

D. Dokumentace objektů

D.1.2 Stavebně konstrukční část

D.1.2.a TECHNICKÁ ZPRÁVA

D.1.2.c STATICKÉ POSOUZENÍ

Akce : Ocelový regál

Objednatel : Ing. arch. Martin Materna, IČ: 724 82 346
Na Rybníčku 623/7, 746 01 Opava
atelier: WMA architects, Sady Svobody 4, 746 01 Opava

Zak.číslo : 019/2020

Datum : 3/2020

Zpracovatel: Ing. Jan Homola, ČKAIT 1102948
1. Máje 927/6a, 747 23 Bolatice
IČ 86935178
VAUBAN – statická a projekční kancelář
www.vauban.cz, vauban@email.cz

Celkový počet stran: 18

OBSAH

| | |
|--|----------|
| 1.2 Stavebně konstrukční část | 3 |
| D.1.2.a. Technická zpráva | 3 |
| a) Konstrukční systém | 3 |
| b) Materiály | 3 |
| c) Zatížení | 3 |
| d) Technologický postup | 3 |
| e) Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí | 3 |
| f) Podklady | 3 |
| g) Požadavky na rozsah dokumentace pro provádění stavby | 4 |
| h) Posouzení stability konstrukce | 4 |
| D.1.2.c. Statické posouzení | 4 |
| 1 Ocelová konstrukce regálu | 4 |
| 1.1 Materiál | 4 |
| 1.2 Geometrie | 5 |
| 1.3 Zatížení | 8 |
| 1.4 Vnitřní síly | 10 |
| 1.5 Posudek prutů | 11 |
| 1.6 Posudek svaru trvalých podélníků 30x30x2 se sloupy | 14 |
| 1.7 Posudek šroubů M12 pro uchycení demontovatelných polic | 14 |
| 1.8 Demontovatelné police | 15 |
| 1.9 Regálové plechy tl. 1 mm | 17 |

1.2 Stavebně konstrukční část

D.1.2.a. Technická zpráva

a) Konstrukční systém

Jedná se o ocelový regál pro uložení exponátů v muzeu. Půdorysné rozměry regálu jsou navrženy 1,0 x 0,57 m, výška regálu bude cca. 3 m. Regál bude mít pět demontovatelných polic. Police budou tvořeny roštem ocelových čtvercových a obdélníkových trubek, na kterých bude uložen plech tl. 1 mm. Na každé polici bude možné umístit vystavované zboží o hmotnosti max. 50 kg. Více regálů bude možné umístit vedle sebe, jednotlivé regály v řadě budou spojeny šrouby. Stabilita regálu bude zajištěna bodovým zakotvením zadních sloupků ve své horní části ke kovové konstrukci přilehlé sádkartonové stěny. Vodorovná tuhost regálu bude zajištěna svařovanými spoji všech prvků regálu. Regál bude umístěn na dostatečně únosnou podlahu. Podpory regálu se doporučuje provést s rektifikací z důvodu možných nerovností podkladní podlahy.

Základní konstrukce regálu je navržena jako prostorová rámová konstrukce svařovaná z ocelových obdélníkových a čtvercových trubek. Všechny prvky budou navzájem spojeny koutovými svary s účinnou výškou $a = 3$ mm. Svary budou provedeny v maximální možné délce podle typu spoje – obvodové svary. Jednotlivé police regálu budou demontovatelné a budou k základní konstrukci regálu kotveny šrouby, čímž bude dosažena variabilita použití regálu.

b) Materiály

Ocel

S 235

Šrouby pevnosti 4.6

c) Zatížení

Zatížení vlastní hmotností konstrukcí bylo uvažováno dle ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí.

Každá police má únosnost max. 50 kg. Zatížení je uvažováno jako rovnoměrné zatížení o velikosti $m/A = 50/(0,57 \cdot 1) = 88 \text{ kg/m}^2$ v celé ploše police.

d) Technologický postup

Zámečnický výrobek jednoho regálu se vyrobí v zámečnické dílně. Regál se na místě expozice osadí na dostatečně únosnou podlahu a zadní sloupky regálu ve své horní části se zakotví ke kovové konstrukci přilehlé sádkartonové stěny.

e) Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí

Všechny svary regálů je nutné vizuálně zkontrolovat. Nezbytně nutné je zkontrolovat zakotvení regálu do přilehlé stěny. Řádné zakotvení zajistí stabilitu regálu a zabrání případnému překlopání celého regálu.

f) Podklady

- Geometrické schéma regálu
- Požadavky na únosnost regálu
- Požadavky objednatele

Použité normy:

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

g) Požadavky na rozsah dokumentace pro provádění stavby

Pro provádění konstrukce by bylo vhodné vypracovat výrobní výkresy zámečnických výrobků.

h) Posouzení stability konstrukce

Dimenze navržených konstrukcí jsou ověřeny ve statickém výpočtu. Nosné konstrukce regálu vzdorují všem vypočteným vnitřním silám a zatížením. Deformace konstrukcí po zatížení je v požadovaných mezích. Stabilita konstrukce proti překlopení bude zajištěna řádným zakotvením zadních sloupků regálu ve své horní části se zakotví ke kovové konstrukci přilehlé sádkartonové stěny

D.1.2.c. Statické posouzení

1 Ocelová konstrukce regálu

Konstrukce regálu je navržena z uzavřených čtvercových a obdélníkových trubek. Police regálu budou tvořeny ocelovými plechy. Regál bude modifikovatelný, demontovatelné příčníky a podélníky budou spojeny šroubovými spoji.

Všechny trvalé prvky regálů budou navzájem spojeny koutovými svary s účinnou výškou $a = 2$ mm.

Regál bude umístěn na rovnou, dostatečně únosnou podlahu. Styčná plocha bude tvořena spodním ocelovým rámem, který bude z důvodu zvýšení stability regálu přitížen betonovými dlaždicemi.

Regál bude zakotven ke stěně za regálem. Vodorovná tuhost regálu bude zajištěna svařovanými spoji všech prvků regálu.

