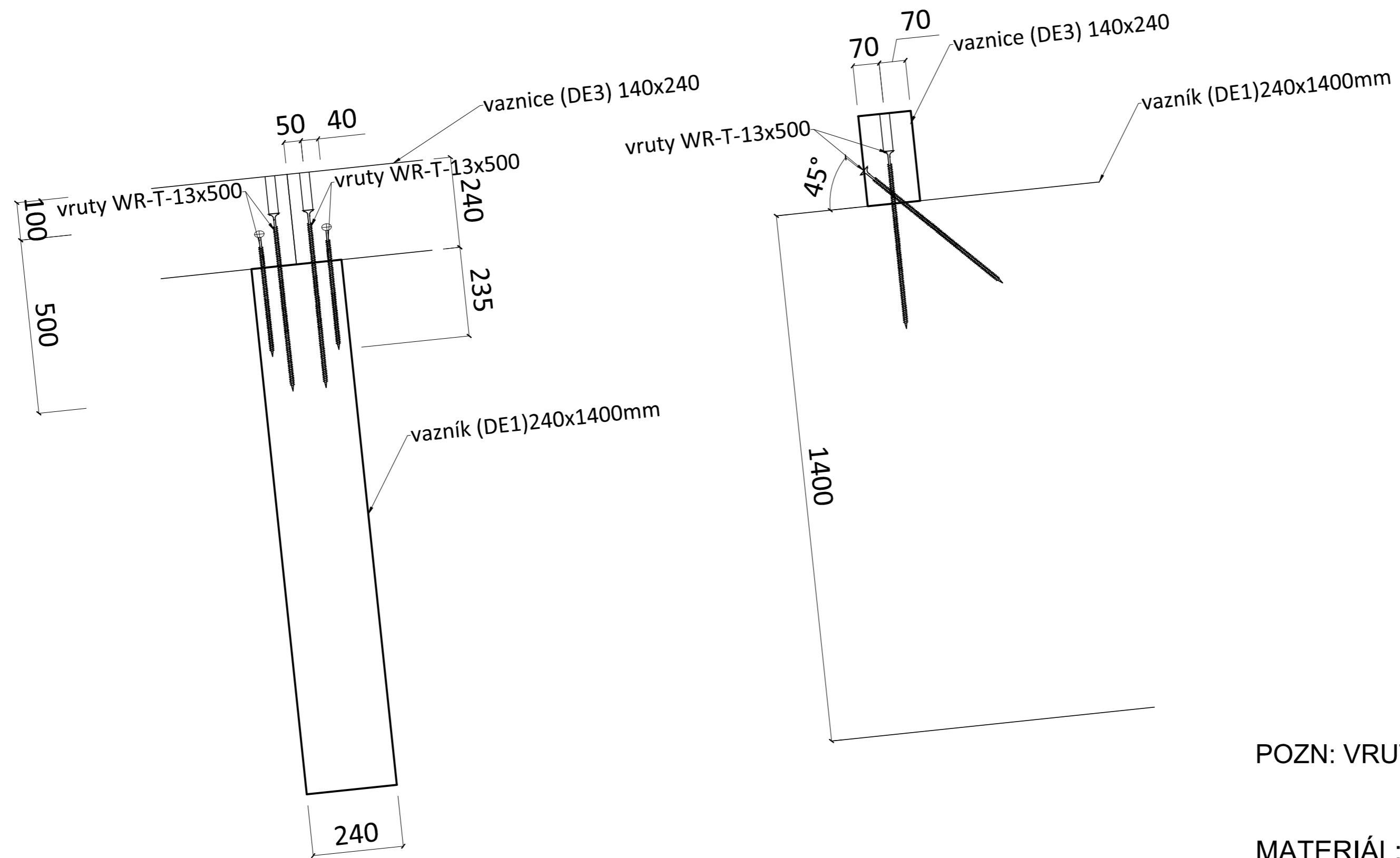
POZN: VRUT SFS INTEC WR-T-9x300

MATERIÁL:

- DŘEVO GI28h,GI24h
- OCEL S355

±0,000=287m.n.m BpV

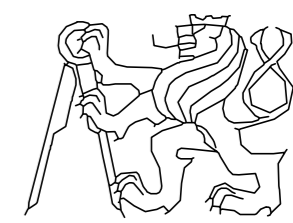
OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA		
C	K 134- Kat. ocel. a dřev. kčl	Robert Šimáček		
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ			
druhý	Ing. Anna Kujliková, Ph.D.			
PŘEDMĚT:				
DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			FORMÁT	A2
			MĚŘÍTKO	1:10
			DATUM	3.1.2018
VÝKRES:			Č. VÝKR.	
MONTÁŽNÍ SPOJ			12	

