



<i>popis změny</i>	<i>datum</i>	<i>provedl</i>	<i>podpis</i>

 <p><b>PIKHART.CZ</b>  STATIKA A PROJEKTOVÁNÍ STAVEB  Videňská 841, 339 01 Klatovy  mobil: 775 099 158, e-mail: radek@pikhart.cz</p>			
<b>projektant :</b> ING. RADEK PIKHART		<b>datum :</b> 02 / 2024	
<b>investor :</b> MĚSTO HORAŽDOVICE Mírové náměstí 1 341 01 Horažďovice		<b>číslo zakázky :</b> 20 / 105	
		<b>stupeň :</b> D P S	
<b>akce :</b> REKONSTRUKCE SOKOLOVNY HORAŽDOVICE k.ú. Horažďovice 641855		<b>formát :</b> A 4	
		<b>počet stran :</b> 77	
<b>část :</b> D.1.2 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ		<b>označení přílohy :</b> D.1.2.10	
<b>obsah :</b> STATICKÝ VÝPOČET		<b>paré č.</b>	

## 1. Obsah

1. Obsah	1
2. Použité normy	3
3. Software	3
4. Soupis zatížení	4
5. Nová stropní plechobetonová stropní konstrukce nad 1NP	6
5.1. Výpočtový model	6
5.2. Materiály	6
5.3. Průřezy	6
5.4. Zatížení	8
5.4.1. Zatěžovací stavy	8
5.4.2. Skupiny zatížení	8
5.4.3. Kombinace	8
5.4.4. ZS2 stálé zat. / Hodnota pro výpočet / Hodnota / Jméno / Popis excentricity	8
5.4.5. ZS3 užité / Hodnota pro výpočet / Hodnota / Jméno / Popis excentricity	9
5.5. Analýza a posouzení konstrukce	10
5.5.1. Vnitřní síly na prutu; $M_y$ (kNm) / C01	10
5.5.2. Vnitřní síly na prutu; $V_z$ (kN) / C01	10
5.5.3. Deformace na prutu; $u_z$ (mm) / C02	11
5.5.4. Relativní deformace; $Rel\ u_z$ / C02	11
5.5.5. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993; Souhrnný posudek	12
5.5.6. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993	12
6. PŘÍSTAVBA 1PP	15
6.1. Výpočtový model	15
6.2. Materiály	15
6.3. Zatížení	16
6.3.1. Zatížení zemním tlakem	16
6.3.2. Zatěžovací stavy	18
6.3.3. Skupiny zatížení	18
6.3.4. Kombinace	18
6.3.5. Skupiny výsledků	18
6.3.6. Zatěžovací stavy	19
6.3.6.1. Zatěžovací stavy - Vlastní tíha	19
6.3.6.2. Zatěžovací stavy - Stálé zat.	19
6.3.6.3. Zatěžovací stavy - Zemní tlak	20
6.3.6.4. Zatěžovací stavy - Užité zat.	21
6.4. Analýza a posouzení nosných konstrukcí	22
6.4.1. 2D vnitřní síly; $m_{xD+}$	22
6.4.2. 2D vnitřní síly; $m_{xD-}$	22
6.4.3. 2D vnitřní síly; $m_{yD+}$	23
6.4.4. 2D vnitřní síly; $m_{yD-}$	23
6.4.5. Návrh výztuže 2D; $A_{s,req,1+}$	24
6.4.6. Návrh výztuže 2D; $A_{s,req,2+}$	24
6.4.7. Návrh výztuže 2D; $A_{s,req,1-}$	25
6.4.8. Návrh výztuže 2D; $A_{s,req,2-}$	25
6.4.9. Návrh a posouzení stropní konstrukce	26
7. Desková konstrukce schodiště - železobeton. monolitická tl. 150 mm	28
7.1. Výpočtový model	28
7.2. Materiály	29
7.3. Zatížení	29
7.3.1. Zatěžovací stavy	29
7.3.2. Skupiny zatížení	29
7.3.3. Kombinace	29
7.3.4. Skupiny výsledků	29
7.3.5. LC2 / Hodnota pro výpočet	30
7.3.6. LC3 / Hodnota pro výpočet	31
7.4. Analýza a posouzení deskové konstrukce schodiště	32
7.4.1. 2D vnitřní síly; $m_{xD+}$	32
7.4.2. 2D vnitřní síly; $m_{xD-}$	33
7.4.3. 2D vnitřní síly; $m_{yD+}$	34
7.4.4. 2D vnitřní síly; $m_{yD-}$	35
7.4.5. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,1+}$	36
7.4.6. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,2+}$	37
7.4.7. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,1-}$	38

Projekt	REKONSTRUKCE SOKOLOVNY HORAŽDOVICE	Národní norma	EC - EN
Část	k.ú. Horažďovice 641855	Národní dodatek	Česká CSN-EN NA