1.1 Materiál

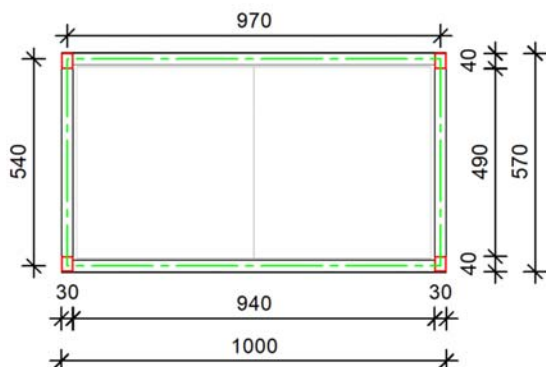
Ocel

| | | | |
|-------------------|-------|-------------|-----|
| Třída pevnosti | | S235 | |
| Mez kluzu | f_y | 235 | MPa |
| Mez pevnosti | f_u | 360 | |
| Modul pružnosti E | E | 210 000 | |
| Modul pružnosti G | G | 81 000 | |

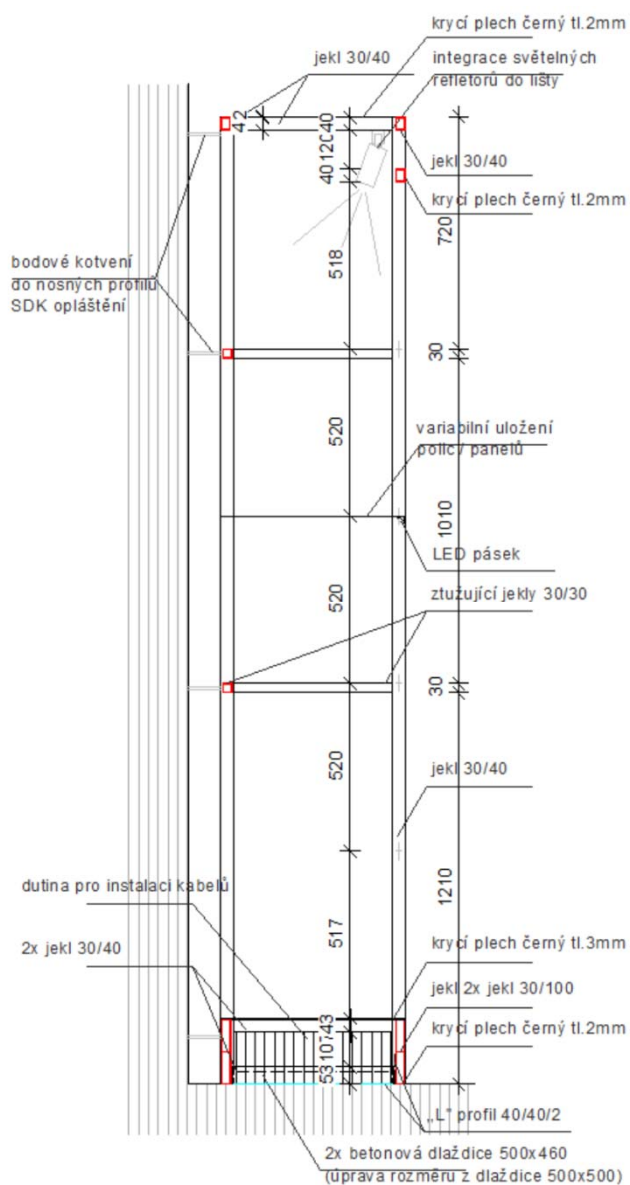
| | | | |
|----------------------------------|---------------|------|-----------------|
| Obj. hmotnost | ρ | 7850 | kg/m^3 |
| Dílčí souč. vlastností materiálů | γ_{m0} | 1,00 | - |

1.2 Geometrie

Půdorys spodní podstavy:



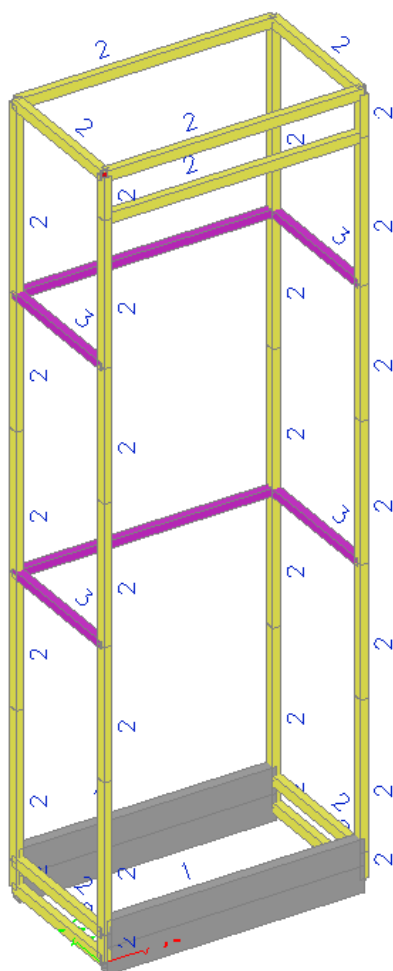
Řez:



Axonometrie:



Axonometrie s označením průřezů:



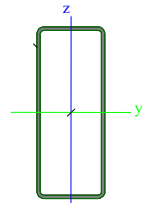
Průřezy:

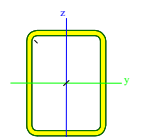
| Průřez | Materiál | Jednotková hmotnost [kg/m] |
|-------------------|----------|-------------------------------|
| 1 - CFRHS100X40X2 | S 235 | 4,2 |
| 2 - CFRHS40X30X2 | S 235 | 2,0 |
| 3 - CFRHS30X30X2 | S 235 | 1,7 |

| 1 | | |
|--|----------------------------------|------------|
| Typ | CFRHS100X40X2 | |
| Kód tvaru | 2 - Obdélníkové uzavřené průřezy | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | tvářený za studena | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | c | c |
| A [m ²] | 5,3400e-04 | |
| Ay [m ²], Az [m ²] | 1,5243e-04 | 3,8108e-04 |
| Iy [m ⁴], Iz [m ⁴] | 6,5380e-07 | 1,5610e-07 |

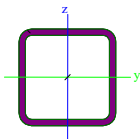
Datum: 3/2020

Zpracovatel: Ing. Jan Homola

| | | |
|--|---|------------|
| Welz [m ³], Wely [m ³] | 7,8100e-06 | 1,3080e-05 |
| Wplz [m ³], Wply [m ³] | 8,6900e-06 | 1,6540e-05 |
| Iw [m ⁶], It [m ⁴] | 1,8667e-10 | 4,1470e-07 |
| dy [mm], dz [mm] | 0 | 0 |
| cYUSS [mm], cZUSS [mm] | 20 | 50 |
| α [deg] | 0,00 | |
| Mply+ [Nm], Mply- [Nm] | 3,89e+03 | 3,89e+03 |
| Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm] | 2,04e+03 | 2,04e+03 |
| AL [m ² /m], AD [m ² /m] | 2,7300e-01 | 5,3365e-01 |
| β y [mm], β z [mm] | 0 | 0 |
| Obrázek |  | |