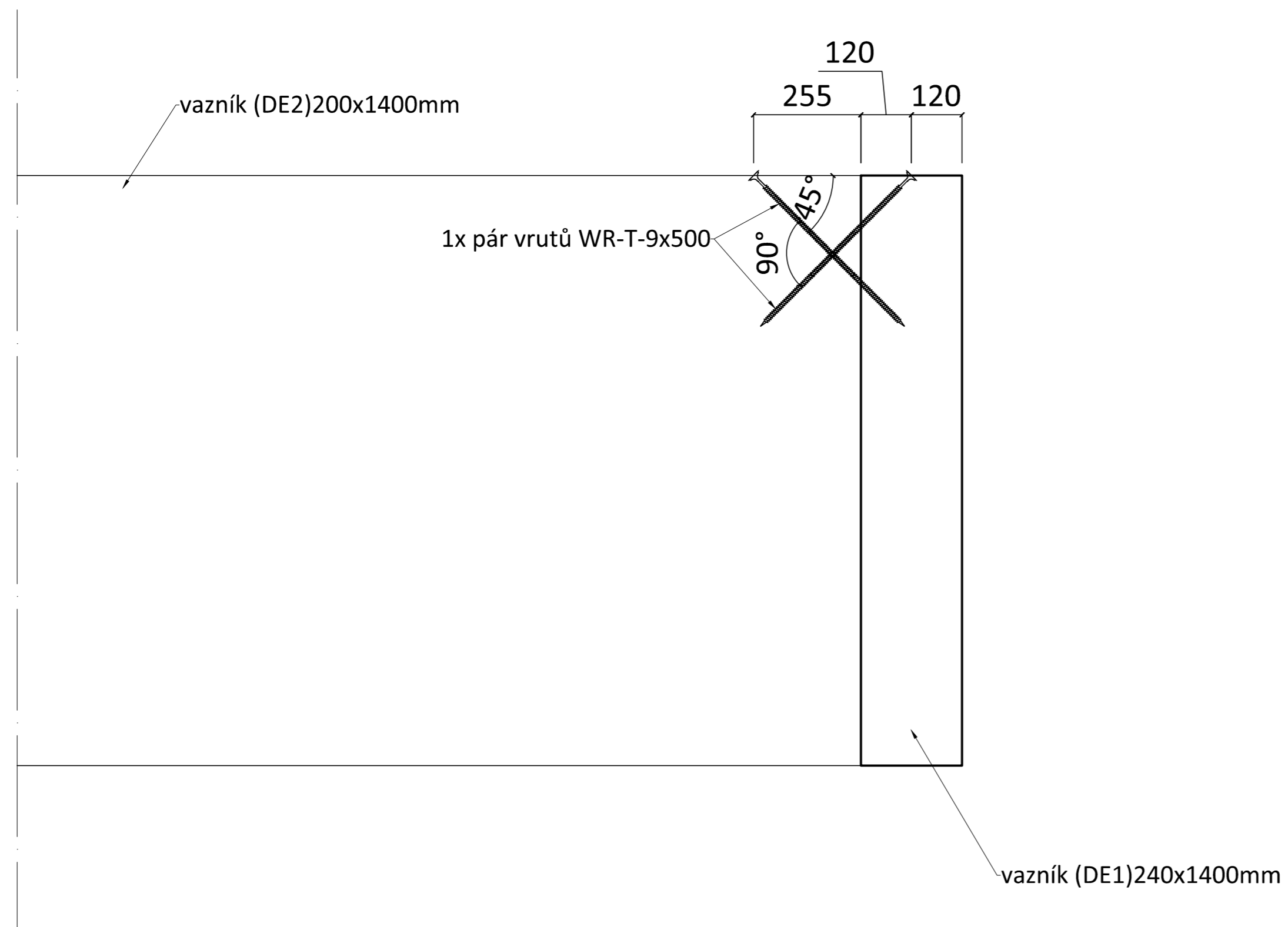


POZN: VRUT SFS INTEC WR-T-13x500

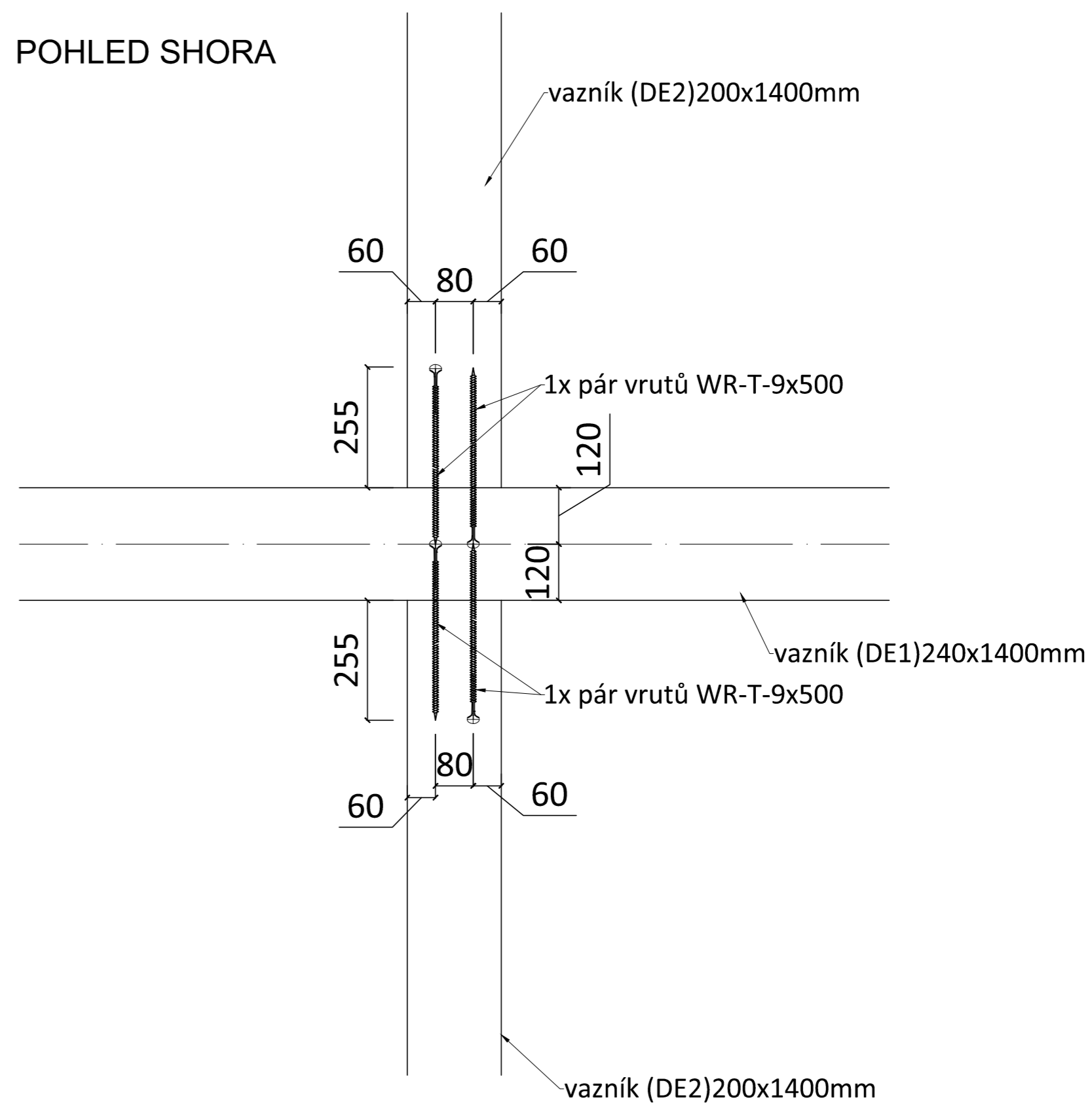
MATERIÁL:
 -DŘEVO GI28h,GI24h
 -OCEL S355

±0,000=287m.n.m BpV

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
C	K 134- Kat. ocel. a dřev. kci	Robert Šimáček	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ		
druhý	Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.		
PŘEDMĚT:			
DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			FORMÁT
			A2
			MĚŘÍTKO
			1:10
			DATUM
			3.1.2018
VÝKRES:			Č. VÝKR.
DETAIL PŘÍPOJE VAZNICE A VAZNÍKU			13



