



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
Fakulta Stavební
Katedra konstrukcí pozemních staveb

Diplomová práce- Příloha E

Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitál p. Třemšínem

Vyhotovil(a): Lukáš Dejdar

Vedoucí diplomové práce: Ing. Radek Zigler, Ph.D.

OBSAH

1.0.	Úvod	5
2.0.	Zatížení Gryspekův palác	7
2.1.	Zatížení od tíhy pláště.....	7
2.2.	Zatížení sníh.....	8
2.3.	Zatížení vítr	9
3.0.	Kombinace MSÚ A MSP PRO VĚŽ A GRYSPEKŮV PALÁC dle EUROKÓDU.....	11
4.0.	Zatížení věže	12
4.1.	Zatížení od tíhy pláště.....	12
5.0.	Výpočetní model ve 3D Gryspekova paláce.....	15
5.1.	Model krovu Gryspekova paláce ve 3D	15
5.2.	Plné a jalové vazby – klouby, podpory.....	15
5.3.	Zatížení	16
A)	Jalová vazba – Tíha současná (dřevěné šindele včetně podbití, laťování)	16
B)	Jalová vazba – Tíha navrhovaná (prejzová krytina včetně podbití, laťování)	17
	Jalová vazba – Sníh	17
	Plná vazba – Vítr příčný (zjednodušený)	18
	Plná vazba – Vítr podélný	18
5.4.	Vnitřní síly z kombinace EN-MSÚ SOUBOR B a MSP	19
	Plná vazba – Normálové síly N (dřevěné šindele)	19
	Plná vazba – Normálové síly N (prejzová krytina)	19
	Plná vazba – Momenty M_y (prejzová krytina)	20
	Plná vazba – Momenty M_y (dřevěné šindele)	20
	Plná vazba – Průhyb MSP u_{tot} (prejzová krytina).....	21
	Plná vazba – Průhyb MSP u_{tot} (dřevěné šindele)	21
	3D – Průhyb MSP u_{tot} (prejzová krytina)	22
	3D – Průhyb MSP u_{tot} (původní).....	22
	Jalová vazba – Normálové síly N (prejzová krytina)	23
	Jalová vazba – Normálové síly N (dřevěné šindele)	23
	Jalová vazba – Momenty M_y (dřevěné šindele).....	24
	Jalová vazba – Momenty M_y (prejzová krytina).....	24
	Vaznice – Momenty M_y (dřevěné šindele)	25
	Vaznice – Momenty M_y (prejzová krytina)	25
	Vaznice – Posouvací síly V_z (dřevěné šindele)	25
	Vaznice – Posouvací síly V_z (prejzová krytina)	25

Vaznice – Momenty M_z (dřevěné šindele)	26
Vaznice – Momenty M_z (prejzová krytina)	26
6.0. Výpočetní model 3D krovu věže	26
6.1. Model krovu věže ve 3D	26
6.2. Plná vazba	27
6.3. Zatížení	27
Tíha navrhovaná (prejzová krytina včetně podbití, laťování)	27
Tíha současná (dřevěné šindele včetně podbití, laťování)	28
Vítr- 0°	28
Vítr- 90°	29
6.4. Vnitřní síly z kombinace EN-MSÚ SOUBOR B a MSP	29
Plná vazba – Normálové síly N (dřevěné šindele)	29
Plná vazba – Normálové síly N (prejzová krytina)	30
Plná vazba – Ohybové momenty M_y (prejzová krytina)	30
Plná vazba – Ohybové momenty M_y (dřevěná šindelová krytina)	31
Vaznice – Momenty M_y (dřevěné šindele)	31
Vaznice – Momenty M_y (prejzová krytina)	31
Vaznice – Momenty M_z (prejzová krytina)	32
Vaznice – Momenty M_z (dřevěné šindele)	32
6.5. Kombinace EN-MSP	33
Plná vazba – Průhyby u_{tot} (dřevěné šindele)	33
Plná vazba – Průhyby u_{tot} (prejzová krytina)	33
3D – Průhyb MSP u_{tot} (dřevěné šindele)	34
3D – Průhyb MSP u_{tot} (prejzová krytina)	34
7.0. Posouzení vybraných prvků na MSÚ A MSP- Gryspekův palác	35
8.0. Posouzení vybraných prvků na MSÚ A MSP a případná aplikovatelnost navržených protéz- Věž	47
9.0. Klenba ve 3D	59
9.1. Model klenby ve 3D	59
9.2. Napětí od zatížení vlastní tíhou (sít 300x300mm- odpovídá tloušťce klenby)	60
σ_x napětí pohled rubová strana	60
σ_x napětí lícová strana	60
σ_x napětí pohled boční	61
σ_y napětí pohled rubová strana	61
σ_y napětí pohled B	61
σ_y napětí pohled boční	62

σ_1 trajektorie rubová strana	62
9.3. Napětí od zatížení vlastní tíhou s posunem vyvolaným deformací podpor (sít 300x300mm- odpovídá tloušťce klenby)	63
Deformace u_{tot} vyvolaná pružnými podporami	63
σ_x napětí lícová strana	63
σ_y napětí lícová strana	64
σ_1 trajektorie hlavního napětí.....	64
10.0. Návrh předpětí ocelových táhel.....	65
11.0. Návrh sešívání zdiva- helikální šroubovicová výztuž	69
11.1. Model 3D	69
11.2. Model zatížení	69
11.3. Tahové napětí σ_x malý palác.....	70
11.4. Tahové napětí σ_x správní křídlo	70
12.0. Závěr	73
13.0. Normy, odborná literatura a technické listy	75
13.1. Normy a odborná literatura.....	75
13.2. Technické listy	75

1.0. Úvod

V této v předchozích částech této diplomové práce byl popsán stav konstrukcí, včetně zakreslení poruch, degradací a trhlin. Dále byly odhadnuty příčiny poruch, na které byly následně zpracovány sanační opatření, které by pomohly stav zámku zlepšit. Tato část na kapitulu sanačních opatření navazuje a snaží se (byť možná naivně) mé domněnky příčin poruch potvrdit, případně vyvrátit. Zároveň po konzultaci se zástupcem NPÚ a současným správcem zámku jsem byl informován, že stávající krytina šindelová na dřevěném bednění má být v budoucnu nahrazena za keramickou (prejzovou, alternativně bobrovkou).

Změna v zatížení je značná, zatímco současná tíha krytiny váží cca 20 kg/m² dle cechu pokrývačů (včetně bednění), tak tíha velké prejzové krytiny je přibližně 100-110 kg/m², případná zdvojená bobrovka s vahou 75 kg/m² (není až tak rozdílná v porovnání s prejzovou). Rozdíl v samotném zatížení je v případě prejzové krytiny pětinasobný, v případě zdvojené bobrovky je pak rozdíl čtyřnasobný. Z tohoto důvodu je v této části zhotoven statický model historicky významného krovu Gryspekova paláce a posouzen normovou kombinací podle Eurokódu na toto navýšení. Zatížení sněhem krovu Gryspekova paláce není rozhodující, byť dle sněhové mapy odpovídá zatížení 100 kg/m², tak vzhledem k velikosti tvarového součinitele (zohledňují udržení sněhu na šikmé ploše) v důsledku velkého sklonu nehraje roli. Zásadní s užitných zatížení je pro návrh především zatížení větrem a jeho příslušná kombinace.

Další model-krovu věže byl vypracován z totožného důvodu, jedná se o historicky cenný kvalitně tesařsky provedeny krov, kterému se v budoucnu změní krytina. V tomto případě, vlivem zanedbané údržby a zatékání, je v krovu navíc posouzena možnost protézování prvků.

Další model se zabývá se vznikem poruch v přízemí Gryspekova paláce, kde jsem v předchozí části uvedl domněnku, že trhliny v neckovité klenbě jsou způsobeny primárně díky deformaci podpěrné konstrukce. Té se snížila tuhost vlivem rozměrově nemalým dodatečně vraženým otvorům. Tato domněnka je v kapitole 8.0. ověřena.

Poslední zhotovený model stěnové konstrukce byl vytvořen k potvrzení vlivu teploty na jižní stranu Malého paláce a Správního křídla. Jeho účelem bylo rámcově

odhadnout/ zjistit napětí ve zdivu, navrhnout a posoudit navržené sanační opatření, tedy stehování helikální výztuží.

Zároveň bylo ověřeno navržené kotvení táhel zajišťující stabilitu jednotlivých objektů a velmi zjednodušeně navrhnout velikost předpětí.

2.0. Zatížení Gryspekův palác

2.1. Zatížení od tíhy pláště

VÝPOČET LINIOVÉHO ZATÍŽENÍ OD TÍHY PLÁŠTĚ

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitál p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu: Gryspekův palác

Poznámka: Hodnoty zatížení brány dle VINAŘ, Historické krovy- Konstrukce a statika

Lokalita: Rožmitál p. Třemšínem

LINIOVÉ ZATÍŽENÍ 3D MODEL- PŮVODNÍ

NÁZEV	ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKA	PLOŠNÁ TÍHA	LINIOVÁ TÍHA
	m	kN/m ²	kN/m
Dřevěná šindelová krytina	1,3	0,2	0,26
Laťování (40x60mm) na maltu		0,06	0,06
CELKEM			0,32

LINIOVÉ ZATÍŽENÍ 3D MODEL- NAVRHOVANÉ

NÁZEV	ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKA	PLOŠNÁ TÍHA	LINIOVÁ TÍHA
	m	kN/m ²	kN/m
Prejzová krytina	1,3	1	1,3
Laťování (40x60mm) na maltu		0,06	0,06
CELKEM			1,36

2.2. Zatížení sních

VÝPOČET ZATÍŽENÍ OD SNĚHU

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitál p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu: Grypspekův palác

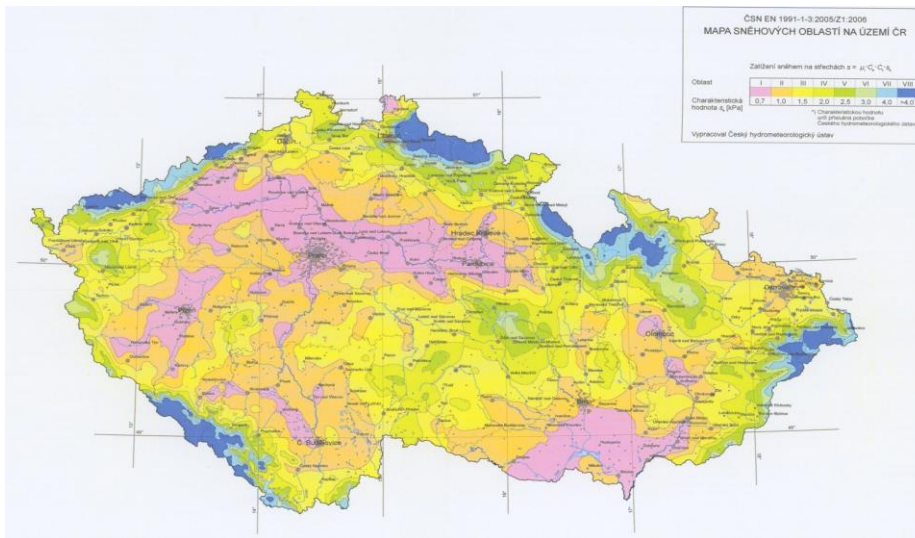
Poznámka:

Lokalita: Rožmitál p. Třemšínem

Sněhová oblast II. $s_k=1,0 \text{ kN/m}^2$

*charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

MAPA SNĚHOVÝCH OBLASTÍ NA ÚZEMÍ ČR



1. VÝPOČET CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY ZATÍŽENÍ

SOUČINITELE

souč. expozice $C_e=1$

*typ krajiny: normální

souč. tepla $C_t=1$

tvárový souč. $\mu_1=0,8*(60-a)/30=$ 0,37

tvárový souč. $\mu_1=0,8$

sklon střechy: 46 °

$s_k=$ $\mu_{1\alpha 1} * C_e * C_t * s_k$ 0,37 kN/m²

2.3. Zatížení vítr

VÝPOČET LINIOVÉHO ZATÍŽENÍ OD VĚTRU

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitál p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu Grypspekův palác

Poznámka: hodnoty tlaku generovány programem SCIA a rámcově ověřeny zde

Lokalita: Rožmitál p. Třemšínem

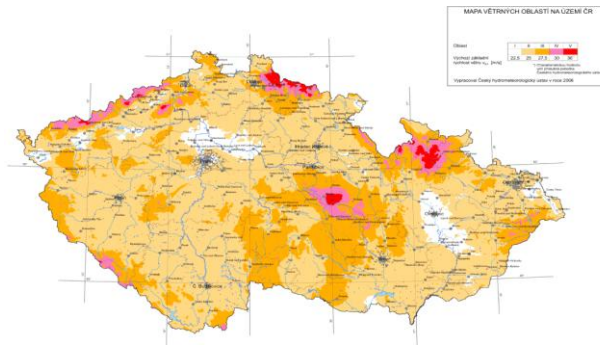
Větrová oblast: III.

$V_{b,0}=27,5\text{m/s}$

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

$z=24,0\text{ m}$

Kategorie terénu: III.



1. ZÁKLADNÍ RYCHLOST VĚTRU

$$V_b = c_{dir} * c_{season} * V_{bo}$$

$$V_b = 1 * 1 * V_{bo} = 27,5\text{m/s}$$

$$c_{dir} = 1,0$$

* c_{dir} je součinitel směru větru

$$c_{season} = 1,0$$

* c_{season} je součinitel ročního období

2. CHARAKTERISTICKÁ STŘEDNÍ RYCHLOST VĚTRU

$$V_{m(z)} = c_{r(z)} * c_{0z} * V_b$$

$$V_{m(z)} =$$

$$V_{m(z)} = 25,96\text{ m/s}$$

Součinitel nerovnosti terénu:

$$c_{r(z)} = (k_r * \ln(z/z_0)) = 0,943842$$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 * (z_0/z_{0II})^{0,07} = 0,19 * (0,3/0,05)^{0,07} = 0,215389$$

$$z_{max} > z > z_{min}$$

$$z_0 = 0,3\text{m} \quad z_{min} = 5\text{ m}$$

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

3. MAXIMALNÍ DYNAMICKÝ TLAK

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

$$q_{p(z)} =$$

$$q_{p(z)} = 974,29 \text{ N/m}^2$$

Základní tlak větru:

$$q_b = 1/2 * \rho_{vz} * v_m^2(z)$$

$$q_b =$$

$$q_b = 421,059827 \text{ N/m}^2$$

$$z_{max} > z > z_{min}$$

$$I_{v(z)} = k_1 / (c_{oz} * \ln(z/z_o)) = 0,228$$

*k1 je součinitel turbulence

Součinitel expozice

$$c_{e(z)} = (1 + 7 * I_{v(z)}) * (c_{o(z)} * c_{r(z)})^2 = 2,31$$

4. TLAK VĚTRU NA KONSTRUKCI

4.1 VÍTR PŘÍČNÝ

Hodnoty součinitele vnějšího tlaku cpe pro klasickou sedlovou střechu

Úhel střechy: 46 °

Tabulka- Hodnoty součinitele vnějšího tlaku cpe pro sedlové střechy

	Oblast pro směr f=0°				
Úhel sklonu	F	G	H	I	J
α	C_{pe10}	C_{pe10}	C_{pe10}	C_{pe10}	C_{pe10}
45	0,7	0,7	0,6	-0,2	-0,3
W_{ek}	682,0	682,0	584,6	-194,9	-292,3

$$W_{e(k)} = q_{p(z)} * c_{pe(x)} \quad \text{N/m}^2$$

* kladné hodnoty jsou tlakové, záporné znamenají tah

*plocha střechy je <10 m² proto uvažujeme C_{pe10}

Tabulka- Hodnoty součinitele vnějšího tlaku cpe pro sedlové střechy

	Oblast pro směr f=90°				
Úhel sklonu	F	G	H	I	J
α	C_{pe10}	C_{pe10}	C_{pe10}	C_{pe10}	C_{pe10}
45	-1,1	-1,5	-0,9	-1,2	-0,5
W_{ek}	-1071,7	-1461,4	-876,9	-1169,1	-487,1

$$W_{e(k)} = q_{p(z)} * C_{pe(x)} \quad N/m^2$$

* kladné hodnoty jsou tlakové, záporné znamenají tah

*plocha střechy je <10 m², proto uvažujeme C_{pe10}

3.0. Kombinace MSÚ A MSP PRO VĚŽ A GRYSPEKŮV PALÁC dle EUROKÓDU

MSÚ

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Dílčí součinitele zatížení:

- pro stálá zatížení $\gamma_G = 1,35$,
- pro proměnná zatížení $\gamma_Q = 1,5$.

GP= $\psi_{0e}=0,6$ (pro sníh a vítr)

MSP

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

4.0. Zatížení věže

4.1. Zatížení od tíhy pláště

VÝPOČET LINIOVÉHO ZATÍŽENÍ OD TÍHY PLÁŠTĚ

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitál p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu: Věž

Poznámka: Hodnoty zatížení brány dle VINAŘ, Historické krovky- Konstrukce a statika

Lokalita: Rožmitál p. Třemšínem

LINIOVÉ ZATÍŽENÍ 3D MODEL- PŮVODNÍ

NÁZEV	ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKA	PLOŠNÁ TÍHA	LINIOVÁ TÍHA
	m	kN/m ²	kN/m
Dřevěná šindelová krytina	1,25	0,2	0,25
Laťování (40x60mm) na maltu		0,06	0,06
CELKEM			0,31

LINIOVÉ ZATÍŽENÍ 3D MODEL- NAVRHOVANÉ

NÁZEV	ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKA	PLOŠNÁ TÍHA	LINIOVÁ TÍHA
	m	kN/m ²	kN/m
Prejzová krytina	1,25	1	1,25
Laťování (40x60mm) na maltu		0,06	0,06
CELKEM			1,31

VÝPOČET LINIOVÉHO ZATÍŽENÍ OD VĚTRU

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace
vybraných částí zámku Rožmitál p.

Část práce: Příloha E

Název objektu Věž

Poznámka: hodnoty tlaku cpe upraveny pro věžovou
konstrukci ze sedlové

Lokalita: Rožmitál p. Třemšínem

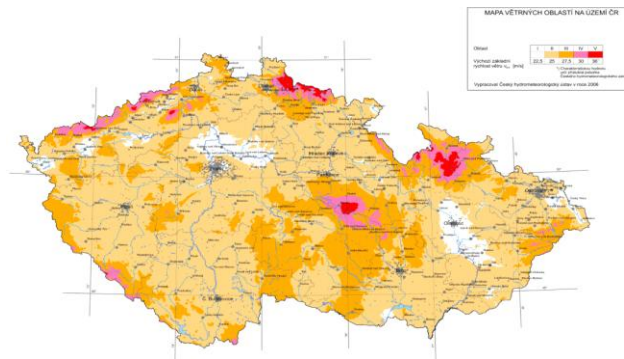
Větrová oblast: III.

$V_{b,0}=27,5\text{m/s}$

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

$z=34,0\text{ m}$

Kategorie terénu: III.



1. ZÁKLADNÍ RYCHLOST VĚTRU

$$V_b = c_{dir} * c_{season} * V_{bo}$$

$$V_b = 1 * 1 * V_{bo} = 27,5\text{m/s}$$

$$c_{dir} = 1,0$$

* c_{dir} je součinitel směru větru

$$c_{season} = 1,0$$

* c_{season} je součinitel ročního období

2. CHARAKTERISTICKÁ STŘEDNÍ RYCHLOST VĚTRU

$$V_{m(z)} = c_{r(z)} * c_{oz} * V_b$$

$$V_{m(z)} =$$

$$V_{m(z)} = 28,01874\text{ m/s}$$

Součinitel nerovnosti terénu:

$$c_{r(z)} = (k_r * \ln(z/z_0)) = 1,018863$$

Součinitel terénu:

$$k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,19 * (0,3/0,05)^{0,07} = 0,215389$$

$$z_{max} > z > z_{min}$$

$$z_0 = 0,3\text{m}$$

$$z_{min} = 5\text{ m}$$

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

3. MAXIMALNÍ DYNAMICKÝ TLAK

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

$$q_{p(z)} =$$

$$q_{p(z)} = 1263,071 \text{ N/m}^2$$

Základní tlak větru:

$$q_b = 1/2 * \rho_{vz} * v_m^2(z)$$

$$q_b = 0,5 * 1,25 * 28,1^2$$

$$q_b = 490,6562 \text{ N/m}^2$$

$$z_{max} > z > z_{min}$$

$$I_{v(z)} = k_1 / (c_{oz} * \ln(z/z_0)) = 0,211402$$

*k1 je součinitel turbulence

Součinitel expozice

$$c_{e(z)} = (1 + 7 * I_{v(z)}) * (c_{o(z)} * c_{r(z)})^2 = 2,574249$$

4. TLAK VĚTRU NA KONSTRUKCI

4.1 VÍTR PŘÍČNÝ

Hodnoty součinitele vnějšího tlaku cpe pro stanovou střechu

Úhel střechy: 59 °

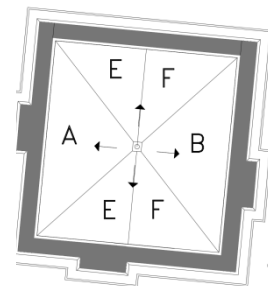
Tabulka- Hodnoty součinitele vnějšího tlaku cpe pro sedlové střechy

Úhel sklonu	Oblast pro směr f=0°			
	A	B	E	F
α	C_{pe10}	C_{pe10}	C_{pe10}	C_{pe10}
60	0,8	-0,4	-0,7	-0,6
W_{ek}	1010,457	-505,228	-884,15	-757,843

$$W_{e(k)} = q_{p(z)} * c_{pe(x)} \text{ N/m}^2$$

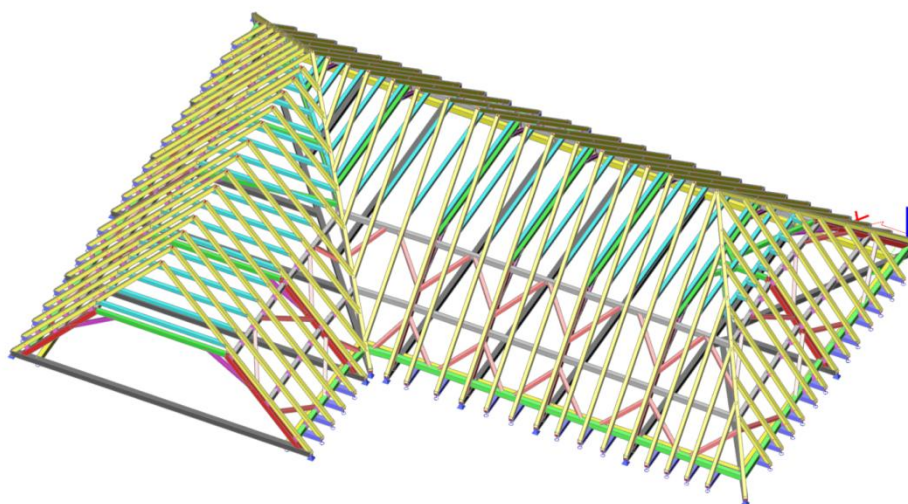
* kladné hodnoty jsou tlakové, záporné znamenají tah