| | | |
|--|---|------------|
| 2 | | |
| Typ | CFRHS40X30X2 | |
| Kód tvaru | 2 - Obdélníkové uzavřené průřezy | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | tvářený za studena | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | c | c |
| A [m ²] | 2,5400e-04 | |
| Ay [m ²], Az [m ²] | 1,0865e-04 | 1,4486e-04 |
| Iy [m ⁴], Iz [m ⁴] | 5,4900e-08 | 3,5100e-08 |
| Welz [m ³], Wely [m ³] | 2,3400e-06 | 2,7500e-06 |
| Wplz [m ³], Wply [m ³] | 2,7700e-06 | 3,3700e-06 |
| Iw [m ⁶], It [m ⁴] | 8,4000e-12 | 7,0700e-08 |
| dy [mm], dz [mm] | 0 | 0 |
| cYUSS [mm], cZUSS [mm] | 15 | 20 |
| α [deg] | 0,00 | |
| Mply+ [Nm], Mply- [Nm] | 7,92e+02 | 7,92e+02 |
| Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm] | 6,49e+02 | 6,49e+02 |
| AL [m ² /m], AD [m ² /m] | 1,3300e-01 | 2,5365e-01 |
| β y [mm], β z [mm] | 0 | 0 |
| Obrázek |  | |

| | | |
|-----------|----------------------------------|--|
| 3 | | |
| Typ | CFRHS30X30X2 | |
| Kód tvaru | 2 - Obdélníkové uzavřené průřezy | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | tvářený za studena | |

| | | |
|--|---|------------|
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | c | c |
| A [m ²] | 2,1400e-04 | |
| Ay [m ²], Az [m ²] | 1,0675e-04 | 1,0675e-04 |
| Iy [m ⁴], Iz [m ⁴] | 2,7200e-08 | 2,7200e-08 |
| Welz [m ³], Wely [m ³] | 1,8100e-06 | 1,8100e-06 |
| Wplz [m ³], Wply [m ³] | 2,2100e-06 | 2,2100e-06 |
| Iw [m ⁶], It [m ⁴] | 4,0500e-12 | 4,5400e-08 |
| dy [mm], dz [mm] | 0 | 0 |
| cYUSS [mm], cZUSS [mm] | 15 | 15 |
| α [deg] | 0,00 | |
| Mply+ [Nm], Mply- [Nm] | 5,18e+02 | 5,18e+02 |
| Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm] | 5,18e+02 | 5,18e+02 |
| AL [m ² /m], AD [m ² /m] | 1,1300e-01 | 2,1365e-01 |
| β y [mm], β z [mm] | 0 | 0 |
| Obrázek |  | |

| Vysvětlivky symbolů | |
|---------------------|--|
| Kód tvaru | h - Výška b - Šířka s - Tloušťka r - Vnější poloměr r1 - Vnitřní poloměr |
| A | Plocha |
| Ay | Smyková plocha ve směru hlavní osy y |
| Az | Smyková plocha ve směru hlavní osy z |
| Iy | Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y |
| Iz | Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z |
| Welz | Pružný modul průřezu k hlavní ose z |
| Wely | Pružný modul průřezu k hlavní ose y |
| Wplz | Plastický modul průřezu k hlavní ose z |
| Wply | Plastický modul průřezu k hlavní ose y |
| Iw | Výsečový moment setrvačnosti |
| It | Moment setrvačnosti v prostém kroucení |
| dy | Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy y měřená od těžiště |
| dz | Souřadnice středu smyku ve směru |

| Vysvětlivky symbolů | |
|---------------------|---|
| | hlavní osy z měřená od těžiště |
| cYUSS | Souřadnice těžiště ve směru osy Y zadávacího systému |
| cZUSS | Souřadnice těžiště ve směru osy Z zadávacího systému |
| α | Úhel pootočení hlavní osy |
| IYZLSS | Moment setrvačnosti Iyz v LSS |
| Mply+ | Plastický moment kolem hlavní osy y pro kladný moment My |
| Mply- | Plastický moment kolem hlavní osy y pro záporný moment My |
| Mplz+ | Plastický moment kolem hlavní osy z pro kladný moment Mz |
| Mplz- | Plastický moment kolem hlavní osy z pro záporný moment Mz |
| AL | Obvodový povrch na jednotku délky |
| AD | Vysýchající povrch na jednotku délky |
| β y | Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y |
| β z | Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z |

1.3 Zatížení

Zatěžovací stavy

1.ZS - Vlastní hmotnost ocelových profilů započítává výpočtový program.

Půdorysné rozměry polic jsou 0,57 m x 1 m. Plocha jedné police je 0,57 m². Jednu polici ponesou 4 sloupky.

| 2.ZS - Zatížení proměnné bodové | tl. | Obj.tíha | ZPl | G _k | G _{k,l} | γ _G | γ _G G _{k,l} |
|-----------------------------------|-----|-------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|---------------------------------|
| (v místě možného umístění polic) | mm | kN/m ³ | m ² | kN | kN | - | kN |
| Ocelový podestový plech | 4 | 78,5 | 0,570 | 0,179 | 0,045 | 1,5 | 0,067 |
| Krajní výztužný nosník | 2 | 78,5 | 0,570 | 0,089 | 0,022 | 1,5 | 0,034 |
| Proměnné zatížení | | | | 0,500 | 0,125 | 1,5 | 0,188 |
| Σ | | | | | 0,192 | | 0,288 |

Zasklení jedné police má rozměry 0,535 m x 1 m. Plocha jednoho zasklení je 0,535 m².

| 2.ZS - Zatížení proměnné bodové | tl. | Obj.tíha | ZPl | G _k | G _{k,l} | γ _G | γ _G G _{k,l} |
|-----------------------------------|-----|-------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|---------------------------------|
| (v místě možného umístění polic) | mm | kN/m ³ | m ² | kN | kN | - | kN |
| Čelní zasklení police | 6 | 27,0 | 0,535 | 0,087 | 0,043 | 1,5 | 0,065 |

Na jednu polici se uvažuje zatížení max. 50 kg, tj. 0,5 kN. Plocha jedné police je 0,57 m². Plošné zatížení na polici je tedy 0,5/0,57 = 0,88 kN/m², tj. 88 kg/m².

| 2.ZS - Zatížení proměnné liniové | tl. | Obj.tíha | ZŠ | G _k | γ _G | γ _G G _{k,l} |
|--|-----|-------------------|-------|----------------|----------------|---------------------------------|
| | mm | kN/m ³ | m | kN/m | - | kN/m |
| Ocelový podestový plech | 4 | 78,5 | 0,285 | 0,089 | 1,5 | 0,134 |
| Krajní výztužný nosník | 2 | 78,5 | 0,285 | 0,045 | 1,5 | 0,067 |
| Proměnné zatížení 88 kg/m ² | | | 0,285 | 0,251 | 1,5 | 0,377 |
| Σ | | | | 0,385 | | 0,578 |

Zatížení na demontovatelný podélník:

| 2.ZS - Zatížení proměnné liniové | tl. | Obj.tíha | ZŠ | G _k | γ _G | γ _G G _{k,l} |
|--|-----|-------------------|-------|----------------|----------------|---------------------------------|
| | mm | kN/m ³ | m | kN/m | - | kN/m |
| Ocelový podestový plech | 4 | 78,5 | 0,285 | 0,089 | 1,5 | 0,134 |
| Krajní výztužný nosník | 2 | 78,5 | 0,285 | 0,045 | 1,5 | 0,067 |
| Proměnné zatížení 88 kg/m ² | | | 0,285 | 0,251 | 1,5 | 0,377 |
| Čelní zasklení police | 6 | 27,0 | 0,535 | 0,087 | 1,5 | 0,130 |
| Σ | | | | 0,472 | | 0,708 |

