

# ČVUT Fakulta stavební v Praze



Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Šárka ŠILAROVÁ, CSc.	Kontroloval: doc. Ing. Jitka VAŠKOVÁ, CSc. Ing. Anna KUKLÍKOVÁ, Ph.D.	Vypracoval Bc. Jiří ČTVERÁČEK	
MÚ (OÚ): Kutná Hora	Kraj: Středočeský	Datum:	01/2020
Investor: MÚ Kutná Hora, Havlíčkovo náměstí 552/1		Stupeň:	DSP
Zakázka:  <b>DIPLOMOVÁ PRÁCE</b> <b>SPORTOVNÍ HALA - KAMENNÁ STEZKA</b>  D.1.2_Stavebně-konstrukční řešení		Školní rok:	2019/2020
		Měřítko:	-
		Počet formátů A4:	37
Obsah:  TECHNICKÁ ZPRÁVA + STATICKÝ VÝPOČET	Číslo přílohy:  <b>D.1.2.1</b>	Revize:	

## Obsah

1	Úvod .....	3
2	Výpočtový model .....	3
2.1	Dřevěný vazník .....	3
2.2	Betonová stropní deska .....	4
3	Zatížení .....	5
3.1	Stále zatížení .....	5
3.1.1	Vlastní tíha konstrukce .....	5
3.1.2	Ostatní stále zatížení - vazník .....	5
3.1.3	Ostatní stálé zatížení – stropní deska – východní část .....	6
3.1.4	Ostatní stálé zatížení – stropní deska – západní část .....	7
3.2	Proměnné zatížení .....	8
3.2.1	Užitné zatížení - vazník .....	8
3.2.2	Užitné zatížení – stropní deska – východní část .....	8
3.2.3	Užitné zatížení – stropní deska – západní část .....	8
3.2.4	Zatížení větrem – vazník .....	9
3.2.5	Zatížení sněhem – vazník .....	10
3.3	Kombinace zatížení .....	10
3.3.1	Zatěžovací stavy - vazník .....	10
3.3.2	Zatěžovací stavy – stropní deska východní .....	10
3.3.3	Zatěžovací stavy – stropní deska západní .....	10
3.3.4	Kombinace účinků zatížení - vazník .....	11
3.3.5	Kombinace účinků zatížení – stropní deska východní .....	12
3.3.6	Kombinace účinků zatížení – stropní deska západní .....	12
3.3.7	Kombinace výsledků stropní desky .....	13
4	Posouzení .....	13
4.1	Dřevěný lepený vazník .....	13
4.1.1	Materiál .....	13
4.1.2	Průřezové charakteristiky .....	13
4.1.3	Mezní stav použitelnosti .....	13
4.1.4	Mezní stav únosnosti .....	14
4.2	Stropní deska východní .....	16
4.2.1	Materiál .....	16

4.2.2	Mezní stav použitelnosti .....	16
4.2.3	Mezní stav únosnosti .....	17
4.3	Stropní deska západní .....	22
4.3.1	Materiál .....	22
4.3.2	Mezní stav použitelnosti .....	22
4.3.3	Mezní stav únosnosti .....	23
5	Závěr.....	27

# 1 Úvod

Statický výpočet zahrnuje popis dřevěného vazníku, parametry zatížení a jejich kombinace, návrh a základní posouzení jednotlivých nosných prvků na mezní stavy únosnosti a použitelnosti.

Další část statického výpočtu zahrnuje popis železobetonové stropní desky, parametry zatížení a jejich kombinace, návrh a základní posouzení mezního stavu použitelnosti a mezního stavu únosnosti.

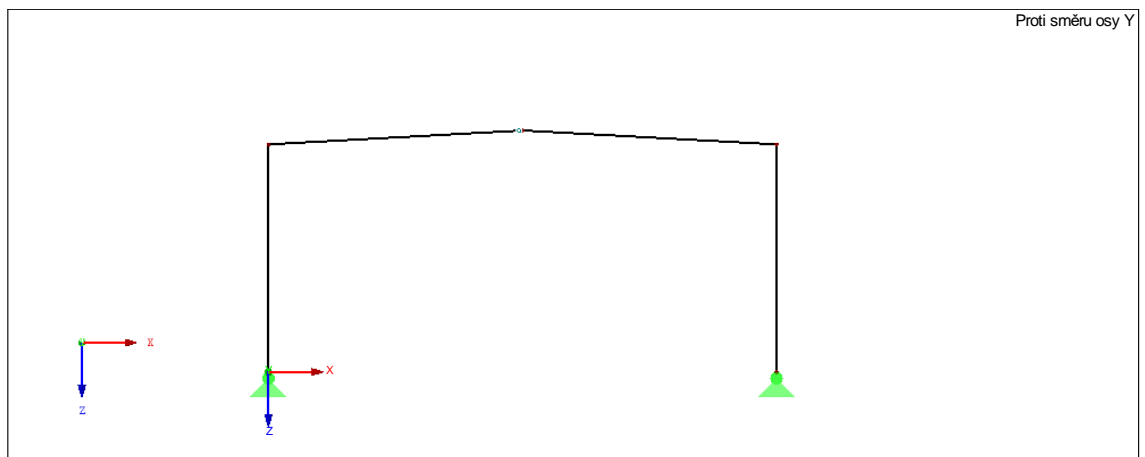
## 2 Výpočtový model

Dřevěný vazník byl vymodelován ve statickém výpočtovém programu RSTAB Dlubal. Konstrukce vazníku byla vymodelována jako prutový 2D model ve statickém výpočtovém programu RSTAB Dlubal.

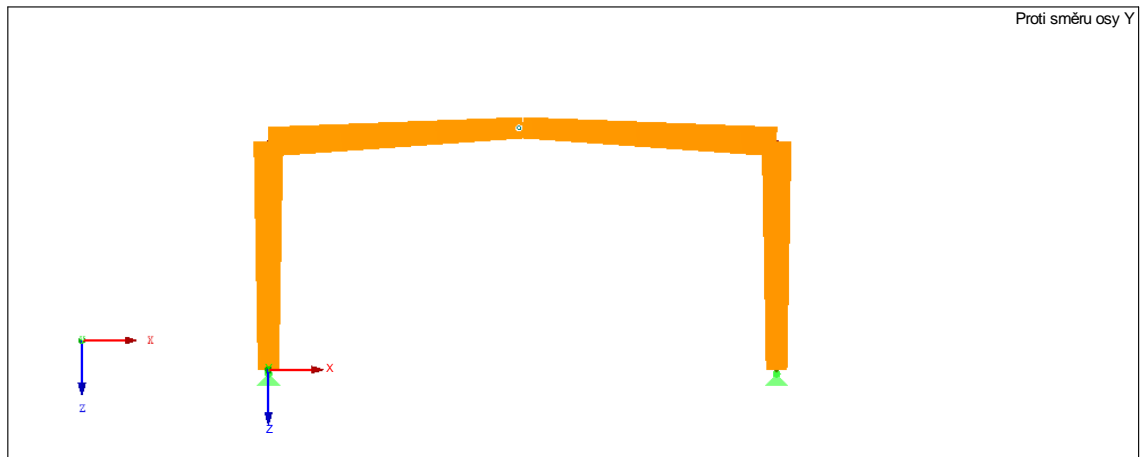
Konstrukce stropních desek byla vymodelována jako desko-stěnový 3D model ve statickém výpočtovém programu RFEM Dlubal. Stropní deska tloušťky 250 mm je uložena na nosných stěnách tl.300mm naznačených v modelu. V deskách se nacházejí otvory pro schodiště.

### 2.1 Dřevěný vazník

Statické schéma je vyobrazené na následujícím obrázku. Konstrukce je navržena s kloubovým spojením ve středu rámu. Horní nosníky jsou ve sklonu 5% a svislé nosníky jsou uloženy na kloubové podpory.



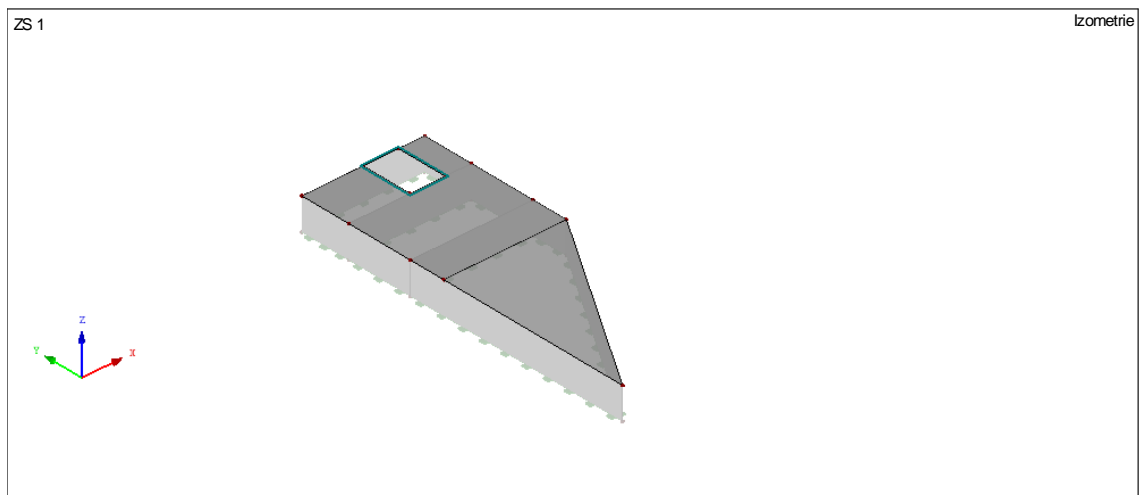
Obrázek 1: Statické schéma vazníku



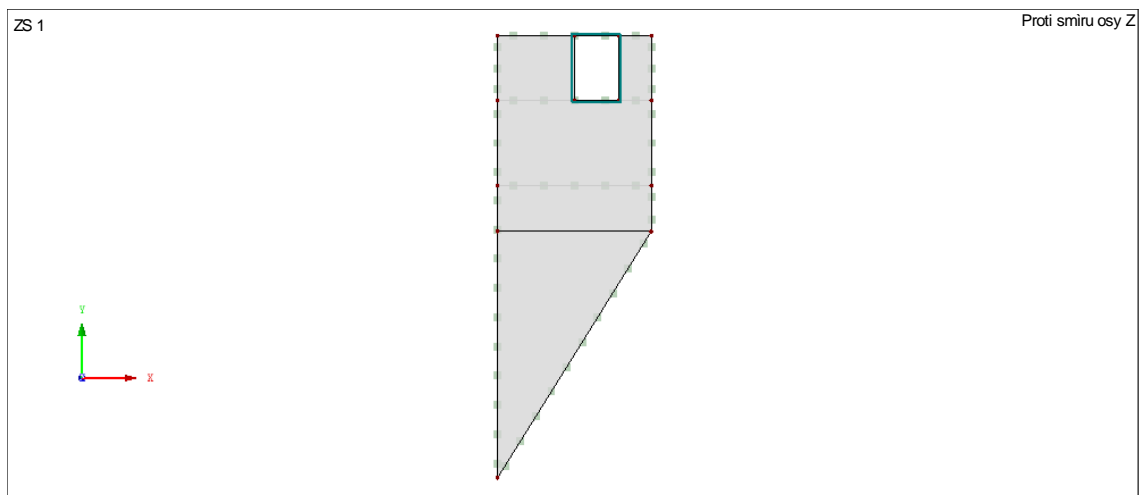
Obrázek 2: Statické schéma vazníku prostorové

## 2.2 Betonová stropní deska

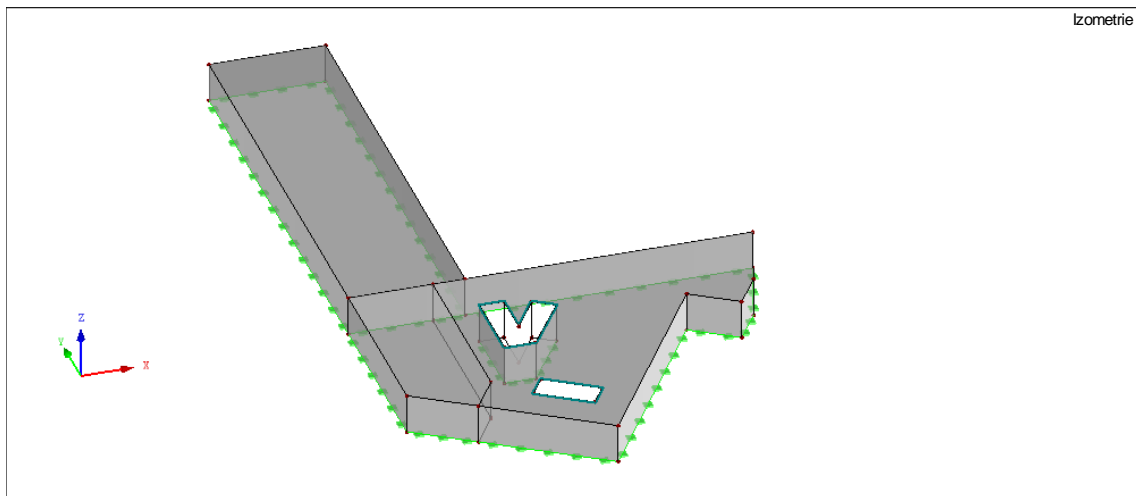
Železobetonová stropní deska, která je nad 1.NP a 2.NP, v návrhu je řešena deska nad 1.NP. Deska je rozdělena na východní a západní.



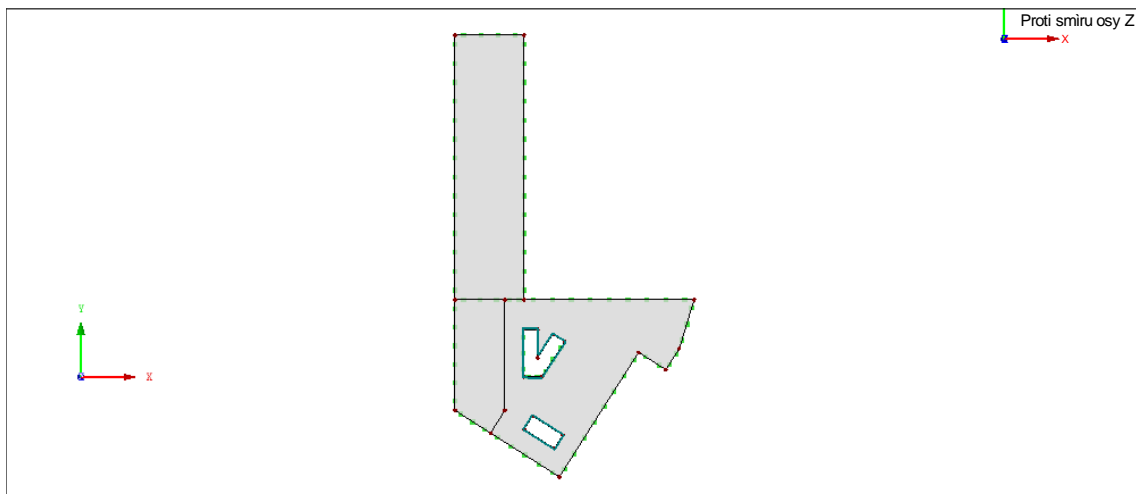
Obrázek 3: Stropní deska 3D – východní část



Obrázek 4: Stropní deska 2D – východní část



Obrázek 5: Stropní deska 3D – západní část



Obrázek 6: Stropní deska 2D – západní část

Stropní deska je uložena na nosných stěnách z keramických tvárníc tl.300mm.