7.4.8. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,2}$ -	39
7.5. Analýza a posouzení podestových trámů	40
7.5.1. 1D vnitřní síly; N	40
7.5.2. 1D vnitřní síly; $V_y$	40
7.5.3. 1D vnitřní síly; $V_z$	41
7.5.4. 1D vnitřní síly; $M_x$	41
7.5.5. 1D vnitřní síly; $M_y$	42
7.5.6. 1D vnitřní síly; $M_z$	42
7.5.7. Posouzení kapacity - interakční diagram; UC	43
7.5.8. Posouzení kapacity - interakční diagram	43
7.5.9. Posudek smyku + kroucení (MSÚ); UC	47
7.5.10. Posudek smyku + kroucení (MSÚ)	47
8. Překlady nad novými otvory	59
8.1. Soupis zatížení překladů	59
8.2. Návrh a posouzení překladů	62

## 2. Použité normy

ČSN EN 1990 - Eurokód : Zásady navrhování konstrukcí  
ČSN EN 1991-1-1 - Zatížení konstrukcí - Objem. tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb  
ČSN EN 1991-1-3 - Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení - Zatížení sněhem  
ČSN EN 1991-1-4 - Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení - Zatížení větrem  
ČSN EN 1992-1-1 - Navrhování betonových konstrukcí - Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby  
ČSN EN 1993-1-1 - Navrhování ocelových konstrukcí - Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby  
ČSN EN 1995-1-1 - Navrhování dřevěných konstrukcí - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby  
ČSN EN 1996-1-1 - Navrhování zděných konstrukcí - Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce  
ČSN EN 1997-1-1 - Navrhování geotechnických konstrukcí - Obecná pravidla  
ČSN ISO 13822 - Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí

## 3. Software

Scia Engineer 22.1  
Scia Design Forms 17.1



## 4. Soupis zatížení

typ konstrukce	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
----------------	-------------------------------

### PODLAHA (skladba P2)

#### stálé zatížení:

ker. dlažba lepená tl. 12,5 mm - 2000 kg/m <sup>3</sup>	0,25
cementový potěr CEMIX tl. 62,5 mm - 2300 kg/m <sup>3</sup>	1,44
systém. deska podlah. topení tl. 30 mm - 23 kg/m <sup>3</sup>	0,01
kročeť. izolace minerální tl. 50 mm - 100 kg/m <sup>3</sup>	0,05
plechobeton deska ekv. tl. 70 mm - 2400 kg/m <sup>3</sup>	1,68
trapéz. plech TR 40S/160 tl. 0,63 mm - 6,26 kg/m <sup>2</sup>	0,06
SDK podhled na plech. roštu - 25 kg/m <sup>2</sup>	0,25
<b>stálé zatížení celkem</b>	<b>3,74</b>

#### nahodilé zatížení:

užitné - kategorie C1	3,00
<b>zatížení celkem</b>	<b>6,74</b>

### ŽB STROP NAD 1PP

#### stálé zatížení:

žb deska EKV. tl. 270 mm - 2500 kg/m <sup>3</sup>	6,75
<b>stálé zatížení celkem</b>	<b>6,75</b>

#### nahodilé zatížení:

užitné - kategorie C4	5,00
<b>zatížení celkem</b>	<b>11,75</b>

### ŽB STROP NAD 1NP

#### stálé zatížení:

žb deska EKV. tl. 270 mm - 2500 kg/m <sup>3</sup>	6,75
<b>stálé zatížení celkem</b>	<b>6,75</b>

#### nahodilé zatížení:

příčky s vl. tíhou ≤ 3,0 kN/m	1,20
užitné - kategorie C4	5,00
<b>zatížení celkem</b>	<b>12,95</b>

### VALBOVÁ STŘECHA - sklon 35°

#### stálé zatížení:

tašková krytina keramická - 45 kg/m <sup>2</sup>	0,45
latě 60 x 40 mm - 410 kg/m <sup>3</sup>	0,04
kontralatě 60 x 40 mm po 1 m - 410 kg/m <sup>3</sup>	0,01
krokve 110x140 po 1,0m - 410 kg/m <sup>3</sup>	0,06
<b>stálé zatížení celkem</b>	<b>0,57</b>