*plocha střechy je <10 m², proto uvažujeme C_{pe10}



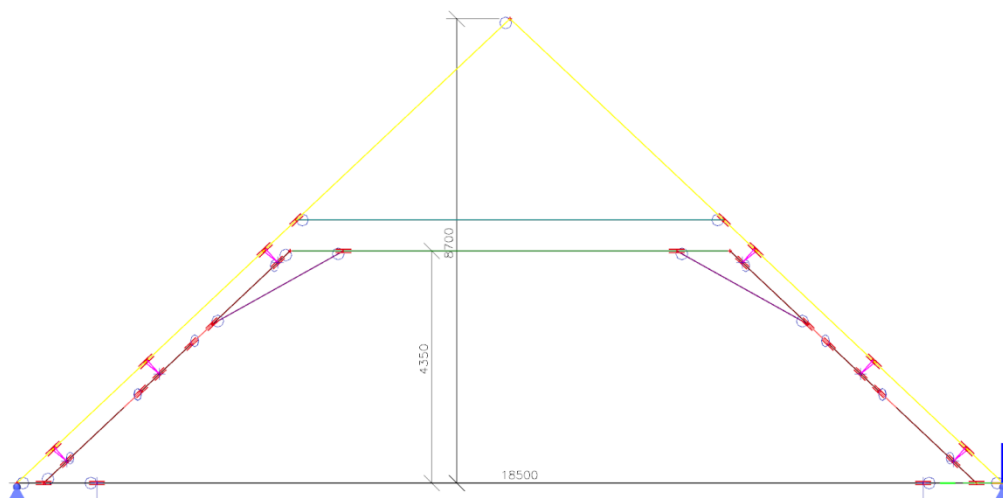
5.0. Výpočetní model ve 3D Gyspekova paláce

5.1. Model krovu Gyspekova paláce ve 3D

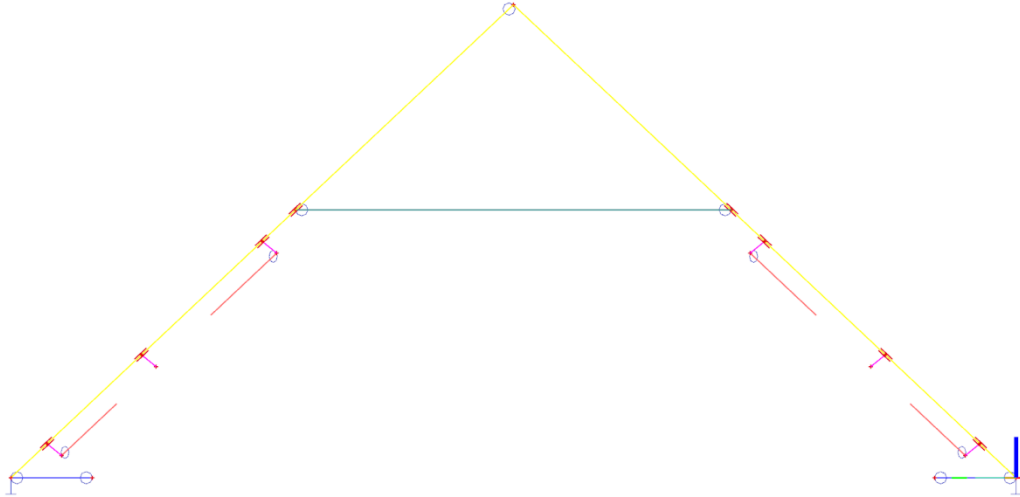


5.2. Plné a jalové vazby – klouby, podpory

A) Plná vazba

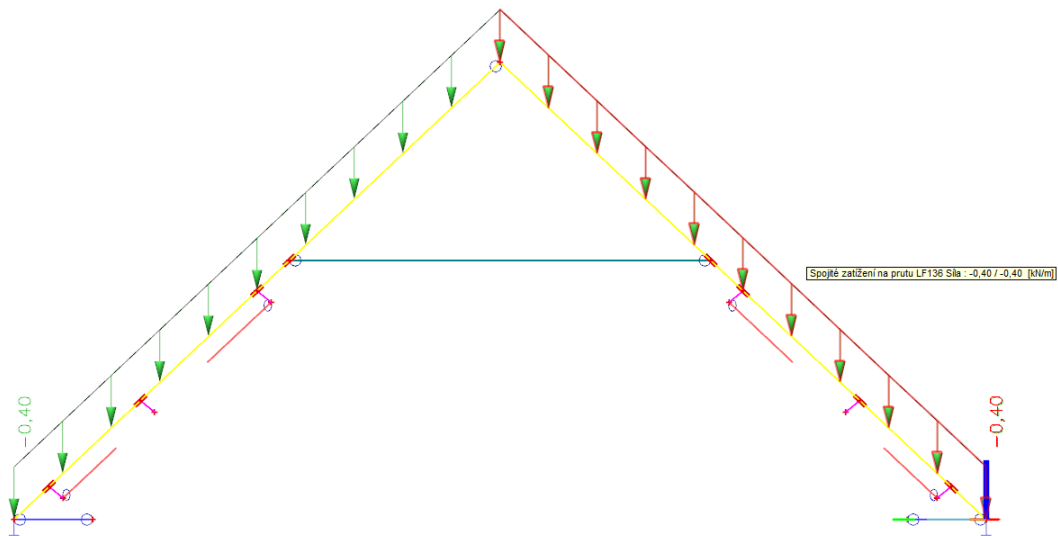


B) Jalová vazba

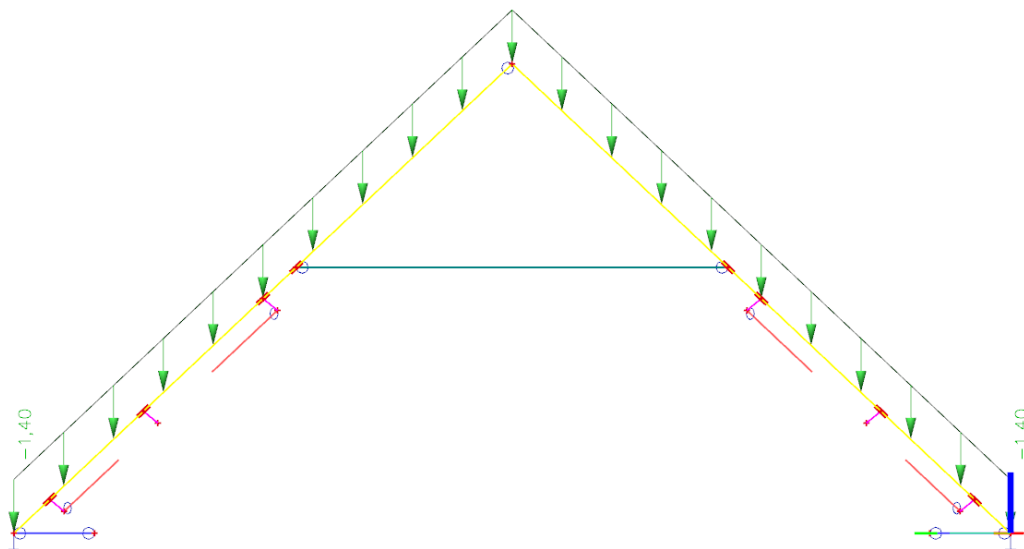


5.3. Zatížení

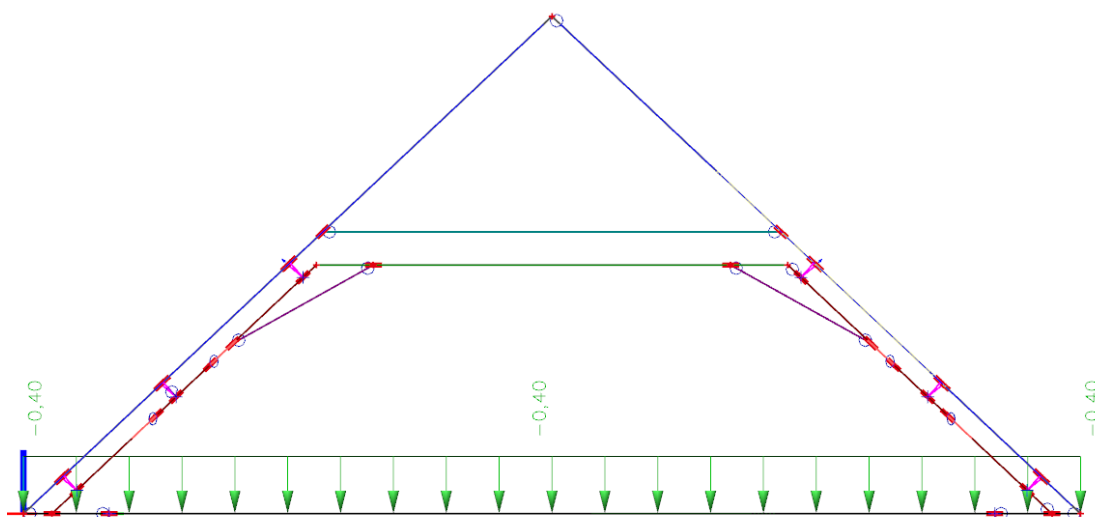
A) Jalová vazba – Tíha současná (dřevěné šindele včetně podbití, laťování)



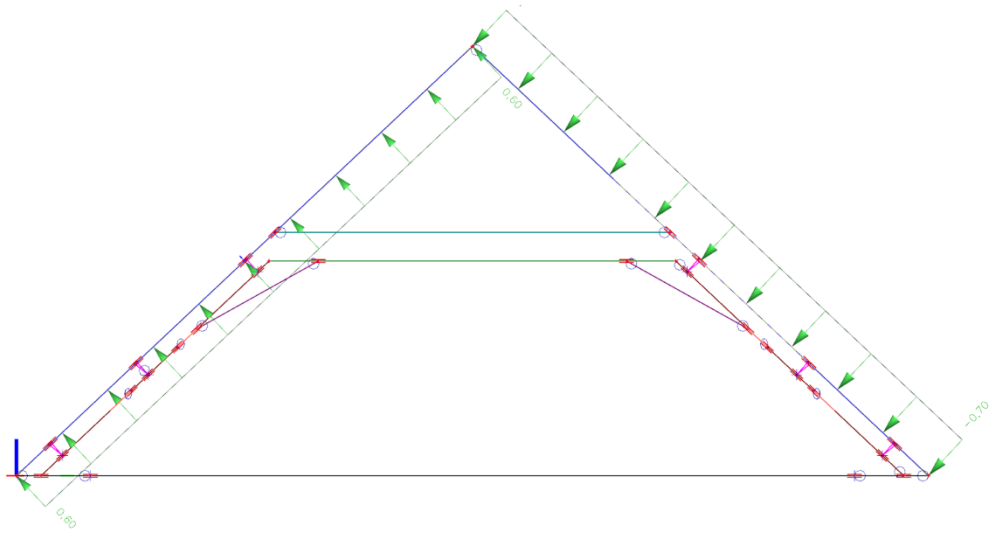
B) Jalová vazba – Tíha navrhovaná (prejzová krytina včetně podbití, laťování)



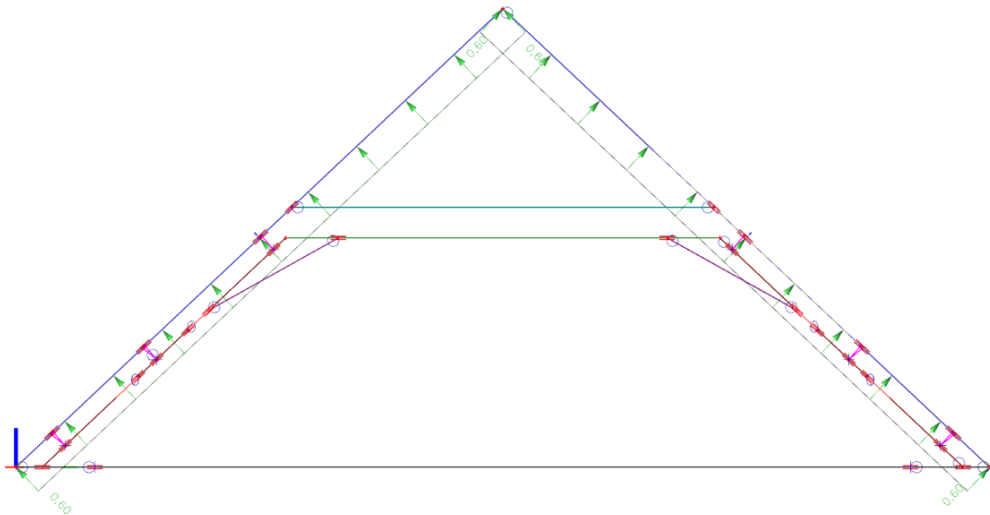
Jalová vazba – Sníh



Plná vazba – Vítr příčný (zjednodušený)



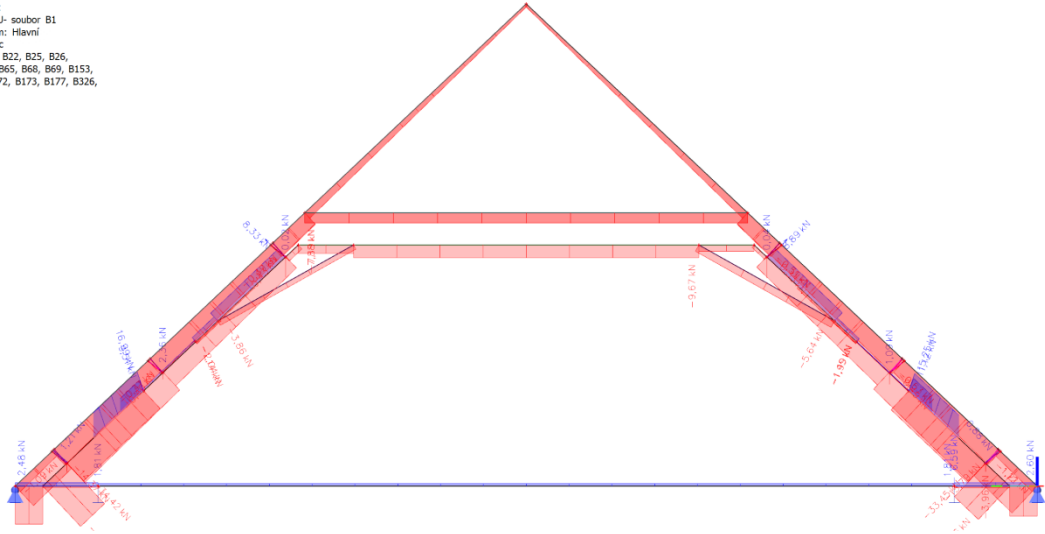
Plná vazba – Vítr podélný



5.4. Vnitřní síly z kombinace EN-MSÚ SOUBOR B a MSP

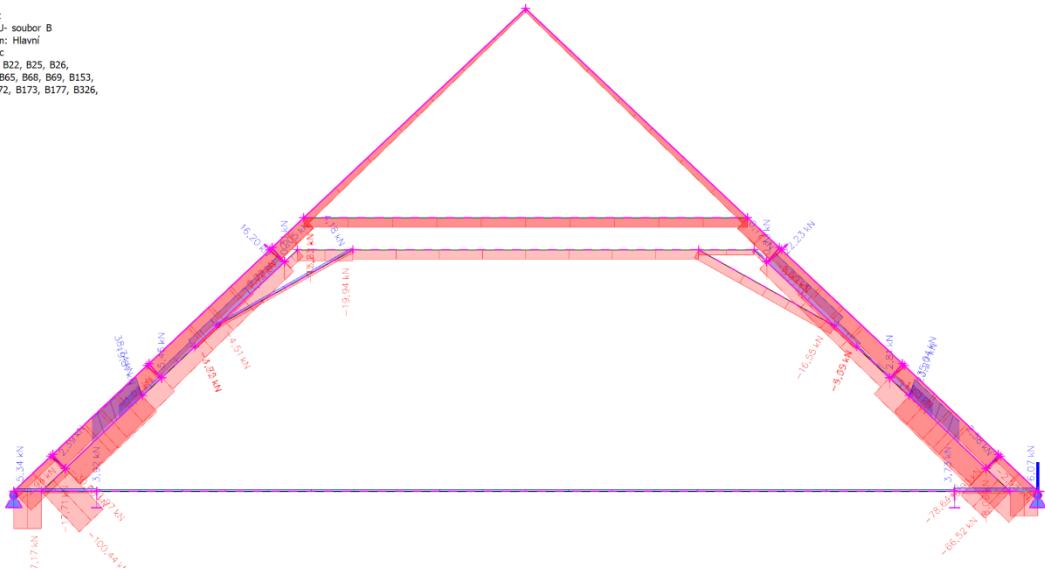
Plná vazba – Normálové síly N (dřevěné šindele)

1D vnitřní síly
Hodnoty: N
Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ- soubor B1
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Dílec
Výběr: B2, B17, B22, B25, B26,
B32, B34, B64, B65, B68, B69, B153,
B154, B162, B172, B173, B177, B326,
...



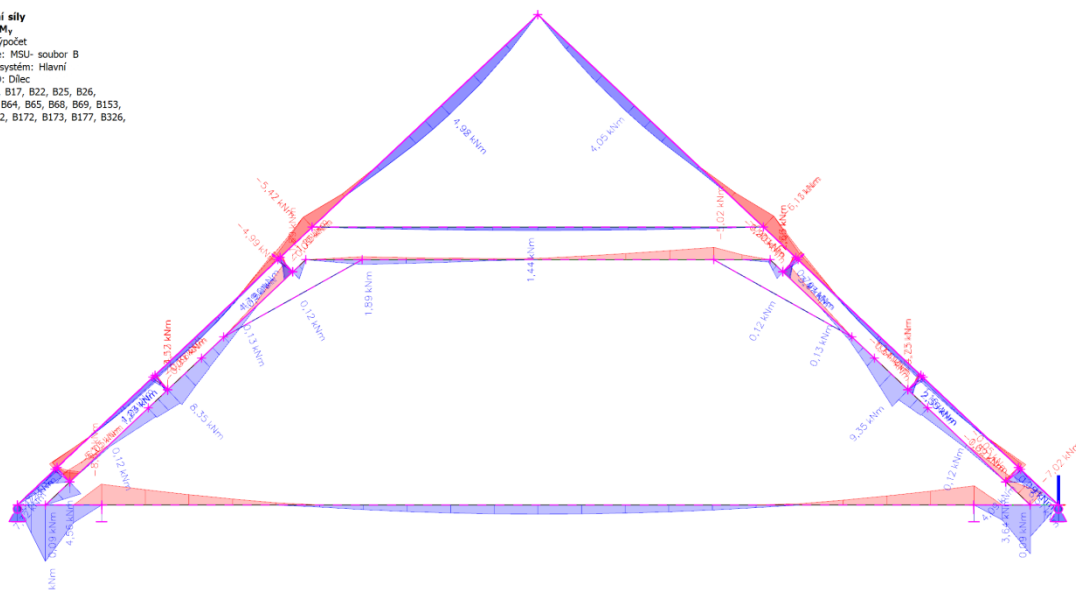
Plná vazba – Normálové síly N (prejzová krytina)

1D vnitřní síly
Hodnoty: N
Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ- soubor B
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Dílec
Výběr: B2, B17, B22, B25, B26,
B32, B34, B64, B65, B68, B69, B153,
B154, B162, B172, B173, B177, B326,
...



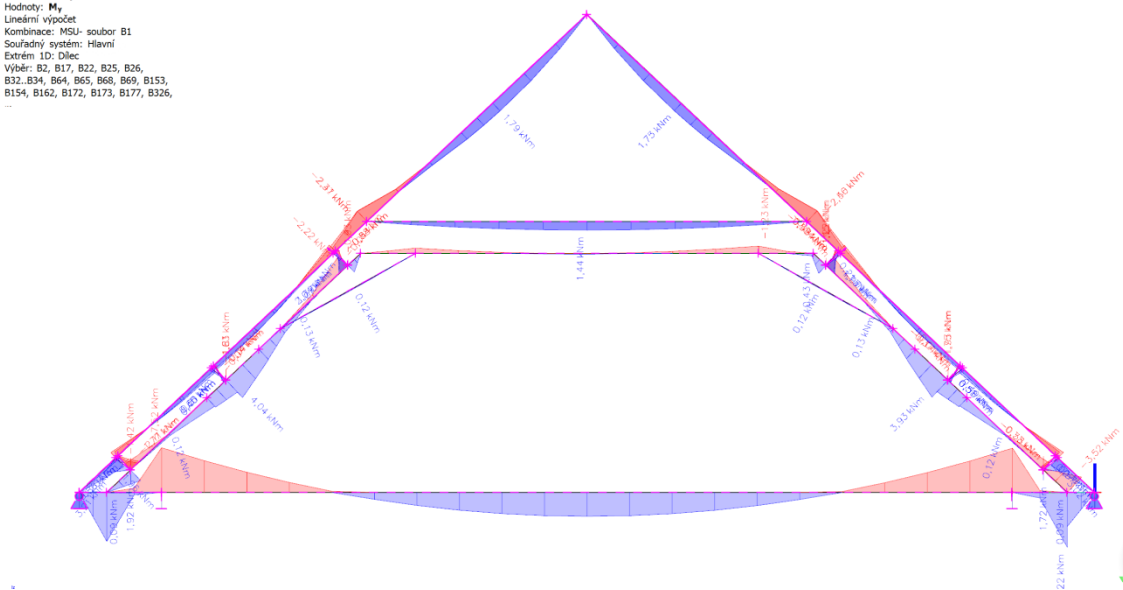
Plná vazba – Momenty M_y (prejzová krytina)

1D vnitřní síly
 Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU- soubor B
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém ID: Dílec
 Výběr: B2, B17, B22, B25, B26,
 B32, B34, B64, B65, B66, B69, B153,
 B154, B162, B172, B173, B177, B326,
 ...



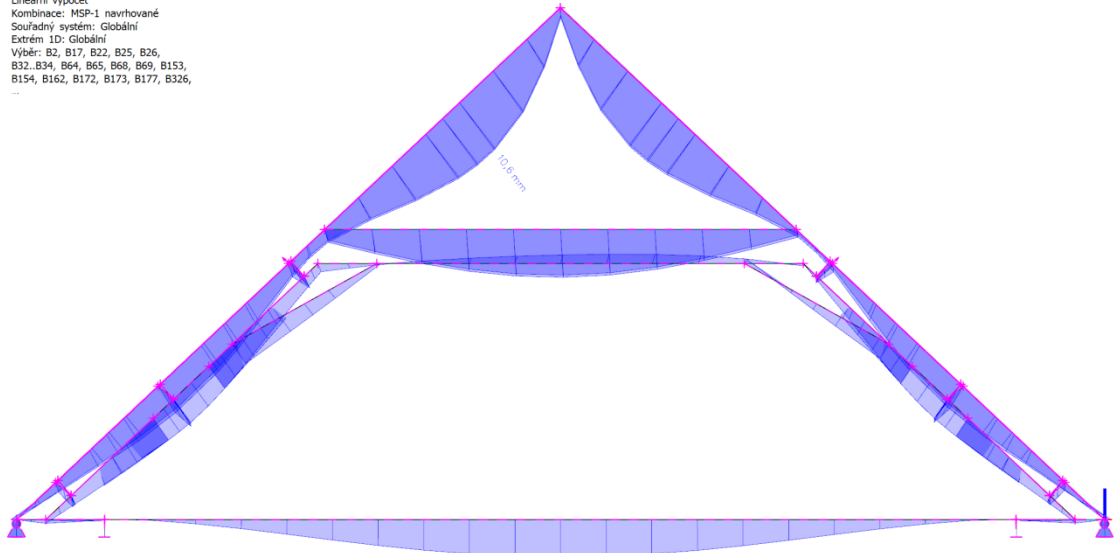
Plná vazba – Momenty M_y (dřevěné šindele)

1D vnitřní síly
 Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU- soubor B1
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém ID: Dílec
 Výběr: B2, B17, B22, B25, B26,
 B32, B34, B64, B65, B66, B69, B153,
 B154, B162, B172, B173, B177, B326,
 ...