Kombinace zatížení

Ověření odolnosti nosných prvků (STR/GEO):

$$(a) \Sigma \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$(b) \Sigma \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$1 \text{ K (a)} \quad 1,35 \cdot 1\text{ZS} + 1,5 \cdot 2\text{ZS}$$

Charakteristické kombinace zatížení pro mezní stavy použitelnosti:

$$\Sigma G_{kj} + Q_{k1} + \Sigma \psi_{0,i} \cdot Q_{ki}$$

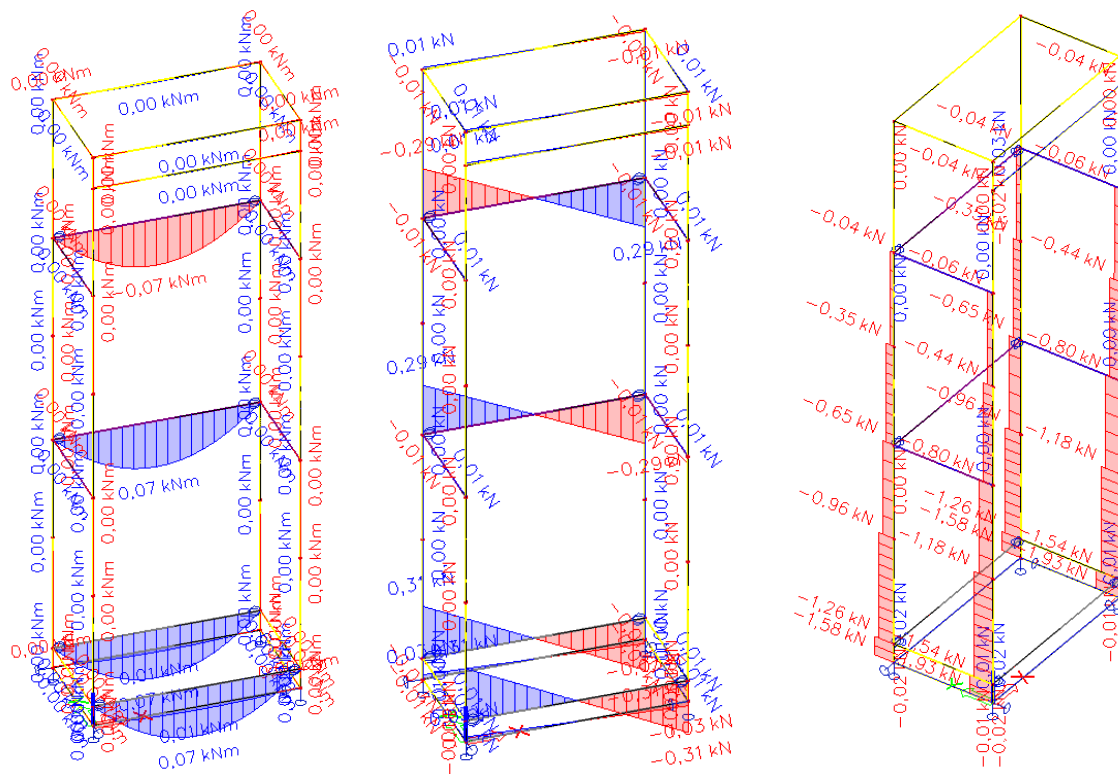
$$2 \text{ K} \quad 1,0 \cdot 1\text{ZS} + 1,0 \cdot 2\text{ZS}$$

1.4 Vnitřní síly

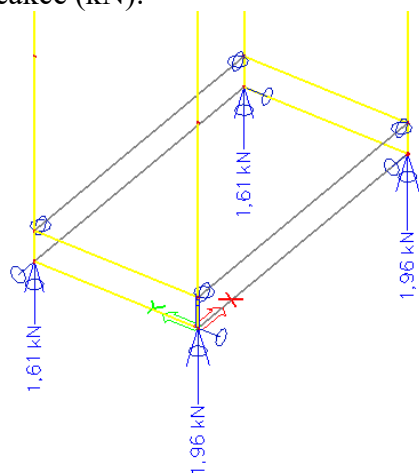
Ohybové momenty (kNm):

Posouvací síly (kN):

Normálové síly (kN):



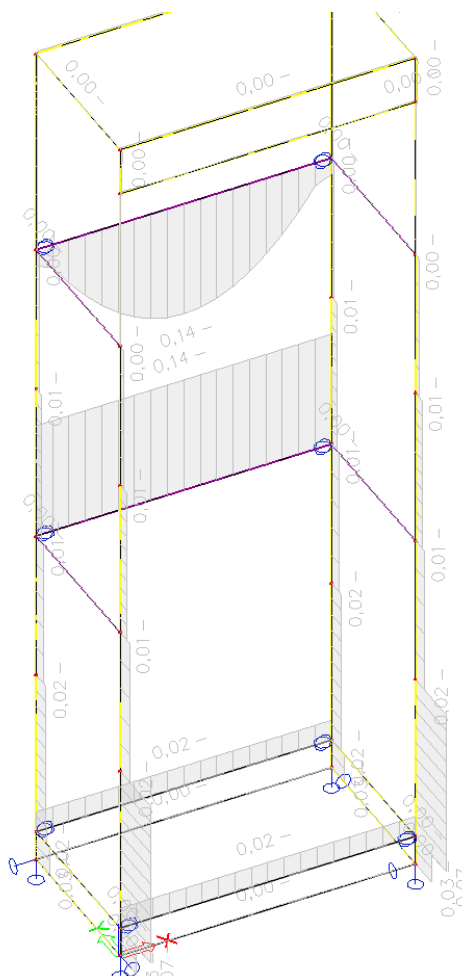
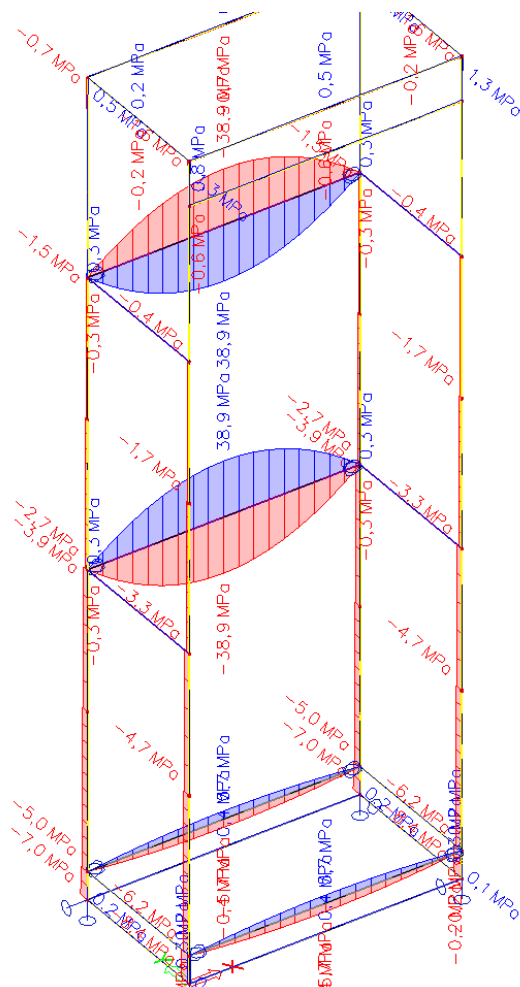
Reakce (kN):