#### nahodilé zatížení:

sníh - I. pásmo (0,7 kN/m <sup>2</sup> )	0,56
<b>zatížení celkem</b>	<b>1,13</b>

### PULTOVÁ STŘECHA PŘÍSTAVBY - sklon 24°

#### stálé zatížení:

tašková krytina keramická - 45 kg/m <sup>2</sup>	0,45
latě 60 x 40 mm - 410 kg/m <sup>3</sup>	0,04
kontralatě 60 x 40 mm po 1 m - 410 kg/m <sup>3</sup>	0,01
krokve 110x140 po 1,0m - 410 kg/m <sup>3</sup>	0,06
tep. izolace z čedičové min. vlny tl. 200 mm - 40 kg/m <sup>3</sup>	0,08

stropnice 110x140 po 1,0m - 410 kg/m <sup>3</sup>	0,06
podbití z prken tl. 25 mm - 410 kg/m <sup>3</sup>	0,10
VC omítka vnitřní tl. 15 mm - 2 000 kg/m <sup>3</sup>	0,30
<b>stálé zatížení celkem</b>	<b>1,11</b>

**nahodilé zatížení:**

sníh - I. pásmo (0,7 kN/m <sup>2</sup> )	0,56
<b>zatížení celkem</b>	<b>1,67</b>

**ZDIVO NOSNÉ VNITŘNÍ nové**

VC omítka vnitřní tl. 15 mm - 2 000 kg/m <sup>3</sup>	0,30
zdivo z CP tl. 150 mm - 1 800 kg/m <sup>3</sup>	2,70
VC omítka vnitřní tl. 15 mm - 2 000 kg/m <sup>3</sup>	0,30
<b>stálé zatížení celkem</b>	<b>3,30</b>

**ZDIVO NOSNÉ VNITŘNÍ stávající**

VC omítka vnitřní tl. 15 mm - 2 000 kg/m <sup>3</sup>	0,30
zdivo z CP tl. 450 mm - 1 800 kg/m <sup>3</sup>	8,10
VC omítka vnitřní tl. 15 mm - 2 000 kg/m <sup>3</sup>	0,30
<b>stálé zatížení celkem</b>	<b>8,70</b>

**ZDIVO NOSNÉ OBVODOVÉ zateplené**

VC omítka vnější tl. 20 mm - 2 000 kg/m <sup>3</sup>	0,40
tep. izolace z min. vlny tl. 100 mm - 120 kg/m <sup>3</sup>	0,12
zdivo z CP tl. 450 mm - 1 800 kg/m <sup>3</sup>	8,10
VC omítka vnitřní tl. 20 mm - 2 000 kg/m <sup>3</sup>	0,40
<b>stálé zatížení celkem</b>	<b>9,02</b>

**ZDIVO VNITŘNÍ nové příčkové tl. 110 mm**

VC omítka vnitřní tl. 15 mm - 2 000 kg/m <sup>3</sup>	0,30
příčkovka Porotherm 8 Profi tl. 80 mm - 70,4 kg/m <sup>2</sup>	0,70
VC omítka vnitřní tl. 15 mm - 2 000 kg/m <sup>3</sup>	0,30
<b>stálé zatížení celkem</b>	<b>1,30</b>

**ZDIVO VNITŘNÍ nové příčkové tl. 170 mm**

VC omítka vnitřní tl. 15 mm - 2 000 kg/m <sup>3</sup>	0,30
příčkovka Porotherm 14 Profi tl. 140 mm - 103,0 kg/m <sup>2</sup>	1,03
VC omítka vnitřní tl. 15 mm - 2 000 kg/m <sup>3</sup>	0,30
<b>stálé zatížení celkem</b>	<b>1,63</b>