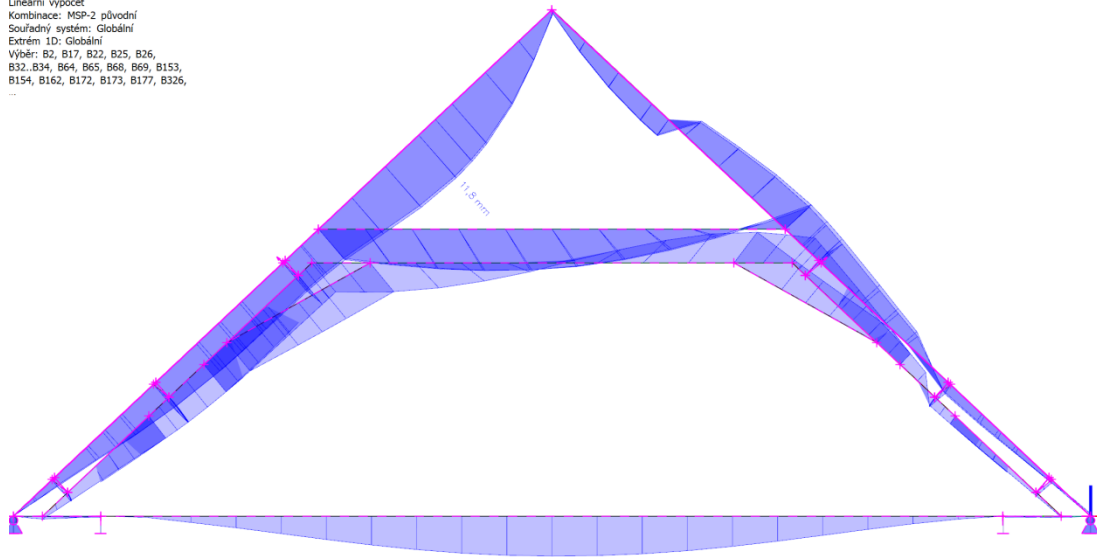
Plná vazba – Průhyb MSP u_{tot} (prejzová krytina)

1D deformace
Hodnoty: U_{total}
Lineární výpočet
Kombinace: MSP-1 navrhované
Souřadný systém: Globální
Extrém 1D: Globální
Výběr: B2, B17, B22, B25, B26,
B32, B34, B64, B65, B68, B69, B153,
B154, B162, B172, B173, B177, B326,
...



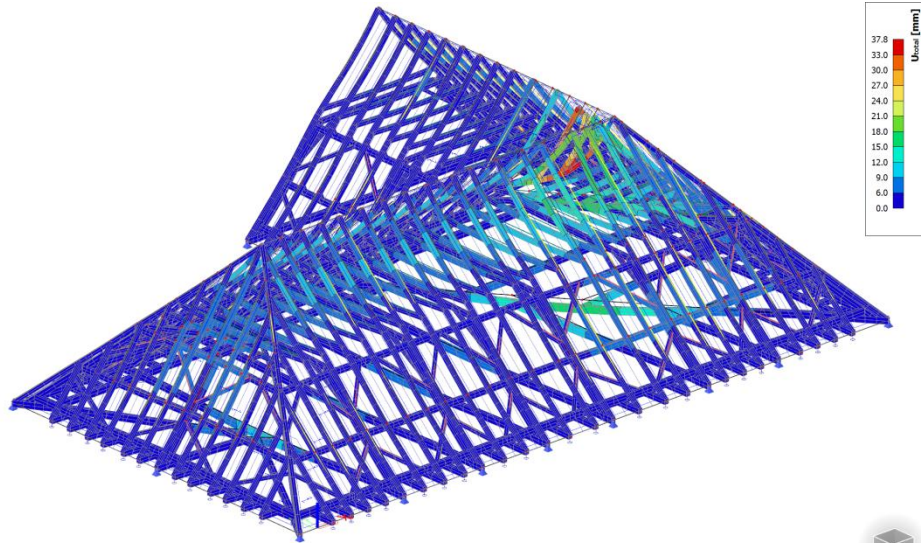
Plná vazba – Průhyb MSP u_{tot} (dřevěné šindele)

1D deformace
Hodnoty: U_{total}
Lineární výpočet
Kombinace: MSP-2 původní
Souřadný systém: Globální
Extrém 1D: Globální
Výběr: B2, B17, B22, B25, B26,
B32, B34, B64, B65, B68, B69, B153,
B154, B162, B172, B173, B177, B326,
...



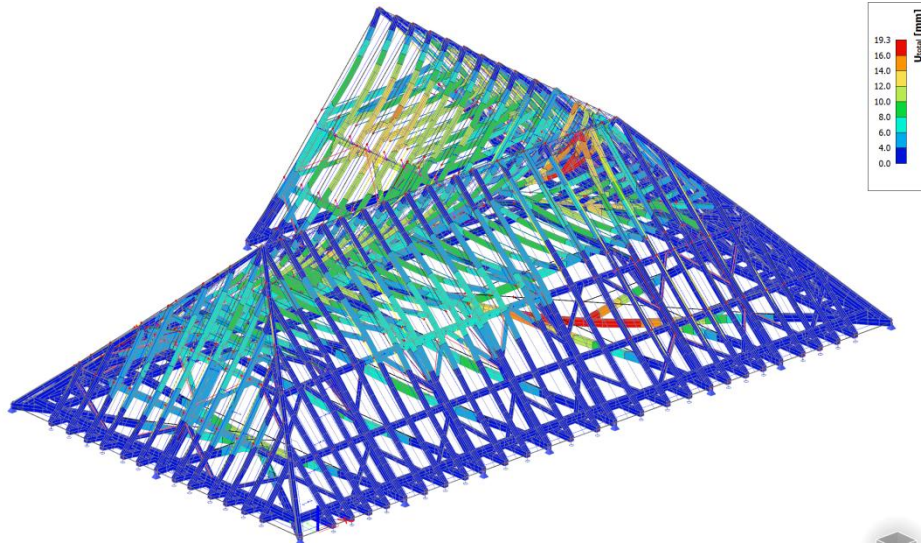
3D – Průhyb MSP u_{tot} (prejzová krytina)

3D přemístění
Hodnoty: U_{total}
Lineární výpočet
Kombinace: MSP-1 navrhované
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



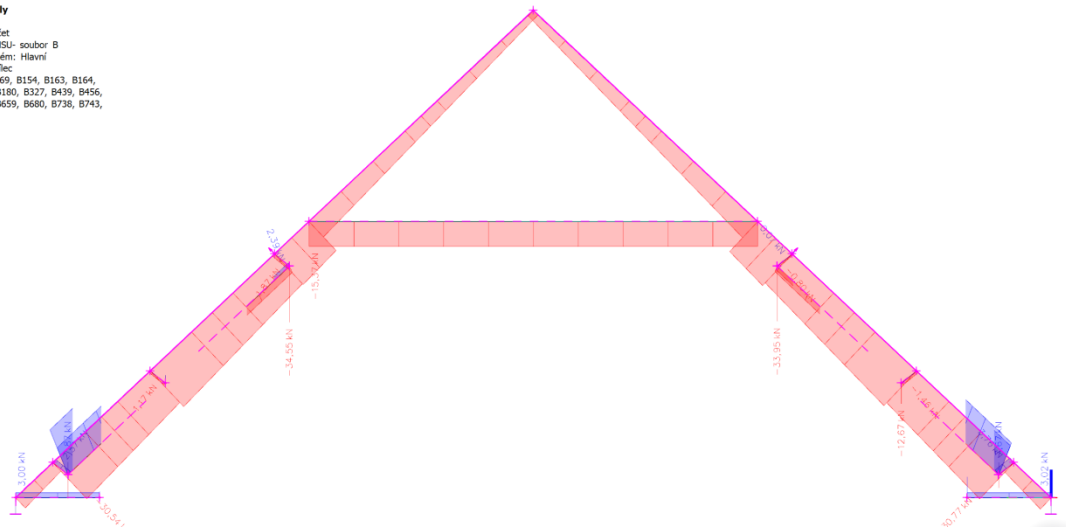
3D – Průhyb MSP u_{tot} (původní)

3D přemístění
Hodnoty: U_{total}
Lineární výpočet
Kombinace: MSP-2 původní
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



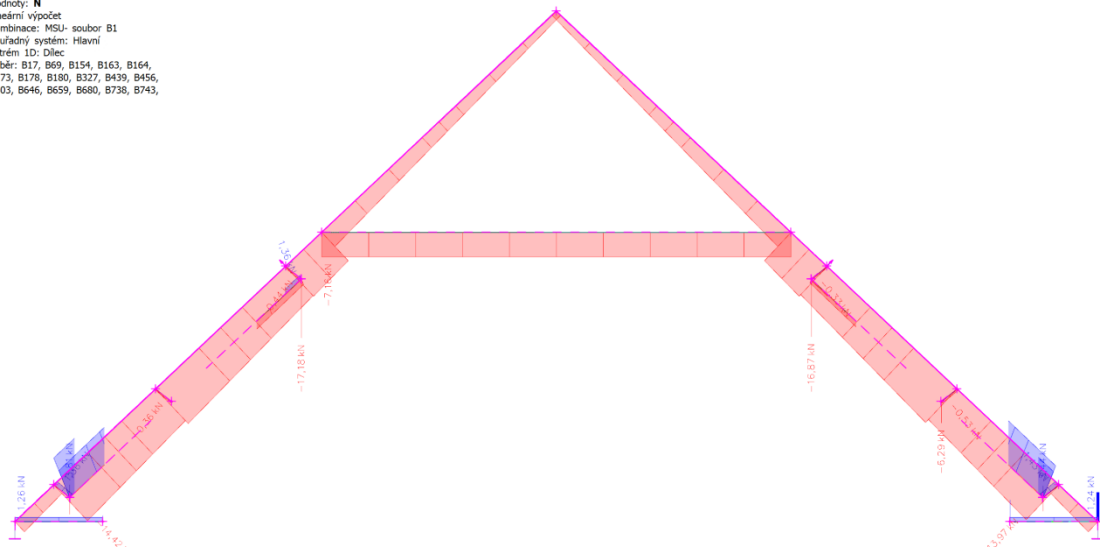
Jalová vazba – Normálové síly N (prejzová krytina)

1D vnitřní síly
 Hodnoty: N
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU- soubor B
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: B17, B69, B154, B163, B164,
 B173, B176, B180, B327, B439, B456,
 B663, B646, B659, B680, B738, B743,
 ...



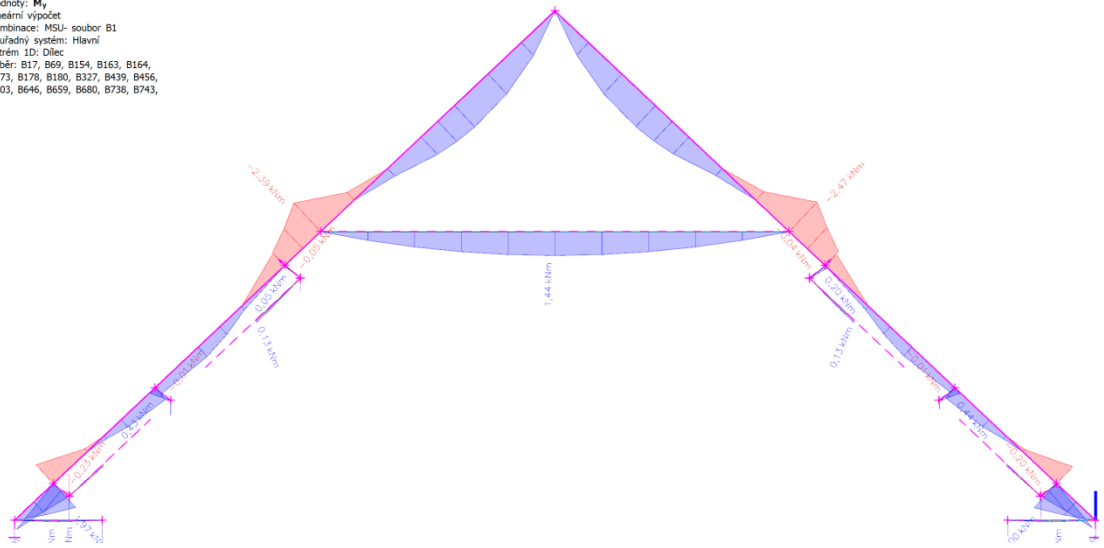
Jalová vazba – Normálové síly N (dřevěné šindele)

1D vnitřní síly
 Hodnoty: N
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU- soubor B1
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: B17, B69, B154, B163, B164,
 B173, B176, B180, B327, B439, B456,
 B603, B646, B659, B680, B738, B743,
 ...



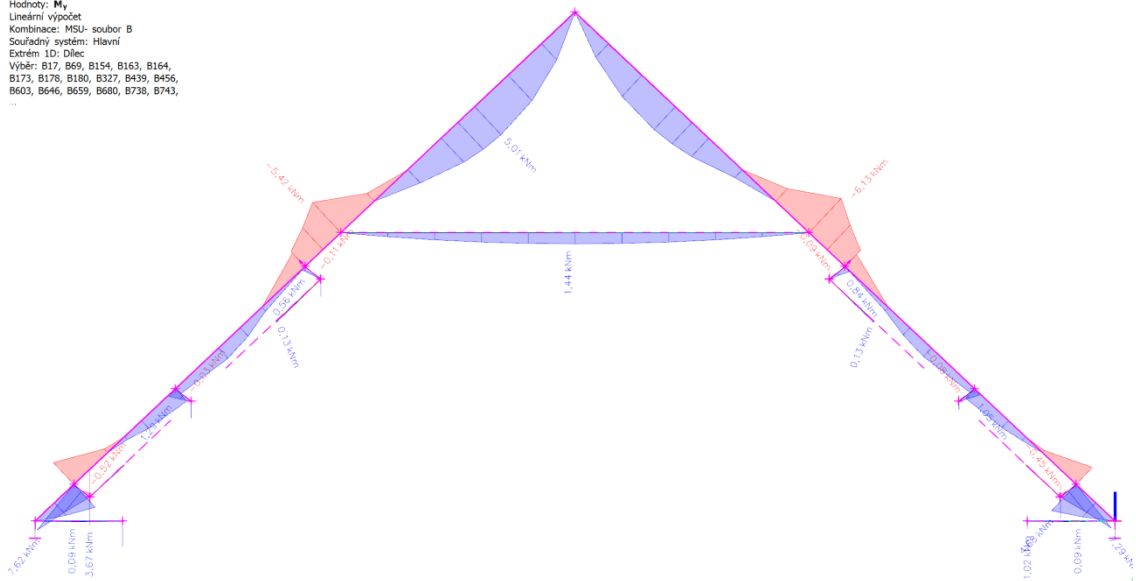
Jalová vazba – Momenty M_y (dřevěné šindele)

1D vnitřní síly
 Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU- soubor B1
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: B17, B69, B154, B163, B164,
 B173, B178, B180, B327, B439, B456,
 B603, B646, B659, B680, B738, B743,
 ...

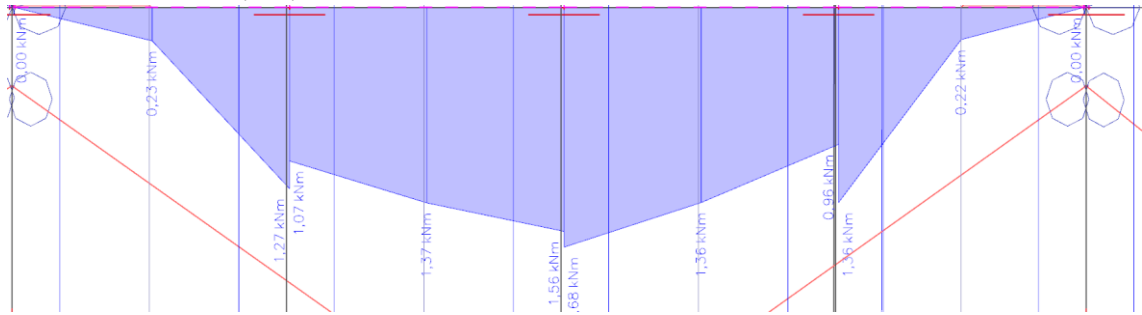


Jalová vazba – Momenty M_y (prejzová krytina)

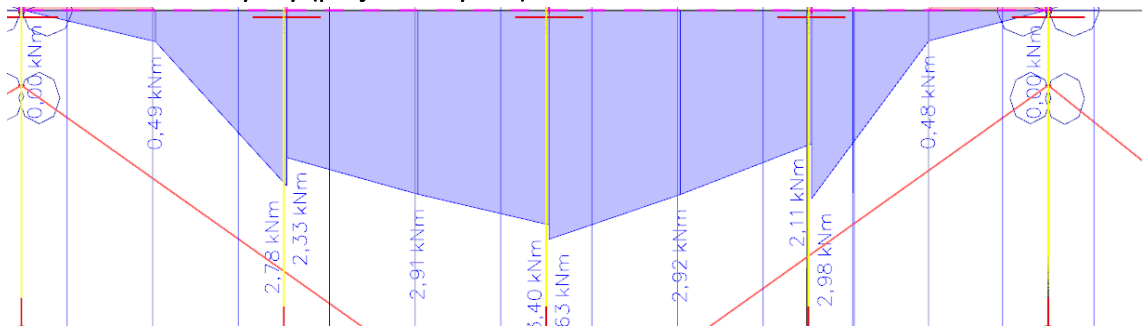
1D vnitřní síly
 Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSU- soubor B
 Souřadný systém: Hlavní
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: B17, B69, B154, B163, B164,
 B173, B178, B180, B327, B439, B456,
 B603, B646, B659, B680, B738, B743,
 ...



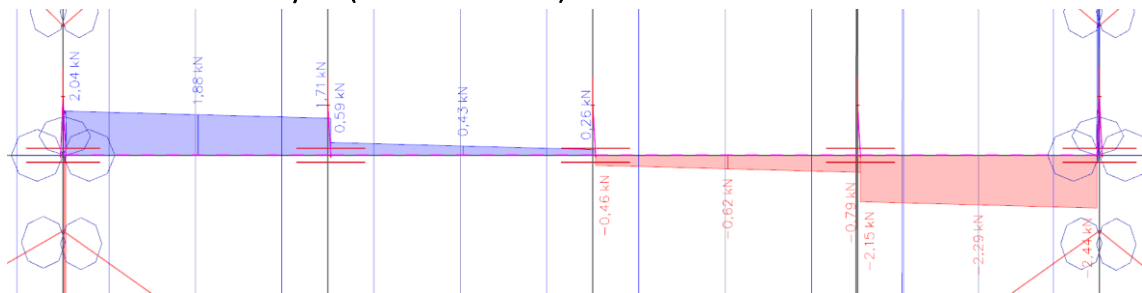
Vaznice – Momenty M_y (dřevěné šindele)



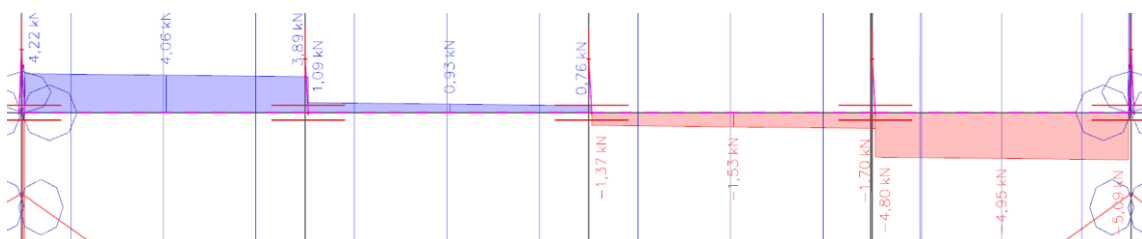
Vaznice – Momenty M_y (prejzová krytina)



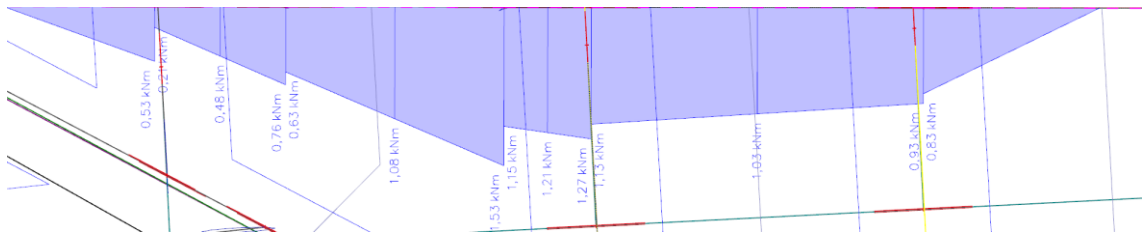
Vaznice – Posouvací síly V_z (dřevěné šindele)



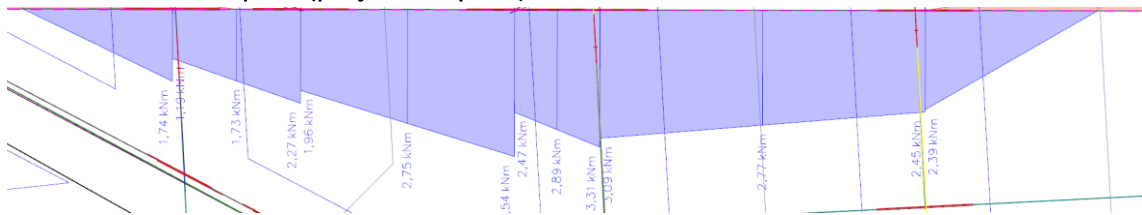
Vaznice – Posouvací síly V_z (prejzová krytina)



Vaznice – Momenty M_z (dřevěné šindele)

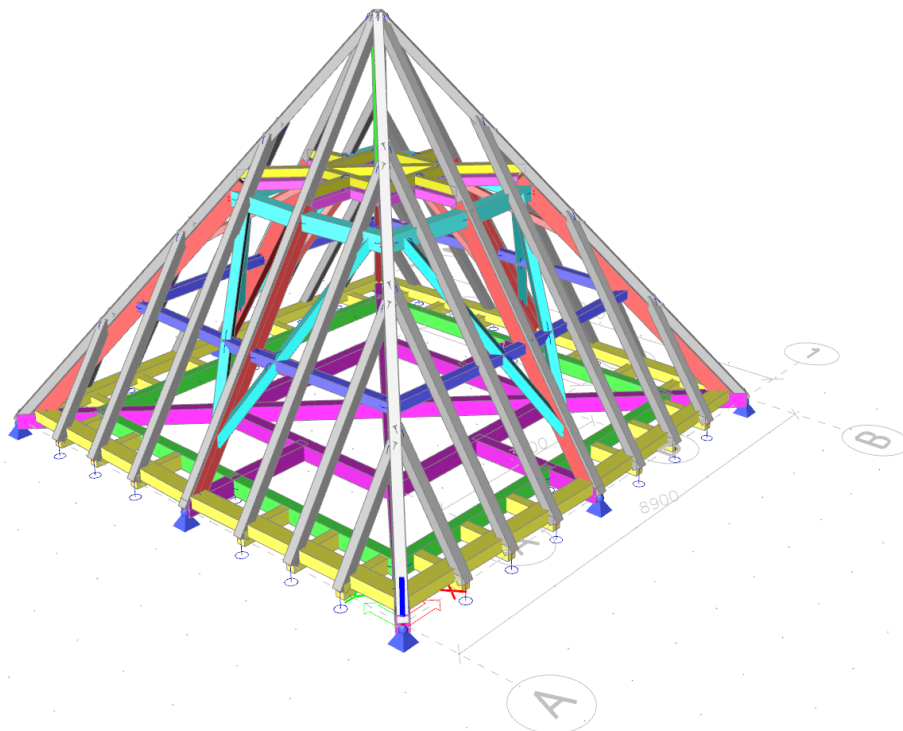


Vaznice – Momenty M_z (prejzová krytina)