## 3 Zatížení

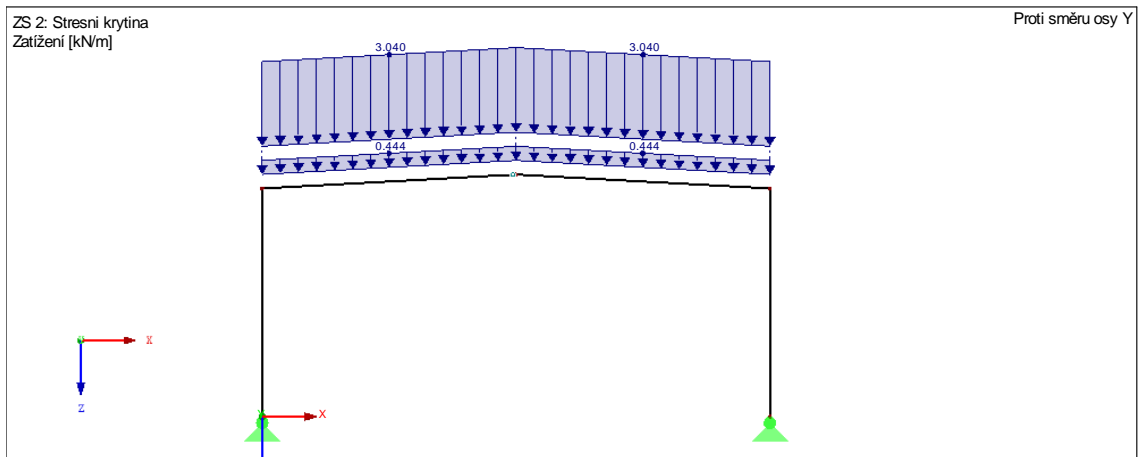
### 3.1 Stále zatížení

#### 3.1.1 Vlastní tíha konstrukce

Vlastní tíha konstrukce je generována automaticky pomocí výpočtového programu RSTAB Dlubal.

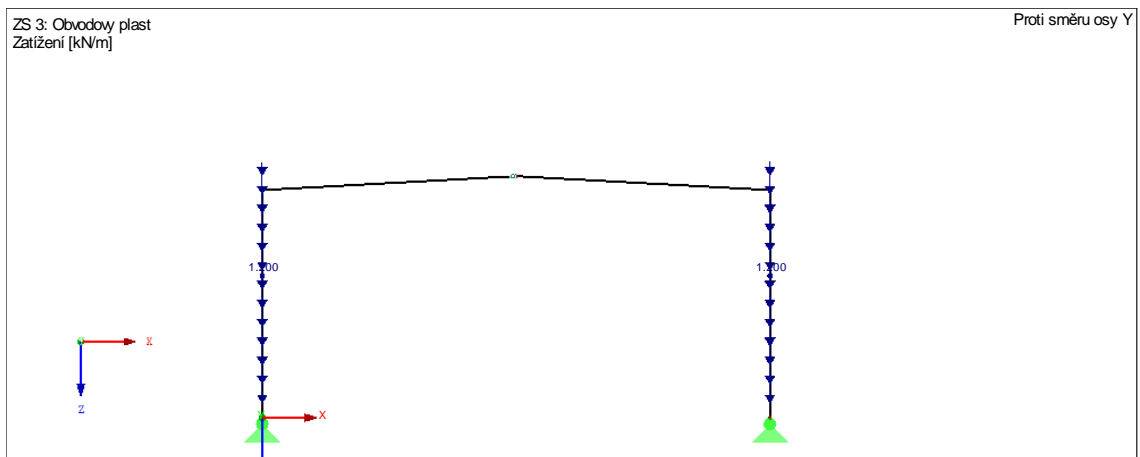
#### 3.1.2 Ostatní stále zatížení - vazník

Střešní krytina:  $g_k = 3,04 \text{ kN/m}$   
 $g_k = 0,444 \text{ kN/m}$



Obrázek 7: Vazník - stálé zatížení střešní krytinou

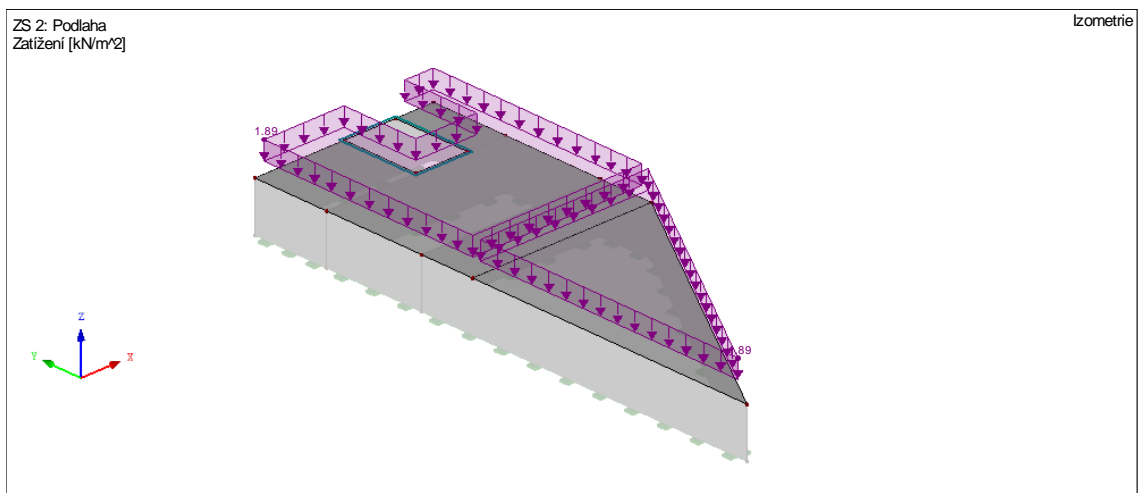
Obvodový plášť:  $g_k = 1,20 \text{ kN/m}$



Obrázek 8: Vazník - stálé zatížení obvodovým pláštěm

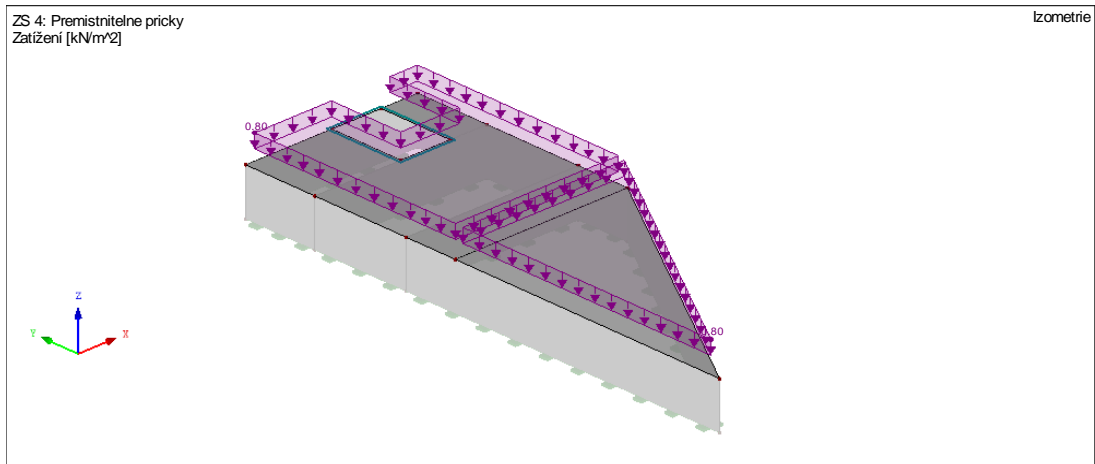
### 3.1.3 Ostatní stálé zatížení – stropní deska – východní část

Podlaha:  $g_k = 1,89 \text{ kN/m}$



Obrázek 9: Stropní deska východní část - stálé zatížení podlahou

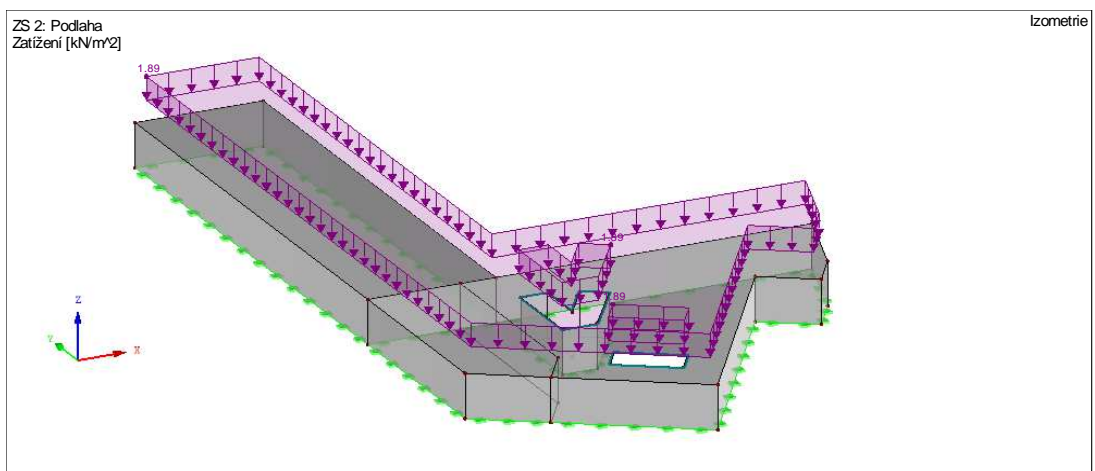
Zděné příčky:  $g_k = 0,80 \text{ kN/m}$



Obrázek 10: Stropní deska východní část - stálé zatížení od příček

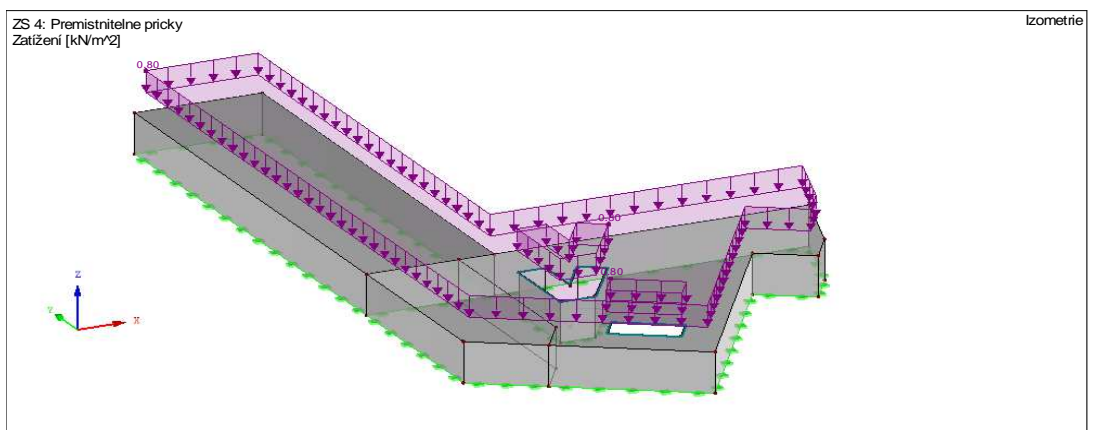
### 3.1.4 Ostatní stálé zatížení – stropní deska – západní část

Podlaha:  $g_k = 1,89 \text{ kN/m}$



Obrázek 11: Stropní deska západní část - stálé zatížení podlahou

Zděné příčky:  $g_k = 0,80 \text{ kN/m}$



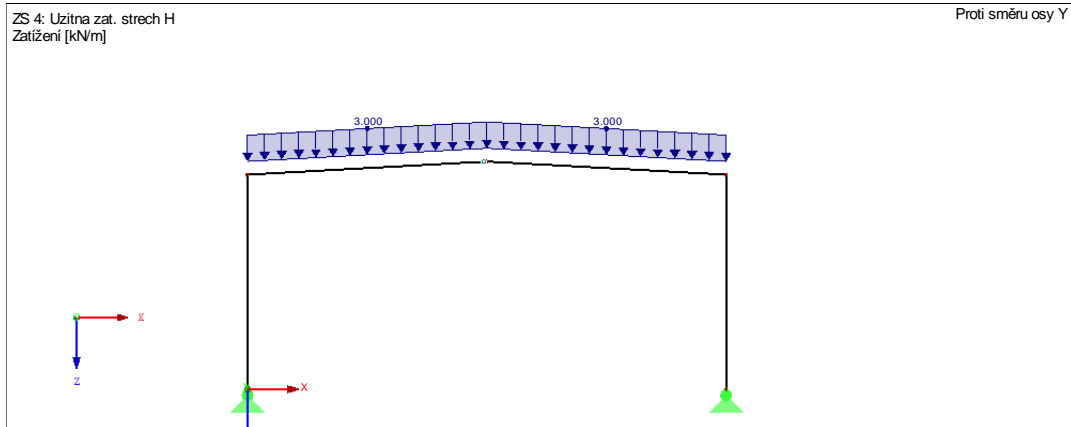
Obrázek 12: Stropní deska západní část - stálé zatížení od příček