**STROP NAD PŘÍSTAVBOU 1PP (skladba S2)****stálé zatížení:**

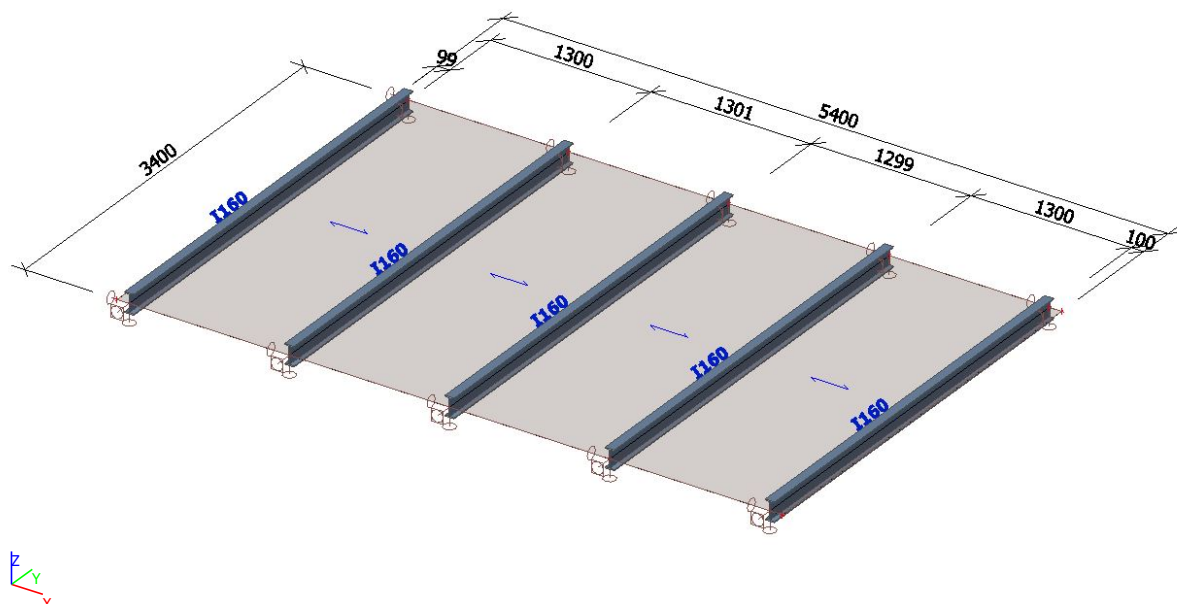
železobeton. deska tl. 110 mm - 2500 kg/m <sup>3</sup>	2,75
separační vrstva	0,00
tep. izolace XPS tl. 140 mm - 40 kg/m <sup>3</sup>	0,06
hydroizolační souvrství z asfalt. pásů - 10 kg/m <sup>2</sup>	0,10
keramickobetonový prefabrik. strop MIAKO tl. 250 mm - 3,65 kg/m <sup>2</sup>	3,65
vápenocementová omítka tl. 20 mm - 2 000 kg/m <sup>2</sup>	0,40
<b>stálé zatížení celkem</b>	<b>6,96</b>

**nahodilé zatížení:**

užitné - kategorie C3	5,00
<b>zatížení celkem</b>	<b>11,96</b>

## 5. Nová stropní plechobetonová stropní konstrukce nad 1NP

### 5.1. Výpočtový model



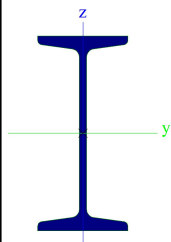
### 5.2. Materiály

Ocel EC3

Jméno	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$E_{mod}$ [MPa] $G_{mod}$ [MPa]	$\mu$ $\alpha$ [m/mK]	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	$F_y$ [MPa]	$F_u$ [MPa]	Barva
S 235	7850,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0.3 0,00	0 40	40 80	235,0 215,0	360,0 360,0	

### 5.3. Průřezy

stropnice1		
Typ	I160	
Kód tvaru	1 - I průřez	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b
A [m <sup>2</sup> ]	2,2800e-03	
A <sub>y</sub> [m <sup>2</sup> ], A <sub>z</sub> [m <sup>2</sup> ]	1,4977e-03	1,0159e-03
A <sub>L</sub> [m <sup>2</sup> /m], A <sub>D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	5,7000e-01	5,7325e-01
c <sub>y,ucs</sub> [mm], c <sub>z,ucs</sub> [mm]	37	80
$\alpha$ [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	9,3500e-06	5,4700e-07
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	64	15
W <sub>el,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,1700e-04	1,4800e-05
W <sub>pl,y</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>pl,z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,3583e-04	2,4800e-05
M <sub>pl,y,+</sub> [Nm], M <sub>pl,y,-</sub> [Nm]	3,19e+04	3,19e+04

$M_{pl.z,+}$ [Nm], $M_{pl.z,-}$ [Nm]	5,82e+03	5,82e+03
$d_y$ [mm], $d_z$ [mm]	0	0
$I_t$ [m <sup>4</sup> ], $I_w$ [m <sup>6</sup> ]	6,5700e-08	3,6331e-09
$\beta_y$ [mm], $\beta_z$ [mm]	0	0
Obrázek		

#### Vysvětlivky symbolů

Kód tvaru	h - Výška b - Šířka pásnice t - Tloušťka pásnice s - Tloušťka stojiny r - Poloměr u přechodu pásnice a stojiny r1 - Poloměr u hrany pásnice a - Sklon pásnice W - Vzdálenost vnitřních šroubů wm - Jednotková deplanace u hrany pásnice
A	Plocha
$A_y$	Smyková plocha ve směru hlavní osy y
$A_z$	Smyková plocha ve směru hlavní osy z
$A_L$	Obvodový povrch na jednotku délky
$A_D$	Vysýchající povrch na jednotku délky
$C_{Y,UCS}$	Souřadnice těžiště ve směru osy Y zadávacího systému
$C_{Z,UCS}$	Souřadnice těžiště ve směru osy Z zadávacího systému
$I_{Y,LCS}$	Moment setrvačnosti kolem osy YLSS
$I_{Z,LCS}$	Moment setrvačnosti kolem osy ZLSS
$I_{YZ,LCS}$	Moment setrvačnosti $I_{yz}$ v LSS
$\alpha$	Úhel pootočení hlavní osy
$I_y$	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y
$I_z$	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z
$i_y$	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy y