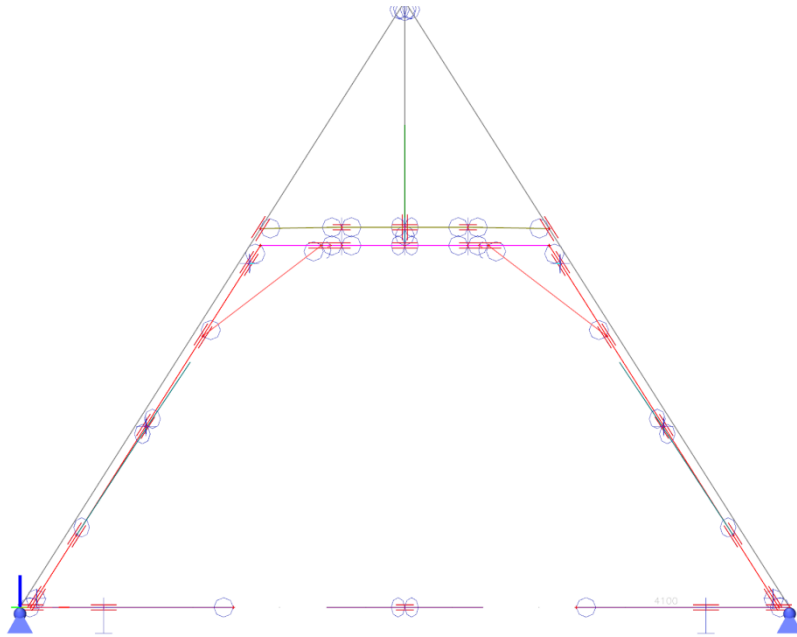


6.0. Výpočetní model 3D krovu věže

6.1. Model krovu věže ve 3D

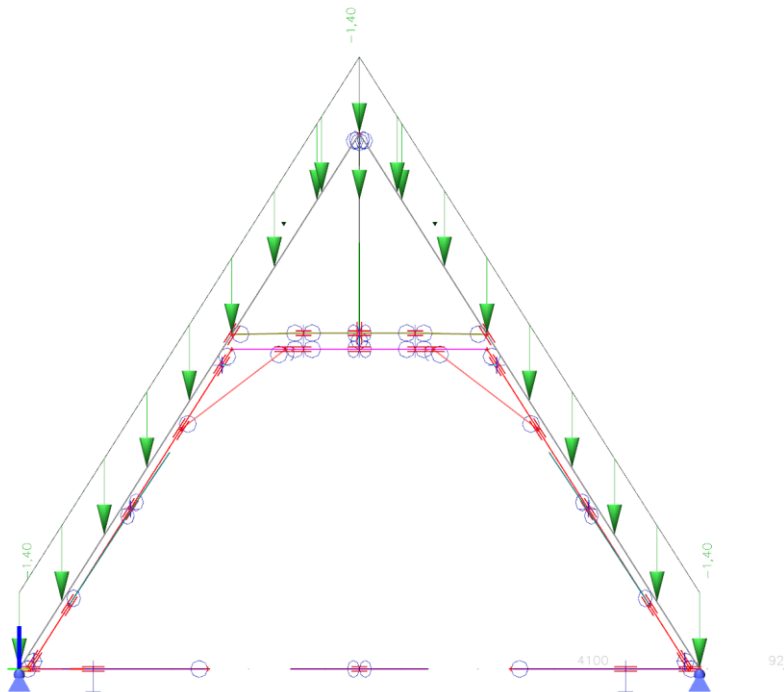


6.2. Plná vazba

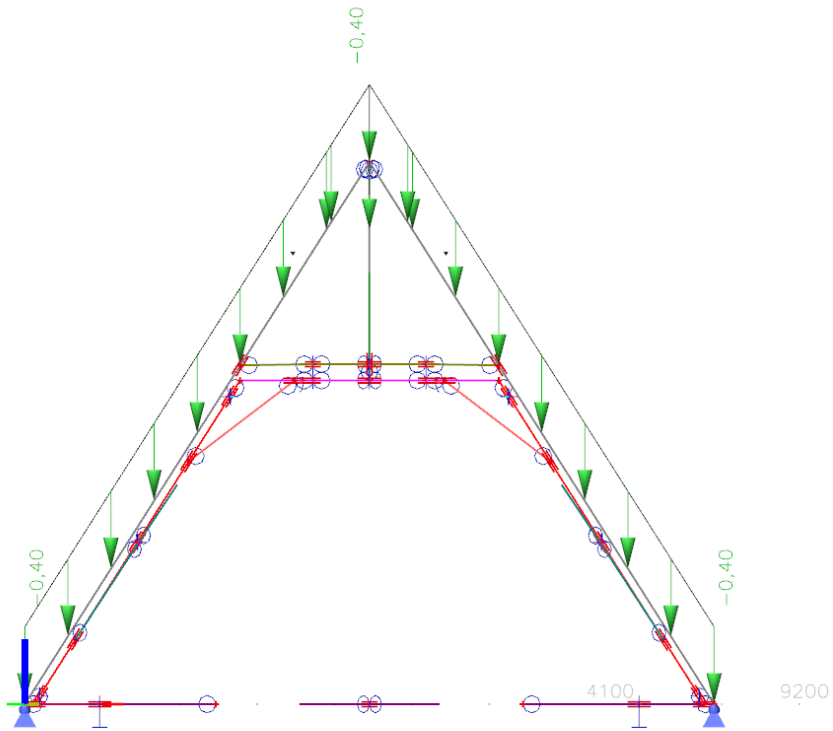


6.3. Zatížení

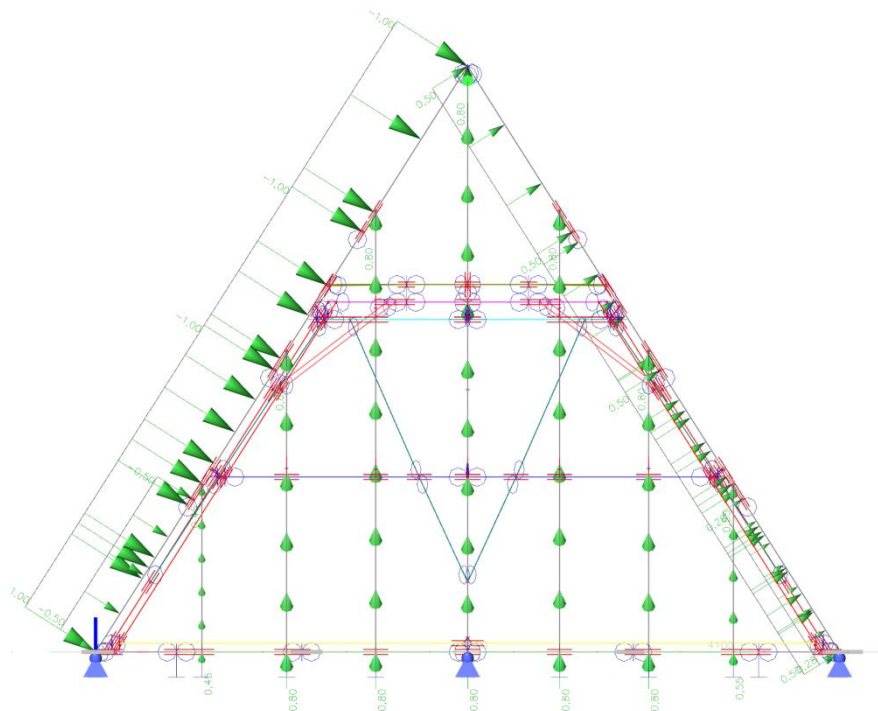
Tíha navrhovaná (prejzová krytina včetně podbití, laťování)



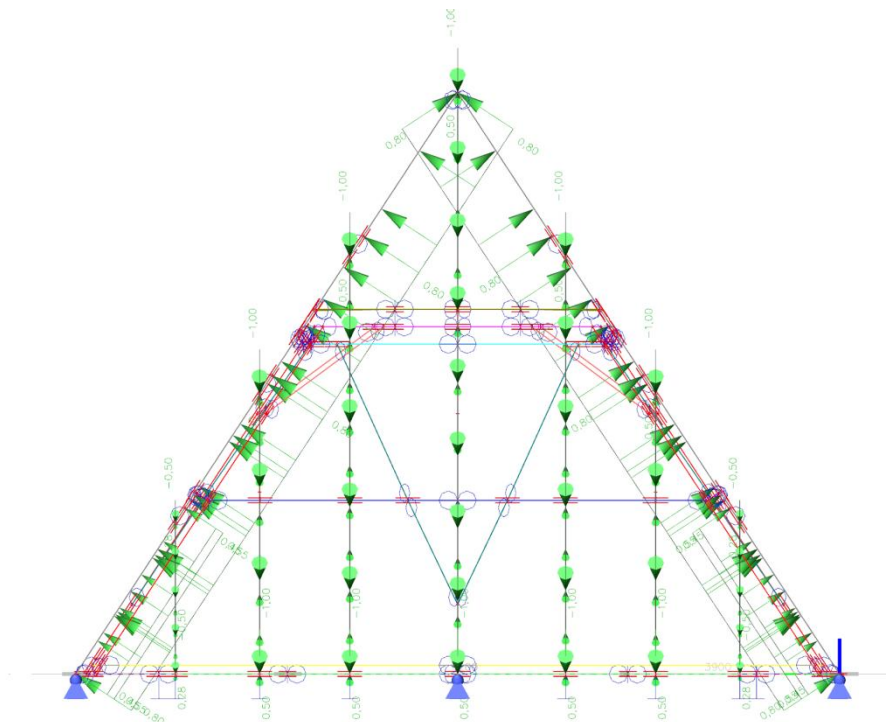
Tíha současná (dřevěné šindele včetně podbití, laťování)



Vítr- 0°

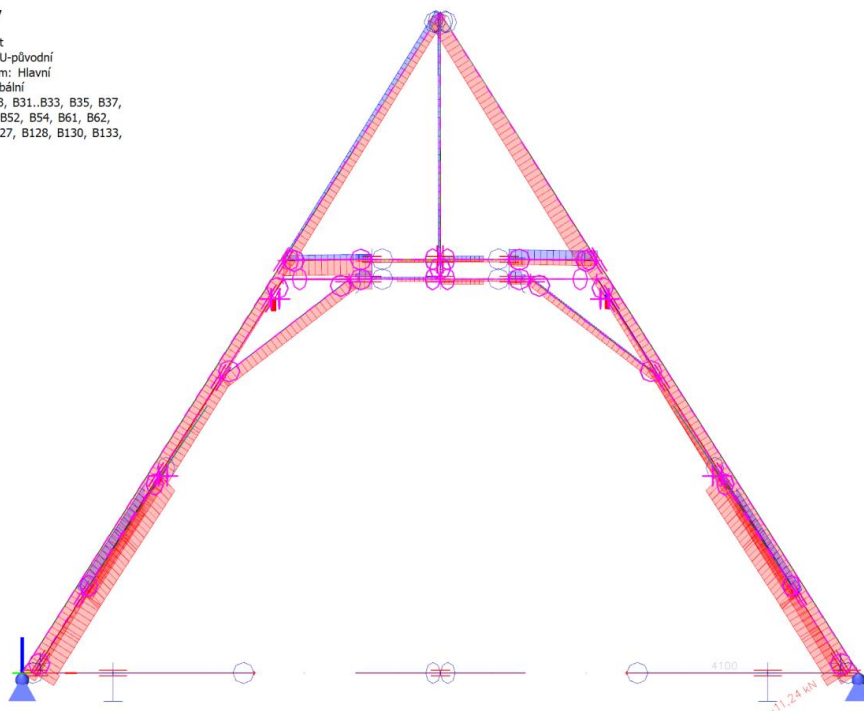


Vítr- 90°



6.4. Vnitřní síly z kombinace EN-MSÚ SOUBOR B a MSP Plná vazba – Normálové síly N (dřevěné šindele)

1D vnitřní síly
Hodnoty: N
Lineární výpočet
Kombinace: MSU-původní
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: B22, B23, B31..B33, B35, B37,
B42, B44, B49..B52, B54, B61, B62,
B119, B123, B127, B128, B130, B133,
...



Plná vazba – Normálové síly N (prejzová krytina)

1D vnitřní síly

Hodnoty: N

Lineární výpočet

Kombinace: MSU-nová

Souřadný systém: Hlavní

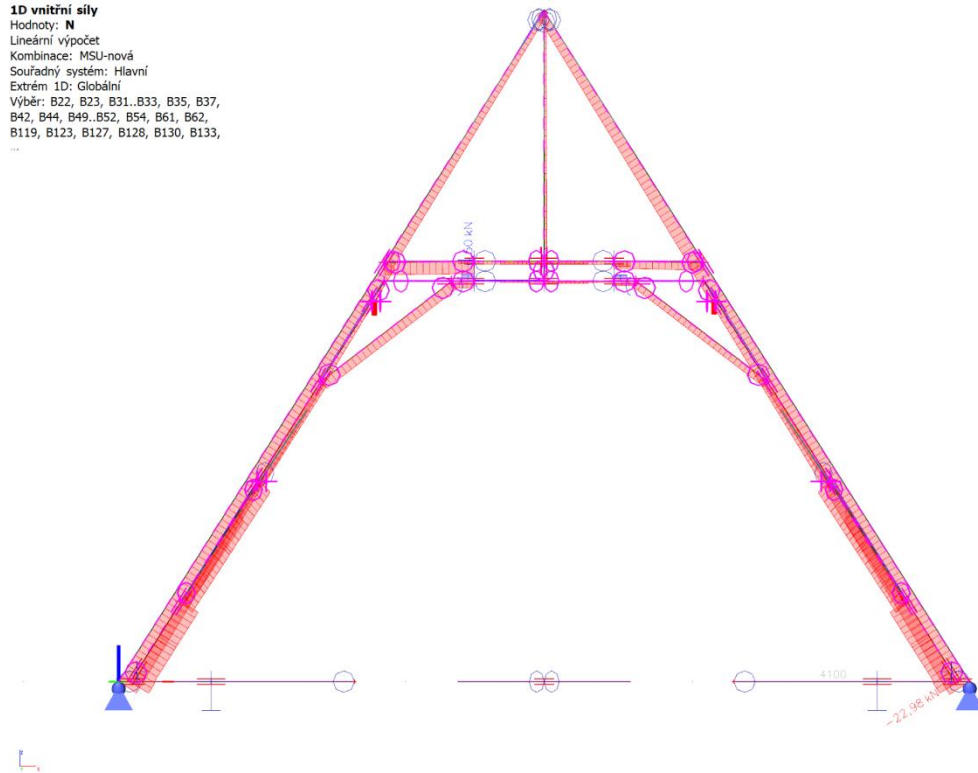
Extrém 1D: Globální

Výběr: B22, B23, B31..B33, B35, B37,

B42, B44, B49..B52, B54, B61, B62,

B119, B123, B127, B128, B130, B133,

...



Plná vazba – Ohybové momenty M_y (prejzová krytina)

1D vnitřní síly

Hodnoty: M_y

Lineární výpočet

Kombinace: MSU-nová

Souřadný systém: Hlavní

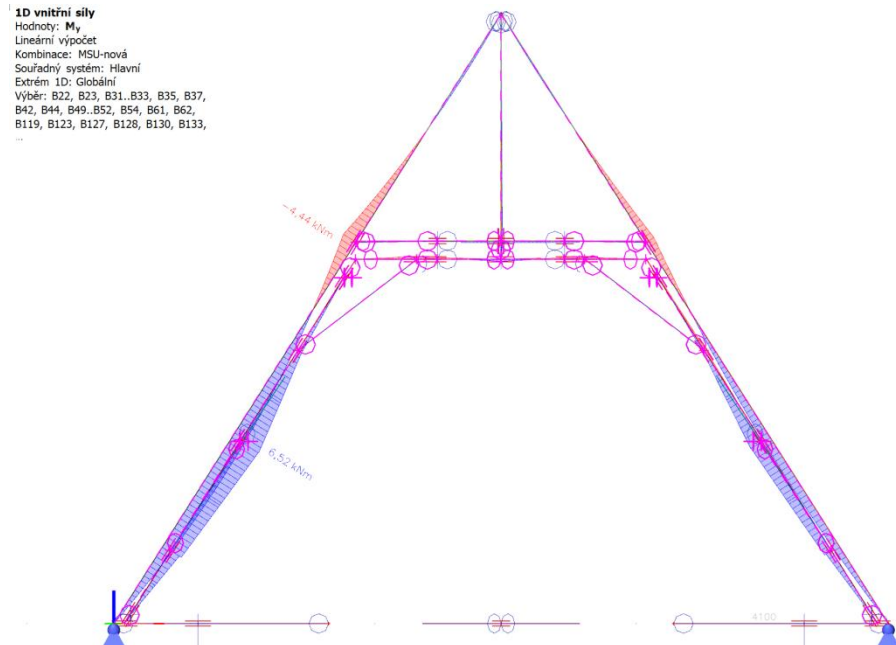
Extrém 1D: Globální

Výběr: B22, B23, B31..B33, B35, B37,

B42, B44, B49..B52, B54, B61, B62,

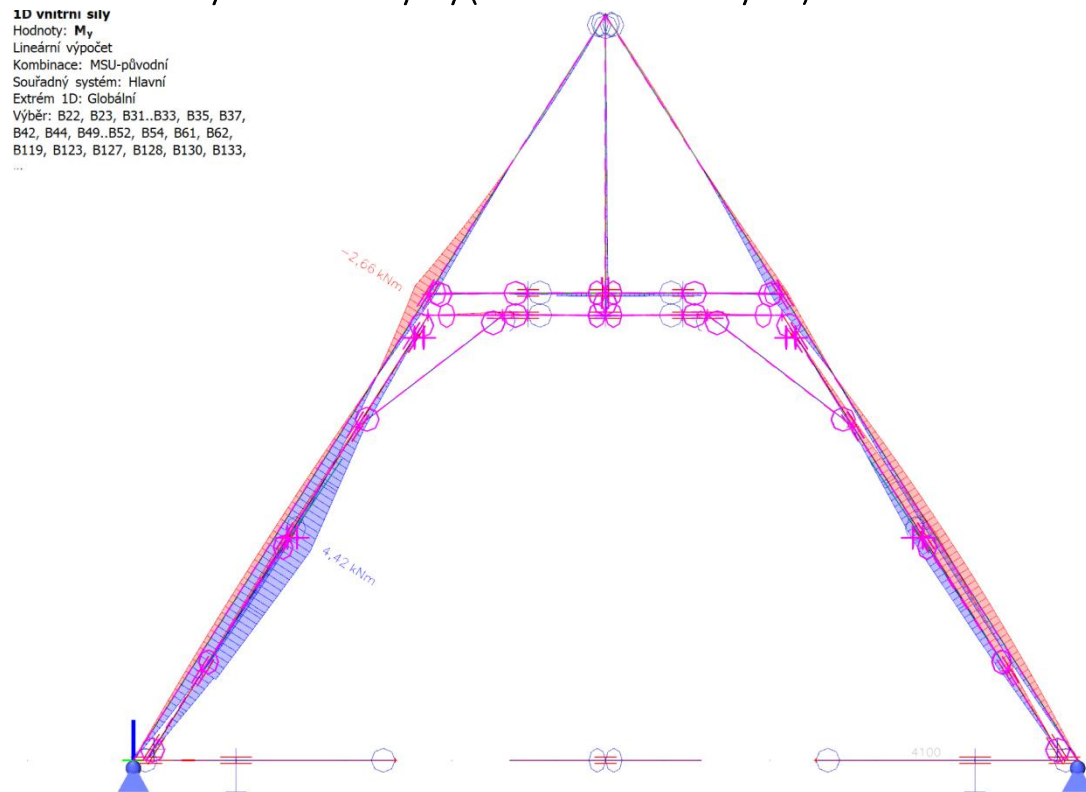
B119, B123, B127, B128, B130, B133,

...

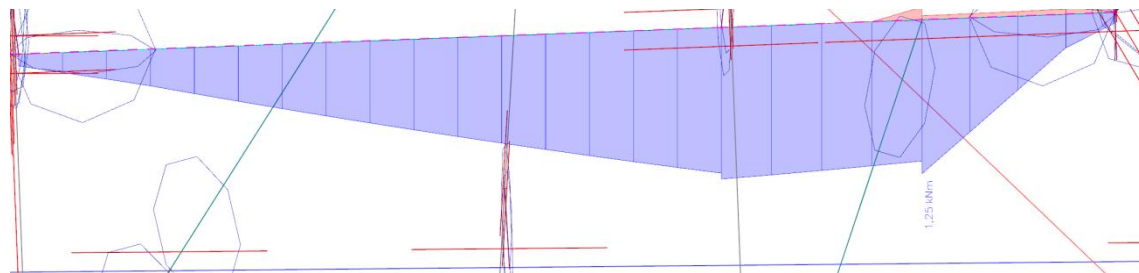


Plná vazba – Ohybové momenty M_y (dřevěná šindelová krytina)

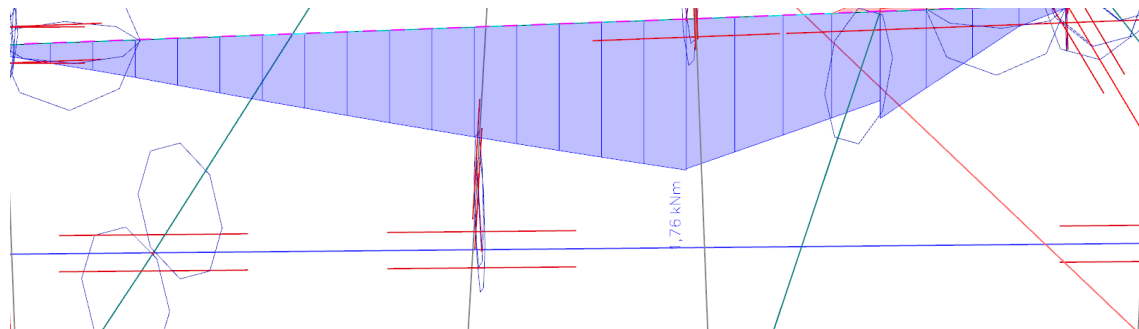
1D vnitřní síly
Hodnoty: M_y
Lineární výpočet
Kombinace: MSU-původní
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: B22, B23, B31..B33, B35, B37,
B42, B44, B49..B52, B54, B61, B62,
B119, B123, B127, B128, B130, B133,
...