## 3.2 Proměnné zatížení

### 3.2.1 Užiténé zatížení - vazník

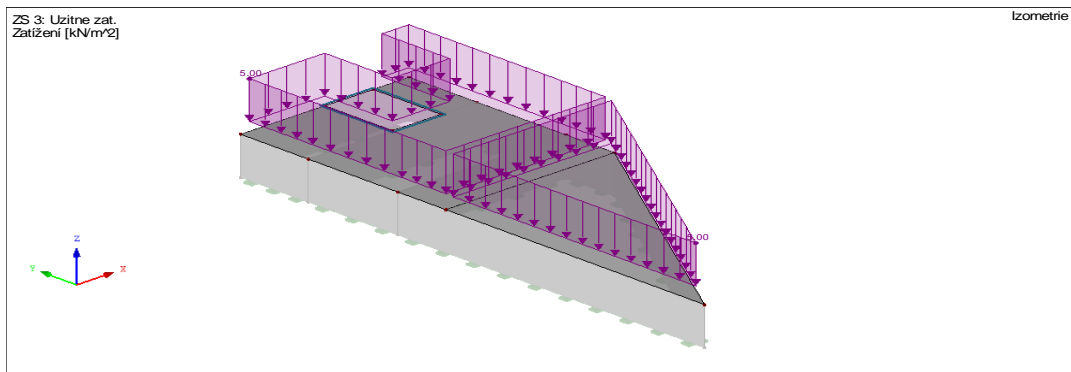
$$q_{fk} = 3,0 \text{ kN/m}$$



Obrázek 13: Vazník - užiténé zatížení střešy

### 3.2.2 Užiténé zatížení – stropní deska – východní část

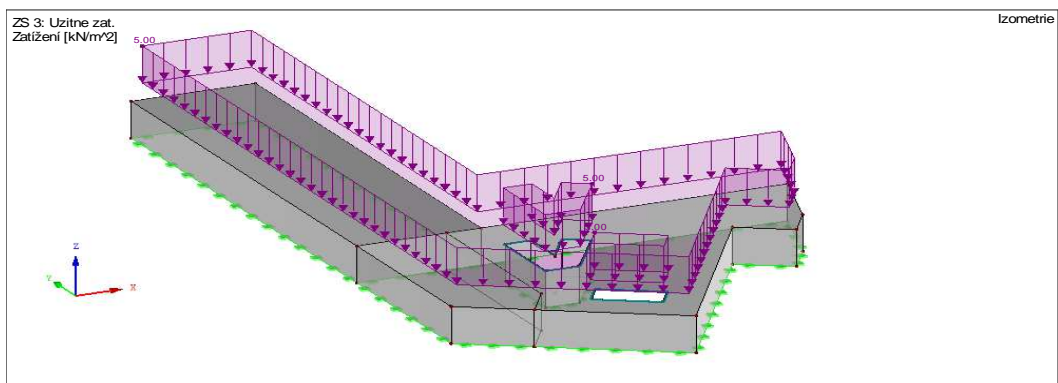
$$q_{fk} = 5,0 \text{ kN/m}$$



Obrázek 14: Stropní deska východní část - užiténé zatížení

### 3.2.3 Užiténé zatížení – stropní deska – západní část

$$q_{fk} = 5,0 \text{ kN/m}$$



Obrázek 15: Stropní deska západní část - užiténé zatížení

### 3.2.4 Zatížení větrem – vazník

Zjednodušený vypočet bez vlivu turbulenci. Zatížení příčným větrem je uvažováno na obě plochy hlavního nosníku, oblouku a zábradlí (z důvodu možného komerčního využití na reklamní plochy).

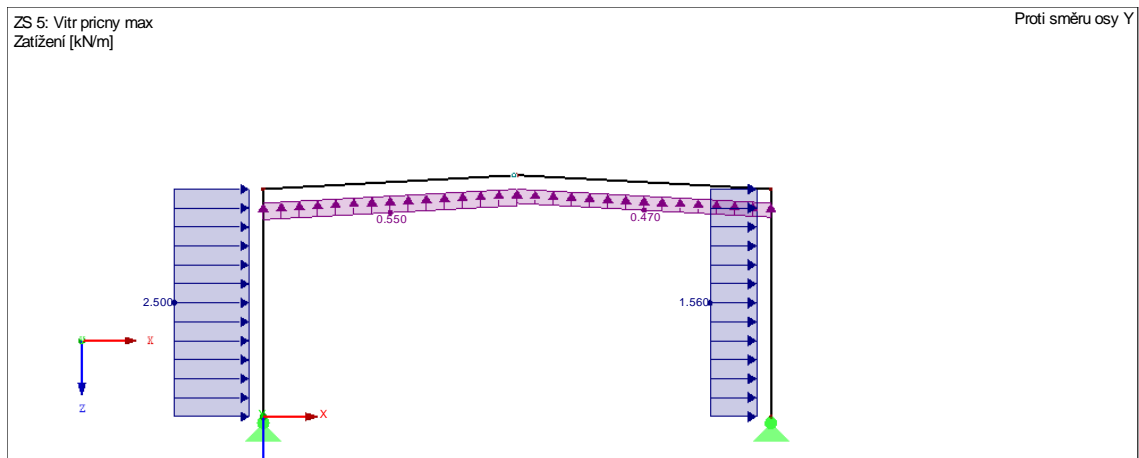
Lokalita: Kutná hora

Větrná oblast I

#### 3.2.4.1 Příčný vítr

$$q_v = 2,50 \text{ kN/m}$$

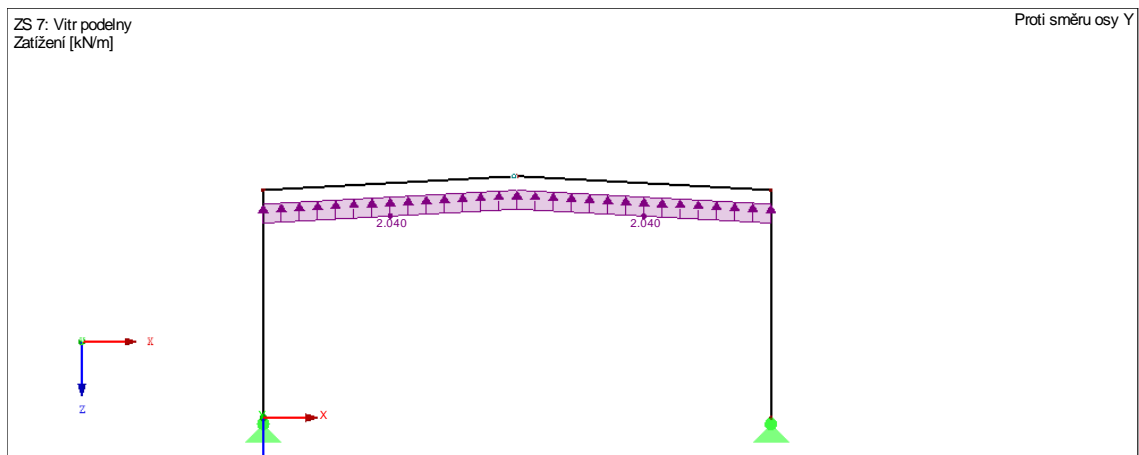
$$\text{sání } q_v = 0,47 \text{ kN/m}, 0,55 \text{ kN/m}$$



Obrázek 16: Vazník - příčný vítr

#### 3.2.4.2 Podélný vítr

$$\text{sání } q_v = -2,04 \text{ kN/m}$$



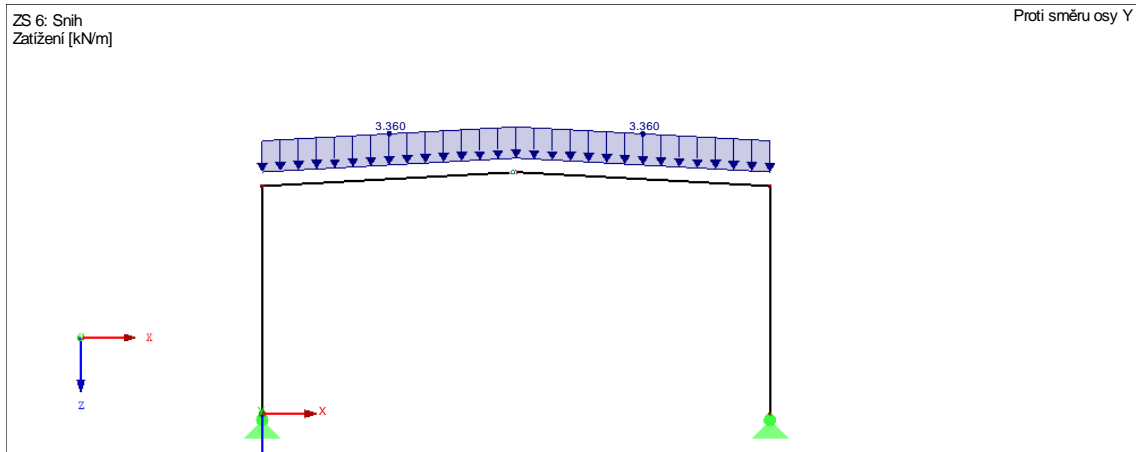
Obrázek 17: Vazník - podélný vítr

### 3.2.5 Zatížení sněhem – vazník

Lokalita: Kutná hora

Sněhová oblast I, charakteristická hodnota  $s_k=0,7$  kPa

$$q_s = 3,36 \text{ kN/m}$$



Obrázek 18: Vazník - zatížení sněhem

## 3.3 Kombinace zatížení

### 3.3.1 Zatěžovací stavy - vazník

Pro návrh a posouzení vazníku bylo použito 7 zatěžovacích stavů:

**ZS1 - vlastní tíha konstrukce**

**ZS2 – střešní krytina** – kategorie účinků: stálé/užité

**ZS3 – obvodový plášť** – kategorie účinků: stálé/užité

**ZS4 – užité zatížení střech H** – kat. účinků: kategorie H: střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby

**ZS5 – vítr příčný max**

**ZS6 – sníh** – kat. účinků: sníh ( $H \leq 1000$  m.n.m.)

**ZS7 – vítr podélný** – vítr

### 3.3.2 Zatěžovací stavy – stropní deska východní

Pro návrh a posouzení stropu byly použity 4 zatěžovací stavy:

**ZS1 - vlastní tíha konstrukce**

**ZS2 – podlaha** – kategorie účinků: stálé/užité

**ZS3 – užité zatížení** – kategorie účinků: kategorie C- shromažďovací prostory

**ZS4 – zatížení od příček** – kategorie účinků: kategorie C- shromažďovací prostory

### 3.3.3 Zatěžovací stavy – stropní deska západní

Pro návrh a posouzení stropu byly použity 4 zatěžovací stavy:

**ZS1 - vlastní tíha konstrukce**

**ZS2 – podlaha – kategorie účinků: stálé/užitné**

**ZS3 – užitné zatížení – kategorie účinků: kategorie C- shromažďovací prostory**

**ZS4 – zatížení od příček – kategorie účinků: kategorie C- shromažďovací prostory**

### 3.3.4 Kombinace účinků zatížení - vazník

Kombin. zatížení	NS	Kombinace zatížení Označení	č.	Součinitel	Zatěžovací stav
KZ1	S Ch	MSP - charakteristická	1	1.00	ZS1
			2	1.00	ZS2
			3	1.00	ZS3
			4	1.00	ZS7
KZ2	S Ch	MSP - charakteristická	1	1.00	ZS1
			2	1.00	ZS2
			3	1.00	ZS3
			4	1.00	ZS5
KZ3	S Ch	MSP - charakteristická	1	1.00	ZS1
			2	1.00	ZS2
			3	1.00	ZS3
			4	1.00	ZS6
KZ4	STR	MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10	1	1.35	ZS1
			2	1.35	ZS2
			3	1.35	ZS3
			4	1.50	ZS7
KZ5	STR	MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10	1	1.35	ZS1
			2	1.35	ZS2
			3	1.35	ZS3
			4	1.50	ZS5
			5	0.90	ZS7
KZ6	STR	MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10	1	1.35	ZS1
			2	1.35	ZS2
			3	1.35	ZS3
			4	0.90	ZS7
			5	1.50	ZS6
KZ7	STR	MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10	1	1.35	ZS1
			2	1.35	ZS2
			3	1.35	ZS3
			4	1.35	ZS7
			5	0.75	ZS6
KZ8	STR	MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10	1	1.35	ZS1
			2	1.35	ZS2
			3	1.35	ZS3
			4	0.75	ZS5
			5	1.50	ZS7
KZ9	STR	MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10	1	1.00	ZS1
			2	1.00	ZS2
			3	1.00	ZS3
			4	1.50	ZS5
KZ10	STR	MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10	1	1.00	ZS1
			2	1.00	ZS2
			3	1.00	ZS3
			4	1.50	ZS6

Obrázek 19: Kombinace účinků zatížení – vazník

### 3.3.5 Kombinace účinků zatížení – stropní deska východní

Kombin. zatížení	NS	Kombinace zatížení		č.	Součinitel		Zatěžovací stav
		Označení					
KZ1	STR	1.35*ZS1		1	1.35	ZS1	
KZ2	STR	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2		1	1.35	ZS1	
				2	1.35	ZS2	Podlaha
KZ3	STR	1.35*ZS1 + 1.5*ZS3		1	1.35	ZS1	
				2	1.50	ZS3	Užitné zat.
KZ4	STR	1.35*ZS1 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS4		1	1.35	ZS1	
				2	1.50	ZS3	Užitné zat.
				3	1.50	ZS4	Premístnitelné pricky
KZ5	STR	1.35*ZS1 + 1.5*ZS4		1	1.35	ZS1	
				2	1.50	ZS4	Premístnitelné pricky
KZ6	STR	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3		1	1.35	ZS1	
				2	1.35	ZS2	Podlaha
				3	1.50	ZS3	Užitné zat.
KZ7	STR	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS4		1	1.35	ZS1	
				2	1.35	ZS2	Podlaha
				3	1.50	ZS3	Užitné zat.
				4	1.50	ZS4	Premístnitelné pricky
KZ8	STR	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4		1	1.35	ZS1	
				2	1.35	ZS2	Podlaha
				3	1.50	ZS4	Premístnitelné pricky
KZ9	S Ch	ZS1		1	1.00	ZS1	
KZ10	S Ch	ZS1 + ZS2		1	1.00	ZS1	
				2	1.00	ZS2	Podlaha
KZ11	S Ch	ZS1 + ZS3		1	1.00	ZS1	
				2	1.00	ZS3	Užitné zat.
KZ12	S Ch	ZS1 + ZS3 + ZS4		1	1.00	ZS1	
				2	1.00	ZS3	Užitné zat.
				3	1.00	ZS4	Premístnitelné pricky
KZ13	S Ch	ZS1 + ZS4		1	1.00	ZS1	
				2	1.00	ZS4	Premístnitelné pricky
KZ14	S Ch	ZS1 + ZS2 + ZS3		1	1.00	ZS1	
				2	1.00	ZS2	Podlaha
				3	1.00	ZS3	Užitné zat.
KZ15	S Ch	ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS4		1	1.00	ZS1	
				2	1.00	ZS2	Podlaha
				3	1.00	ZS3	Užitné zat.
				4	1.00	ZS4	Premístnitelné pricky
KZ16	S Ch	ZS1 + ZS2 + ZS4		1	1.00	ZS1	
				2	1.00	ZS2	Podlaha
				3	1.00	ZS4	Premístnitelné pricky