#### Vysvětlivky symbolů

$i_z$	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z
$W_{el,y}$	Pružný modul průřezu k hlavní ose y
$W_{el,z}$	Pružný modul průřezu k hlavní ose z
$W_{pl,y}$	Plastický modul průřezu k hlavní ose y
$W_{pl,z}$	Plastický modul průřezu k hlavní ose z
$M_{pl,y,+}$	Plastický moment kolem hlavní osy y pro kladný moment $M_y$
$M_{pl,y,-}$	Plastický moment kolem hlavní osy y pro záporný moment $M_y$
$M_{pl,z,+}$	Plastický moment kolem hlavní osy z pro kladný moment $M_z$
$M_{pl,z,-}$	Plastický moment kolem hlavní osy z pro záporný moment $M_z$
$d_y$	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy y měřená od těžiště
$d_z$	Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy z měřená od těžiště
$I_t$	Moment setrvačnosti v prostém kroucení
$I_w$	Výsečový moment setrvačnosti
$\beta_y$	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y
$\beta_z$	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z

## 5.4. Zatížení

### 5.4.1. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis Spec	Typ působení Typ zatížení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav
ZS1		Stálé Vlastní tíha	SZ1	-Z		
ZS2	stálé zat.	Stálé Standard	SZ1			
ZS3	užitné kat. C1 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný

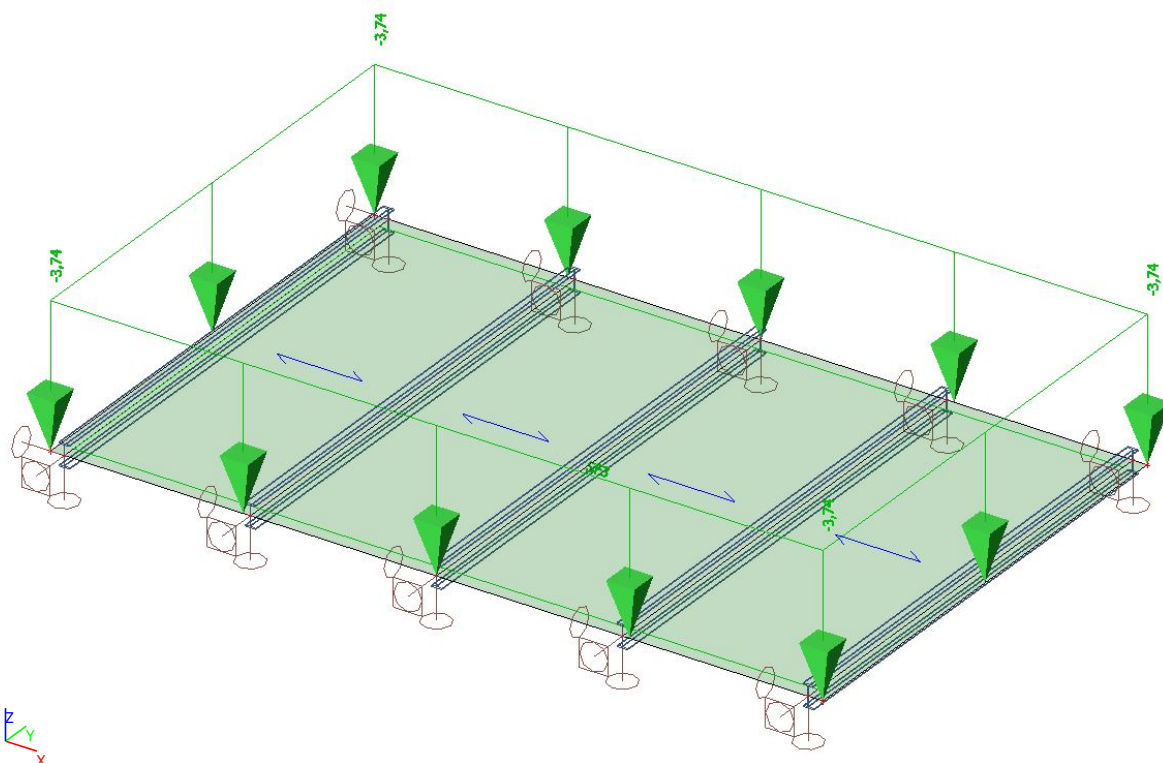
### 5.4.2. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
SZ1	Stálé		
SZ2	Proměnné	Standard	Kat C : shromáždění