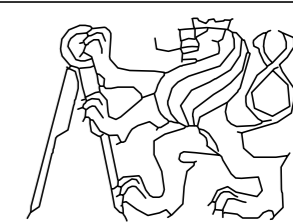
POHLED SHORA

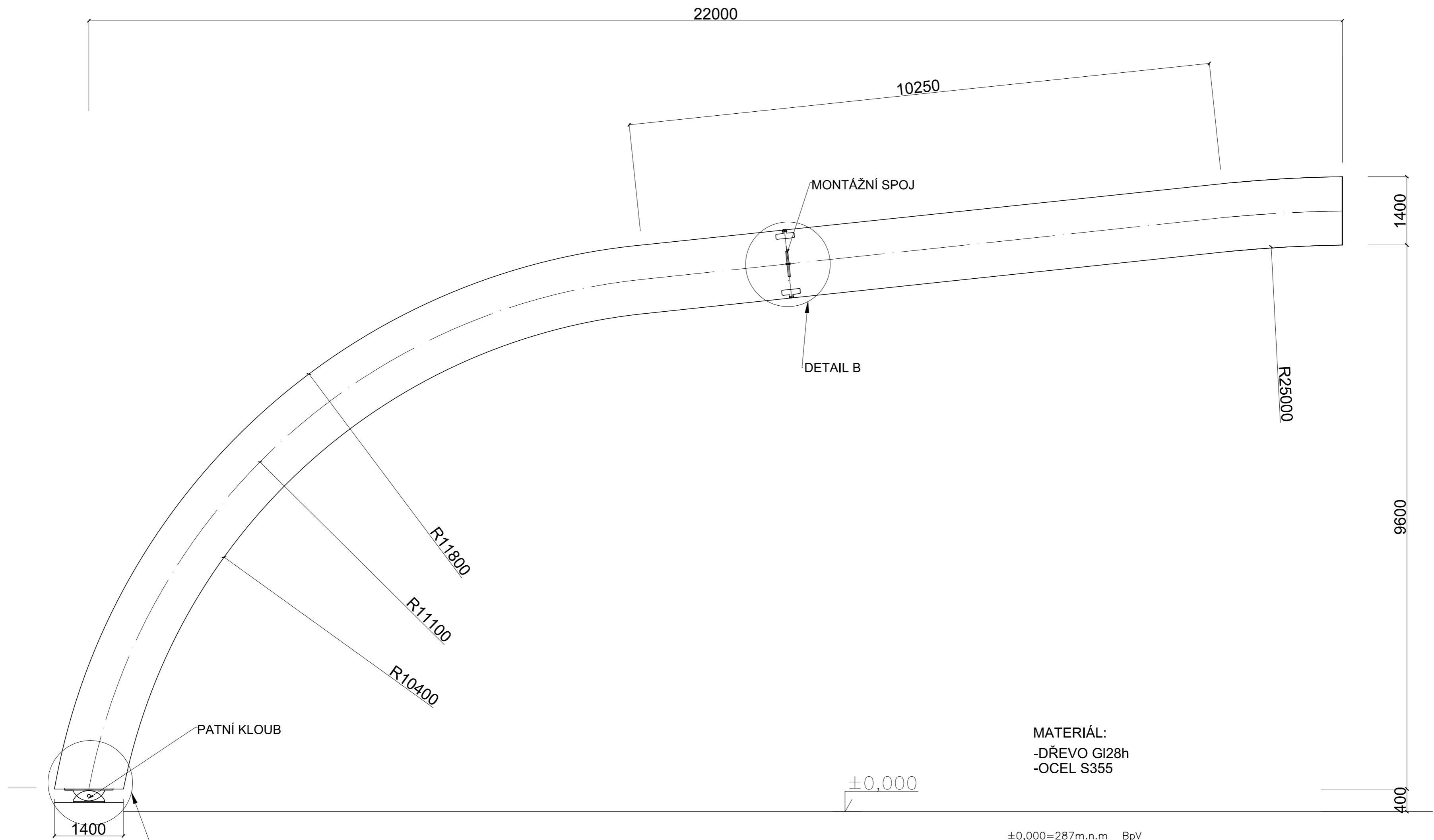


POZN: VRUT SFS INTEC WR-T-9x500

MATERIÁL:
-DŘEVO GI28h

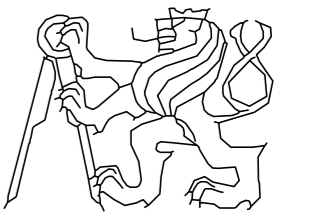
±0,000=287m.n.m BpV

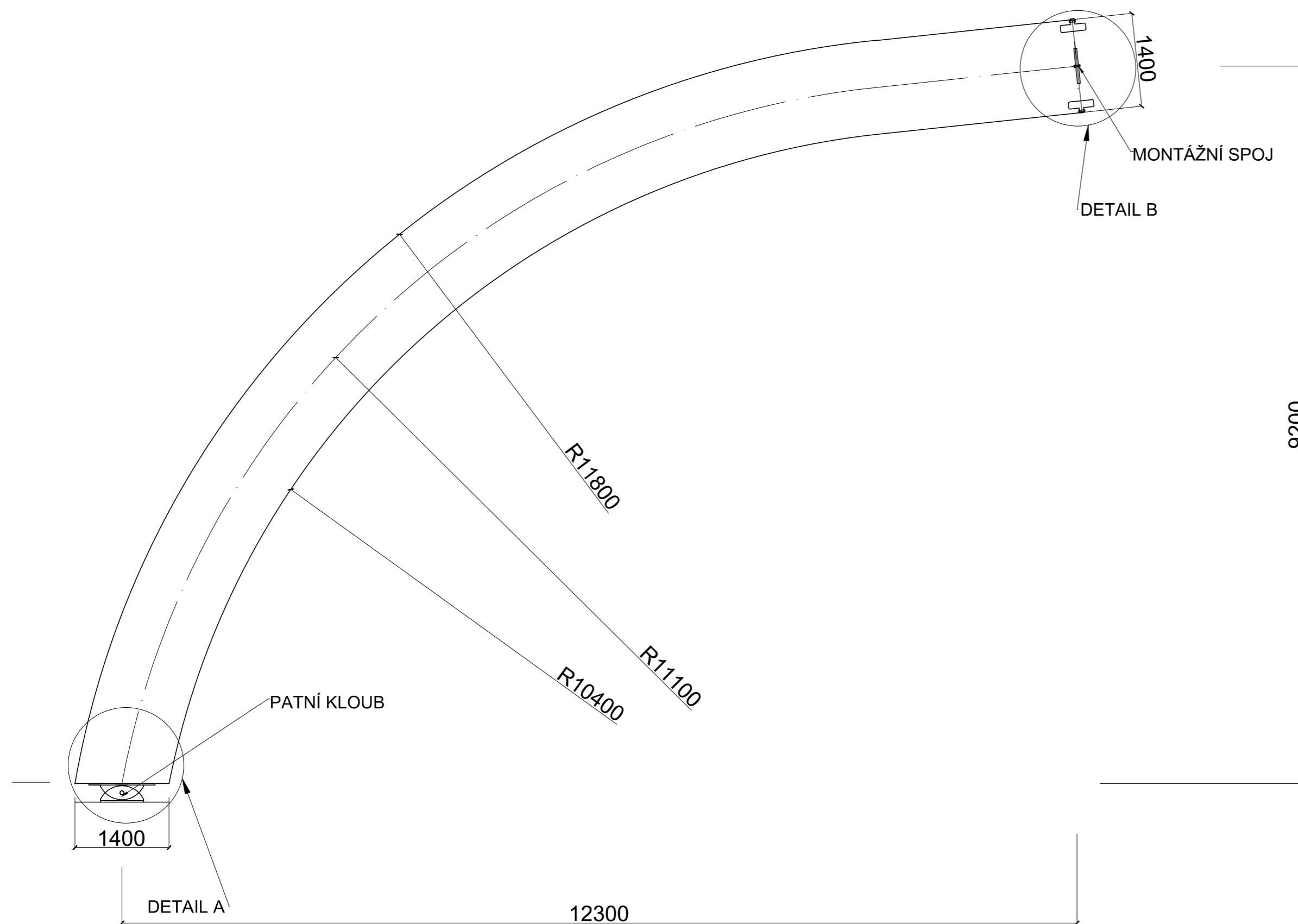
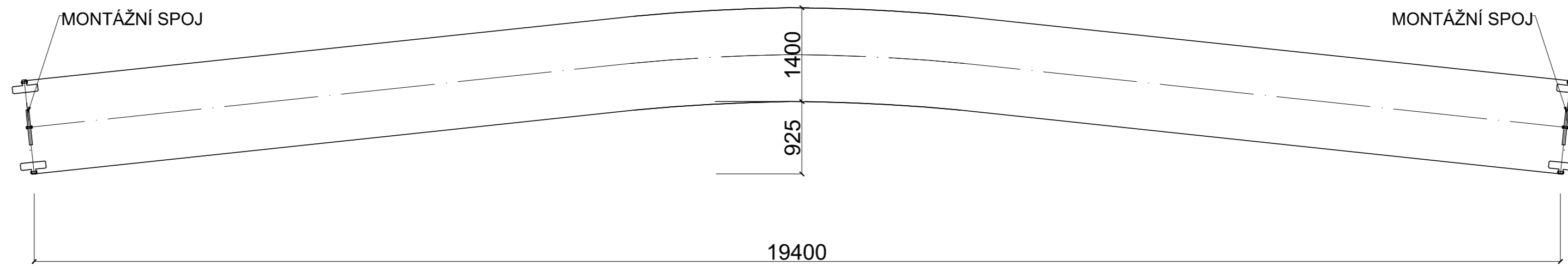
OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
C	K 134- Kat. ocel. a dřev. koř	Robert Šimáček	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ		
druhý	Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.		
PŘEDMÉT:			FORMÁT
DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			A2
			MĚŘÍTKO
VÝKRES:			1:10
			DATUM
DETAIL PŘÍPOJE VAZNÍKU A VRCHOLOVÉHO NOSNÍKU			Č. VÝKR.
			14