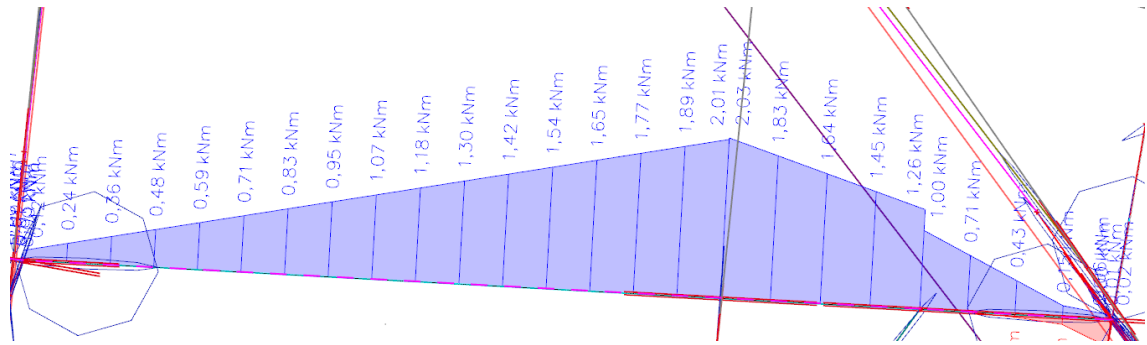
Vaznice – Momenty M_y (dřevěné šindele)



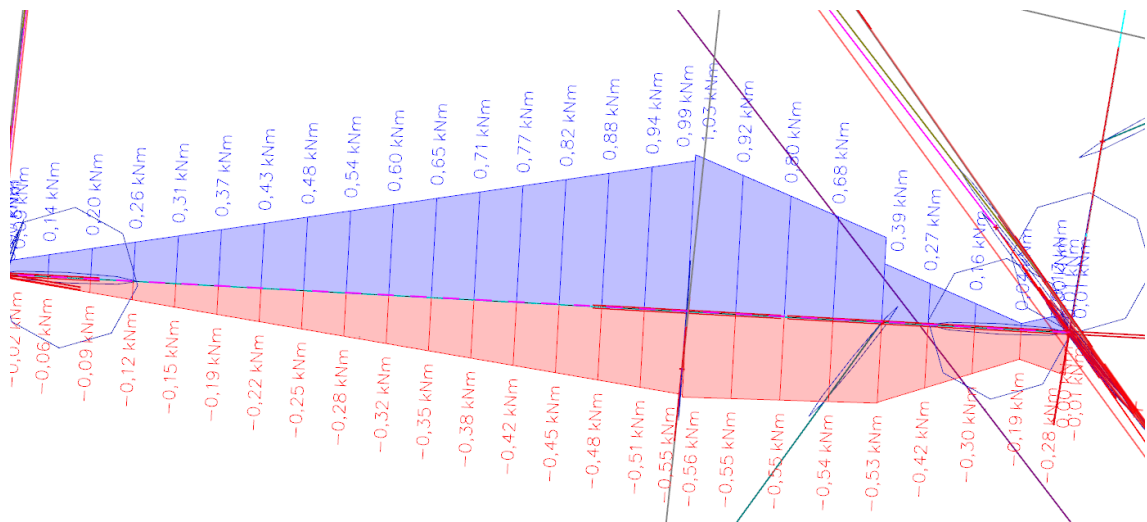
Vaznice – Momenty M_y (prejzová krytina)



Vaznice – Momenty M_z (prejzová krytina)



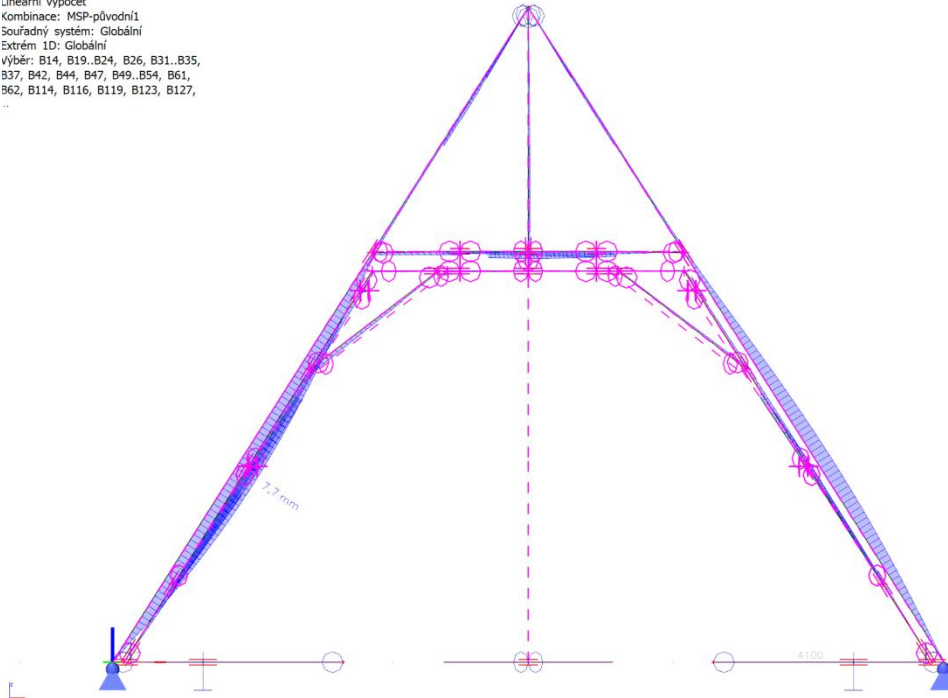
Vaznice – Momenty M_z (dřevěné šindele)



6.5. Kombinace EN-MSP

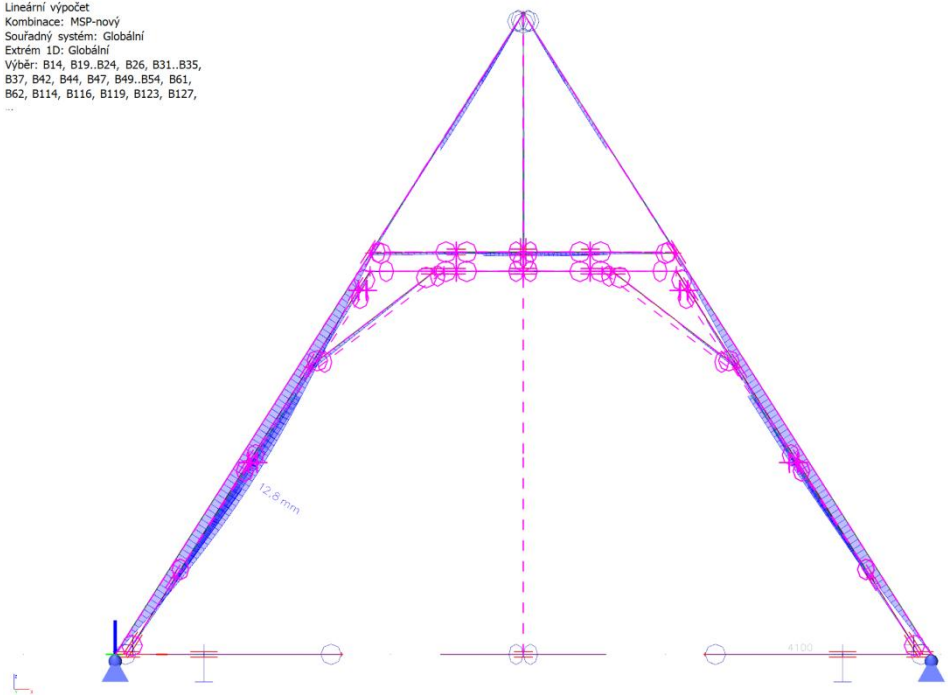
Plná vazba – Průhyby u_{tot} (dřevěné šindele)

1D deformace
Hodnoty: U_{total}
Lineární výpočet
Kombinace: MSP-původní
Souřadný systém: Globální
Extrém 1D: Globální
Výběr: B14, B19..B24, B26, B31..B35,
B37, B42, B44, B47, B49..B54, B61,
B62, B114, B116, B119, B123, B127,
...

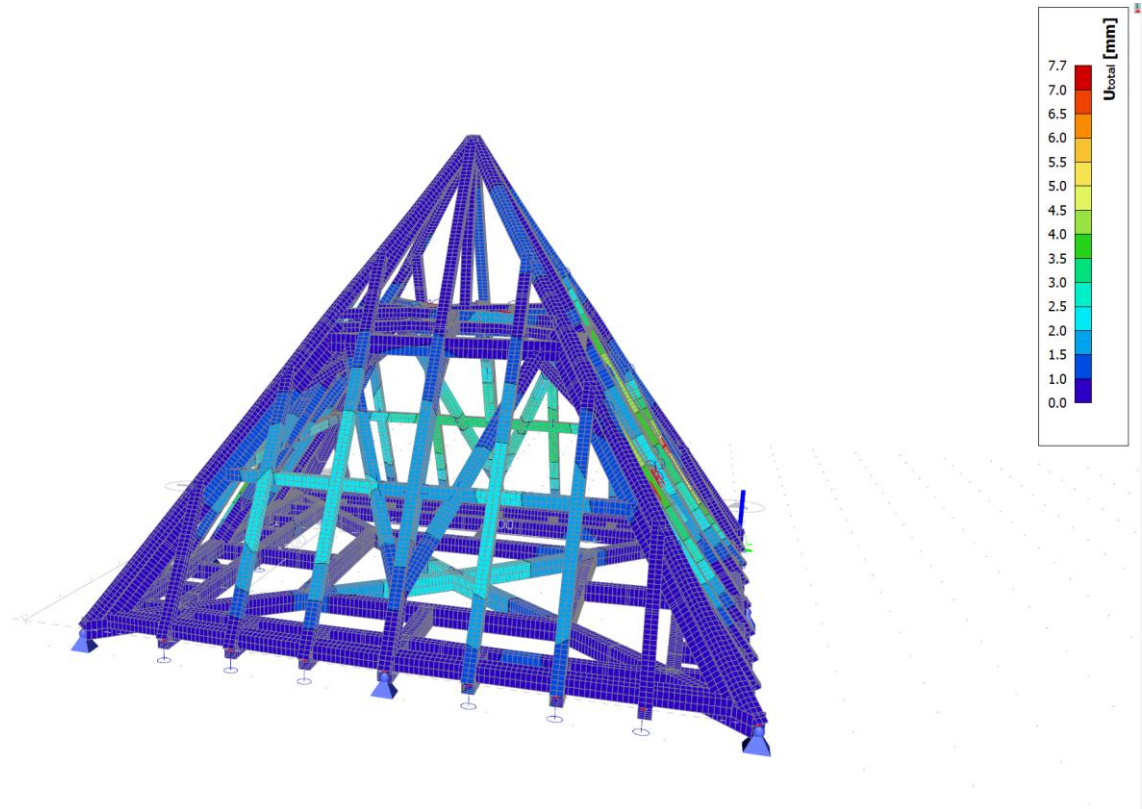


Plná vazba – Průhyby u_{tot} (prejzová krytina)

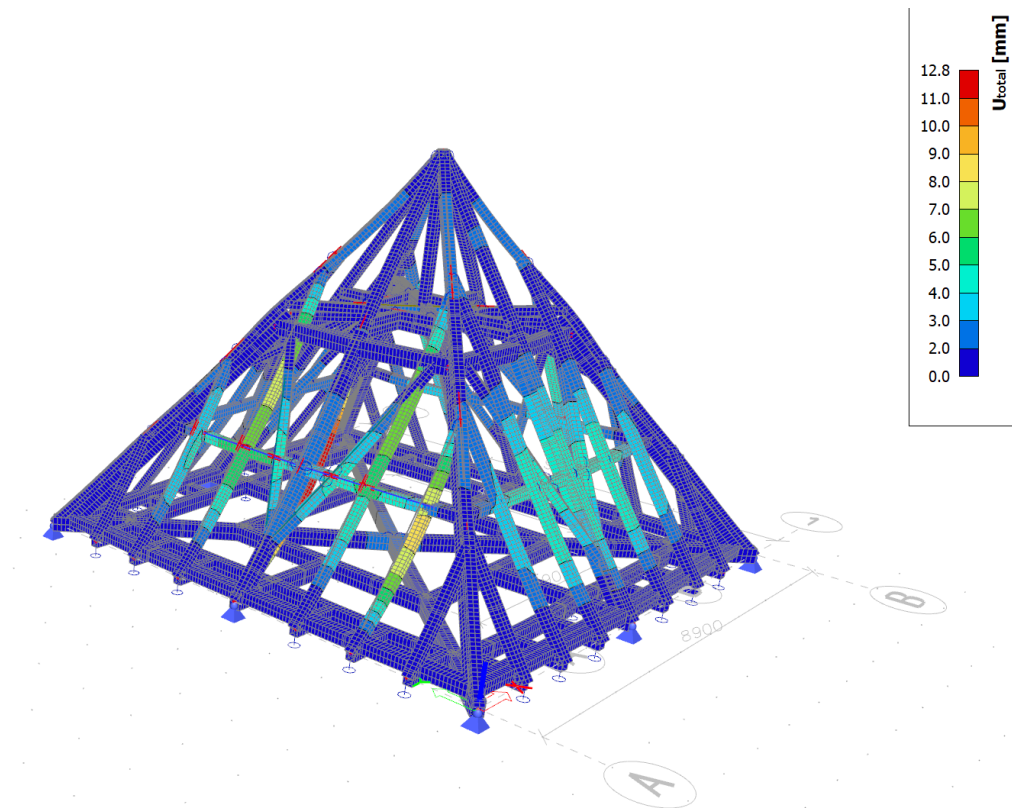
1D deformace
Hodnoty: U_{total}
Lineární výpočet
Kombinace: MSP-nový
Souřadný systém: Globální
Extrém 1D: Globální
Výběr: B14, B19..B24, B26, B31..B35,
B37, B42, B44, B47, B49..B54, B61,
B62, B114, B116, B119, B123, B127,
...



3D – Průhyb MSP u_{tot} (dřevěné šindele)



3D – Průhyb MSP u_{tot} (prejzová krytina)



7.0. Posouzení vybraných prvků na MSÚ A MSP- Gryspekův palác

POSOUZENÍ OHÝBANÉHO a TAŽENÉHO PRVKU

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitál p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu: Gryspekův palác

Poznámka: Podle vizuálního zatřídění dle ČSN EN 1912 (vzdálenosti suků, točivost vláken, vlhkosti) zvolena třída C24

Poznámka2: Ve statickém modelu bylo provedeno několik zjednodušení:

1) pevné kloubové podpory: V případě, že by odpovídaly realitě byly by pružné- dle tuhosti (tedy tahová síla vazných trámů je současná+ část vodorovné pevné reakce)

2) model počítat s druhou pozednicí na vnitřním líci nadezdívky

A) POSOUZENÍ KOMBINACI OHYBU A TAHU A SMYK (MSÚ)

ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY

Výška h= 280

Šířka b= 230

Název prvku: **vazný trám**

Druh dřeva: C24

Pevnost v tlaku $f_{c0k} = 21$ MPa

Smyková pevnost dřeva $f_{vk} = 4$ MPa

Modul pružnosti $E_{0,05} = 7400$ MPa

Pevnost v ohybu $f_{mk} = 24$ MPa

Pevnost v tahu $f_{t0k} = 14$ MPa

Třída provozu: I

Třída trvání zatížení: střednědobé

Modifikační součinitel $k_{mod} = 0,8$

Dílčí součinitel g_m rostlého dřeva= 1,3

NÁVRHOVÉ MECHANICKÉ VLASTNOSTI DŘEVA

Návrhová hodnota v ohybu:

$f_{md} = k_{mod} * f_{mk} / g_m = 14,769$ MPa

Návrhová hodnota ve smyku:

$f_{vd} = k_{mod} * f_{vk} / g_m = 2,462$ MPa

Návrhová hodnota v tahu:

$f_{t,0d} = k_{mod} * f_{t0k} / g_m = 8,615$ MPa

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU:

Ohybový moment $M_{y(ed)} = 13,89$ kN/m

Průřezový modul $W = 1/6 * b * h^2 = 3005333,333$ mm³

$\sigma_{md} = M_{ed} / W = 4,622$ MPa

$\sigma_{md} < f_{cd}$

* nosník je zajištěn proti příčné a torzní nestabilitě

Zadaný prvek vyhovuje

NAPĚTÍ V TAHU:

Tahová síla: $N_{(ed)}^+ = 48$ kN

Plocha průřezu $A = b * h = 64400$ mm²

$\sigma_{nd} = N_{nd} / A = 0,745$ MPa

KOMBINACE OHYBU A TAHU:

$$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{md}/f_{md} < 1,0$$

$$0,399 <$$

1

Zadaný prvek vyhovuje

SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$\text{Posouvací síla } V_{yed} =$$

3 kN

$$\text{Plocha průřezu } A = b * h =$$

64400 mm²

$$\tau_{vd} = 3 * V_{ed} / 2A =$$

0,070 MPa

$$\tau_{vd} < f_{vd}$$

Zadaný prvek vyhovuje

B) POSOUZENÍ NA PRŮHYB (MSP)

(dle vlastní váhy)

$$\text{Rozpětí} =$$

16000 mm

$$\text{Průměrný modul pružnosti } E_{omean} =$$

11000 MPa

$$\text{Modul setrvačnosti } I = 1/12 * b * h^3 =$$

420746666,667 mm⁴

$$\text{Tuhost } EI =$$

4,62821E+12 N*mm²

$$\text{Součinitel dotvarování dřeva } k_{def} =$$

0,6

Průhyb od jednotkového rovnoběžného zatížení:

$$w_{ref} = (5/384) * g * l^4 / (EI)$$

184,376 mm

Okamžitý průhyb

Okamžitý průběh od vlastní váhy

$$g_k = b * h * r_{dubu} =$$

0,232 kN/m

$$w_{inst(g)} = q_k * w_{ref} =$$

42,746 mm

Okamžitý průběh od proměného- montážní

$$q_k =$$

0,375 kN/m

$$w_{inst(q2)} = q_k * w_{ref} =$$

69,141 mm

Celkový okamžitý průhyb

$$W_{inst(c)} = W_{inst(g)} + W_{inst(q1)} + W_{inst(q2)} = 111,887 \text{ mm}$$

$$W_{inst(c)} = 111 <l/300 = 53,333 \text{ mm}$$

Zadaný prvek nevyhovuje

Konečný průhyb

$$W_{fin(g)} = W_{int(g)} * (1 + k_{def}) = 68,393 \text{ mm}$$

$$W_{fin(q1)} = W_{inst(q1)} * (1 + k_{def} * \gamma_{21}) = 69,141 \text{ mm}$$

$$W_{fin(c)} = W_{fin(g)} + W_{fin(q1)} = 137,534 \text{ mm}$$

$$\gamma_{21/2} = 0,0$$

Dle EN 1991-1-1

$$W_{inst(c)} = 138 <l/200 = 80 \text{ mm}$$

Zadaný prvek nevyhovuje

Závěr: Prvek vyhovuje na MSÚ, z hlediska MSP nevyhovuje, avšak při zanedbání montážního zatížení (lávka) lze prvek považovat za **vyhovující**

POSOUZENÍ TLAČENÉHO A OHÝBANÉVO PRVKU (Z)

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitav
p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu: Grypspekův palác

Poznámka: Podle vizuálního zatřídění dle ČSN EN 1912 (vzdálenosti suků,
točivost vláken, vlhkosti) zvolena třída C24

Poznámka2: Jedná se o nárožní hambálek, do kterého jsou začepovány další
hambálky

A) POSOUZENÍ NA TLAK (MSÚ)

ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY

Výška $h=$ 170

Šířka $b=$ 170

Název prvku: **hambálek**

Druh dřeva: C24

Pevnost v tlaku $f_{c0k}=$ 21 MPa

Smyková pevnost dřeva $f_{vk}=$ 4 MPa

Modul pružnosti $E_{0,05}=$ 7400 MPa

Pevnost v tahu $f_{t0k}=$ 14 MPa

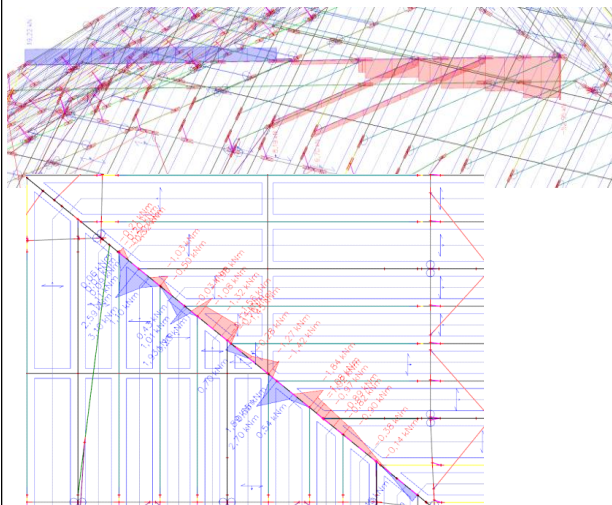
Třída provozu: I

Třída trvání zatížení: střednědobé

Modifikační součinitel $k_{mod}=$ 0,8

Dílčí součinitel g_m rostlého dřeva= $1,3$

VNITŘNÍ SÍLY N A Mz



NÁVRHOVÉ MECHANICKÉ VLASTNOSTI DŘEVA

Návrhová hodnota v ohybu:

$f_{md}= k_{mod} * f_{mk} / g_m =$ 14,77 MPa

Návrhová hodnota v tlaku rovnoběžně s vláknem

$f_{c0d}= k_{mod} * f_{c0k} / g_m =$ 12,92 MPa

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ V TLAKU

Normálová síla $N_{ed}=$ 52,19 kN

Plocha průřezu $A=b*h=$ 28900 mm²

$\sigma_{c0d}= N_{ed}/A=$ 1,806 MPa

Efektivní délka nosníku l_{ef} :	8800 mm
Poloměr setrvačnosti $i_y=(I_y/A)^{0,5}$:	49,07 mm
Štíhlost $l_y= l_{ef}/i_y$:	179,318 -
Modul setrvačnosti $I_y=1/12*b*h^3$:	69600833 mm ⁴
Modul setrvačnosti $I_z=1/12*h*b^3$:	69600833 mm ⁴
Poloměr setrvačnosti $i_z=(I_z/A)^{0,5}$:	49,1 mm
Štíhlost $l_z= l_{ef}/i_z$:	179,3182013
$s_{crY}= p^2*E_{0,05}/l_y^2$:	2,27 MPa
Relativní štíhlost $l_{rel}= (f_{c0k}/s_{cr})^{0,5}$:	3,04
$s_{crZ}= p^2*E_{0,05}/l_z^2$:	2,27 MPa

Součinitel vzpěrnosti

$k=0,5*(1+b_c(l_{rel}-0,3)+l_{rel}^2)$:	5,40
Součinitel pro rostlé dřevo b_c :	0,2
$k_c=1/((k+(k^2-l_{rel}^2)^{0,5}))$:	0,101

Napětí s uvažováním vzpěru $\sigma_{cod}= N_{ed}/A*k_c$:	17,8 MPa
---	----------

$\sigma_{cod}= 17,82$ <	$f_{c0k}=12,92$ MPa
Zadaný prvek nevyhovuje	137,9 %

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

Ohybový moment $M_{y(ed)}$:	3,22 kN/m
Průřezový modul $W=1/6*b*h^2$:	818833,3333 mm ³
$\sigma_{md}= M_{ed}/W$:	3,93 MPa

KOMBINACE VZPĚRU A OHYBU

$\sigma_{cod}/f_{cod}*k_c+\sigma_{md}/f_{md}<1,0$	
1,38	0,27
Zadaný prvek nevyhovuje o	64,5 %

B) POSOUZENÍ NA PRŮHYB (MSP)

U tohoto typu zatížení a podepření není MSP rozhodující, prvek vyhoví prvek **vyhoví**

Závěr: Prvek nevyhovuje na MSÚ o **64,5%**, nicméně materiálové charakteristiky byly odhadnuty, dřevo nevykazuje vady ovlivňující pevnost, proto po provedení mechanických zkoušek potvrzující větší pevnost lze prohlásit za **vyhovující**

POSOUZENÍ OHÝBANÉHO A TLAČENÉHO PRVKU

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitál p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu: Gryspekův palác

Poznámka: Podle vizuálního zatřídění dle ČSN EN 1912 (vzdálenosti suků, točivost vláken, vlhkosti) zvolena třída C24

1.0 POSOUZENÍ NA OHYB, TLAK A SMYK (MSÚ)

ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY

Výška $h=$ 170

Šířka $b=$ 170

Název prvku: **krokev**

Druh dřeva: C24

Pevnost v tlaku $f_{c0k}=$ 21 MPa

Smyková pevnost dřeva $f_{vk}=$ 4 MPa

Modul pružnosti $E_{0,05}=$ 7400 MPa

Pevnost v ohybu $f_{mk}=$ 24 MPa

Pevnost v tahu $f_{tok}=$ 14 MPa

Třída trvání zatížení: střednědobé

Modifikační součinitel $k_{mod}=$ 0,8

Dílčí součinitel g_m rostlého dřeva= 1,3

NÁVRHOVÉ MECHANICKÉ VLASTNOSTI DŘEVA

Návrhová hodnota v ohybu:

$f_{md}= k_{mod} * f_{mk} / g_m =$ 14,769 MPa

Návrhová hodnota ve smyku:

$f_{vd}= k_{mod} * f_{vk} / g_m =$ 2,462 MPa

Návrhová hodnota v tlaku rovnoběžně s vlákny

$f_{c0d}= k_{mod} * f_{c0k} / g_m =$ 12,923 MPa

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

Ohybový moment $M_{y(ed)}$ 5,64 kN/m

Průřezový modul $W=1/6*b*h^2$ 818833,333 mm³

$\sigma_{md}= M_{ed}/W=$ 6,888 MPa

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ V TLAKU

Normálová síla $N_{ed}=$ 56,52 kN

Plocha průřezu $A=b*h=$ 28900 mm²

$\sigma_{c0d}= N_{ed}/A=$ 1,956 MPa

Štíhlostní poměry

Efektivní délka nosníku l_{ef} :	4800 mm
Poloměr setrvačnosti $i_y=(I_y/A)^{0,5} =$	49,075 mm
Štíhlost $l_y= l_{ef}/i_y =$	97,810 -
$\sigma_{cr} = \pi^2 * E_{0,05}/l^2 =$	7,626 MPa
Relativní štíhlost $l_{rel} = (f_{c0k}/s_{cr})^{0,5} =$	1,659