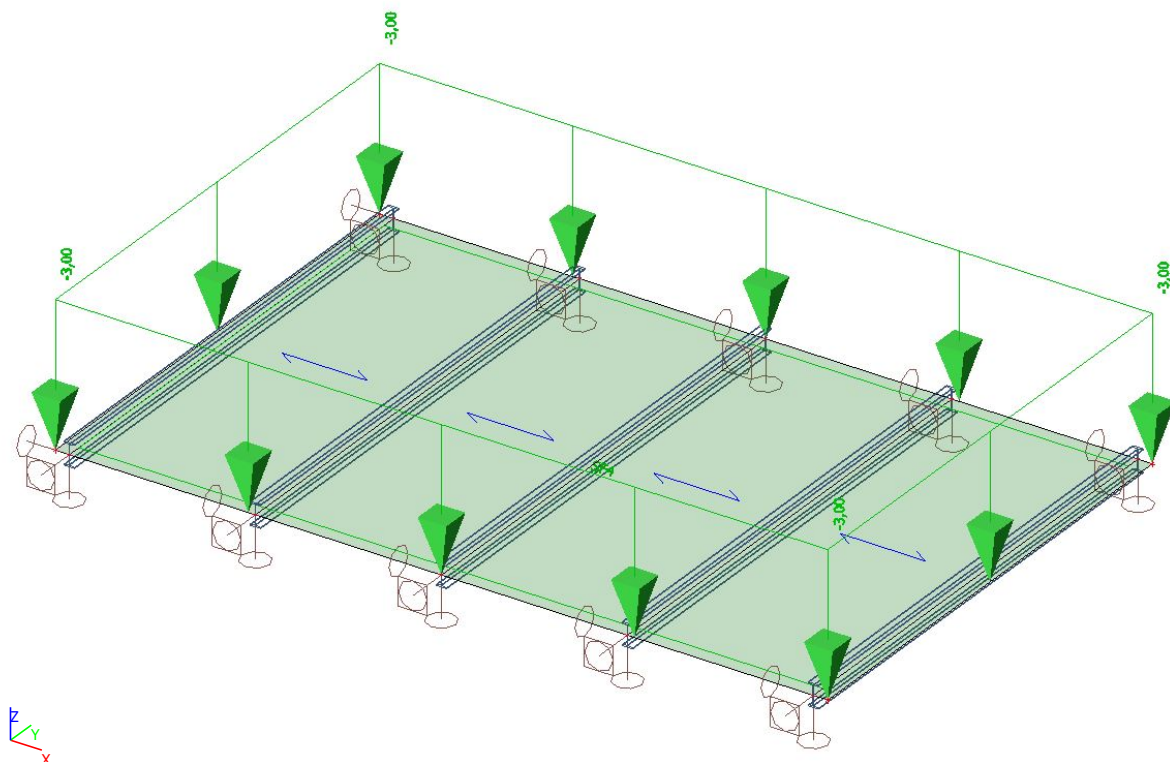
### 5.4.3. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1		EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1	1,00
			ZS2 - stálé zat.	1,00
			ZS3 - užitné kat. C1	1,00
CO2		EN-MSP charakteristická	ZS1	1,00
			ZS2 - stálé zat.	1,00
			ZS3 - užitné kat. C1	1,00