MATERIÁL:
 -DŘEVO GI28h
 -OCEL S355

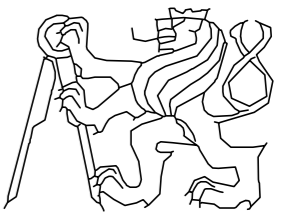
±0,000=287m.n.m BpV

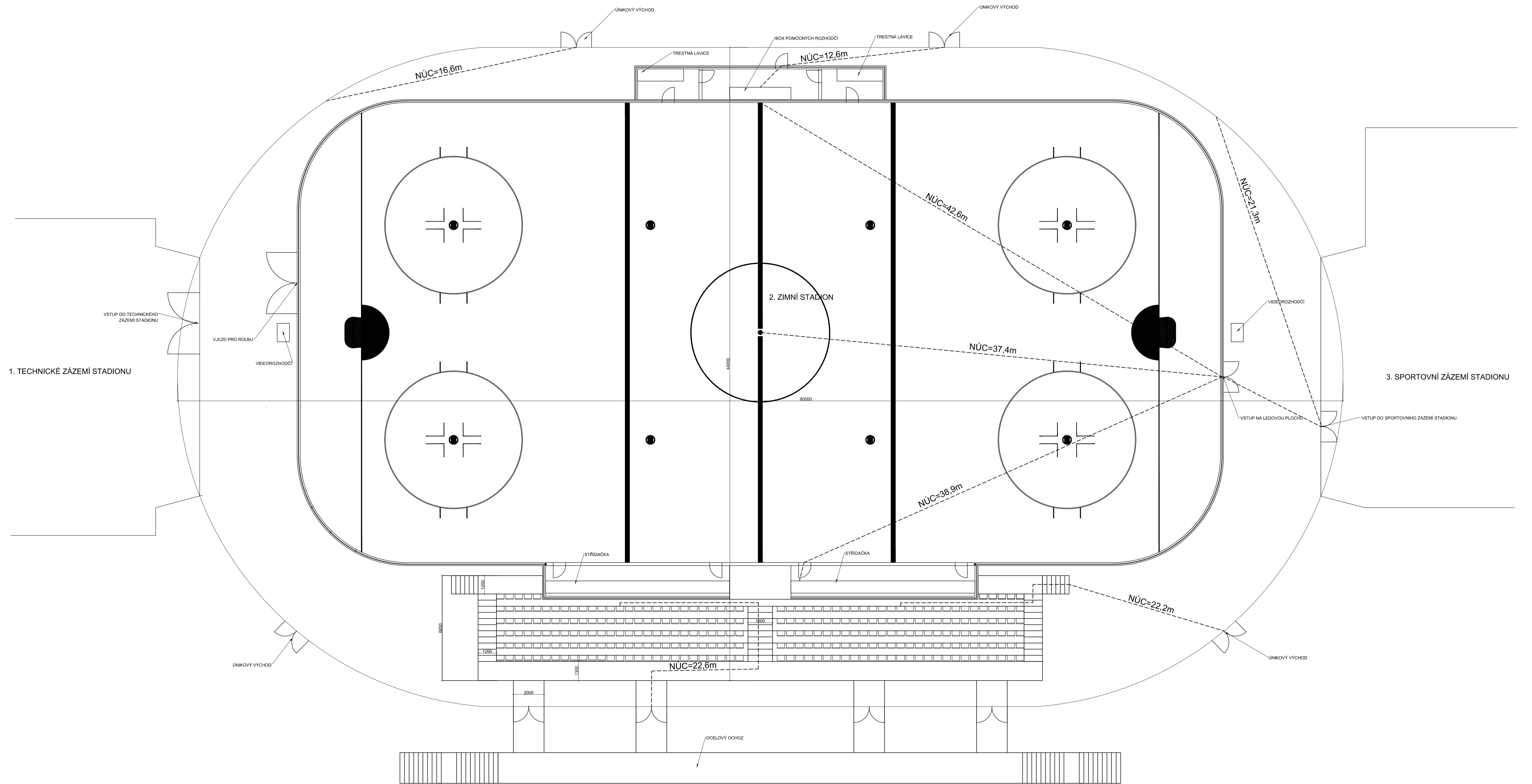
OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
C	K 134- Kat. ocel. a dřev. koř	Robert Šimáček	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ		
druhý	Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.		
PŘEDMĚT:			FORMÁT
DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			A2
VÝKRES:			MĚŘÍTKO
OBLOUKOVÝ VAZNÍK			1:50
			DATUM
			3.1.2018
			Č. VÝKR.
			15