Obrázek 20: Kombinace účinků zatížení - stropní deska východní

### 3.3.6 Kombinace účinků zatížení – stropní deska západní

Kombin. zatížení	NS	Kombinace zatížení		č.	Součinitel		Zatěžovací stav
		Označení					
KZ1	STR	1.35*ZS1		1	1.35	ZS1	
KZ2	STR	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2		1	1.35	ZS1	
				2	1.35	ZS2	Podlaha
KZ3	STR	1.35*ZS1 + 1.5*ZS3		1	1.35	ZS1	
				2	1.50	ZS3	Užitné zat.
KZ4	STR	1.35*ZS1 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS4		1	1.35	ZS1	
				2	1.50	ZS3	Užitné zat.
				3	1.50	ZS4	Premístnitelné pricky
KZ5	STR	1.35*ZS1 + 1.5*ZS4		1	1.35	ZS1	
				2	1.50	ZS4	Premístnitelné pricky
KZ6	STR	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3		1	1.35	ZS1	
				2	1.35	ZS2	Podlaha
				3	1.50	ZS3	Užitné zat.
KZ7	STR	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS4		1	1.35	ZS1	
				2	1.35	ZS2	Podlaha
				3	1.50	ZS3	Užitné zat.
				4	1.50	ZS4	Premístnitelné pricky
KZ8	STR	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4		1	1.35	ZS1	
				2	1.35	ZS2	Podlaha
				3	1.50	ZS4	Premístnitelné pricky
KZ9	S Ch	ZS1		1	1.00	ZS1	
KZ10	S Ch	ZS1 + ZS2		1	1.00	ZS1	
				2	1.00	ZS2	Podlaha
KZ11	S Ch	ZS1 + ZS3		1	1.00	ZS1	
				2	1.00	ZS3	Užitné zat.
KZ12	S Ch	ZS1 + ZS3 + ZS4		1	1.00	ZS1	
				2	1.00	ZS3	Užitné zat.
				3	1.00	ZS4	Premístnitelné pricky
KZ13	S Ch	ZS1 + ZS4		1	1.00	ZS1	
				2	1.00	ZS4	Premístnitelné pricky
KZ14	S Ch	ZS1 + ZS2 + ZS3		1	1.00	ZS1	
				2	1.00	ZS2	Podlaha
				3	1.00	ZS3	Užitné zat.
KZ15	S Ch	ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS4		1	1.00	ZS1	
				2	1.00	ZS2	Podlaha
				3	1.00	ZS3	Užitné zat.
				4	1.00	ZS4	Premístnitelné pricky
KZ16	S Ch	ZS1 + ZS2 + ZS4		1	1.00	ZS1	
				2	1.00	ZS2	Podlaha
				3	1.00	ZS4	Premístnitelné pricky

Obrázek 21: Kombinace účinků zatížení - stropní deska západní

### 3.3.7 Kombinace výsledků stropní desky

Kombin. výsledků	Označení	Zatěžování
KV1	MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10	KZ1/s nebo do KZ8
KV2	MSP - charakteristická	KZ9/s nebo do KZ16

Obrázek 22: Kombinace výsledků desky

## 4 Posouzení

### 4.1 Dřevěný lepený vazník

#### 4.1.1 Materiál

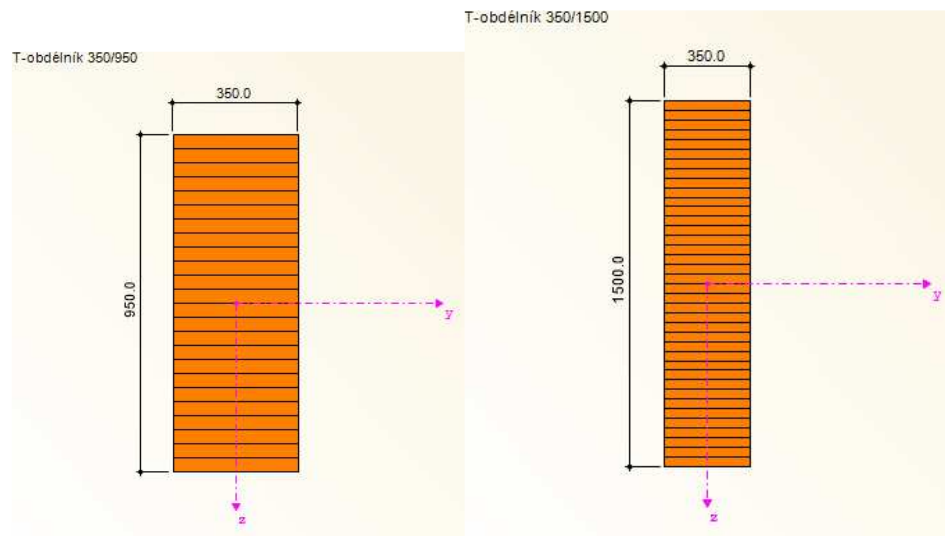
Mat. č.	Modul E [MPa]	Modul G [MPa]	Objem. tíha $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Souč. tepl. rozst. $\alpha$ [1/K]	Souč. spolehlivosti $\gamma_M$ [-]	Materiálový model
1	Oceľ S 235   EN 1993-1-1:2005-05 210000.000	80769.200	78.50	1.20E-05	1.00	Izotropní lineárně elastický
2	Lepené lamelové dřevo GL32h   ČSN 73 1702:2007-11 13700.000	850.000	4.20	5.00E-06	1.25	Izotropní lineárně elastický

Obrázek 23: Materiál vazníku

#### 4.1.2 Průřezové charakteristiky

Průřez č.	Mater. č.	$I_y$ [mm <sup>4</sup> ] A [mm <sup>2</sup> ]	$I_y$ [mm <sup>4</sup> ] $A_y$ [mm <sup>2</sup> ]	$I_z$ [mm <sup>4</sup> ] $A_z$ [mm <sup>2</sup> ]	Hlavní osy $\alpha$ [°]	Natočení $\alpha'$ [°]	Celkové rozměry [mm] Šířka b   Výška h	
1	T-obdélník 350/950 2	332500.0	25006772224.0	277083.3	0.00	0.00	350.0	950.0
2	T-obdélník 350/1500 2	525000.0	98437505024.0	437500.0	0.00	0.00	350.0	1500.0

Obrázek 24: Průřezové charakteristiky



Obrázek 25: Průřezové charakteristiky

#### 4.1.3 Mezní stav použitelnosti

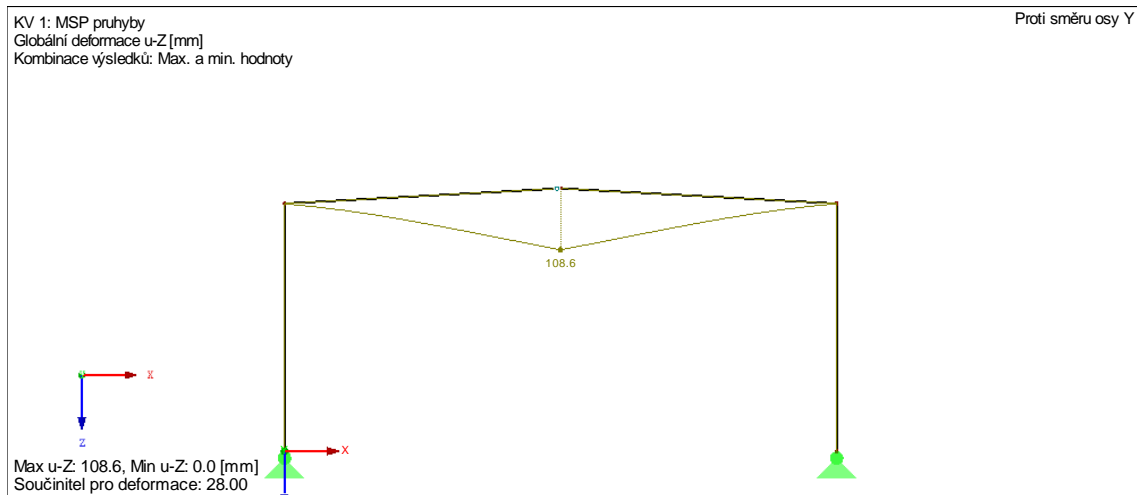
V mezním stavu použitelnosti byl posouzen průhyb ve středu rozpětí haly. Limitní hodnota průhybu byla stanovena na  $L/250$ .

$$u = 108,6 \text{ mm}$$

$$u_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{27350}{250} = 109,4 \text{ mm}$$

$$u < u_{lim}$$

**Vyhovuje na průhyb**



Obrázek 26: Mezní stav použitelnosti – průhyby

#### 4.1.4 Mezní stav únosnosti

V MSÚ byl posouzen rámový spoj nosníku z lepeného dřeva.



# NAVRH A POSOUZENÍ SPOJE STOLKY A PŘÍČLE TROJKOUBOVÉHO ZÁTIU

ROZPĚTÍ  $L = 27,35 \text{ m}$   
VÝŠKA PŘÍČLE  $h_r = 1500 \text{ mm}$   
ŠÍŘKA PŘÍČLE  $b_r = 350 \text{ mm}$   
VÝŠKA STOLKY  $h_c = 950 \text{ mm}$   
ŠÍŘKA STOLKY  $b_c = 350 \text{ mm}$   
SKLON PŘÍČLE  $\alpha = 5\% \approx 3^\circ$

VLASTNOSTI LEPKÉHO LATELOVÉHO DŘEVA

$$f_{m,grk} = 24 \text{ MPa}$$

$$f_{v,grk} = 3,5 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

NAVRHOVÁ PĚKOST V OHYBU

$$f_{m,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,grk}}{\gamma_{F7}} = 0,9 \cdot \frac{24}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

NAVRHOVÁ PĚKOST VE STYKU

$$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,grk}}{\gamma_{F7}} = 0,9 \cdot \frac{3,5}{1,25} = 2,52 \text{ MPa}$$



# KOLÍKY

OCEL S235  $\phi 24_{mm}$  (4.6):  $f_{yk} = 400 MPa$

## VNITĚNÍ SILY V PŘÍČOVÉM ZOHU

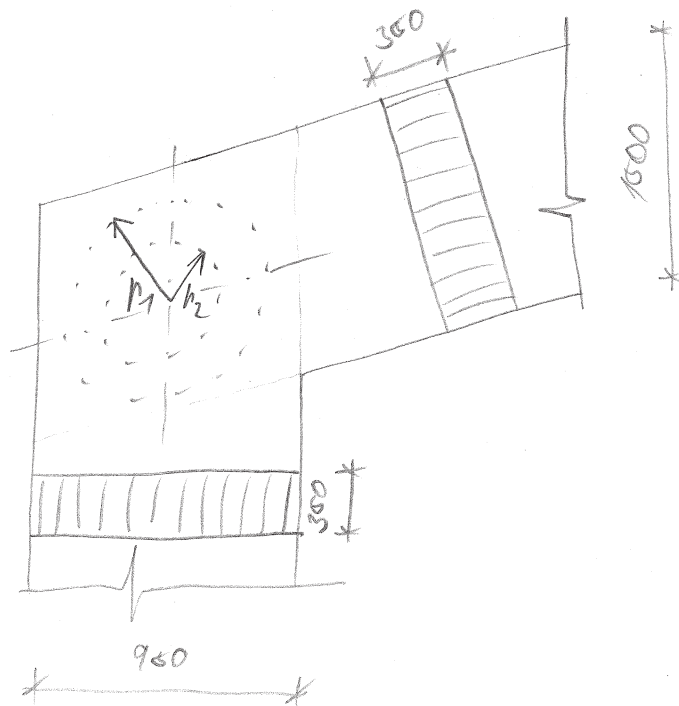
STOJKA  $N_d = 1097 \cdot 10^6 N_{mm}$ ;  $H_{d,rc} = 1178 \cdot 10^3 N$ ;  $V_{d,rc} = 171,7 N$

PŘÍČLE  $N_d = 1097 \cdot 10^6 N_{mm}$ ;  $R_{d,rc} = 166,13 \cdot 10^3 N$ ;  $N_{d,rc} = 97,9 \cdot 10^3 N$

## NAVRH KOLÍKOVÉHO SPŘEJ

VNĚŠNÍ KRUH:  $n_1 \leq 0,5h - 4d = 0,5 \cdot 1500 - 4 \cdot 24 = 654_{mm} \Rightarrow n_1 = 654_{mm}$

VNITĚNÍ KRUH:  $n_2 \leq n_1 - 5d = 654 - 5 \cdot 24 = 534_{mm} \Rightarrow n_2 = 534_{mm}$



## POČET KOLÍKŮ V KŘEVECH

$$h_1 \leq \frac{2\pi h_1}{6d} = \frac{2\pi \cdot 654}{6 \cdot 24} = 28,3 \text{ ks} \Rightarrow h_1 = 28 \text{ ks}$$

$$h_2 \leq \frac{2\pi \cdot h_2}{6d} = \frac{2\pi \cdot 534}{6 \cdot 24} = 23,3 \text{ ks} \Rightarrow h_2 = 23 \text{ ks}$$

## ZATÍŽENÍ KOLÍKŮ

ZATÍŽENÍ KOLÍKŮ VE STOJCE A PĚŤOLÍ PÁŤU OD OHYBOVÉHO MOMENTU

$$F_H = \pi d \cdot \frac{h_1}{n_1 \cdot h_1^2 + n_2 \cdot h_2^2} = 1047 \cdot 10^6 \cdot \frac{654}{28 \cdot 654^2 + 23 \cdot 534^2} = 281,27 \cdot 10^3 \text{ N}$$

ZATÍŽENÍ KOLÍKŮ VE STOJCE PÁŤU OD POSOUVACÍ A NORMÁLOVÉ SÍLY

$$F_{V1c} = \frac{V_{d1c}}{n_1 + n_2} = \frac{281,27 \cdot 10^3}{28 + 23} = 1,22 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$F_{V1c} = \frac{V_{d1c}}{n_1 + n_2} = \frac{171,17 \cdot 10^3}{28 + 23} = 2,45 \cdot 10^3 \text{ N}$$

ZATÍŽENÍ KOLÍKŮ V PĚŤOLÍ PÁŤU OD POSOUVACÍ A NORMÁLOVÉ SÍLY

$$F_{V1R} = \frac{V_{d1R}}{h_1 + h_2} = \frac{166,13 \cdot 10^3}{28 + 23} = 2,32 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$F_{V1R} = \frac{V_{d1R}}{h_1 + h_2} = \frac{97,9 \cdot 10^3}{28 + 23} = 1,39 \cdot 10^3 \text{ N}$$

CELKOVÉ ZATÍŽENÍ KOLÍKŮ V OSE PĚŤOLE A STOLKY ŽÁŤU

$$F_{d1c} = \sqrt{(F_H + F_{V1c})^2 + F_{V1R}^2} = \sqrt{(281,27 \cdot 10^3 + 1,22 \cdot 10^3)^2 + (2,45 \cdot 10^3)^2} = 29,64 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$F_{d1R} = \sqrt{(F_H + F_{V1R})^2 + F_{V1c}^2} = \sqrt{(281,27 \cdot 10^3 + 2,32 \cdot 10^3)^2 + (1,39 \cdot 10^3)^2} = 30,65 \cdot 10^3 \text{ N}$$