Součinitel vzpěrnosti

$k=0,5*(1+b_c(l_{rel}-0,3)+l_{rel}^2) =$	2,013
Součinitel pro rostlé dřevo $b_c =$	0,2
$k_c=1/((k+(k^2-l_{rel}^2)^{0,5}) =$	0,317

KOMBINACE VZPĚRU A OHYBU

$s_{cod}/f_{cod} * k_c + s_{md}/f_{md} < 1,0$		
0,477	0,466	0,943 < 1,0

Zadaný prvek vyhovuje

SMYKOVÉ NAPĚTÍ

Posouvací síla $V_{ed} =$	6,28 kN
Plocha průřezu $A=b*h =$	28900 mm ²
$t_{vd} = 3*V_{ed}/2A =$	0,326 MPa
$t_{vd} < f_{vd}$	

Zadaný prvek vyhovuje

B) POSOUZENÍ NA PRŮHYB (MSP)

Rozpětí =	4800 mm
Průměrný modul pružnosti $E_{omean} =$	11000 MPa
Modul setrvačnosti $I_y=1/12*b*h^3 =$	69600833,333 mm ⁴
Tuhost $EI =$	7,65609E+11 N*mm ²
Součinitel dotvarování dřeva $k_{def} =$	0,6

Průhyb od jednotkového rovnoběžného zatížení:

$w_{ref} = (5/384)*g*l^4/(EI)$	9,028 mm
--------------------------------	----------

Okamžitý průhyb

Okamžitý průběh od stálého	
$g_k =$	1,125 kN/m
$w_{inst(g)} = q_k * w_{ref} =$	10,157 mm

Okamžitý průběh od proměného- sníh

$$q_k = 0,36 \text{ kN/m}$$

$$w_{inst(q1)} = q_k * w_{ref} = 3,250 \text{ mm}$$

Okamžitý průběh od proměného- vítr

$$q_k = 0,28 \text{ kN/m}$$

$$w_{inst(q2)} = q_k * w_{ref} = 2,528 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

$$w_{inst(c)} = w_{inst(g)} + w_{inst(q1)} + w_{inst(q2)} = 15,935 \text{ mm}$$

$$w_{inst(c)} = 15,934 < l/300 = 16 \text{ mm}$$

Zadaný prvek vyhovuje

Konečný průhyb

$$w_{fin(g)} = w_{int(g)} * (1 + k_{def}) = 16,251 \text{ mm}$$

$$w_{fin(q1)} = w_{inst(q1)} * (1 + k_{def} * \gamma_{21}) = 3,250 \text{ mm}$$

$$w_{fin(q2)} = w_{inst(q2)} * (1 + k_{def} * \gamma_{22}) = 2,528 \text{ mm}$$

$$w_{fin(c)} = w_{fin(g)} + w_{fin(q1)} + w_{fin(q2)} = 22,029 \text{ mm}$$

$$\gamma_{21/2} = 0,0$$

Dle EN 1991-1-1

$$w_{inst(c)} = 22,028 < l/200 = 24 \text{ mm}$$

Zadaný prvek vyhovuje

Závěr: Prvek vyhovuje na MSÚ a MSP a lze ho prohlásit za **vyhovující**

POSOUZENÍ OHÝBANÉHO A TLAČENÉHO PRVKU

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitál p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu: Gryspekův palác

Poznámka: Podle vizuálního zatřídění dle ČSN EN 1912 (vzdálenosti suků, točivost vláken, vlhkosti) zvolena třída C24

A) POSOUZENÍ NA TLAK A OHYB (MSÚ)

ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY

Výška $h=$ 280

Šířka $b=$ 230

Název prvku: **vzpěradlo**

Druh dřeva: C24

Pevnost v tlaku $f_{c0k}=$ 21 MPa

Smyková pevnost dřeva $f_{vk}=$ 4 MPa

Modul pružnosti $E_{0,05}=$ 7400 MPa

Pevnost v ohybu $f_{mk}=$ 24 MPa

Pevnost v tahu $f_{t0k}=$ 14 MPa

Třída trvání zatížení: střednědobé

Modifikační součinitel $k_{mod}=$ 0,8

Dílčí součinitel g_m rostlého dřeva= $1,3$

NÁVRHOVÉ MECHANICKÉ VLASTNOSTI DŘEVA

Návrhová hodnota v ohybu:

$f_{md}= k_{mod} * f_{mk} / g_m =$ 14,77 MPa

Návrhová hodnota ve smyku:

$f_{vd}= k_{mod} * f_{vk} / g_m =$ 2,46 MPa

Návrhová hodnota v tlaku rovnoběžně s vlákny

$f_{c0d}= k_{mod} * f_{c0k} / g_m =$ 12,92 MPa

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

Ohybový moment $M_{y(ed)}$ 9,26 kN/m

Průřezový modul $W=1/6*b*h^2$ 3005333,333 mm³

$\sigma_{md}= M_{ed}/W=$ 3,08 MPa

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ V TLAKU

Normálová síla $N_{ed}=$ 120 kN

Plocha průřezu $A=b*h=$ 64400 mm²

$\sigma_{c0d}= N_{ed}/A=$ 1,86 MPa

Štíhlostní poměry

Efektivní délka nosníku l_{ef} :	5700 mm
Poloměr setrvačnosti $i_y=(I_y/A)^{0,5}$:	80,83 mm
Štíhlost $l_y= l_{ef}/i_y$:	70,52 -
$\sigma_{cr}=\pi^2 * E_{0,05}/l^2$:	14,67 MPa
Relativní štíhlost $l_{rel}=(f_{c0k}/\sigma_{cr})^{0,5}$:	1,20

Součinitel vzpěrnosti

$k=0,5*(1+b_c(l_{rel}-0,3)+l_{rel}^2)$:	1,31
Součinitel pro rostlé dřevo b_c :	0,2
$k_c=1/((k+(k^2-l_{rel}^2)^{0,5}))$:	0,55

KOMBINACE VZPĚRU A OHYBU

$\sigma_{cod}/f_{cod} * k_c + \sigma_{md}/f_{md} < 1,0$		
0,26	0,21	0,47 < 1,0

Zadaný prvek vyhovuje

SMYKOVÉ NAPĚTÍ

Posouvací síla V_{ed} :	10,96 kN
Plocha průřezu $A=b*h$:	64400 mm ²
$\tau_{vd}= 3*V_{ed}/2A$:	0,26 MPa
$\tau_{vd} < f_{vd}$	

Zadaný prvek vyhovuje

2.0 POSOUZENÍ NA PRŮHYB (MSP)

Rozpětí:	4600 mm
Průměrný modul pružnosti E_{omean} :	11000 MPa
Modul setrvačnosti $I=1/12*b*h^3$:	420746666,7 mm ⁴
Tuhost EI :	4,62821E+12 N*mm ²
Součinitel dotvarování dřeva k_{def} :	0,6

Průhyb od jednotkového rovnoběžného zatížení:

$w_{ref}=(5/384)*g*l^4/(EI)$	1,26 mm
------------------------------	---------

Z jednotkového zatížení je patrné, že prvek je tak tuhý, že posouzení na MSP je zde zbytečné, prvek **vyhoví**

Závěr: Prvek vyhovuje na MSÚ a lze ho prohlásit za **vyhovující**

POSOUZENÍ OHÝBANÉHO PRVKU

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitál p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu: Gryspekův palác

Poznámka: Podle vizuálního zatřídění dle ČSN EN 1912 (vzdálenosti suků, točivost vláken, vlhkosti) zvolena třída C24

A) POSOUZENÍ NA OHYB VE DVOU ROVINNÁCH A SMYK (MSÚ)

ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY

Výška $h=$ 250

Šířka $b=$ 200

Název prvku: **vaznice 1**

Druh dřeva: C24

Pevnost v tlaku $f_{c0k}=$ 21 MPa

Smyková pevnost dřeva $f_{vk}=$ 4 MPa

Modul pružnosti $E_{0,05}=$ 7400 MPa

Pevnost v ohybu $f_{mk}=$ 24 MPa

Třída provozu: I

Třída trvání zatížení: střednědobé

Modifikační součinitel $k_{mod}=$ 0,8

Dílčí součinitel g_m rostlého dřeva= $1,3$

Součinitel pro šikmý ohyb $k_m=$ 0,7

NÁVRHOVÉ MECHANICKÉ VLASTNOSTI DŘEVA

Návrhová hodnota v ohybu:

$f_{md}=k_{mod} * f_{mk} / g_m=$ 14,8 MPa

Návrhová hodnota ve smyku:

$f_{vd}=k_{mod} * f_{vk} / g_m=$ 2,5 MPa

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

Ohybový moment $M_{y(ed)}$ 10,61 kN/m

Průřezový modul $W_{yz}=1/6 * b * h^2$ 2083333,3 mm³

$\sigma_{myd}=M_{yed}/W=$ 5,1 MPa

Ohybový moment $M_{z(ed)}$ 7,75 kN/m

$\sigma_{mzd}=M_{zed}/W=$ 3,72 MPa

$\sigma_{myd}/f_{md} + k_m * \sigma_{mzd}/f_{md} < 1,0$

0,3 0,4 0,7 < 1,0

$\sigma_{mzd}/f_{md} + k_m * \sigma_{myd}/f_{md} < 1,0$

0,3 0,2 0,5 < 1,0

* nosník je zajištěn proti příčné a torzní nestabilitě díky zavětrování

Zadaný prvek vyhovuje

SMYKOVÉ NAPĚTÍ

Posouvací síla V_{ed} = 3,5 kN
Plocha průřezu $A=b*h$ = 50000 mm²
 $\tau_{vd} = 3*V_{ed}/2A =$ 0,105 MPa

$\tau_{vd} < f_{vd}$

Zadaný prvek vyhovuje

B) POSOUZENÍ NA PRŮHYB (MSP)

dle programu scia 7,82 mm

$l =$ 4250 mm

$w_{inst(c)} = 7,8$ < $l/300 =$ 14,2 mm

Zadaný prvek vyhovuje

Závěr: Prvek vyhovuje na MSÚ a MSP a lze ho prohlásit za **vyhovující**

8.0. Posouzení vybraných prvků na MSÚ A MSP a případná aplikovatelnost navržených protéz- Věž

POSOUZENÍ OHÝBANÉHO a TAŽENÉHO PRVKU

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitál p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu: Věž

Poznámka: Podle vizuálního zatřídění dle ČSN EN 1912 (vzdálenosti suků, točivost vláken, vlhkosti) zvolena třída C24

Poznámka2: Ve statickém modelu bylo provedeno několik zjednodušení:
 1) pevné kloubové podpory: V případě, že by odpovídaly realitě byly by pružné- dle tuhosti (tedy tahová síla vazných trámů je současná+ část vodorovné pevné reakce)
 2) model počítat s druhou pozednicí na vnitřním líci nadezdívky viz. detail D5

A) POSOUZENÍ KOMBINACI OHYBU A TAHU A SMYK (MSÚ)

ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY

Výška $h=$ 280

Šířka $b=$ 230

Název prvku: **vazný trám**

Druh dřeva: C24

Pevnost v tlaku $f_{c0k}=$ 21 MPa

Smyková pevnost dřeva $f_{vk}=$ 4 MPa

Modul pružnosti $E_{0,05}=$ 7400 MPa

Pevnost v ohybu $f_{mk}=$ 24 MPa

Pevnost v tahu $f_{t0k}=$ 14 MPa

Třída provozu: I

Třída trvání zatížení: střednědobé

Modifikační součinitel $k_{mod}=$ 0,8

Dílčí součinitel g_m rostlého dřeva= $1,3$

Návrhové vnitřní síly

Ohybový moment $M_{y(ed)}$ 2,81 kN/m

Tahová síla: $N^+_{(ed)}$ 24,25 kN

NÁVRHOVÉ MECHANICKÉ VLASTNOSTI DŘEVA

Návrhová hodnota v ohybu:

$f_{md}=k_{mod} * f_{mk} / g_m=$ 14,77 MPa

Návrhová hodnota ve smyku:

$f_{vd}=k_{mod} * f_{vk} / g_m=$ 2,46 MPa

Návrhová hodnota v tahu:

$f_{t,0d}=k_{mod} * f_{t0k} / g_m==$ 8,62 MPa

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU:

$$\text{Průřezový modul } W=1/6*b*h^2 \quad 3005333,33 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{md} = M_{ed}/W = \quad 0,94 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{md} < f_{cd}$$

*nosník je zajištěn proti příčné a torzní nestabilitě

Zadaný prvek vyhovuje

NAPĚTÍ V TAHU:

$$\text{Plocha průřezu } A=b*h = \quad 64400 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{c0d} = N_{ed}/A = \quad 0,376552795 \text{ MPa}$$

KOMBINACE OHYBU A TAHU:

$$\sigma_{i0d}/f_{i0d} + \sigma_{md}/f_{md} < 1,0$$

$$0,107014613 < \quad 1$$

Zadaný prvek vyhovuje

SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$\text{Posouvací síla } V_{yed} = \quad 8,35 \text{ kN}$$

$$\text{Plocha průřezu } A=b*h = \quad 64400 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{vd} = 3*V_{ed}/2A = \quad 0,194487578 \text{ MPa}$$

$$\tau_{vd} < f_{vd}$$

Zadaný prvek vyhovuje

B) POSOUZENÍ NA PRŮHYB (MSP)

(dle vlastní váhy)

$$\text{Rozpětí} = \quad 10400 \text{ mm}$$

$$\text{Průměrný modul pružnosti } E_{omean} = \quad 11000 \text{ MPa}$$

$$\text{Modul setrvačnosti } I = 1/12*b*h^3 = \quad 420746666,7 \text{ mm}^4$$

$$\text{Tuhost } EI = \quad 4,62821E+12 \text{ N*mm}^2$$

$$\text{Součinitel dotvarování dřeva } k_{def} = \quad 0,6$$

Průhyb od jednotkového rovnoběžného zatížení:

$$w_{ref} = (5/384)*g*l^4/(EI) \quad 32,91 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb

Okamžitý průběh od vlastní váhy

$$g_k = b*h*r_{dubu} = \quad 0,23 \text{ kN/m}$$

$$w_{inst(g)} = q_k*w_{ref} = \quad 7,63 \text{ mm}$$

Okamžitý průběh od proměného- montážní

$$q_k = 0,375 \text{ kN/m}$$

$$W_{inst(q2)} = q_k \cdot W_{ref} = 12,34 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

$$W_{inst(c)} = W_{inst(g)} + W_{inst(q1)} + W_{inst(q2)} = 19,97 \text{ mm}$$

$$W_{inst(c)} = 20 < l/300 = 34,67 \text{ mm}$$

Zadaný prvek vyhovuje

Konečný průhyb

$$W_{fin(g)} = W_{int(g)} \cdot (1 + k_{def}) = 12,21 \text{ mm}$$

$$W_{fin(q1)} = W_{inst(q1)} \cdot (1 + k_{def} \cdot \gamma_{21}) = 12,34 \text{ mm}$$

$$W_{fin(c)} = W_{fin(g)} + W_{fin(q1)} = 24,55 \text{ mm}$$

$$\gamma_{21/2} = 0,0$$

Dle EN 1991-1-1

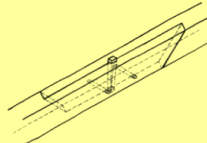
$$W_{inst(c)} = 24,5 < l/200 = 52 \text{ mm}$$

Zadaný prvek vyhovuje

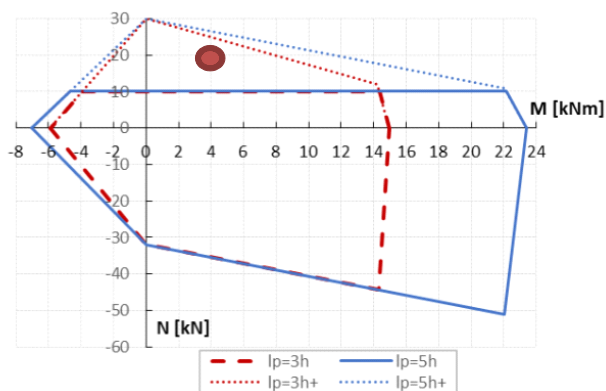
Závěr: Prvek vyhovuje na MSÚ i na MSP, lze ho proto prohlásit za **vyhovující**

C) Protézování

zvolená protéza:

<p>Jednohmoždíkový</p> <ul style="list-style-type: none"> • jeden hmoždík • počet kolíků $n = 2$ • sklon čel 45° • nosný je hmoždík a čela • vždy podkosená čela 	<p>Převládající OHYB + TAH</p>		<p>stropní trámy</p>
---	--	--	----------------------

$$\text{Délka protézy: } 3H = 840 \text{ mm}$$



Pro zvolený způsob namáhání lze použít jednohmoždíkový spoj zajištěný dvěma kolíky

je však nutné využít potenciální únosnosti, pokud je hmoždík dodatečně zajištěn proti pootočení příčným sevřením plátů spoje- místo 2 dřevěných kolíků 4 ocelové svorníky zavíčkované

POSOUZENÍ OHÝBANÉHO A TLAČENÉHO PRVKU

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitál p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu: Gryspekův palác

Poznámka: Podle vizuálního zatřídění dle ČSN EN 1912 (vzdálenosti suků, točivost vláken, vlhkosti) zvolena třída C24

1.0 POSOUZENÍ NA OHYB, TLAK A SMYK (MSÚ)

ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY

Výška $h=$ 170

Šířka $b=$ 170

Název prvku: **krokev**

Druh dřeva: C24

Pevnost v tlaku $f_{c0k}=$ 21 MPa

Smyková pevnost dřeva $f_{vk}=$ 4 MPa

Modul pružnosti $E_{0,05}=$ 7400 MPa

Pevnost v ohybu $f_{mk}=$ 24 MPa

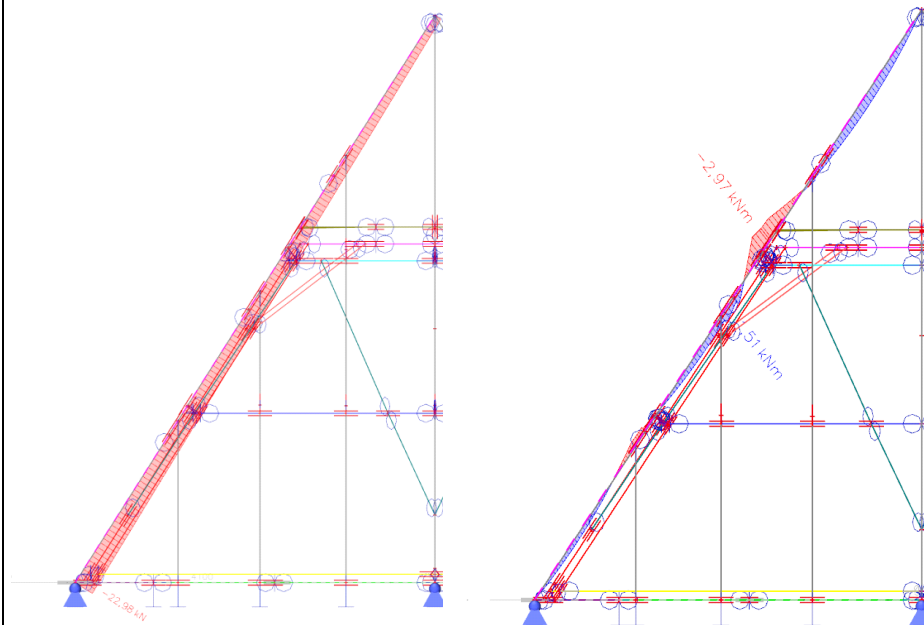
Pevnost v tahu $f_{t0k}=$ 14 MPa

Třída trvání zatížení: střednědobé

Modifikační součinitel $k_{mod}=$ 0,8

Dílčí součinitel g_m rostlého dřeva= $1,3$

VNITŘNÍ SÍLY



NÁVRHOVÉ MECHANICKÉ VLASTNOSTI DŘEVA

Návrhová hodnota v ohybu:

$$f_{md} = k_{mod} * f_{mk} / g_m = 14,77 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota ve smyku:

$$f_{vd} = k_{mod} * f_{vk} / g_m = 2,46 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota v tlaku rovnoběžně s vlákny

$$f_{c0d} = k_{mod} * f_{c0k} / g_m = 12,92 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

$$\text{Ohybový moment } M_{y(ed)} = 2,97 \text{ kN/m}$$

$$\text{Průřezový modul } W = 1/6 * b * h^2 = 818833,33 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{md} = M_{ed} / W = 3,63 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ V TLAKU

$$\text{Normálová síla } N_{ed} = 22,98 \text{ kN}$$

$$\text{Plocha průřezu } A = b * h = 28900 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{c0d} = N_{ed} / A = 0,80 \text{ MPa}$$

Štíhlostní poměry

$$\text{Efektivní délka nosníku } l_{ef} = 5400 \text{ mm}$$

$$\text{Poloměr setrvačnosti } i_y = (I_y / A)^{0,5} = 49,07 \text{ mm}$$

$$\text{Štíhlost } l_y = l_{ef} / i_y = 110,04$$

$$\sigma_{cr} = \pi^2 * E_{0,05} / l^2 = 6,03 \text{ MPa}$$

$$\text{Relativní štíhlost } l_{rel} = (f_{c0k} / \sigma_{cr})^{0,5} = 1,87$$

Součinitel vzpěrnosti

$$k = 0,5 * (1 + b_c * (l_{rel} - 0,3) + l_{rel}^2) = 2,40$$

$$\text{Součinitel pro rostlé dřevo } b_c = 0,2$$

$$k_c = 1 / ((k + (k^2 - l_{rel}^2)^{0,5})) = 0,26$$

KOMBINACE VZPĚRU A OHYBU

$$\sigma_{c0d} / f_{c0d} * k_c + \sigma_{md} / f_{md} < 1,0$$

$$0,24 \quad 0,25 \quad 0,49 < 1,0$$

Zadaný prvek vyhovuje

SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$\text{Posouvací síla } V_{ed} = 6,28 \text{ kN}$$

$$\text{Plocha průřezu } A = b * h = 28900 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{vd} = 3 * V_{ed} / 2A = 0,33 \text{ MPa}$$

$$\tau_{vd} < f_{vd}$$

Zadaný prvek vyhovuje

B) POSOUZENÍ NA PRŮHYB (MSP)

Rozpětí=	4800 mm
Průměrný modul pružnosti E_{omean} =	11000 MPa
Modul setrvačnosti $I_y=1/12*b*h^3$ =	69600833,33 mm ⁴
Tuhost EI =	7,65609E+11 N*mm ²
Součinitel dotvarování dřeva k_{def} =	0,6

Průhyb od jednotkového rovnoběžného zatížení:

$$w_{\text{ref}}=(5/384)*g*I^4/(EI) \quad 9,03 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb

Okamžitý průběh od stálého

$$g_k=1,125 \text{ kN/m}$$
$$w_{\text{inst}(g)}=q_k*w_{\text{ref}}=10,16 \text{ mm}$$

Okamžitý průběh od proměného- sníh

$$q_k=0,36 \text{ kN/m}$$
$$w_{\text{inst}(q1)}=q_k*w_{\text{ref}}=3,25 \text{ mm}$$

Okamžitý průběh od proměného- vítr

$$q_k=0,28 \text{ kN/m}$$
$$w_{\text{inst}(q2)}=q_k*w_{\text{ref}}=2,53 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

$$w_{\text{inst}(c)}=w_{\text{inst}(g)}+w_{\text{inst}(q1)}+w_{\text{inst}(q2)}=15,93 \text{ mm}$$
$$w_{\text{inst}(c)}=15,934 < l/300=16 \text{ mm}$$