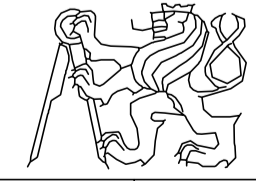
MATERIÁL:
 -DŘEVO GI28h,GI24h
 -OCEL S355

±0,000=287m.n.m BpV

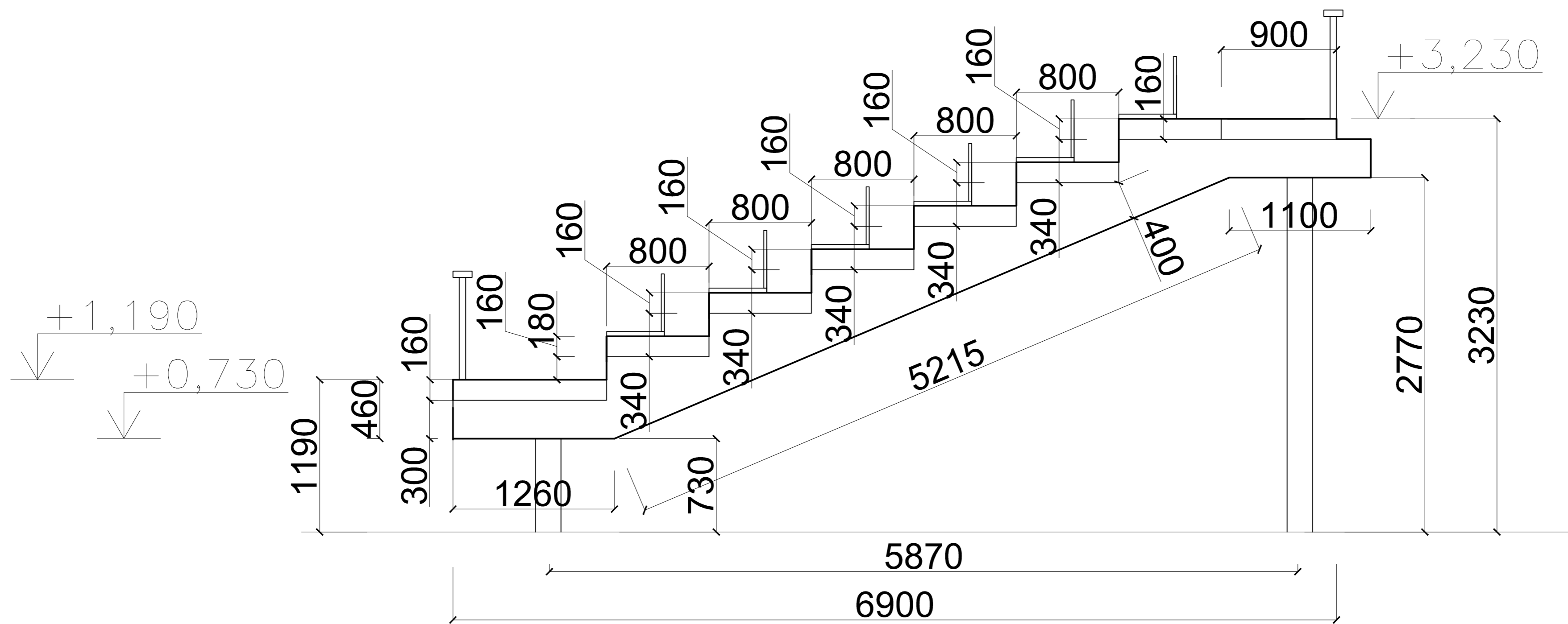
OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA		
C	K 134- Kat. ocel. a dřev. koř	Robert Šimáček		
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ			
druhý	Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.			
PŘEDMÉT:				
DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			FORMÁT	A2
			MĚŘÍTKO	1:50
			DATUM	3.1.2018
VÝKRES:			Č. VÝKR.	
HLAVNÍ PŘÍČNÁ VAZBA			16	