1.5 Posudek prutů

Napětí v krajních vláknech (MPa):

Posudek využití prvků (0-1):



$\sigma = 38,9 \text{ MPa} < f_y = 235 \text{ MPa} \dots \text{vyhovuje}$

Posudek čelního sloupku 40x30x2 mm na vzpěr:

| | | | | | |
|-----------|-----------------|--------------|-------|-----------|--------|
| Dílec B13 | 0,000 / 0,570 m | CFRHS40X30X2 | S 235 | CO1 – MSU | 0,07 - |
|-----------|-----------------|--------------|-------|-----------|--------|

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikace vnitřních a vyčnívajících částí podle EN 1993-1-1 tabulky 5.2 listu 1 & 2

| Id | Typ | c [mm] | t [mm] | σ_1 [kN/m ²] | σ_2 [kN/m ²] | ψ [-] | k_σ [-] | α [-] | c/t [-] | Třída 1 limit [-] | Třída 2 limit [-] | Třída 3 limit [-] | Třída |
|----|-----|--------|--------|---------------------------------|---------------------------------|------------|----------------|--------------|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| 1 | I | 24 | 2 | 5,993e+03 | 6,000e+03 | 1,00 | | 1,00 | 12,00 | 28,00 | 34,00 | 38,02 | 1 |
| 3 | I | 34 | 2 | 6,010e+03 | 6,172e+03 | 0,97 | | 1,00 | 17,00 | 28,00 | 34,00 | 38,35 | 1 |
| 5 | I | 24 | 2 | 6,181e+03 | 6,173e+03 | 1,00 | | 1,00 | 12,00 | 28,00 | 34,00 | 38,02 | 1 |
| 7 | I | 34 | 2 | 6,163e+03 | 6,001e+03 | 0,97 | | 1,00 | 17,00 | 28,00 | 34,00 | 38,35 | 1 |

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.

Průřez je klasifikován třídou 1

Posudek rovinného vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

| Parametry vzpěru | yy | zz | |
|-------------------------------------|---------|-----------|----|
| Typ posuvných styčníků | posuvné | neposuvné | |
| Systémová délka L | 1,075 | 2,668 | m |
| Součinitel vzpěru k | 1,34 | 0,53 | |
| Vzpěrná délka l_{cr} | 1,445 | 1,423 | m |
| Kritické Eulerovo zatížení N_{cr} | 54,52 | 35,94 | kN |
| Štíhlost λ | 98,26 | 121,02 | |
| Poměrná štíhlost λ_{rel} | 1,05 | 1,29 | |
| Mezní štíhlost $\lambda_{rel,0}$ | 0,20 | 0,20 | |
| Vzpěr. křivka | c | c | |
| Imperfekce α | 0,49 | 0,49 | |
| Redukční součinitel χ | 0,51 | 0,39 | |
| Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$ | 30,65 | 23,50 | kN |

Pozn. Maximální štíhlost sloupů se doporučuje $\lambda_{max} = 180 >$ vypočítaná štíhlost $\lambda = 121 \dots$ vyhovuje

| Posudek rovinného vzpěru | | |
|------------------------------|------------|----------------|
| Průřezová plocha A | 2,5400e-04 | m ² |
| Únosnost na vzpěr $N_{b,Rd}$ | 23,50 | kN |
| Jedn. posudek | 0,07 | - |

Posudek prostorového vzpěru

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.1.1 a rovnice (6.46)

Poznámka: Průřez se týká obdélníkové trubky, která není náchylná k prostorovému vzpěru.

Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1

Poznámka: Průřez se týká obdélníkové trubky 'h / b < 10 / $\lambda_{rel,z}$ '.

Tento průřez není náchylný ke klopení.

Posudek ohybu a osového tlaku

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.3 a rovnice (6.61), (6.62)

| Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku | | |
|--|-----------------------|----------------|
| Interakční metoda | alternativní metoda 1 | |
| Průřezová plocha A | 2,5400e-04 | m ² |
| Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$ | 3,3700e-06 | m ³ |
| Plastický modul průřezu $W_{pl,z}$ | 2,7700e-06 | m ³ |
| Návrhová tlaková síla N_{Ed} | 1,54 | kN |
| Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{y,Ed}$ | 0,00 | kNm |
| Návrhový ohybový moment (maximum) $M_{z,Ed}$ | 0,00 | kNm |
| Charakteristická tlaková únosnost N_{Rk} | 59,69 | kN |
| Charakteristická momentová únosnost $M_{y,Rk}$ | 0,79 | kNm |
| Charakteristická momentová únosnost $M_{z,Rk}$ | 0,65 | kNm |
| Redukční součinitel χ_y | 0,51 | |
| Redukční součinitel χ_z | 0,39 | |
| Redukční součinitel χ_{LT} | 1,00 | |
| Interakční součinitel k_{yy} | 0,70 | |
| Interakční součinitel k_{yz} | 0,63 | |
| Interakční součinitel k_{zy} | 0,42 | |
| Interakční součinitel k_{zz} | 1,02 | |

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B13 pozice 0,000 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B37 pozice 0,553 m.

| Parametry interakční metody 1 | | |
|---|---------------------------------------|----------------|
| Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,y}$ | 54,52 | kN |
| Kritické Eulerovo zatížení $N_{cr,z}$ | 35,94 | kN |
| Pružné kritické zatížení $N_{cr,T}$ | 16122,88 | kN |
| Plastický modul průřezu $W_{pl,y}$ | 3,3700e-06 | m ³ |
| Pružný modul průřezu $W_{el,y}$ | 2,7500e-06 | m ³ |
| Plastický modul průřezu $W_{pl,z}$ | 2,7700e-06 | m ³ |
| Pružný modul průřezu $W_{el,z}$ | 2,3400e-06 | m ³ |
| Moment setrvačnosti I_y | 5,4900e-08 | m ⁴ |
| Moment setrvačnosti I_z | 3,5100e-08 | m ⁴ |
| Moment setrvačnosti v prostém kroucení I_t | 7,0700e-08 | m ⁴ |
| Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$ | Tabulka A.2 řádek 1 (lineární) | |
| Poměr koncových momentů ψ_y | -0,46 | |
| Součinitel ekvivalentního momentu $C_{my,0}$ | 0,69 | |
| Metoda pro součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$ | Tabulka A.2 řádek 3 (bodové zatížení) | |