### 5.4.4. ZS2 stálé zat. / Hodnota pro výpočet / Hodnota / Jméno / Popis excentricity

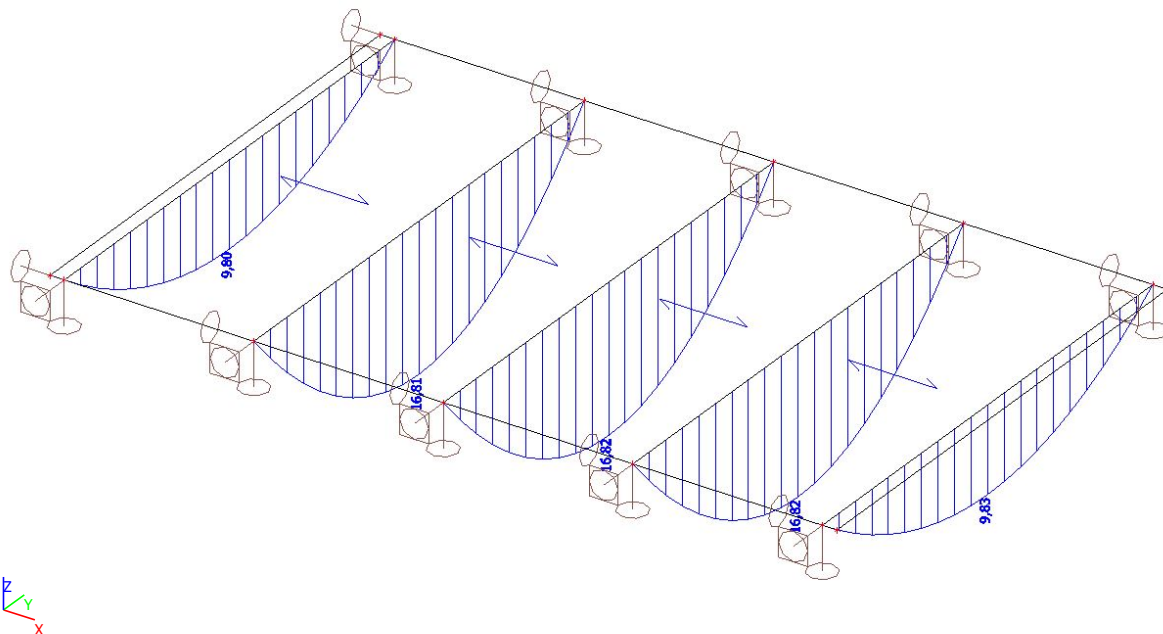


#### 5.4.5. ZS3 užité / Hodnota pro výpočet / Hodnota / Jméno / Popis excentricity

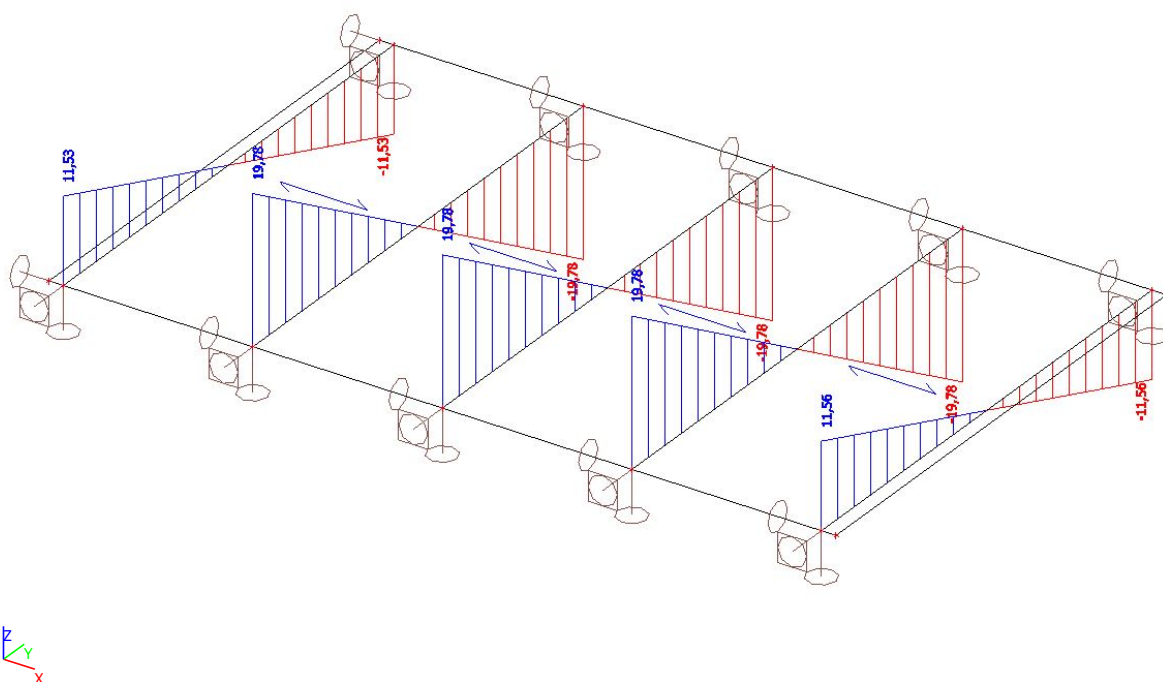


## 5.5. Analýza a posouzení konstrukce

### 5.5.1. Vnitřní síly na prutu; $M_y$ (kNm) / C01

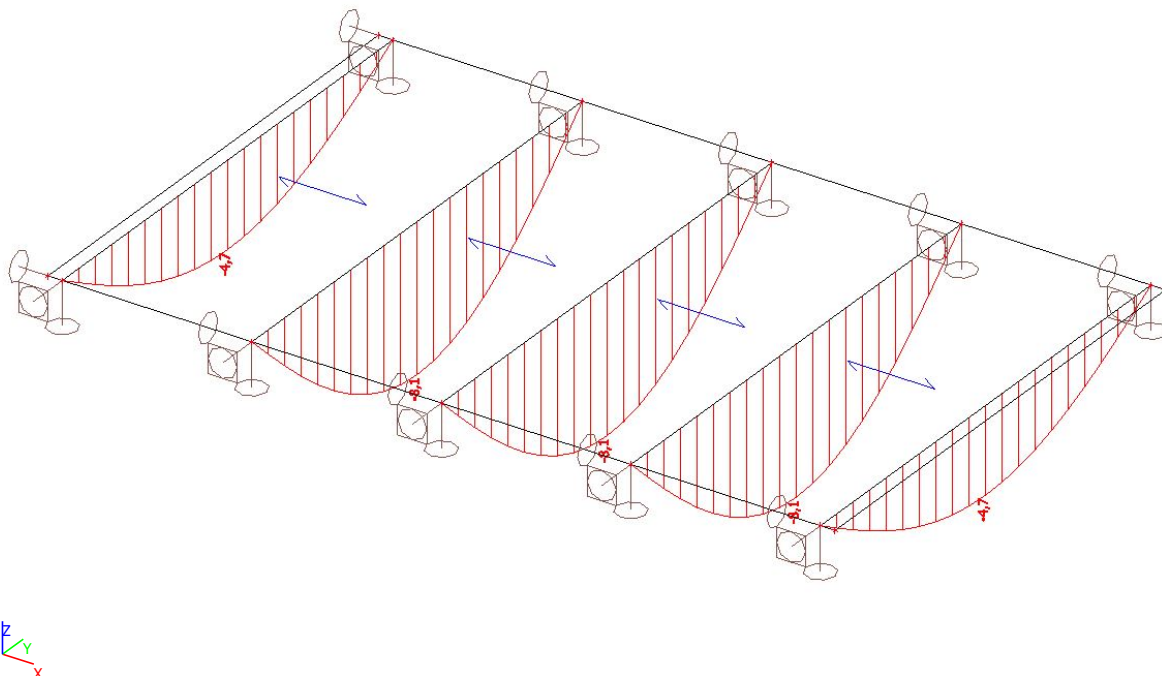