±0,000=287m.n.m. BpV

OBOR	KATEGORIE	JMÉNO STUDENTA	
C	K 154-FaA, ocel a dřev. stv.	Robert Šimáček	
ROČNÍK	VYUČOVACÍ	Ing. Anna Kuřková-Plédl.	
PŘEDMĚT:			FORMÁT
DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			A1
VÝKRES:			MĚŘÍTKO
DĚLKY ÚNIKOVÝCH CEST			1:100
			DATUM
			3.1.2018
			Č. VÝKR.
			17

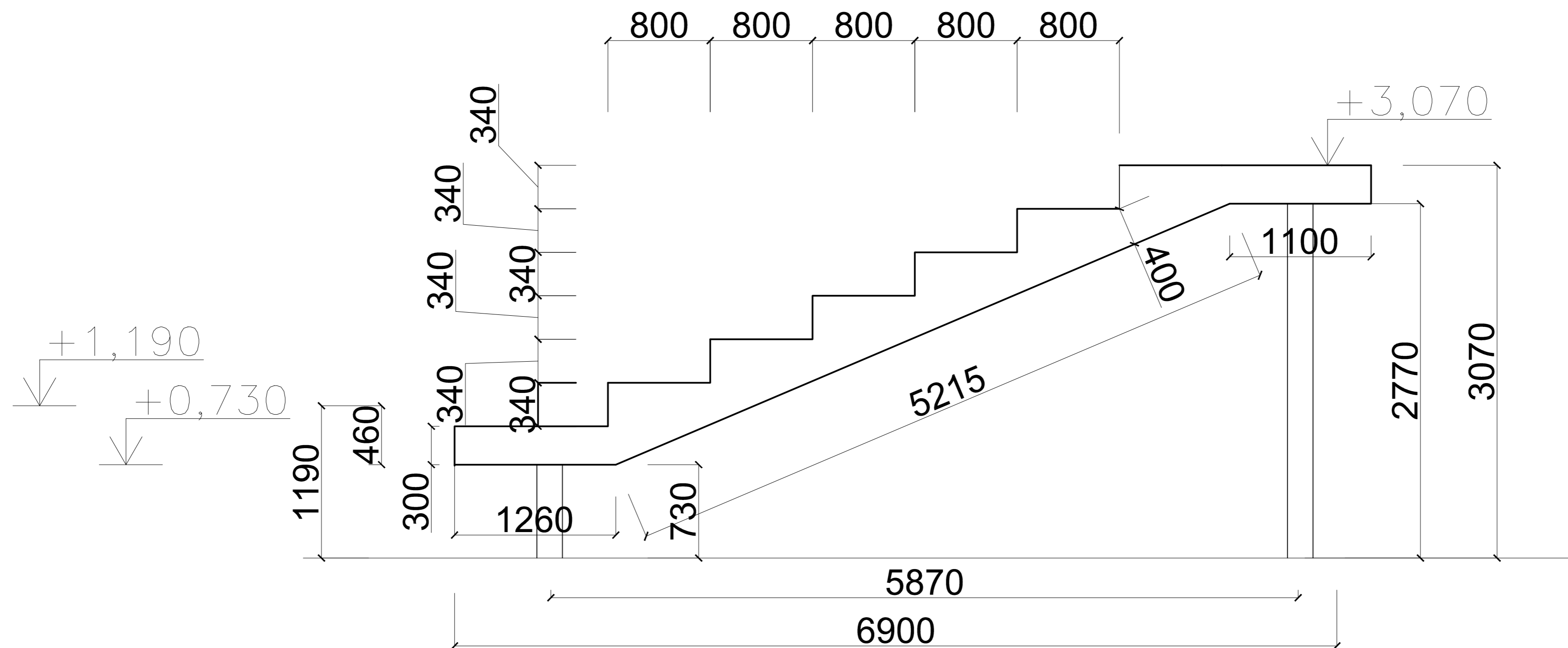
ŘEZ SCHODNICÍ A DESKAMI



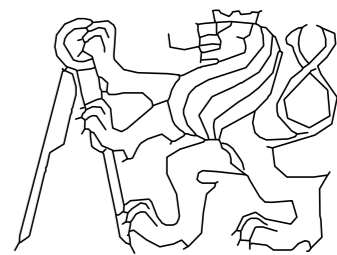
±0,000=287m.n.m BpV

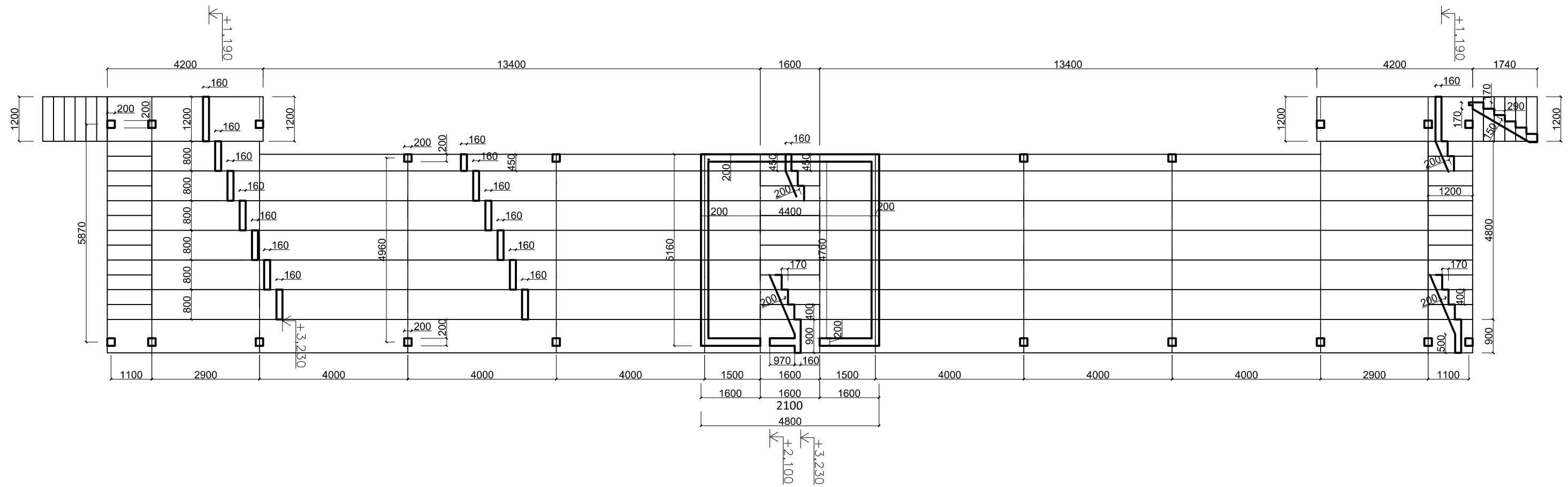
OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA		
C	K 134- Kat. ocel. a dřev. kci	Robert Šimáček		
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ			
druhý	Ing. Anna Kukliková, Ph.D.			
PŘEDMĚT:				
DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			FORMÁT	A2
			MĚŘITKO	1:20
			DATUM	3.1.2018
VÝKRES:			Č. VÝKR.	