Parametry interakční metody 1

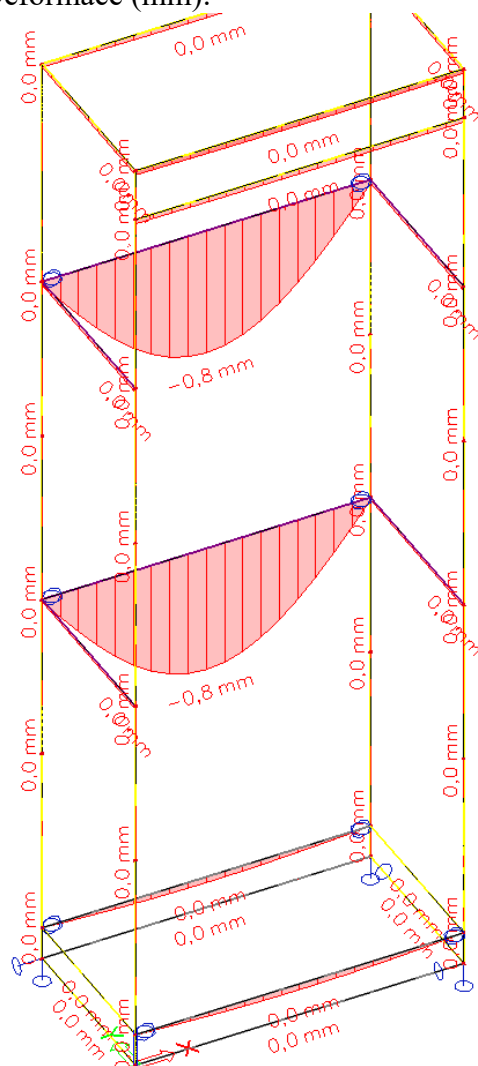
| | | |
|--|------|-----|
| Součinitel ekvivalentního momentu $C_{mz,0}$ | 0,99 | |
| Součinitel μ_y | 0,99 | |
| Součinitel μ_z | 0,97 | |
| Součinitel ϵ_y | 0,02 | |
| Součinitel a_{LT} | 0,00 | |
| Kritický moment pro rovnoměrný ohyb $M_{cr,0}$ | 7,64 | kNm |
| Poměrná štíhlost $\lambda_{rel,0}$ | 0,32 | |
| Limitní relativní štíhlost $\lambda_{rel,0,lim}$ | 0,22 | |
| Součinitel ekvivalentního momentu C_{my} | 0,69 | |
| Součinitel ekvivalentního momentu C_{mz} | 0,99 | |
| Součinitel ekvivalentního momentu C_{mLT} | 1,00 | |
| Součinitel b_{LT} | 0,00 | |
| Součinitel c_{LT} | 0,00 | |
| Součinitel d_{LT} | 0,00 | |
| Součinitel e_{LT} | 0,00 | |
| Součinitel w_y | 1,23 | |
| Součinitel w_z | 1,18 | |
| Součinitel η_{pl} | 0,03 | |
| Maximální relativní štíhlost $\lambda_{rel,max}$ | 1,29 | |
| Součinitel C_{yy} | 1,00 | |
| Součinitel C_{yz} | 0,96 | |
| Součinitel C_{zy} | 0,99 | |
| Součinitel C_{zz} | 0,99 | |

Posudek (6.61) = $0,05 + 0,00 + 0,00 = 0,05$ -

Posudek (6.62) = $0,07 + 0,00 + 0,00 = 0,07$ -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Deformace (mm):



$$w = 0,8 \text{ mm} < w_{\text{lim}} = 1/400 = 970/400 = 2,425 \text{ mm} \dots \text{vyhovuje}$$

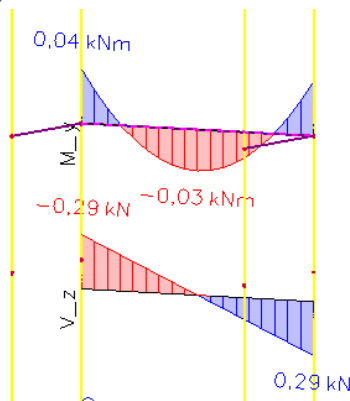
1.6 Posudek svaru trvalých podélníků 30x30x2 se sloupy

Pro posudek svaru se uvažuje, že příčky nosník je do sloupu vetknut.

Nejvíce namáhaný svařovaný spoj připojení jáklu 30x30x2 k svislému jákelu 40x30x2 musí přenášet tyto síly:

$$M_d = 40 \text{ Nm}$$

$$V_d = 290 \text{ N}$$



Navrhuje se koutový svar s účinnou výškou $a = 3 \text{ mm}$. Svar se provede po celém obvodu jáklu. Délka svaru posuzovaná ve výpočtu je $4 \times 30 \text{ mm}$.

Smykovou sílu přenesou pouze svislé části svaru $2 \times 30 \text{ mm}$, síly od ohybového momentu přenesou vodorovné části svaru $2 \times 30 \text{ mm}$. Když uvažujeme s osou ve spodní části průřezu, tak ohybový moment vyvozuje tahovou sílu na rameni rovném výšce průřezu 30 mm a tahovou sílu přenesou jeden horní svar délky 30 mm .

$$N_d = M/l = 40/0,03 = 1333 \text{ N} = 1,33 \text{ kN} \dots \text{tahová síla působící na horní svar}$$

$$a = 3 \text{ mm}$$

Svislé svary:

$$F_{w,Rd} = \frac{a \cdot L \cdot f_u}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{MW} \cdot \beta_w} = 3 \cdot 2 \cdot 0,03 \cdot 360 / (1,732 \cdot 1,25 \cdot 0,8) = 37,41 \text{ kN} > V_d = 0,29 \text{ kN} \dots \text{vyhovuje}$$

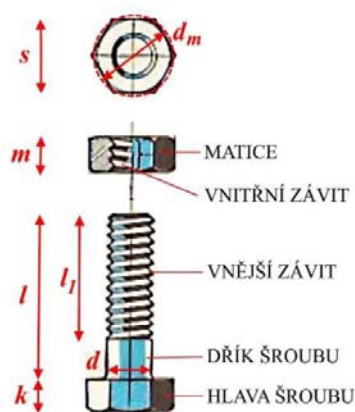
Vodorovné svary:

$$F_{w,Rd} = \frac{a \cdot L \cdot f_u}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{MW} \cdot \beta_w} = 3 \cdot 0,03 \cdot 360 / (1,732 \cdot 1,25 \cdot 0,8) = 18,7 \text{ kN} > N_d = 1,33 \text{ kN} \dots \text{vyhovuje}$$

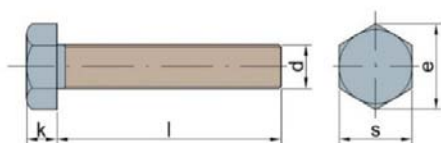
1.7 Posudek šroubů M12 pro uchycení demontovatelných polic

Police budou kotveny do sloupků šrouby. Tlustka kotevního plechu bude $t = 2 \text{ mm}$.