## STYKOVÁ SILA VE STOSCE A PŘÍČLI V MÍSTĚ STOSU

$$V_{\pi} = \left( \frac{\pi d \cdot (h_1 \cdot h_1 + h_2 \cdot h_2)}{h_1 \cdot h_1^2 + h_2 \cdot h_2^2} \right) = \left( \frac{1097 \cdot 10^6}{\pi} \cdot \frac{39 \cdot 657 + 28 \cdot 534}{39 \cdot 657^2 + 28 \cdot 534^2} \right) \approx 577,06$$

$$F_{\text{vdic}} = V_{\pi} \cdot \frac{V_{d,c}}{2} = 577,06 \cdot 10^3 - \frac{89780 \cdot 10^3}{2} = 532,08 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$F_{\text{vdic}} = V_{\pi} \cdot \frac{V_{d,r}}{2} = 577,06 \cdot 10^3 - \frac{166,13 \cdot 10^3}{2} = 493,99 \cdot 10^3 \text{ N}$$

## MECHANICKE VLASTNOSTI KOLÍKŮ

PEVNOST V OTLAČENÍ POKROVĚNÉ S VLAKNY

$$F_{h,0,K} = 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \cdot \sigma_K = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 24) \cdot 390 = 23,68 \text{ MPa}$$

a) ÚKOSNOST KOLÍKU V OSE STOSKY

ÚHEL MEZI ZATIŽENÍM A VLAKNÝM SMĚREM

$$\alpha_1 = \arctan \left( \frac{F_{\pi} + F_{\text{vdic}}}{F_{\text{vdic}}} \right) = \arctan \left( \frac{20,29 \cdot 10^3 + 1127 \cdot 10^3}{2,98 \cdot 10^3} \right) \approx 85,26^\circ$$

$$\alpha_2 = 90^\circ - \left( \frac{\pi}{2} - \alpha_1 \right) = 90^\circ - \left( \frac{\pi}{2} - 85,26^\circ \right) = 174^\circ$$

PEVNOST V OTLAČENÍ

$$K_{90} = 1,35 + 0,015d = 1,35 + 0,015 \cdot 24 = 1,71$$

$$F_{h,1,K} = \frac{F_{h,0,K}}{K_{90} \cdot \sin^2 \alpha_2 + \cos^2 \alpha_2} = \frac{23,68}{1,71 \cdot \sin^2 85,26 + \cos^2 85,26} = 13,89 \text{ MPa}$$

$$F_{h,2,K} = \frac{F_{h,0,K}}{K_{90} \cdot \sin^2 \alpha_2 + \cos^2 \alpha_2} = \frac{23,68}{1,71 \cdot \sin^2 174 - 1,71 + \cos^2 174} = 23,67 \text{ MPa}$$

$$\beta = \frac{F_{h,2,K}}{F_{h,1,K}} = \frac{23,67}{13,89} \approx 1,709$$

# PLASTICKÝ POKRET VNESKOSTI

$$M_{y,PK} = 0,13 \cdot A_{y,K} \cdot d^{2,6} = 0,13 \cdot 400 \cdot 24^{2,6} = 46513 \cdot 10^3 \text{ Nmm}$$

$$t_1 = 350 \text{ mm}, t_2 = 350 \text{ mm}$$

$$\rightarrow A_{h,1,K} \cdot t_1 \cdot d = 13,89 \cdot 350 \cdot 24 = 116,7 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\rightarrow 0,5 \cdot A_{h,2,K} \cdot t_2 \cdot d = 0,5 \cdot 23,67 \cdot 350 \cdot 24 = 99,4 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\rightarrow 1,05 \cdot \frac{A_{h,1,K} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{2 \beta (1 + \beta) + \frac{4 \beta (2 + \beta) \cdot M_{y,PK}}{A_{h,1,K} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \left[ \frac{F_{ax,PK}}{4} \right]^* =$$

$$F_{V,PK,C2} = 1,05 \cdot \frac{13,89 \cdot 350 \cdot 24}{2 + 1,704} \cdot \left[ \sqrt{2 \cdot 1,704 (1 + 1,704) + \frac{4 \cdot 1,704 (2 + 1,704) \cdot 46513 \cdot 10^3}{13,89 \cdot 24 \cdot 350^2}} - 1,704 \right] =$$

$$= 33,1 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\rightarrow 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \beta}{4 \beta}} \cdot \sqrt{2 M_{y,PK} \cdot A_{h,1,K} \cdot d} + \left[ \frac{F_{ax,PK}}{4} \right]^* =$$

$$= 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,704}{4 \cdot 1,704}} \cdot \sqrt{2 \cdot 46513 \cdot 10^3 \cdot 13,89 \cdot 24} = 22,74 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$* F_{ax,PK} = 0$$

$$F_{r,PK,C2} = \frac{k_{mod} \cdot F_{V,PK}}{\gamma_{Rt}} = \frac{0,9 \cdot 22,74 \cdot 10^3}{1,25} = 16,37 \cdot 10^3 \text{ N}$$

## b) VNESKOST KOLÍK V OSE PŘÍČLE

UHĚL PŘEZI ZATÍŽENÍ A VLAKNY. SĚKA

$$\alpha_2 = \arctg \left( \frac{F_{N1} + F_{N2}}{F_{NR}} \right) = \arctg \left( \frac{28127 \cdot 10^3 + 28127 \cdot 10^3}{1,39 \cdot 10^3} \right) = 87,38^\circ$$

$$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} + \alpha_2 = 90 + 3 - 87,38 = 5,62^\circ$$

# PEKROST V OTLAČENI'

$$P_{h,1K} = \frac{P_{h,OK}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha_1 + \cos^2 \alpha_1} = \frac{23,68}{1,77 \cdot \sin^2 3,62 + \cos^2 3,62} = 23,52 \text{ MPa}$$

$$P_{h,2K} = \frac{P_{h,OK}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha_2 + \cos^2 \alpha_2} = \frac{23,68}{1,77 \cdot \sin^2 8,74 + \cos^2 8,74} = 13,86 \text{ MPa}$$

$$\beta = \frac{P_{h,2K}}{P_{h,1K}} = \frac{13,86}{23,52} = 0,589$$

$$t_1 = 350 \text{ mm}, t_2 = 350 \text{ mm}$$

$$F_{V,1K,2K} = \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow P_{h,1K} \cdot t_1 \cdot d = 23,52 \cdot 350 \cdot 24 = 197,16 \cdot 10^3 \text{ N} \\ \rightarrow 0,5 \cdot P_{h,2K} \cdot t_2 \cdot d = 0,5 \cdot 13,86 \cdot 24 \cdot 350 = 59,124 \cdot 10^3 \text{ N} \\ \rightarrow 1,05 \cdot \frac{P_{h,1K} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{2\beta(1+\beta) + \frac{4A(2+\beta)F_{a,1K}}{A_{h,1K} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \cdot \left[ \frac{F_{a,1K}}{4} \right] \\ = 1,05 \cdot \frac{23,52 \cdot 350 \cdot 24}{2 + 0,589} \cdot \left[ \sqrt{2 \cdot 0,589 \cdot (1 + 0,589)} + \frac{4 \cdot 0,589 \cdot (2 + 0,589) \cdot 465,3 \cdot 10^3}{23,52 \cdot 350^2 \cdot 24} \right] \\ = 80,125 \cdot 10^3 \text{ N} \\ \rightarrow 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2\beta}{4A}} \cdot \sqrt{2F_{V,1K} \cdot P_{h,1K} \cdot d} + \left[ \frac{F_{a,1K}}{4} \right]^* \\ = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,589}{4 \cdot 0,589}} \cdot \sqrt{2 \cdot 197,16 \cdot 10^3 \cdot 23,52 \cdot 24} \\ = 22,17 \cdot 10^3 \text{ N} \\ * \frac{F_{a,1K}}{4} = 0 \end{array} \right.$$

$$F_{V,12,d,12} = \frac{k_{mod} \cdot F_{V,1K}}{\gamma_{M1}} = \frac{0,9 \cdot 22,17 \cdot 10^3}{1,25} = 16,134 \cdot 10^3 \text{ N}$$

# OVĚŘENÍ PŘÍKLADY POZVĚNÍ

a) POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI SPOJE STAVKY A PŘÍČLE PÁHU

- STAVKA

$$F_{d,c} = 29,64 \cdot 10^3 \text{ N} \leq 2 \cdot F_{v,d,c} = 2 \cdot 16,37 \cdot 10^3 = 32,74 \cdot 10^3 \text{ N}$$

✓  
VYHOVUJE  
✓

- PŘÍČLE

$$F_{d,r} = 30,67 \cdot 10^3 \text{ N} \leq 2 \cdot F_{v,d,r} = 2 \cdot 16,344 \cdot 10^3 = 32,69 \cdot 10^3 \text{ N}$$

✓  
VYHOVUJE  
✓

b) POSOUZENÍ SMYKOVÉHO NAPĚTÍ STAVKY A PŘÍČLE PÁHU

- STAVKA

$$\tau_{v,c} = \frac{3 \cdot F_{d,c}}{2 \cdot k_c \cdot b \cdot h} = \frac{3 \cdot 29,67 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,167 \cdot 330 \cdot 1500} = 2,27 \text{ MPa} < F_{v,d} = 2,52 \text{ MPa}$$

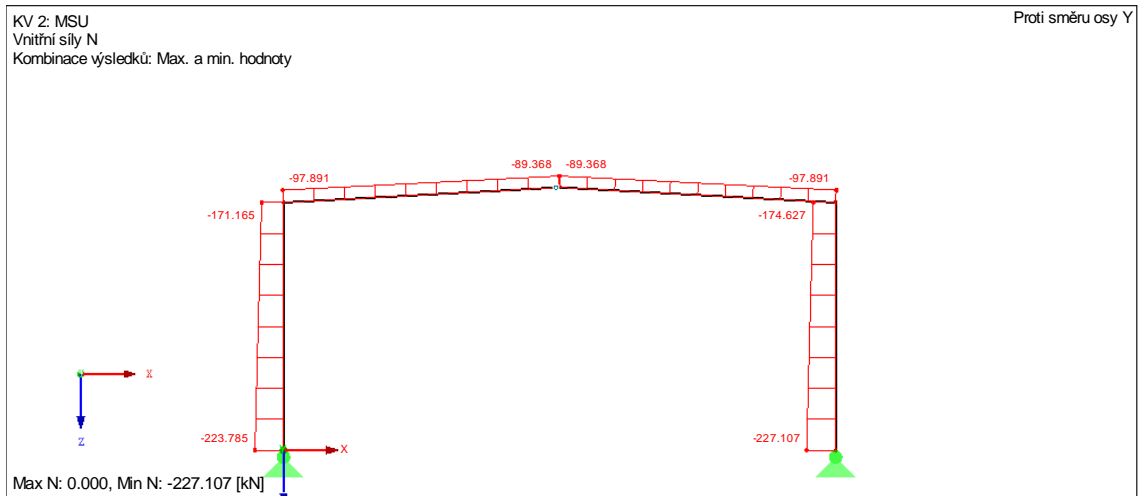
✓  
VYHOVUJE  
✓

- PŘÍČLE

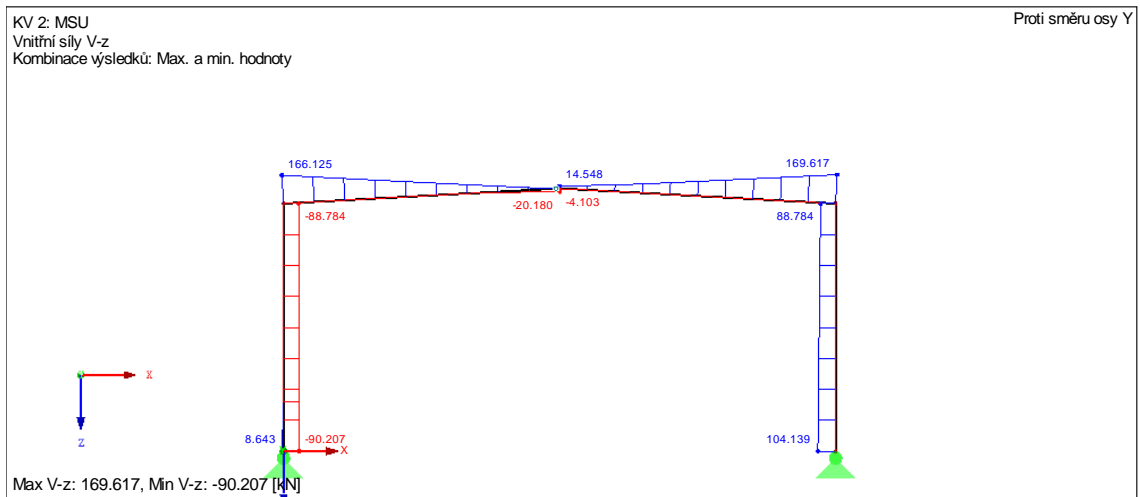
$$\tau_{v,r} = \frac{3 \cdot F_{d,r}}{2 \cdot k_c \cdot b \cdot h} = \frac{3 \cdot 30,67 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,167 \cdot 330 \cdot 1500} = 2,11 \text{ MPa} < F_{v,d} = 2,52 \text{ MPa}$$

✓  
VYHOVUJE  
✓

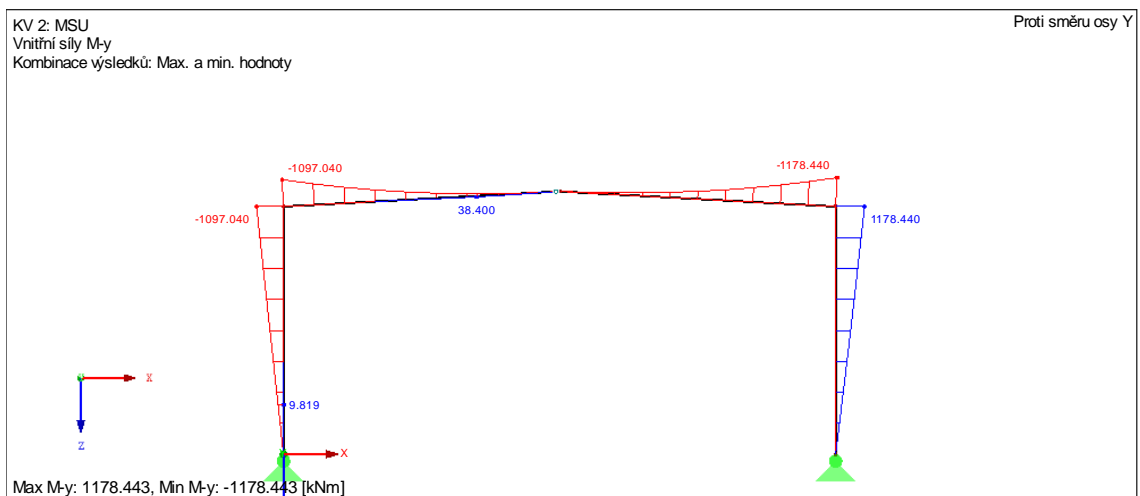
Kombinace výsledků max a min. hodnoty:



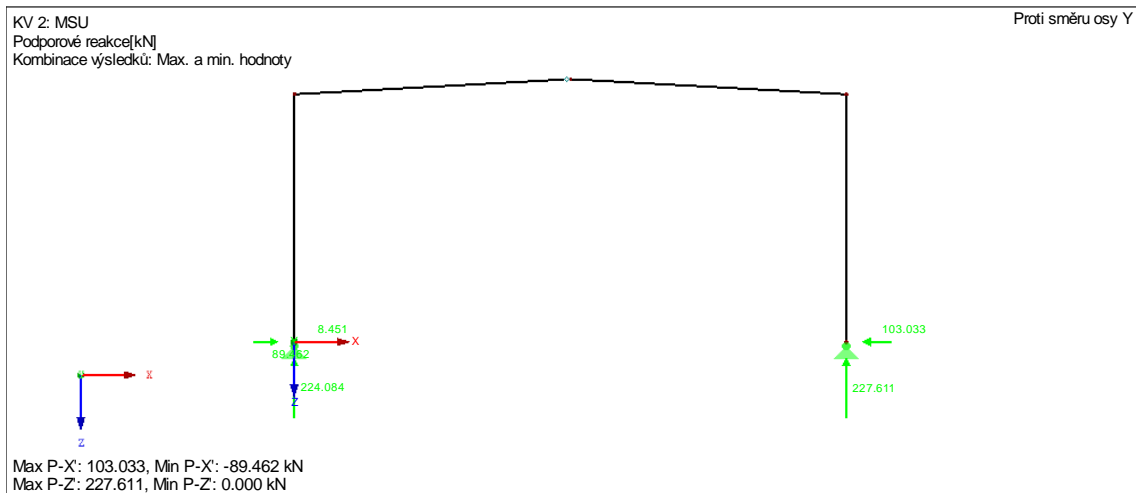
Obrázek 27: MSÚ - vnitřní síly N



Obrázek 28: MSÚ - vnitřní síly V-z



Obrázek 29: MSÚ - vnitřní síly M-y



Obrázek 30: MSÚ - podporové reakce

## 4.2 Stropní deska východní

### 4.2.1 Materiál

Mat. č.	Modul E [MPa]	Modul G [MPa]	Poissonův souč. ν [-]	Objem. tíha γ [kN/m <sup>3</sup> ]	Souč. tepl. roz. α [1/K]	Souč. spolehlivosti γ <sub>M</sub> [-]	Materiálový model
1	Beton C20/25   DIN 1045-1:2008-08 24900.000	10375.000	0.200	25.00	1.00E-05	1.00	Izotropní lineárně elastický
2	Ocel S 235   DIN EN 1993-1-1:2010-12 210000.000	80769.200	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Izotropní lineárně elastický
	Baustahň S 235						

Obrázek 31: Materiál východní stropní desky

### 4.2.2 Mezní stav použitelnosti

V mezním stavu použitelnosti byl posouzen průhyb ve středu desky. Limitní hodnota průhybu byla stanovena na  $L/250$ .

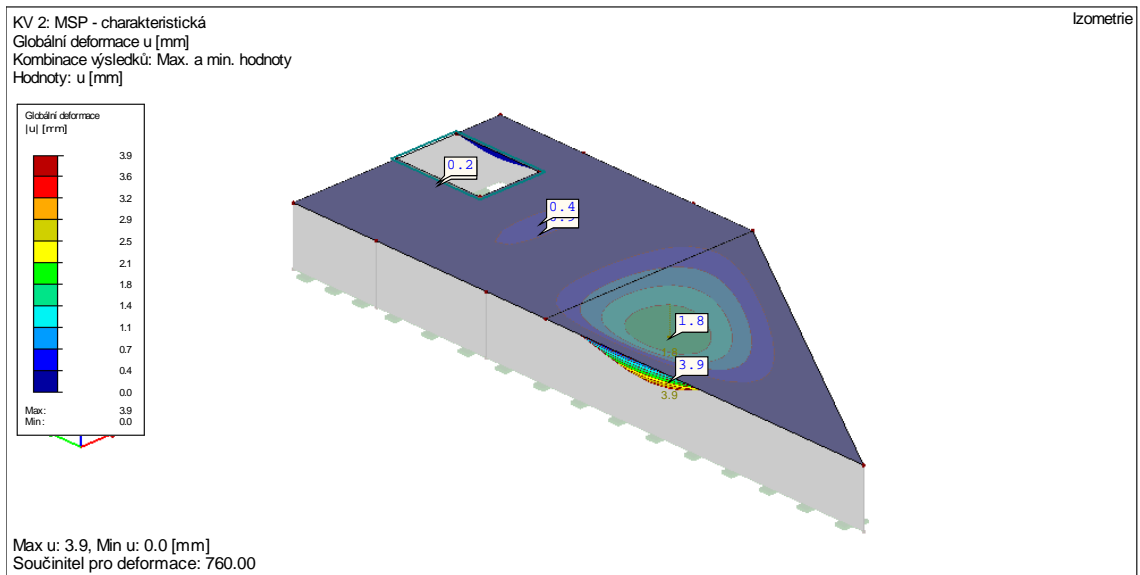
$$u = 3,9 \text{ mm}$$

$$u_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{7600}{250} = 30,4 \text{ mm}$$

$$u < u_{lim}$$

**Vyhovuje na průhyb**



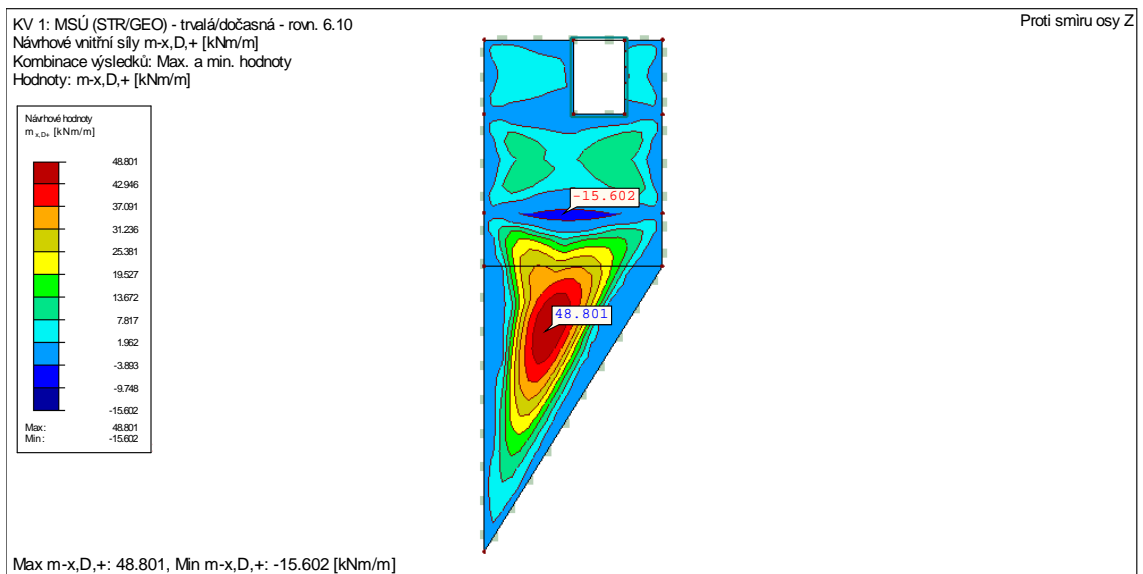


Obrázek 32: Východní stropní deska – průhyby

## 4.2.3 Mezní stav únosnosti

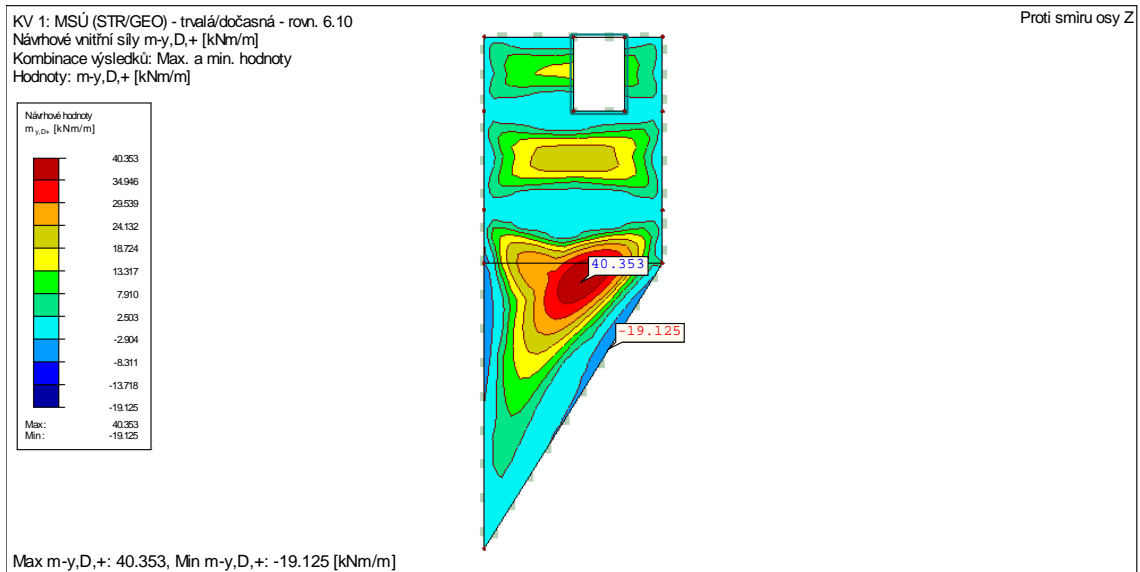
### 4.2.3.1 Dimenzační momenty dolní povrch desky

#### **Směr X:**



Obrázek 33: Východní stropní deska - dimenzační momenty

**Směr Y:**



Obrázek 34: Východní stropní deska - dimenzační momenty

4.2.3.2 Návrh a posouzení výztuže – dolní povrch

**Parametry desky:**

h= 250 mm  
c= 30 mm

**Výztuž:**

$f_{yd}$ = 435 MPa  
 $f_{cd}$ = 16,67 MPa

**Směr X:**

$m_{xd}$ = 48,801 kNm

Účinná výška:

$d=h-c-\phi/2=$  215 mm  $\phi=$   $\phi 10$

Odhad ramene vnitřních sil:

$z'=0,9*d=$  193,5 mm

Potřebná plocha výztuže:

$a_{s,req}=m_{xd}/z'*f_{yd}=$  580 mm<sup>2</sup>

**Návrh:** a`120  $\phi 10$  mm/m  $a_{s,prov}=$  654 mm<sup>2</sup>

Výška tlačené oblasti:

$x=a_{s,prov}*f_{yd}/(0,8*b*f_{cd})=$  21,35 mm

Ověření výšky tlačené oblasti:

$\xi= x/d \leq \xi_{max}=0,45$  0,099

Rameno vnitřních sil:

$z=d-0,4*x=$  206,46 mm

Moment únosnosti:

$m_{Rdx}= a_{s,prov}*z*f_{yd}=$  59 kNm

**Posouzení:**

$m_{Rdx} =$	<b>58,781 kNm</b>	$\geq$	$m_{xd+} =$	<b>48,801 kNm</b>	<b>83%</b>
-------------	-------------------	--------	-------------	-------------------	------------

**Směr Y:**

$m_{yd} =$  **40,353 kNm**

Účinná výška:

$d = h - c - \phi / 2 - \phi =$  205 mm  $\phi =$   $\phi 10$

Odhad ramene vnitřních sil:

$z' = 0,9 * d =$  184,5 mm

Potřebná plocha výztuže:

$a_{s,req} = m_{yd} / z' * f_{yd} =$  503 mm<sup>2</sup>

**Návrh:** **a`140** **ø10 mm/m**  $a_{s,prov} =$  **561 mm<sup>2</sup>**

Výška tlačené oblasti:

$x = a_{s,prov} * f_{yd} / (0,8 * b * f_{cd}) =$  18,30 mm

Ověření výšky tlačené oblasti:

$\xi = x / d \leq \xi_{max} = 0,45$  0,089

Rameno vnitřních sil:

$z = d - 0,4 * x =$  197,68 mm

Moment únosnosti:

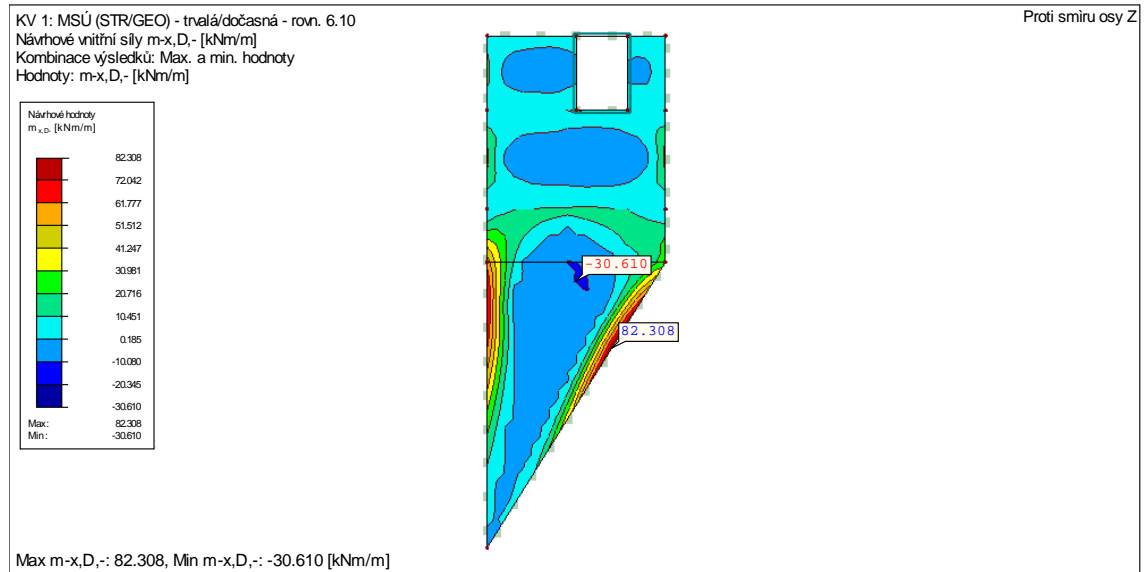
$m_{Rdy} = a_{s,prov} * z * f_{yd} =$  48 kNm