Zadaný prvek vyhovuje

Konečný průhyb

$$w_{\text{fin}(g)}=w_{\text{int}(g)}*(1+k_{\text{def}})=16,25 \text{ mm}$$

$$w_{\text{fin}(q1)}=w_{\text{inst}(q1)}*(1+k_{\text{def}}*\gamma_{21})=2 \text{ mm}$$

$$w_{\text{fin}(q2)}=w_{\text{inst}(q2)}*(1+k_{\text{def}}*\gamma_{22})=2,53 \text{ mm}$$

$$w_{\text{fin}(c)}=w_{\text{fin}(g)}+w_{\text{fin}(q1)}+w_{\text{fin}(q2)}=22,03 \text{ mm}$$

$$\gamma_{21/2}=0,0$$

Dle EN 1991-1-1

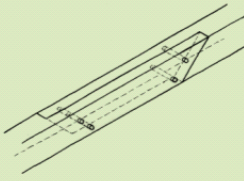
$$w_{\text{inst}(c)}=22,028 < l/200=24 \text{ mm}$$

Zadaný prvek vyhovuje

Závěr: Prvek vyhovuje na MSÚ a MSP a lze ho prohlásit za **vyhovující**

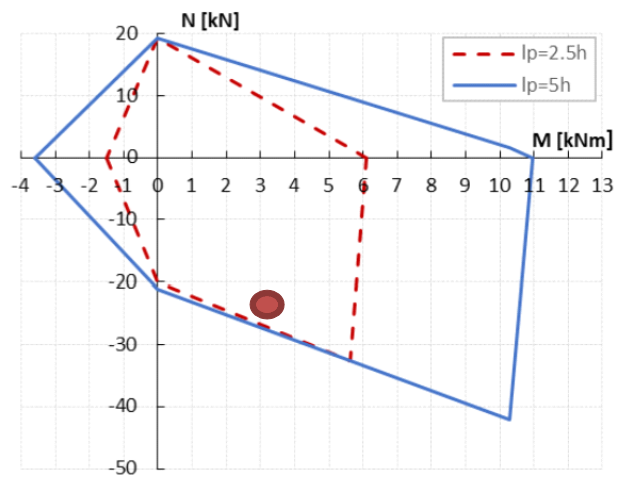
C) PROTÉZOVÁNÍ:

zvolená protéza:

<p>Čtyřkolíkový</p> <ul style="list-style-type: none">• počet kolíků $n = 4$• sklon čel 45°, v příp. ohybu a tlaku u krokví varianta 60°• nosné jsou kolíky a čela• ve vyjmenovaných případech vhodná varianta s podkosenými čely	<p>Převládající OHYB + TAH, TLAK</p>	
--	--	--

$L_p:5H=$

850 mm



Zadaná protéza vzhovuje

POSOUZENÍ OHÝBANÉHO A TLAČENÉHO PRVKU

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitál p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu: Věž

Poznámka: Podle vizuálního zatřídění dle ČSN EN 1912 (vzdálenosti suků, točivost vláken, vlhkosti) zvolena třída C24

A) POSOUZENÍ NA TLAK A OHYB (MSÚ)

ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY

Výška $h=$ 280

Šířka $b=$ 200

Název prvku: **vzpěradlo**

Druh dřeva: C24

Pevnost v tlaku $f_{c0k}=$ 21 MPa

Smyková pevnost dřeva $f_{vk}=$ 4 MPa

Modul pružnosti $E_{0,05}=$ 7400 MPa

Pevnost v ohybu $f_{mk}=$ 24 MPa

Pevnost v tahu $f_{t0k}=$ 14 MPa

Třída trvání zatížení: střednědobé

Modifikační součinitel $k_{mod}=$ 0,8

Dílčí součinitel g_m rostlého dřeva= $1,3$

NÁVRHOVÉ MECHANICKÉ VLASTNOSTI DŘEVA

Návrhová hodnota v ohybu:

$f_{md}=k_{mod} * f_{mk} / g_m=$ 14,77 MPa

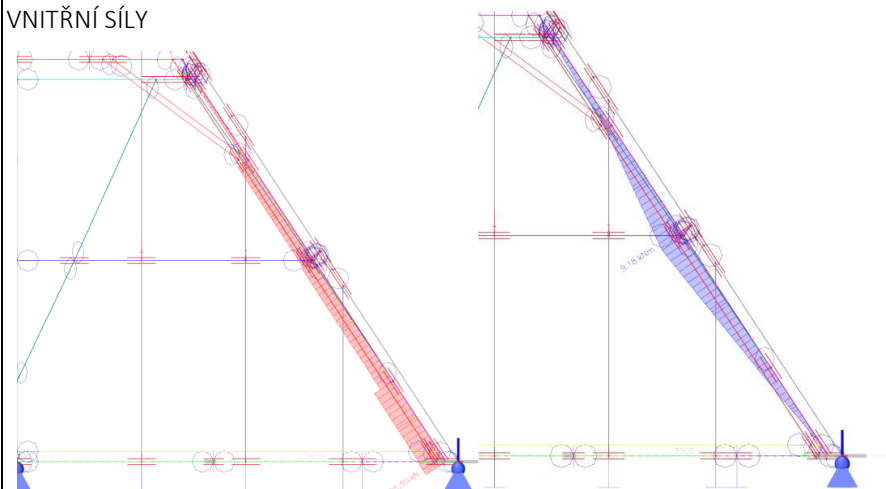
Návrhová hodnota ve smyku:

$f_{vd}=k_{mod} * f_{vk} / g_m=$ 2,46 MPa

Návrhová hodnota v tlaku rovnoběžně s vláknou

$f_{c0d}=k_{mod} * f_{c0k} / g_m=$ 12,92 MPa

VNITŘNÍ SÍLY



NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

Ohybový moment $M_{y(ed)}$ 9,18 kN/m

Průřezový modul $W=1/6*b*h^2$ 2613333,333 mm³

$\sigma_{md} = M_{ed}/W =$ 3,513 MPa

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ V TLAKU

Normálová síla $N_{ed} =$ 25,15 kN

Plocha průřezu $A=b*h =$ 56000 mm²

$\sigma_{cod} = N_{ed}/A =$ 0,449 MPa

Štíhlostní poměry

Efektivní délka nosníku $l_{ef} =$ 5100 mm

Poloměr setrvačnosti $i_y = (I_y/A)^{0,5} =$ 80,829 mm

Štíhlost $l_y = l_{ef}/i_y =$ 63,096 -

$\sigma_{cr} = \pi^2 * E_{0,05} / l^2 =$ 18,327 MPa

Relativní štíhlost $l_{rel} = (f_{c0k}/\sigma_{cr})^{0,5} =$ 1,070

Součinitel vzpěrnosti

$k = 0,5 * (1 + b_c(l_{rel} - 0,3) + l_{rel}^2) =$ 1,150

Součinitel pro rostlé dřevo $b_c =$ 0,2

$k_c = 1 / ((k + (k^2 - l_{rel}^2)^{0,5})) =$ 0,637

KOMBINACE VZPĚRU A OHYBU

$\sigma_{cod}/f_{cod} * k_c + \sigma_{md}/f_{md} < 1,0$

0,055 0,238 0,292 < 1,0

Zadaný prvek vyhovuje

SMYKOVÉ NAPĚTÍ

Posouvací síla $V_{ed} =$ 10,96 kN

Plocha průřezu $A=b*h =$ 56000 mm²

$\tau_{vd} = 3 * V_{ed} / 2A =$ 0,294 MPa

$\tau_{vd} < f_{vd}$

Zadaný prvek vyhovuje

2.0 POSOUZENÍ NA PRŮHYB (MSP)

Rozpětí = 4600 mm

Průměrný modul pružnosti $E_{omean} =$ 11000 MPa

Modul setrvačnosti $I = 1/12 * b * h^3 =$

365866666,7 mm⁴

Tuhost $EI =$

4,02453E+12 N*mm²

Součinitel dotvarování dřeva $k_{def} =$

0,6

Průhyb od jednotkového rovnoběžného zatížení:

$$w_{\text{ref}} = (5/384) * g * l^4 / (EI) \qquad 1,449 \text{ mm}$$

Z jednotkového zatížení je patrné, že prvek je tak tuhý, že posouzení na MSP je zde zbytečné, prvek **vyhoví**

Závěr: Prvek vyhovuje na MSÚ a lze ho prohlásit za **vyhovující**

POSOUZENÍ OHÝBANÉHO PRVKU

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitál p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu: Věž

Poznámka: Podle vizuálního zatřídění dle ČSN EN 1912 (vzdálenosti suků, točivost vláken, vlhkosti) zvolena třída C24

A) POSOUZENÍ NA OHYB VE DVOU ROVINNÁCH A SMYK (MSÚ)

ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY

Výška $h=$ 280

Šířka $b=$ 200

Název prvku: **vaznice 1**

Druh dřeva: C24

Pevnost v tlaku $f_{c0k}=$ 21 MPa

Smyková pevnost dřeva $f_{vk}=$ 4 MPa

Modul pružnosti $E_{0,05}=$ 7400 MPa

Pevnost v ohybu $f_{mk}=$ 24 MPa

Třída provozu: I

Třída trvání zatížení: střednědobé

Modifikační součinitel $k_{mod}=$ 0,8

Dílčí součinitel g_m rostlého dřeva= $1,3$

Součinitel pro šikmý ohyb $k_m=$ 0,7

NÁVRHOVÉ MECHANICKÉ VLASTNOSTI DŘEVA

Návrhová hodnota v ohybu:

$f_{md}=k_{mod} * f_{mk} / g_m=$ 14,77 MPa

Návrhová hodnota ve smyku:

$f_{vd}=k_{mod} * f_{vk} / g_m=$ 2,46 MPa

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU

Ohybový moment $M_{y(ed)}$ 1,76 kN/m

Průřezový modul $W_{yz}=1/6 * b * h^2$ 2613333,333 mm³

$\sigma_{myd} = M_{yed}/W =$		0,67 MPa
Ohybový moment $M_{z(ed)}$		2,25 kN/m
$\sigma_{mzd} = M_{zed}/W =$		0,86 MPa
$\sigma_{myd}/f_{md} + k_m * \sigma_{mzd}/f_{md} < 1,0$	0,05	0,11
		0,15 < 1,0
$\sigma_{mzd}/f_{md} + k_m * \sigma_{myd}/f_{md} < 1,0$	0,06	0,03
		0,09 < 1,0

*nosník je zajištěn proti příčné a torzní nestabilitě díky zavětrování

Zadaný prvek vyhovuje

SMYKOVÉ NAPĚTÍ

Posouvací síla $V_{ed} =$	1,46 kN
Plocha průřezu $A = b * h =$	56000 mm ²
$\tau_{vd} = 3 * V_{ed} / 2A =$	0,04 MPa
$\tau_{vd} < f_{vd}$	
Zadaný prvek vyhovuje	

B) POSOUZENÍ NA PRŮHYB (MSP)

dle programu scia 4,22 mm

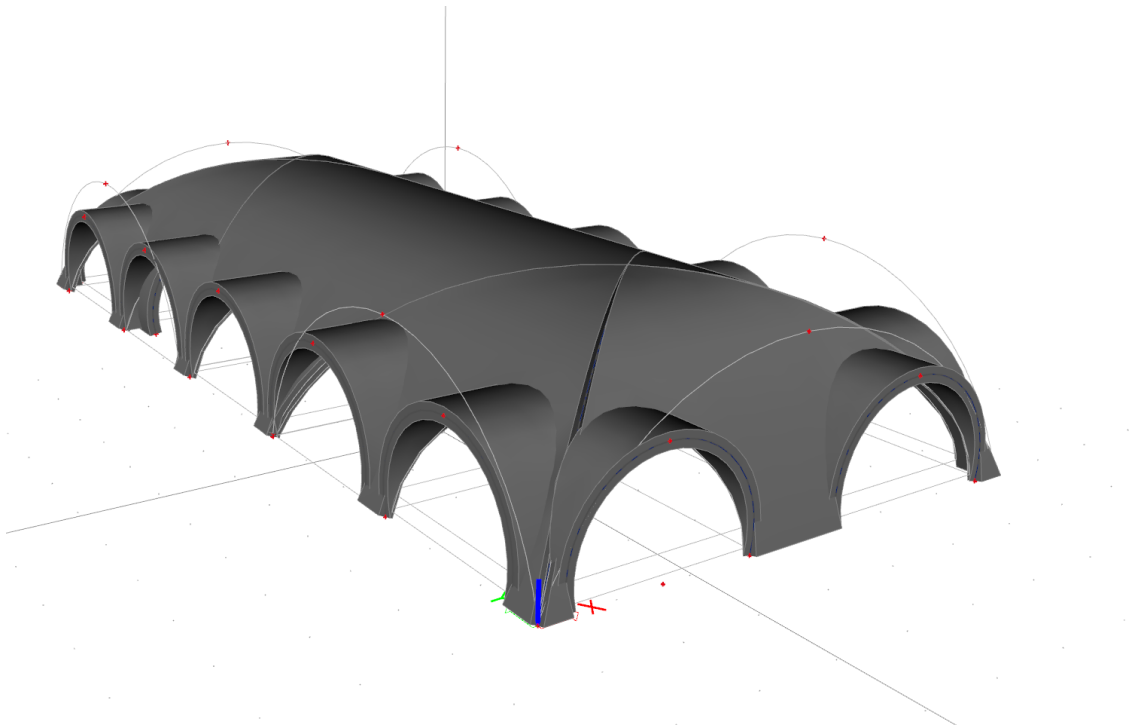
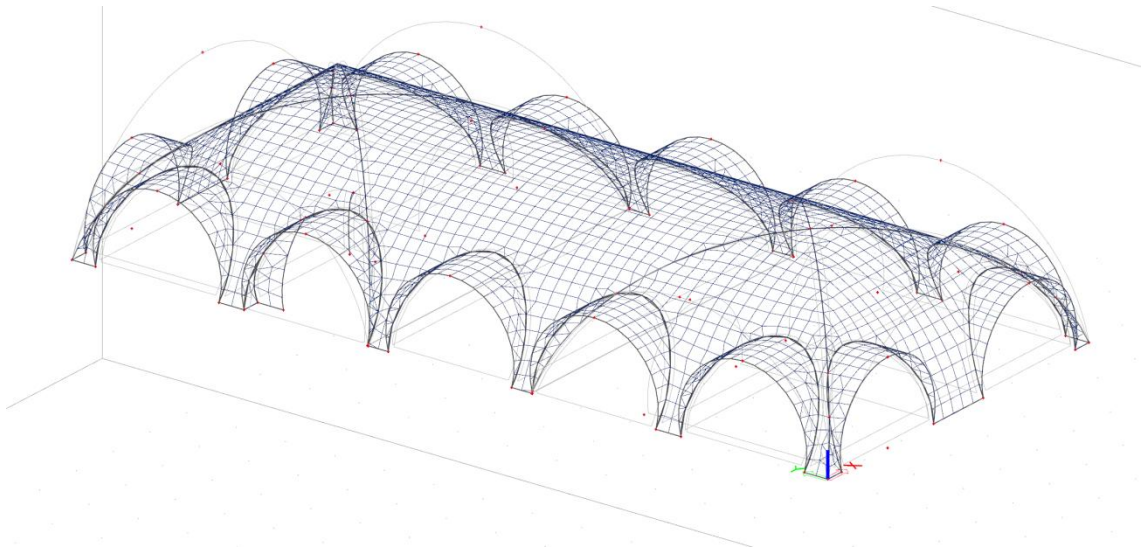
$l =$	2800 mm
$w_{inst(c)} = 4,22 < l/300 =$	9,33 mm

Zadaný prvek vyhovuje

Závěr: Prvek vyhovuje na MSÚ a MSP a lze ho prohlásit za **vyhovující**

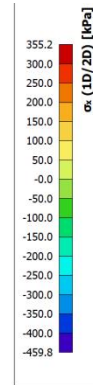
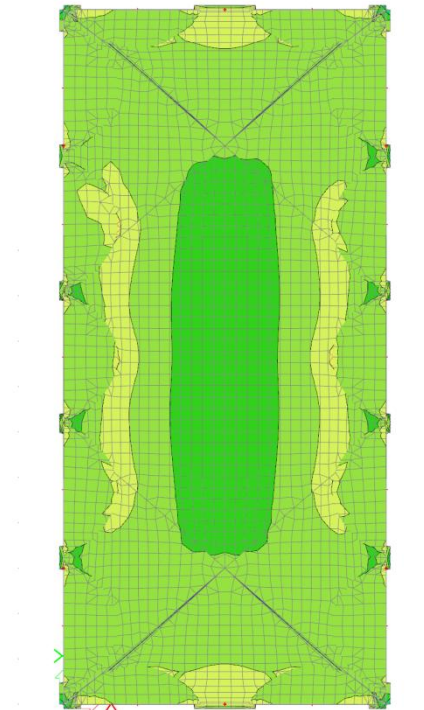
9.0. Klenba ve 3D

9.1. Model klenby ve 3D

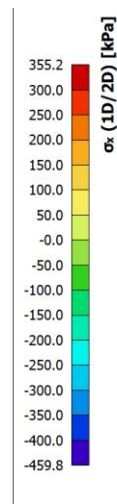
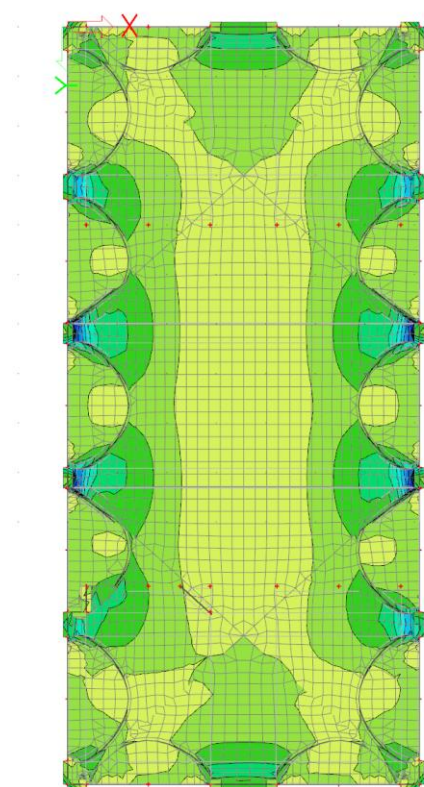


9.2. Napětí od zatížení vlastní tíhou (síť 300x300mm- odpovídá tloušťce klenby)

σ_x napětí pohled rubová strana

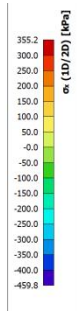
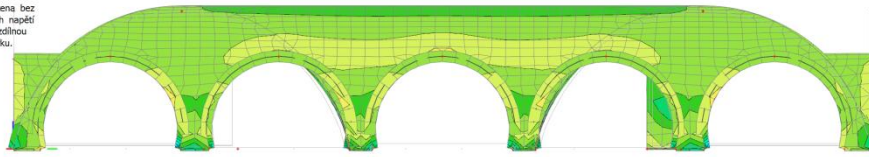


σ_x napětí lícová strana

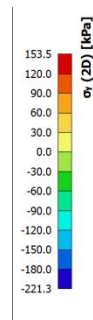
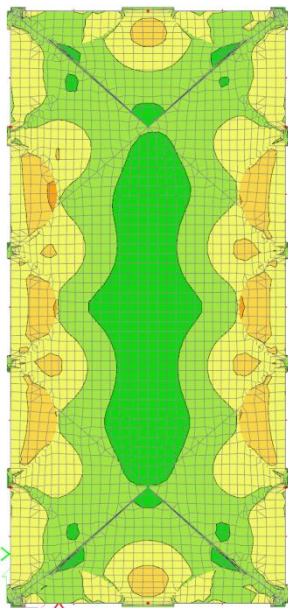


σ_x napětí pohled boční

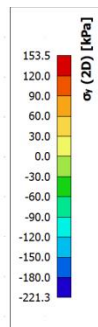
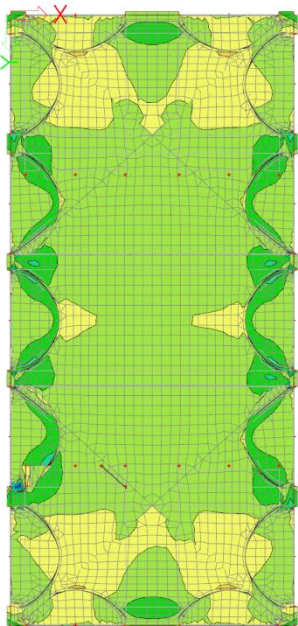
3D napětí
 Hodnoty: σ_x (1D/2D)
 Lineární výpočet
 Zátěžový stav: ZS1
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť
 Základní veličiny
 Poznámka: Napětí byla spočtena bez volitelného přidání smykových napětí od kroucení zprůsobného rozdílnou polohou těžší a středů smyku.



σ_y napětí pohled rubová strana

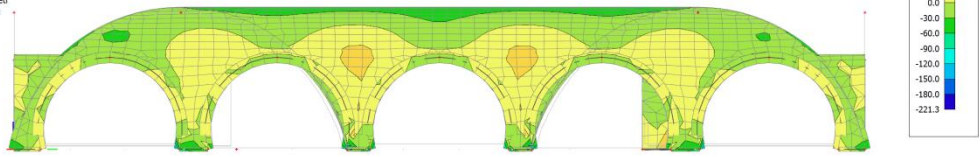


σ_y napětí pohled B

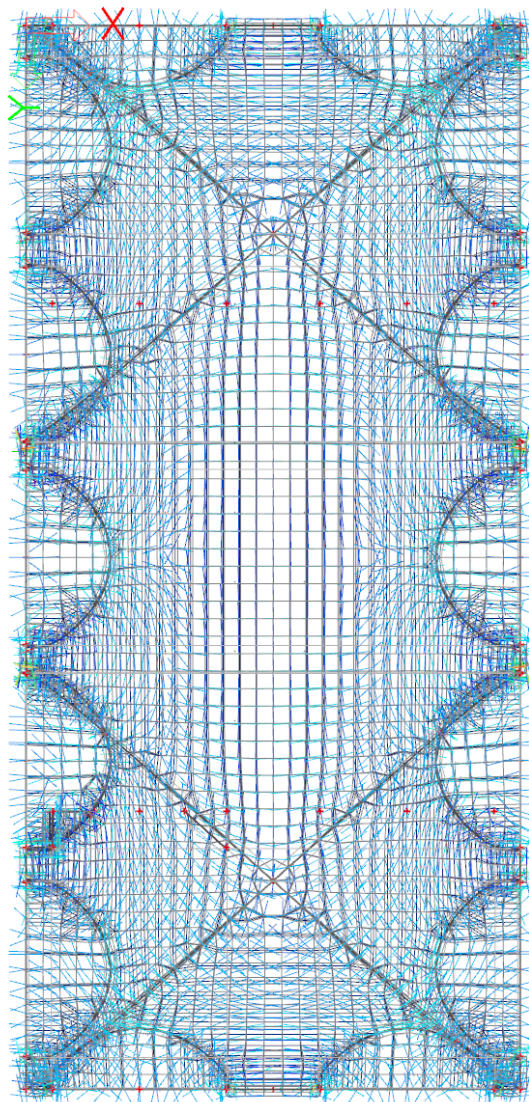


σ_y napětí pohled boční

3D napětí
Hodnoty: σ_y (2D)
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS1
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě
Základní veličiny
Poznámka: Napětí byla spočtena bez volitelného přidání smykových napětí od kroucení způsobeného rozdílnou polohou těžiště a středu smyku.