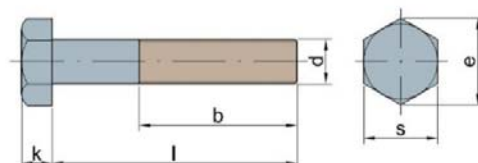
Šrouby jsou dimenzovány pro přenos smykové síly. Svislá maximální reakce $0,35 \text{ kN}$.



| | |
|-------|--|
| d | průměr šroubu |
| d_m | střední průměr kružnice opsané a vepsané do šestihranu hlavy šroubu / matice |
| l | délka šroubu |
| l_l | délka závitu |
| k | výška hlavy šroubu |
| m | výška matice |
| s | otvor klíče |
| A | plocha dřívku šroubu |
| A_s | plocha jádra šroubu v závitu |



Šroub s plným závitem



Šroub s částečným závitem

| | M8 | M10 |
|--------------------------|----|------|
| d [mm] | 8 | 10 |
| d_m [mm] | 14 | 18.3 |
| A [mm ²] | 50 | 79 |
| A_s [mm ²] | 37 | 58 |

| pevnostní třída | 4.6 |
|---------------------------------|-----|
| mez kluzu f_y [MPa] | 240 |
| mez pevnosti v tahu f_u [MPa] | 400 |

Zatěžovací síla: $V_{sd} = 0,35$ kN
 Spojovaný prvek: 1 x PL. TL.2 mm
 Šroub: $\phi 10$ Mat. 4.6
 Plocha šroubu v závitu $A_s = 58$ mm²

Únosnost šroubu ve stříhu:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 400 \cdot 58}{1,25} = 11,136 \text{ kN} > V_{sd} = 0,35 \text{ kN} \dots \text{vyhovuje}$$

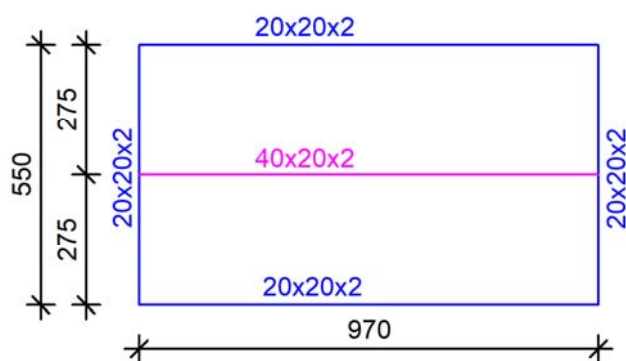
Únosnost v otláčení:

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 1 \cdot 0,360 \cdot 12 \cdot 2}{1,25} \cdot 4 = 17,28 \text{ kN} > V_{sd} = 0,35 \text{ kN} \dots \text{vyhovuje}$$

1.8 Demontovatelné police

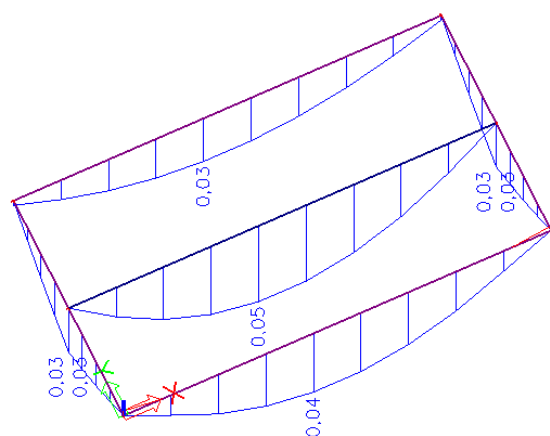
Demontovatelné police se navrhují z plechu tl. 1 mm, který bude uložen na rošt z ocelových jablek. Obvodové profily budou 20x20x2 mm, střední profil bude 40x20x2 mm.

Police se modeluje jako rošt:

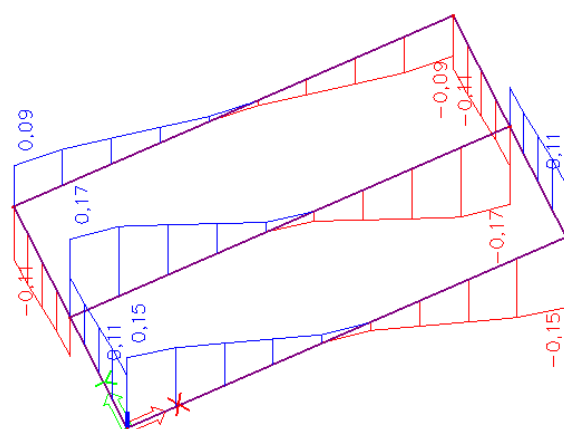


Jeden čelní podélník 20x20x2 mm konstrukční délky 970 mm bude zatížen zasklením.

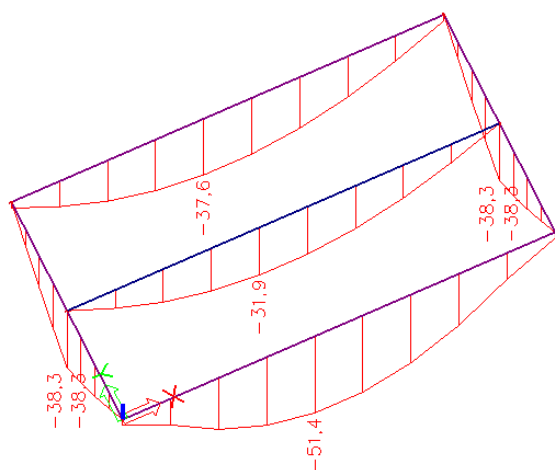
Ohybové momenty (kNm):



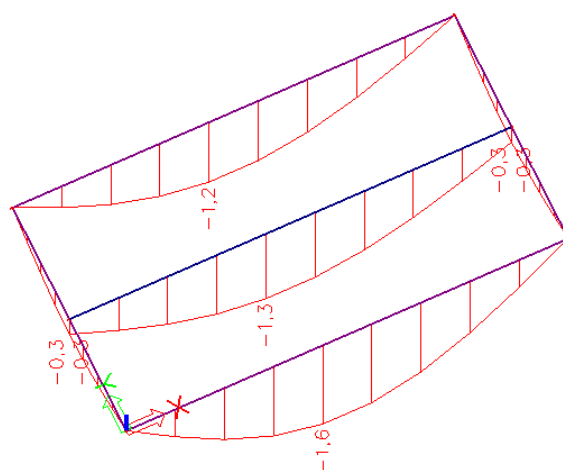
Posouvací síly (kNm):