ŽELEZOBETONOVÁ TRIBUNA			18	

ŘEZ SCHODNICÍ

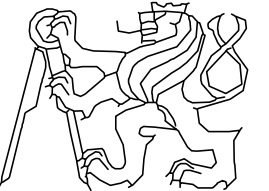


±0,000=287m.n.m BpV

OBOR C	KATEDRA K 134- Kat. ocel. a dřev. kci	JMÉNO STUDENTA Robert Šimáček	
ROČNÍK druhý	VYUČUJÍCÍ Ing. Anna Kukliková, Ph.D.		
PŘEDMÉT: DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			FORMÁT A2
			MĚŘITKO 1:20
			DATUM 3.1.2018
VÝKRES: ŽELEZOBETONOVÁ SCHODNICE			Č. VÝKR. 19



±0,000=287m.n.m BpV

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
C	K 134- Kat. ocel. a dřev. kcí	Robert Šimáček	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ		
druhý	Ing. Anna Kuklíková, Ph.D.		
PŘEDMĚT:			
DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE ZASTŘEŠENÍ ZIMNÍHO STADIONU			FORMÁT
			A3
			MĚŘÍTKO
			1:100
			DATUM
			3.1.2018
VÝKRES:			Č. VÝKR.
VÝKRES TVARU ŽELEZOBETONÉ TRIBUNY			20