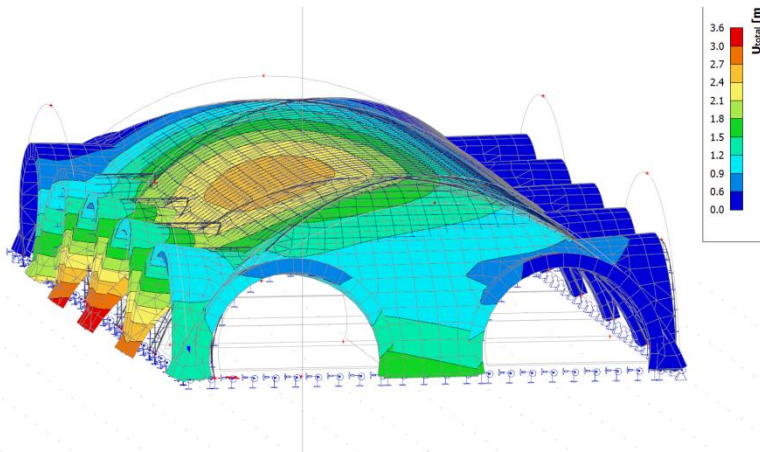


σ_1 trajektorie rubová strana

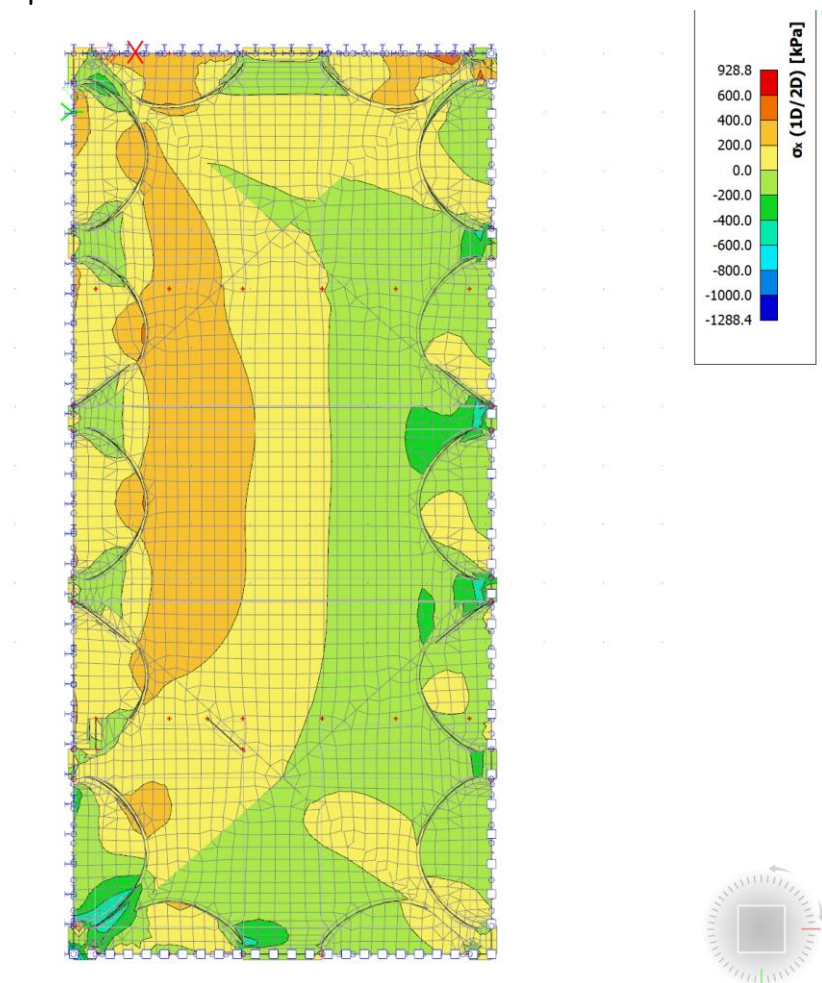


9.3. Napětí od zatížení vlastní tíhou s posunem vyvolaným deformací podpor (sít 300x300mm- odpovídá tloušťce klenby)

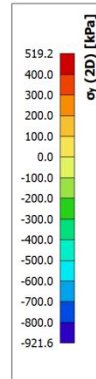
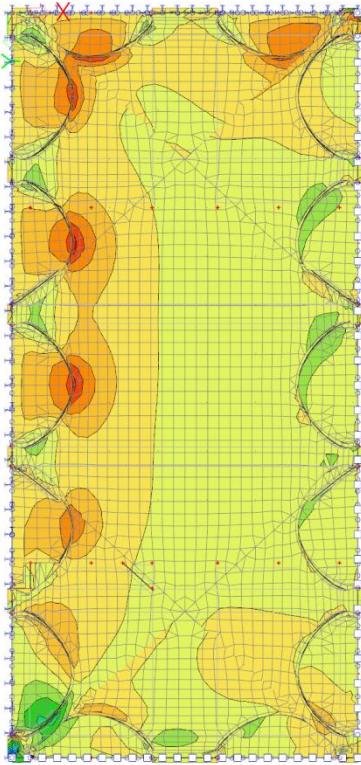
Deformace u_{tot} vyvolaná pružnými podporami



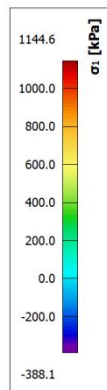
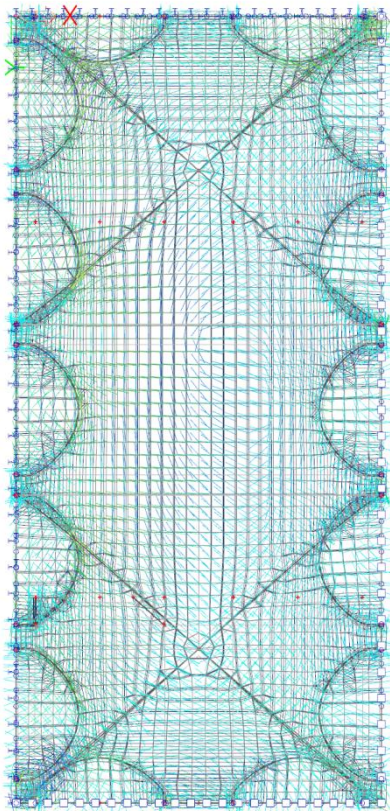
σ_x napětí lícová strana



σ_y napětí lícová strana



σ_1 trajektorie hlavního napětí



10.0. Návrh předpětí ocelových táhel

POSOUZENÍ VELIKOSTI PŘEDPĚTÍ- Malého paláce

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku Rožmitál p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu: Malý palác + Věž + Rizalit

Poznámka:

ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY STĚNY

Název prvku: **zděná smíšená cihelnokamenná stěna**

charakteristická pevnost zdiva v tlaku f_k pro zdivo s vyplněnými ložnými spárami

konstanta K závislá na druhu zdiva a skupině zdících prvků 0,45

normalizovaná pevnost zdících prvků v tlaku f_b * 7,89

průměrná pevnost malty v tlaku f_m 1,5

exponent závislý na tloušťce ložných spar α 0,65

exponent závislý na typu malty β 0,25

$$f_k = K * f_b^\alpha * f_m^\beta = 1,907 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost zdiva:

dílčí součinitel zdiva γ_m

základní hodnota dílčího součinitele spolehlivosti, pro zdivo z plných cihel

na obyčejnou maltu γ_{m1} 2

součinitel zahrnující pravidelnost vazby zdiva- zvolena horní mez γ_{m2} 1,2

součinitel zahrnující zvýšenou vlhkost γ_{m3} 1,125

součinitel zahrnující vliv svislých a šikmých trhlin γ_{m4} 1,4

$$\gamma_m = \gamma_{m1} * \gamma_{m2} * \gamma_{m3} * \gamma_{m4} = 3,78 -$$

$$f_d = f_k / \gamma_m = 0,504 \text{ MPa}$$

NÁVRH HODNOTY PŘEDPĚTÍ MP- ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET:

působící vodorovné zatížení na 1. táhlo:

reakce od krovu:	6 kN
reakce naklonění stěny ve výšce 3,4 m	12,35 kN
naklonění odhadnuto na:	0,15 m
objemová hmotnost zdiva:	2800 kg/3
průměrná tloušťka:	0,5 m
vzdálenost táhel:	1 m
výška:	20 m
My= osová síla v těžišti x excentricita	42 kN*m
reakce od klenby	6 kN

Celková síla: \emptyset 24,35 kN

navrženo táhlo 18mm ocel 10 216.0	18 mm
f _{yk} =	210 MPa
modul pružnosti E=	210 000 MPa
A=	254,34 mm
součinitel teplotní roztažnosti α =	0,000012 -
rozdíl teploty K během roku u krytého táhla	15 K
l=	8000 mm
$\sigma_t = E \cdot \epsilon = E \cdot \alpha \cdot dt =$	37,8 MPa

$\sigma_z = F_k / A =$ 95,75 MPa

f_{yd}= $\sigma_t + \sigma_z < f_{yd}$
 133,55 < 235
navržené táhlo vyhovuje

POSOUZENÍ MAXIMÁLNÍHO NAPĚTÍ V KOTVENÍ TÁHLA

kotvení je zajištěno průběžným profilem UPE180

roznášecí plocha A_{roz}= v*š= 90000 mm²

šířka= 500 mm

velikost síly působící do zdiva: 33,97 kN

$\sigma_{zdivu} = F / A_{roz} =$ 0,377 < 0,75 * f_d 0,378
navržené kotvení vyhovuje

Navržené táhlo 18mm z oceli 10 216.0 **vyhovuje** z hlediska MSÚ i z hlediska napětí při kotvení do zdiva

NÁVRH HODNOTY PŘEDPĚTÍ RIZALIT- ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET:

působící vodorovné zatížení na 1. táhlo:

reakce od krovu: 14 kN

(jiný typ krovu- viz model) 36,68/3

reakce od klenby= 8 kN

navrženo táhlo 14mm ocel 10 216.0 **14** mm

f_y = 210 MPa

modul pružnosti E = 210 000 MPa

A = 153,86 mm

součinitel teplotní roztažnosti α = 0,000012 -

rozdíl teploty K během roku u

krytého táhla+ severní fasáda 10 K

l =

$\sigma_t = E \cdot \epsilon = E \cdot \alpha \cdot dt = 25,2$ MPa

Celková síla: 22 kN

$\sigma_z = F_k / A = 142,99$ MPa

$f_{yd} = \sigma_t + \sigma_z < f_{yd}$
 168,187 < 235
navržené táhlo vyhovuje

POSOUZENÍ MAXIMÁLNÍHO NAPĚTÍ V KOTVENÍ TÁHLA

kotvení je zajištěno průběžným profilem UPE180

roznášecí plocha $A_{roz} = v \cdot \bar{s} = 126000$ mm²

šířka= 700 mm

velikost síly působící do zdiva: 25,88 kN

$\sigma_{zdivu} = F / A_{roz} = 0,205 < 0,75 \cdot f_d = 0,378$

navržené kotvení vyhovuj.

Navržené táhlo 14mm z oceli 10 216.0 **vyhovuje** z hlediska MSÚ i kotvení do zdiva

NÁVRH HODNOTY PŘEDPĚTÍ VĚŽ- ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET:

působící vodorovné zatížení na 1. táhlo:

reakce od teplotního namáhání-

odhadnuto: 8 kN

reakce od klenby= 12 kN

navrženo táhlo 18mm ocel 10 216.0 18 mm

$f_{yk}= 210 \text{ MPa}$

modul pružnosti $E= 210\,000 \text{ MPa}$

$A= 254,34 \text{ mm}$

součinitel teplotní roztažnosti $\alpha= 0,000012$ -

rozdíl teploty K během roku $u = 10 \text{ K}$

$l=$

$\sigma_t = E \cdot \varepsilon = E \cdot \alpha \cdot dt = 25,2 \text{ MPa}$

Celková síla: 20 kN

$\sigma_z = F_k / A = 78,63 \text{ MPa}$

$f_{yd} = \sigma_t + \sigma_z < f_{yd}$
 $103,83 < 235$
navržené táhlo vyhovuje

POSOUZENÍ MAXIMÁLNÍHO NAPĚTÍ V KOTVENÍ TÁHLA

kotvení je zajištěno deskou P14 200x200

roznášecí plocha $A_{roz} = v \cdot \bar{s} = 40000 \text{ mm}^2$

velikost síly působící do zdiva: 26,41 kN

zdivo svíslých konstrukcích- neporušeno trhlinami+ kvalitnější malta o 80% větší

pevnost

$\sigma_{zdivu} = F / A_{roz} = 0,66 < 0,75 \cdot f_d \cdot 1,6 = 0,68$

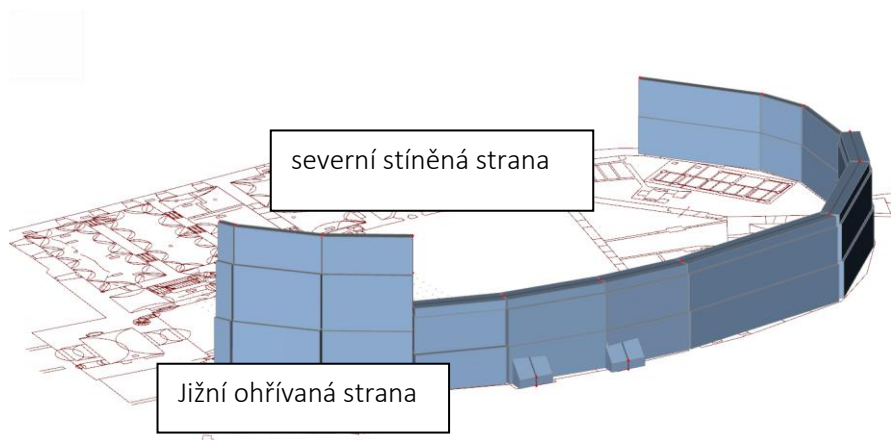
navržené kotvení vyhovuje

Navržené táhlo 18mm z oceli 10 216.0 **vyhovuje** z hlediska MSÚ i z hlediska napětí při kotvení do zdiva

** ČEJKA TOMÁŠ Ph.D. :Stanovení zůstatkové zatížitelnosti historických staveb Determination of residual carrying capacity of historic buildings*

11.0. Návrh sešívání zdiva- helikální šroubovicová výztuž

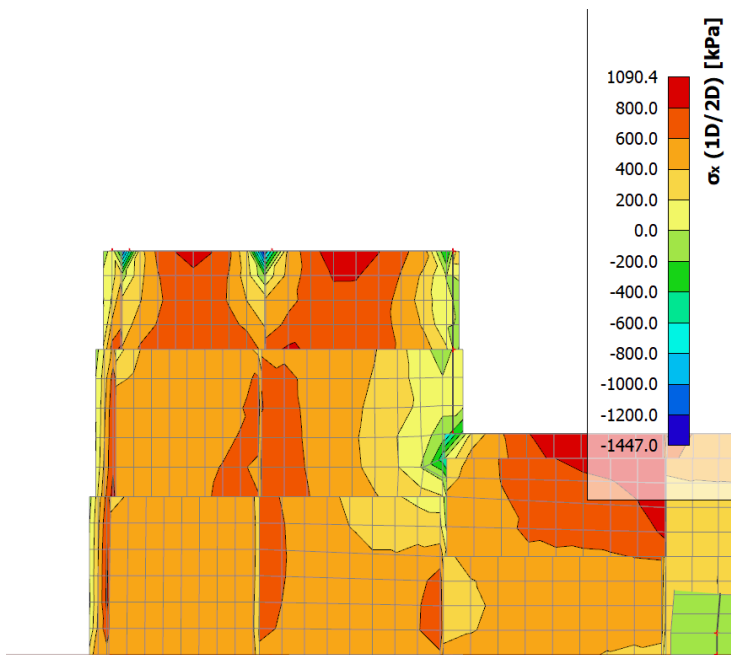
11.1. Model 3D



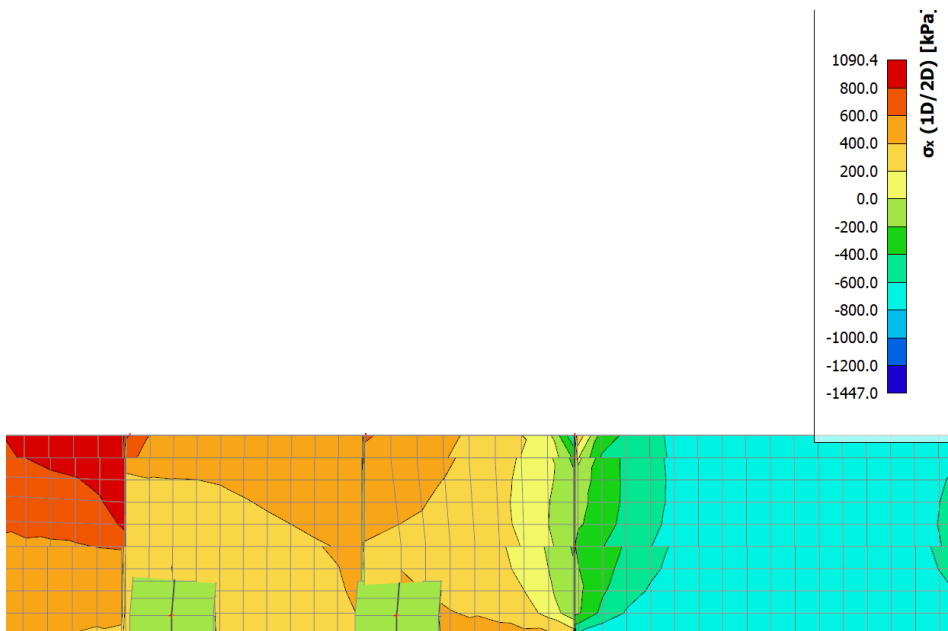
11.2. Model zatížení



11.3. Tahové napětí σ_x malý palác



11.4. Tahové napětí σ_x správní křídlo



POSOUZENÍ VELIKOSTI PŘEDPĚTÍ- Malého paláce

Název práce: Statické posouzení a návrh sanace vybraných částí zámku
Rožmitál p. Třemšínem

Část práce: Příloha E

Název objektu: Malý palác + Správní křídlo

Poznámka: Trhliny na rozmezí objektů poškozené v důsledku teploty

Pevnostní charakteristika:

Jmenovitý průměr (mm)	Jmenovitá průřezová plocha (mm ²)	Mezní síla v tahu (0,2%) (kN)	Mezní síla ve smyku (kN)	Pevnost		
				V tahu (MPa)	Mez kluzu (0,2%)(MPa)	Ve smyku (MPa)
6	7,14	6,67	5,07	1212	935	710
8	9,55	8,83	6,14	1128	924	642
10	14,82	13,23	7,06	1108	892	476

NÁVRH SEŠÍVÁNÍ ZDIVA Malý palác:

napětí z teplotního modelu SCIA: 985 kPa

šíře (tloušťka stěny): 850 mm

vzdorující délka: 1000 mm

zvolená výztuž:

vysokopevnostní šroubovicová výztuž: 10 mm

mezní síla v tahu: 13,23 kN

Vnější strana (ohřívána) se snaží roztáhnout a vzniká zde tahové napětí, naproti tomu působí na vnitřní straně snaha se smršťovat- tedy tlakové napětí
Průběh napětí po tloušťce je lineární

$\sigma = F/A \rightarrow F = \sigma * A =$ 279083,3333 N

280 kN

Toto napětí působí po výšce trhliny= 8800 mm

rozteč výztuží 200-500= 250 mm

35,2 ks

F_{rs}= působící síla na 1 výztuž: 8 kN

F_{rs}= 8 < F_{rmax}=13,23

Sešívání na účinky teploty vyhovuje:

NÁVRH SEŠÍVÁNÍ ZDIVA Správní křídlo

napětí z teplotního modelu SCIA:	375 kPa
šíře (tloušťka stěny):	1400 mm
vzdorující délka:	1000 mm
zvolená výztuž:	
vysokopevnostní šroubovicová výztuž:	10 mm
mezní síla v tahu:	13,23 kN

Vnější strana (ohřívána) se snaží roztáhnout a vzniká zde tahové napětí, naproti tomu působí na vnitřní straně snaha se smršťovat- tedy tlakové napětí
Průběh napětí po tloušťce je lineární

$\sigma = F/A \rightarrow F = \sigma * A =$	175000 N
	280 kN
Toto napětí působí po výšce trhliny=	6800 mm
rozteč výztuží 200-500=	250 mm
	27,2 ks

Frs= působící síla na 1 výztuž: 6,48 kN

Frs= 6,48 < Frmax=13,23

Sešívání na účinky teploty vyhovuje:

12.0. Závěr

V této kapitole byly ověřeny únosnosti vybraných prvků krovních konstrukcí Gryspekova paláce a věže. Zároveň byla ověřena možnost protézování prvků krovní konstrukce věže. Výsledky potvrdily předpokládanou únosnost věžní konstrukce a možnost realizace sanačních opatření- protéz. U věžní konstrukce je zároveň podstatný vliv zatížení větrem, kde v případě kombinace stálá tíha + vítr vychází malé tažené hambálky a rozpěry- dochází zde tedy k uvolňování vazeb hambálek-výměna, což odpovídá současnému stavu.

U Gryspekova paláce je v několika případech překročena nebo téměř překročena vypočtená únosnost prvků. Realizovatelnost prejzové krytiny je závislá na potvrzení větší pevnosti než byla uvažována při výpočtu, možné je rovněž lokální zesílení prvků, například příložkování konkrétně nárožních prvků.

Při modelování neckovité klenby Gryspekova paláce a povolené deformace 3,5 mm podpor (snížení tuhosti podpor, vlivem kterého se zatížením od klenby vyvolá nenulová deformace) bylo zjištěno, že tahové napětí vzniklé v homogenním modelu odpovídá vzniku dnešních trhlin. Vzniklé trhliny se během roka nemění a jsou pasivní, navržené sanační opatření-> navrácení tuhosti podpor zadržím otvorů předejde jejich možné aktivaci. K sanaci samotných trhlin tedy stačí vyklínování a vyplnění spár kvalitní vápennou maltou.

Teplotní model potvrdil větší tahová napětí než pevnost zdiva v tahu (př. 10% tlakové okolo 50-100 kPa) a možný vznik trhlin vlivem oslunění. Při případném užívání prostor by teoretické napětí vzniklé rozdílem teplot bylo takřka anulováno, vlivem sníženého rozdílu teplot interiér a exteriér. Navržené sanační opatření by v případě změny provozu sloužilo jako pasivní opatření v případě jejich možné aktivace.

Sanační opatření, ztužení objektu, zmíněné v příloze této práce C spočívající v doplnění objektu táhly, bylo přibližně navrženo na průměr táhel $\varnothing 14$ a 18m v závislosti na typu objektu a velikosti působících vodorovných sil na příslušné objekty. Navíc byla posouzena možnost otláčení (napětí táhla) pod kotevními profily, aby nemohlo dojít k zatlačení kotevní desky/kotevního profilu do zdiva a tedy ke snížení účinnosti táhel.

Doufám, že navržená opatření včetně této části mohou v budoucnu sloužit alespoň jako podklad budoucímu vlastníkovi. Zároveň si uvědomuji, že výše zmíněné zjednodušení, ať již zanedbání výměn u komína, případně neprovedení mechanický zkoušek zdiva a dřevěných konstrukcí, nepodrobný průzkum krovu a chybějící mykologický průzkum, znamenají značnou nepřesnost výpočtů.

13.0. Normy, odborná literatura a technické listy

13.1. Normy a odborná literatura

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Český normalizační institut, 2004

ČSN EN 1991-1-3 ed. 2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. Český normalizační institut, 2003

ČSN EN 1991-1-4 ed. 2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Český normalizační institut, 2007

ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Český normalizační institut, 2006

ČEJKA TOMÁŠ Ph.D. :Stanovení zůstatkové zatížitelnosti historických staveb
Determination of residual carrying capacity of historic buildings, Praha, 2017

13.2. Technické listy

HELIKÁLNÍ VÝZTUŽ: http://www.helikalni.cz/pdf/katalog_kompakt.pdf

ČECH POKRÝVAČŮ: <https://www.cech-kpt.cz/cz/uvod/>