Napětí v krajních vláknech (MPa):



Deformace (mm):



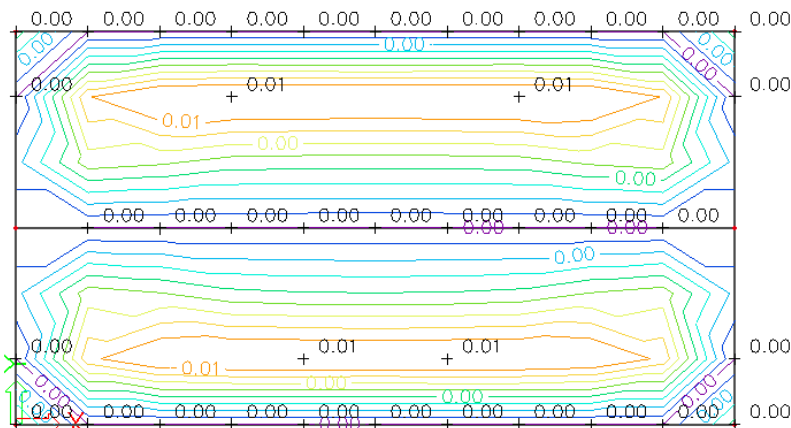
$$\sigma = 51,4 \text{ MPa} < f_y = 235 \text{ MPa} \dots \text{vyhovuje}$$

$$w = 1,6 \text{ mm} < w_{\text{lim}} = 1/400 = 970/400 = 2,425 \text{ mm} \dots \text{vyhovuje}$$

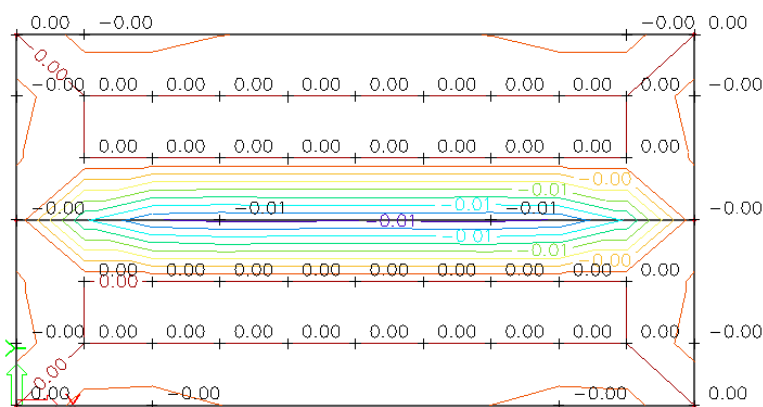
1.9 Regálové plechy tl. 1 mm

Regálový plech se navrhuje tloušťky 1 mm. Modeluje se jako obdélníková deska uložená roštu z jáklů.

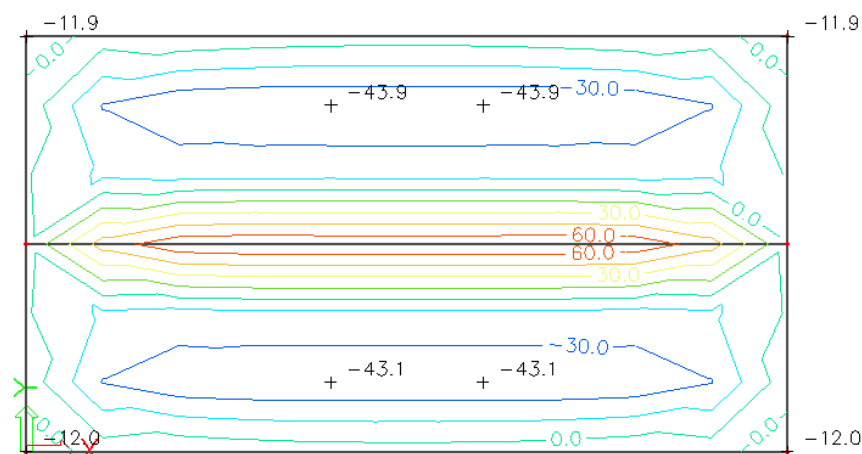
Ohybové momenty (kNm/m) – při dolním povrchu ve směru y:



Ohybové momenty (kNm/m) – při horním povrchu ve směru y:

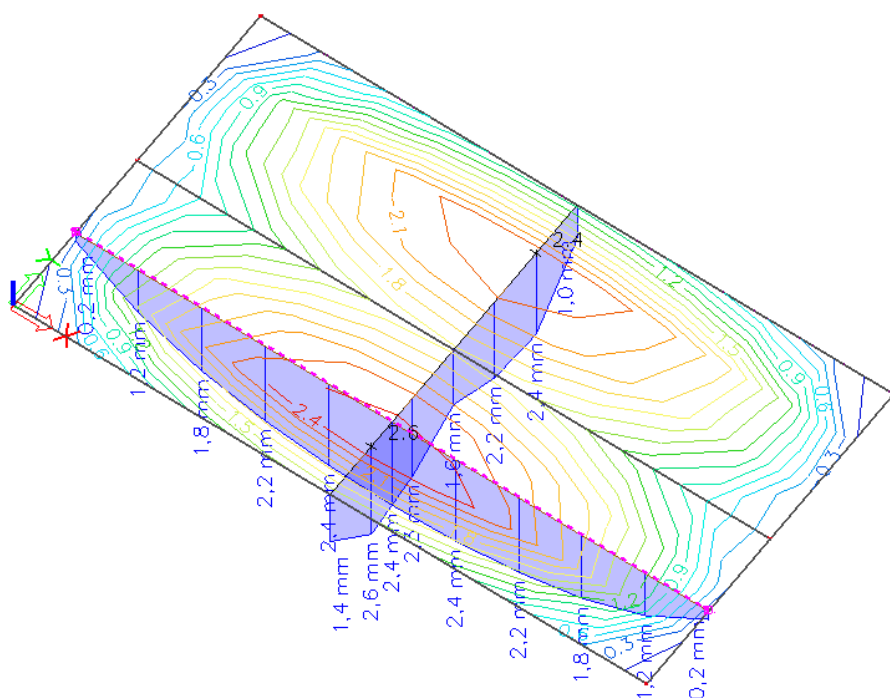


Napětí (MPa):



$\sigma = 60 \text{ MPa} < f_y = 235 \text{ MPa} \dots \text{vyhovuje}$

Deformace (mm):



V podélném směru:

$$w = 2,6 - 0,2 = 2,4 \text{ mm} < w_{\text{lim}} = 1/400 = 970/400 = 2,425 \text{ mm} \dots \text{vyhovuje}$$

V příčném směru:

$$w = 2,6 - 1,5 = 1,1 \text{ mm} < w_{\text{lim}} = 1/400 = 550/400 = 1,375 \text{ mm} \dots \text{vyhovuje}$$

V Bolaticích
2/2020

Ing. Jan Homola