**Posouzení:**

$m_{Rdy} =$	<b>48,241 kNm</b>	$\geq$	$m_{yd} =$	<b>40,353 kNm</b>	<b>84%</b>
-------------	-------------------	--------	------------	-------------------	------------

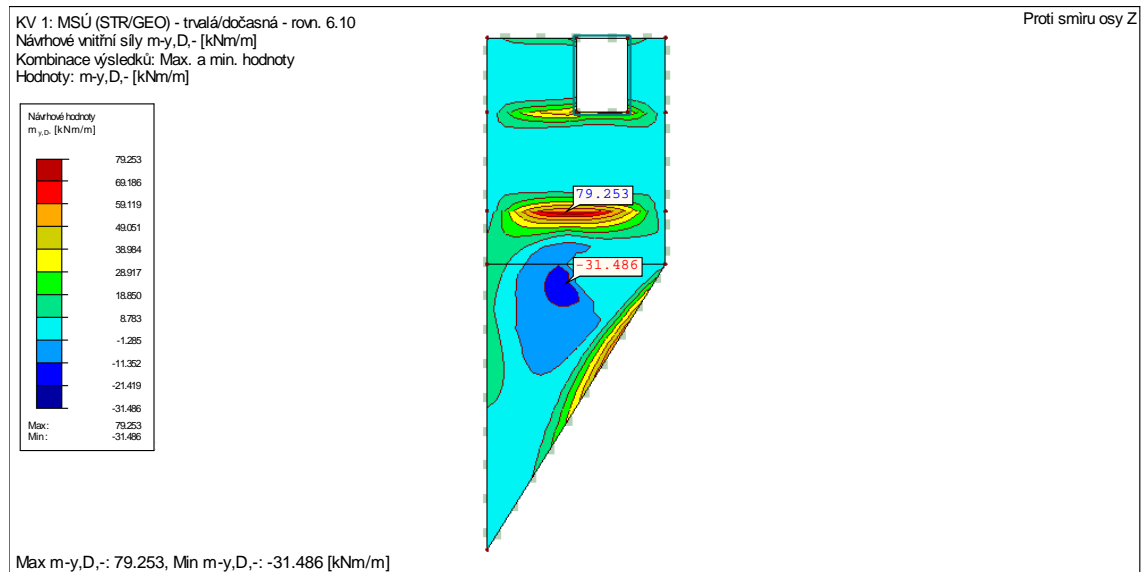
#### 4.2.3.3 Dimenzační momenty horní povrch desky

##### Směr X:



Obrázek 35: Východní stropní deska - dimenzační momenty

##### Směr Y:



Obrázek 36: Východní stropní deska - dimenzační momenty

#### 4.2.3.4 Návrh a posouzení výztuže – horní povrch

##### Směr X:

$$m_{x,d} = 82,308 \text{ kNm}$$

Účinná výška:

$$d = h - c - \phi / 2 = 213 \text{ mm} \quad \phi = \phi 14$$

Odhad ramene vnitřních sil:

$$z' = 0,9 \cdot d = 191,7 \text{ mm}$$

Potřebná plocha výztuže:

$$a_{s,req} = m_{xd+} / z' \cdot f_{yd} = 987 \text{ mm}^2$$

**Návrh:**                    **a`150**                    **ø14 mm/m**                    **a<sub>s,prov</sub>=**                    **1026 mm<sup>2</sup>**

Výška talačené oblasti:

$$x = a_{s,prov} \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = 33,47 \text{ mm}$$

Ověření výšky tlačené oblasti:

$$\xi = x/d \leq \xi_{max} = 0,45 \qquad 0,157$$

Rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0,4 \cdot x = 199,61 \text{ mm}$$

Moment únosnosti:

$$m_{Rdx} = a_{s,prov} \cdot z \cdot f_{yd} = 89 \qquad 0$$

**Posouzení:**

<b>m<sub>Rdx</sub>=</b>	<b>89,110</b>	<b>0</b>	<b>≥</b>	<b>m<sub>xd+</sub>=</b>	<b>82,308</b>	<b>0</b>	<b>92%</b>
-------------------------	---------------	----------	----------	-------------------------	---------------	----------	------------

**Směr Y:**

$$m_{yd} = 79,253 \text{ kNm}$$

Účinná výška:

$$d = h - c - \phi / 2 - \phi = 199 \text{ mm} \qquad \phi = \qquad \phi 14$$

Odhad ramene vnitřních sil:

$$z' = 0,9 \cdot d = 179,1 \text{ mm}$$

Potřebná plocha výztuže:

$$a_{s,req} = m_{yd} / z' \cdot f_{yd} = 1017 \text{ mm}^2$$

**Návrh:**                    **a`120**                    **ø14 mm/m**                    **a<sub>s,prov</sub>=**                    **1283 mm<sup>2</sup>**

Výška tlačené oblasti:

$$x = a_{s,prov} \cdot f_{yd} / (0,8 \cdot b \cdot f_{cd}) = 41,84 \text{ mm}$$

Ověření výšky tlačené oblasti:

$$\xi = x/d \leq \xi_{max} = 0,45 \qquad 0,210$$

Rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0,4 * x = 182,26 \text{ mm}$$

Moment únosnosti:

$$m_{Rdy} = a_{s,prov} * z * f_{yd} = 102 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$m_{Rdy} =$	<b>101,707 kNm</b>	$\geq$	$m_{y,d} =$	<b>79,253 kNm</b>	<b>78%</b>
-------------	--------------------	--------	-------------	-------------------	------------

## 4.3 Stropní deska západní

Mat. č.	Modul E [MPa]	Modul G [MPa]	Poissonův souč. $\nu$ [-]	Objem. tíha $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Souč. tepl. rozst. $\alpha$ [1/K]	Souč. spolehlivosti $\gamma_M$ [-]	Materiálový model
1	Beton C20/25   DIN 24900.000 1045-1:2009-08 10375.000		0.200	25.00	1.00E-05	1.00	Izotropní lineárně elastický
2	Ocel S 235   DIN EN 1993-1-1:2010-12 210000.000 Baustahl S 235	80769.200	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Izotropní lineárně elastický

### 4.3.1 Materiál

Obrázek 37: Materiál západní stropní desky

### 4.3.2 Mezní stav použitelnosti

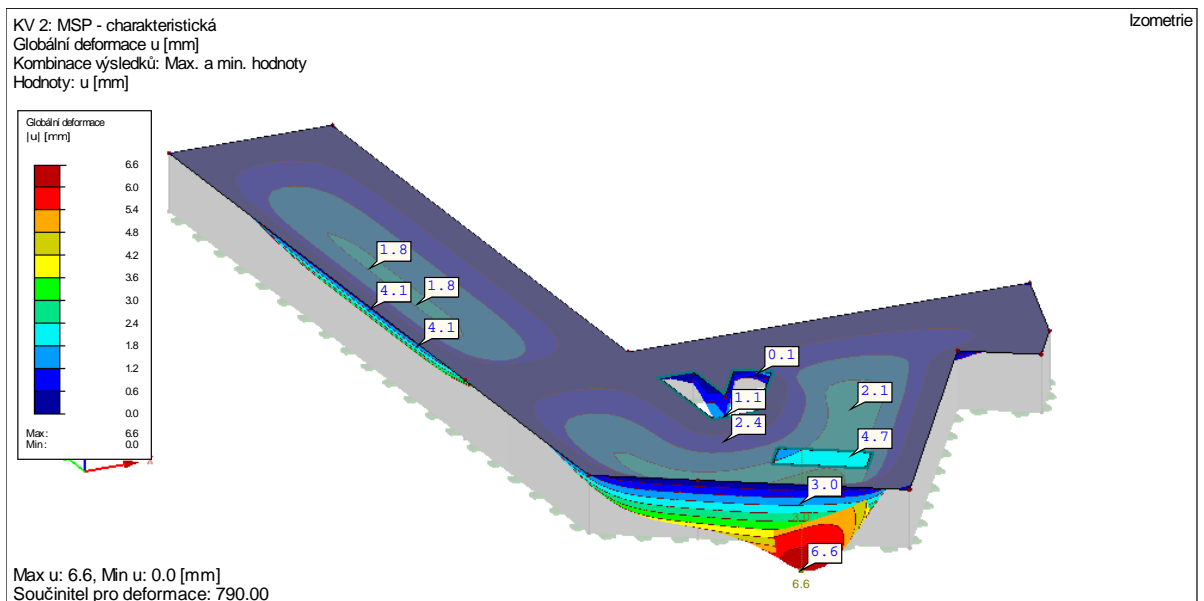
V mezním stavu použitelnosti byl posouzen průhyb ve středu desky. Limitní hodnota průhybu byla stanovena na  $L/250$ .

$$u = 6,6 \text{ mm}$$

$$u_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{7200}{250} = 28,8 \text{ mm}$$

$$u < u_{lim}$$

**Vyhovuje na průhyb**

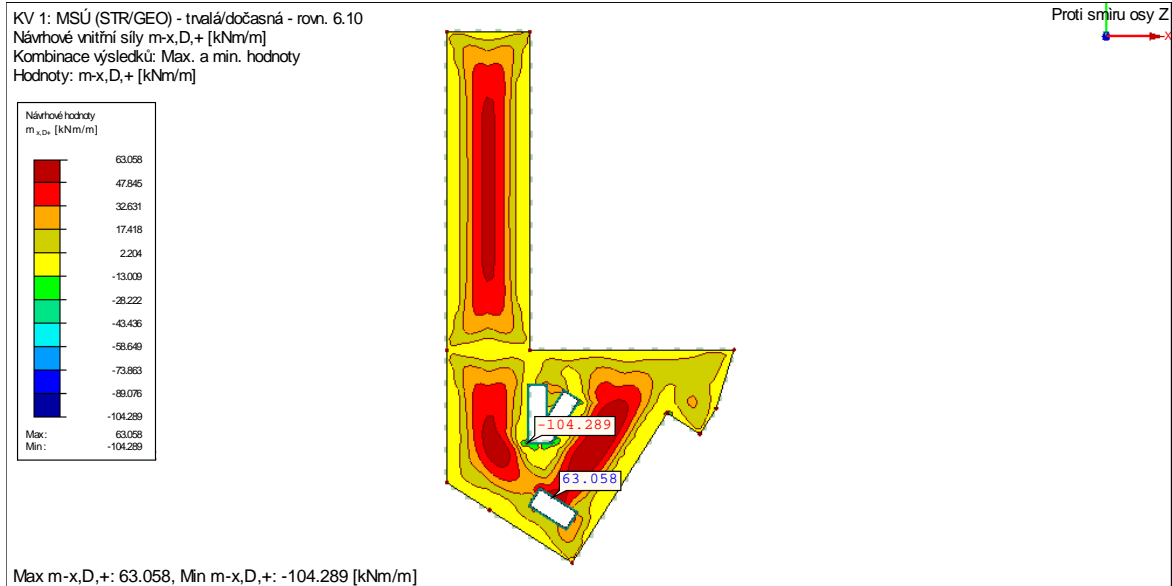


Obrázek 38: Západní stropní deska – průhyby

### 4.3.3 Mezní stav únosnosti

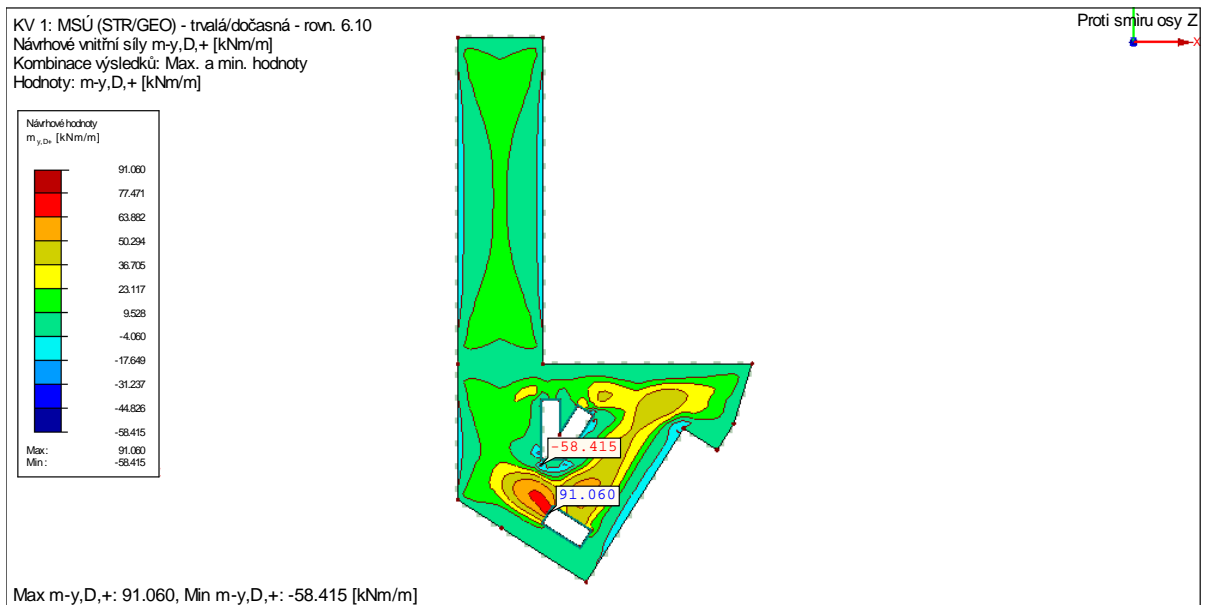
#### 4.3.3.1 Dimenzační momenty dolní povrch desky

##### **Směr X:**



Obrázek 39: Západní stropní deska - dimenzační momenty

##### **Směr Y:**



Obrázek 40: Západní stropní deska - dimenzační momenty

#### 4.3.3.2 Návrh a posouzení výztuže – dolní povrch

##### **Parametry desky:**

$h =$  250 mm  
 $c =$  30 mm

##### **Výztuž:**

$f_{yd} =$  435 MPa  
 $f_{cd} =$  16,67 MPa

**Směr X:**

$m_{xd} = 63,058 \text{ kNm}$

Účinná výška:

$d = h - c - \phi / 2 = 214 \text{ mm} \quad \phi = \phi 12$

Odhad ramene vnitřních sil:

$z' = 0,9 * d = 192,6 \text{ mm}$

Potřebná plocha výztuže:

$a_{s,req} = m_{xd} / z' * f_{yd} = 753 \text{ mm}^2$

**Návrh:**  $a \text{ } 120 \quad \phi 12 \text{ mm/m} \quad a_{s,prov} = 942 \text{ mm}^2$

Výška tlačené oblasti:

$x = a_{s,prov} * f_{yd} / (0,8 * b * f_{cd}) = 30,74 \text{ mm}$

Ověření výšky tlačené oblasti:

$\xi = x / d \leq \xi_{max} = 0,45 \quad 0,144$

Rameno vnitřních sil:

$z = d - 0,4 * x = 201,70 \text{ mm}$

Moment únosnosti:

$m_{Rdx} = a_{s,prov} * z * f_{yd} = 83 \text{ kNm}$

**Posouzení:**

$m_{Rdx} =$	<b>82,694 kNm</b>	$\geq$	$m_{xd} =$	<b>63,058 kNm</b>	<b>76%</b>
-------------	-------------------	--------	------------	-------------------	------------

**Směr Y:**

$m_{yd} = 91,060 \text{ kNm}$

Účinná výška:

$d = h - c - \phi / 2 = 199 \text{ mm} \quad \phi = \phi 14$

Odhad ramene vnitřních sil:

$z' = 0,9 * d = 179,1 \text{ mm}$

Potřebná plocha výztuže:

$a_{s,req} = m_{yd} / z' * f_{yd} = 1169 \text{ mm}^2$

**Návrh:**  $a \text{ } 120 \quad \phi 14 \text{ mm/m} \quad a_{s,prov} = 1283 \text{ mm}^2$

Výška tlačené oblasti:

$x = a_{s,prov} * f_{yd} / (0,8 * b * f_{cd}) = 41,84 \text{ mm}$

Ověření výšky tlačené oblasti:

$\xi = x / d \leq \xi_{max} = 0,45 \quad 0,210$

Rameno vnitřních sil:

$z = d - 0,4 * x = 182,26 \text{ mm}$



Moment únosnosti:

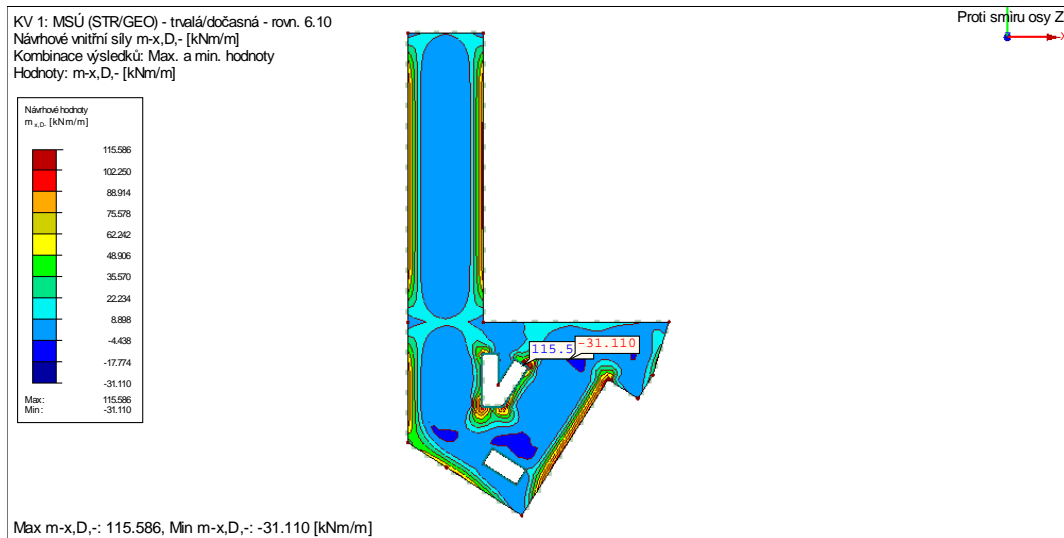
$$m_{Rdy} = a_{s,prov} \cdot z \cdot f_{yd} = 102 \text{ kNm}$$

Posouzení:

$m_{Rdy} =$	<b>101,707 kNm</b>	$\geq$	$m_{yd} =$	<b>91,060 kNm</b>	<b>90%</b>
-------------	--------------------	--------	------------	-------------------	------------

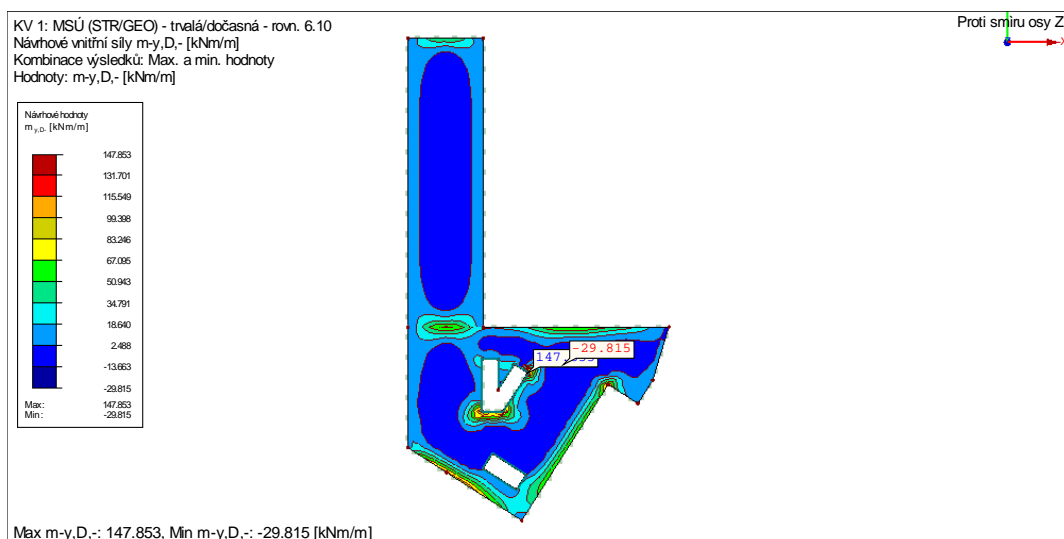
#### 4.3.3.3 Dimenzační momenty horní povrch desky

**Směr X:**



Obrázek 41: Západní stropní deska - dimenzační momenty

**Směr Y:**



Obrázek 42: Západní stropní deska - dimenzační momenty

#### 4.3.3.4 Návrh a posouzení výztuže – horní povrch

**Směr X:**

$$m_{xd} = 115,586 \text{ kNm}$$

Účinná výška:

$$d = h - c - \phi / 2 = 214 \text{ mm} \quad \phi = \phi 12$$

Odhad ramene vnitřních sil:

$$z' = 0,9 * d = 192,6 \text{ mm}$$

Potřebná plocha výztuže:

$$a_{s,req} = m_{xd+} / z' * f_{yd} = 1380 \text{ mm}^2$$

**Návrh: a`80     $\phi 12$  mm/m     $a_{s,prov} = 1414 \text{ mm}^2$**

Výška tlačené oblasti:

$$x = a_{s,prov} * f_{yd} / (0,8 * b * f_{cd}) = 46,11 \text{ mm}$$

Ověření výšky tlačené oblasti:

$$\xi = x / d \leq \xi_{max} = 0,45 \quad 0,215$$

Rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0,4 * x = 195,55 \text{ mm}$$

Moment únosnosti:

$$m_{Rdx} = a_{s,prov} * z * f_{yd} = 120 \quad 0$$

**Posouzení:**

$m_{Rdx} =$	<b>120,260</b>	<b>kNm</b>	$\geq$	$m_{xd+} =$	<b>63,058</b>	<b>kNm</b>	<b>52%</b>
-------------	----------------	------------	--------	-------------	---------------	------------	------------

**Směr Y:**

$$m_{yd-} = 147,853 \text{ kNm}$$

Účinná výška:

$$d = h - c - \phi / 2 - \phi = 199 \text{ mm} \quad \phi = \phi 14$$

Odhad ramene vnitřních sil:

$$z' = 0,9 * d = 179,1 \text{ mm}$$

Potřebná plocha výztuže:

$$a_{s,req} = m_{yd-} / z' * f_{yd} = 1898 \text{ mm}^2$$

**Návrh: a`75     $\phi 14$  mm/m     $a_{s,prov} = 2053 \text{ mm}^2$**

Výška tlačené oblasti:

$$x = a_{s,prov} * f_{yd} / (0,8 * b * f_{cd}) = 66,95 \text{ mm}$$

Ověření výšky tlačené oblasti:

$$\xi = x / d \leq \xi_{max} = 0,45 \quad 0,336$$

Rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0,4 * x = 172,22 \text{ mm}$$

Moment únosnosti:

$$m_{Rdy} = a_{s,prov} * z * f_{yd} = 154 \text{ kNm}$$

**Posouzení:**

$m_{Rdy} =$	<b>153,765 kNm</b>	$\geq$	$m_{yd} =$	<b>147,853 kNm</b>	<b>96%</b>
-------------	--------------------	--------	------------	--------------------	------------

## 5 Závěr

Pro nosnou dřevěnou konstrukci a pro nosnou betonovou stropní desku byly navrženy a zjednodušeně posouzeny podle norem hlavní nosné prvky a vybrané detaily konstrukce. Všechny vnitřní síly, průhyby a vlastní tvary byli vypočteny pomocí programu Dlubal RSTAB.

Všechny návrhy po posouzení vyhověly.

## Seznam použitých webových stránek:

- [1] ČSN EN 1990 (73 0002): *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: ČNI, 2011, 100 s.
- [2] ČSN EN 1991-1-1 (73 0035): *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: ČNI, 2004, 44 s.
- [3] ČSN EN 1991-1-4 (73 0035): *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: ČNI, 2007, 124 s.
- [4] Úloha 1 - Posouzení nosníku na ohyb, smyk a průhyb - PDF Stažení zdarma. Představujeme Vám pohodlné a bezplatné nástroje pro publikování a sdílení informací. [online]. Copyright © DocPlayer.cz [cit. 04.01.2020]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/43718945-Uloha-1-posouzeni-nosniku-na-ohyb-smyk-a-pruhyb.html>
- [5] [online]. Copyright © [cit. 04.01.2020]. Dostupné z: <http://www.ocel-drevo.fsv.cvut.cz/ODK/cz/docs/Sborniky/sbornik2009.pdf>
- [6] NÁVRH A POSOUZENÍ DŘEVĚNÉHO PRŮVLAKU - PDF Stažení zdarma. Představujeme Vám pohodlné a bezplatné nástroje pro publikování a sdílení informací. [online]. Copyright © DocPlayer.cz [cit. 04.01.2020]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/47042791-Navrh-a-posouzeni-dreveneho-pruvlaku.html>
- [7] Mezní stav použitelnosti dřevěných konstrukcí dle ENV 1995-1 - stavebnikomunita.cz. stavebnikomunita.cz - Pro všechny kteří projektují nebo chtějí lépe bydlet [online]. Copyright © 2020 [cit. 04.01.2020]. Dostupné z: <http://stavebnikomunita.cz/profiles/blogs/mezni-stav-pouzitelnosti-drevenych-konstrukci-dle-env-1995-1>
- [8] 302 Found [online]. Copyright © [cit. 04.01.2020]. Dostupné z: [http://fast10.vsb.cz/sera/Zatizeni%20snehem\\_teorie.pdf](http://fast10.vsb.cz/sera/Zatizeni%20snehem_teorie.pdf)
- [9] Mapa sněhových oblastí. Sníh na střeše - co s ním? [online]. Copyright © LLENTAB, spol. s r.o. [cit. 04.01.2020]. Dostupné z: <http://www.snihnastrese.cz/mapa-snehovych-oblasti/>
- [10] Teretron [online]. Copyright © [cit. 04.01.2020]. Dostupné z: [http://www.teretron.cz/img/cz/news/Tridy\\_pevnosti\\_-\\_EN\\_14080\\_\(Listopad\\_2013\).pdf](http://www.teretron.cz/img/cz/news/Tridy_pevnosti_-_EN_14080_(Listopad_2013).pdf)

## Seznam obrázků:

Obrázek 1: Statické schéma vazníku .....	3
Obrázek 2: Statické schéma vazníku prostorové .....	4
Obrázek 3: Stropní deska 3D – východní část .....	4
Obrázek 4: Stropní deska 2D – východní část .....	4
Obrázek 5: Stropní deska 3D – západní část .....	5
Obrázek 6: Stropní deska 2D – západní část .....	5
Obrázek 7: Vazník - stálé zatížení střešní krytinou.....	6
Obrázek 8: Vazník - stálé zatížení obvodovým pláštěm .....	6
Obrázek 9: Stropní deska východní část - stálé zatížení podlahou .....	6
Obrázek 10: Stropní deska východní část - stálé zatížení od příček.....	7
Obrázek 11: Stropní deska západní část - stálé zatížení podlahou .....	7
Obrázek 12: Stropní deska západní část - stálé zatížení od příček.....	7
Obrázek 13: Vazník - užité zatížení střechy.....	8
Obrázek 14: Stropní deska východní část - užité zatížení .....	8
Obrázek 15: Stropní deska západní část - užité zatížení .....	8
Obrázek 16: Vazník - příčný vítr .....	9
Obrázek 17: Vazník - podélný vítr .....	9
Obrázek 18: Vazník - zatížení sněhem.....	10
Obrázek 19: Kombinace účinků zatížení – vazník.....	11
Obrázek 20: Kombinace účinků zatížení - stropní deska východní .....	12
Obrázek 21: Kombinace účinků zatížení - stropní deska západní .....	12
Obrázek 22: Kombinace výsledků desky .....	13
Obrázek 23: Materiál vazníku .....	13
Obrázek 24: Průřezové charakteristiky .....	13
Obrázek 25: Průřezové charakteristiky .....	13
Obrázek 26: Mezní stav použitelnosti – průhyby.....	14
Obrázek 27: MSÚ - vnitřní síly N .....	15
Obrázek 28: MSÚ - vnitřní síly V-z.....	15
Obrázek 29: MSÚ - vnitřní síly M-y .....	15

Obrázek 30: MSÚ - podporové reakce .....	16
Obrázek 31: Materiál východní stropní desky .....	16
Obrázek 32: Východní stropní deska – průhyby .....	17
Obrázek 33: Východní stropní deska - dimenzační momenty.....	17
Obrázek 34: Východní stropní deska - dimenzační momenty.....	18
Obrázek 35: Východní stropní deska - dimenzační momenty.....	20
Obrázek 36: Východní stropní deska - dimenzační momenty.....	20
Obrázek 37: Materiál západní stropní desky .....	22
Obrázek 38: Západní stropní deska – průhyby.....	22
Obrázek 39: Západní stropní deska - dimenzační momenty.....	23
Obrázek 40: Západní stropní deska - dimenzační momenty.....	23
Obrázek 41: Západní stropní deska - dimenzační momenty.....	25
Obrázek 42: Západní stropní deska - dimenzační momenty.....	25