### 5.5.2. Vnitřní síly na prutu; $V_z$ (kN) / C01

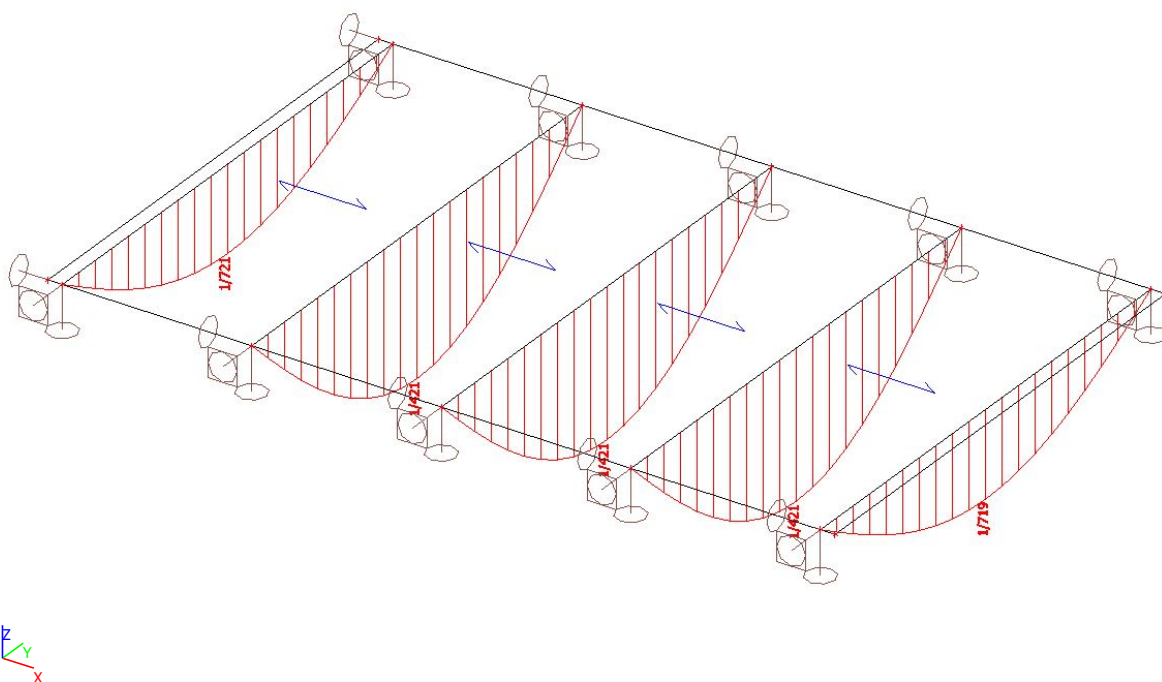




### 5.5.3. Deformace na prutu; uz (mm) / C02



### 5.5.4. Relativní deformace; Rel uz / C02





### 5.5.5. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993; Souhrnný posudek

Hodnoty: **UC<sub>celkový</sub>**

Lineární výpočet

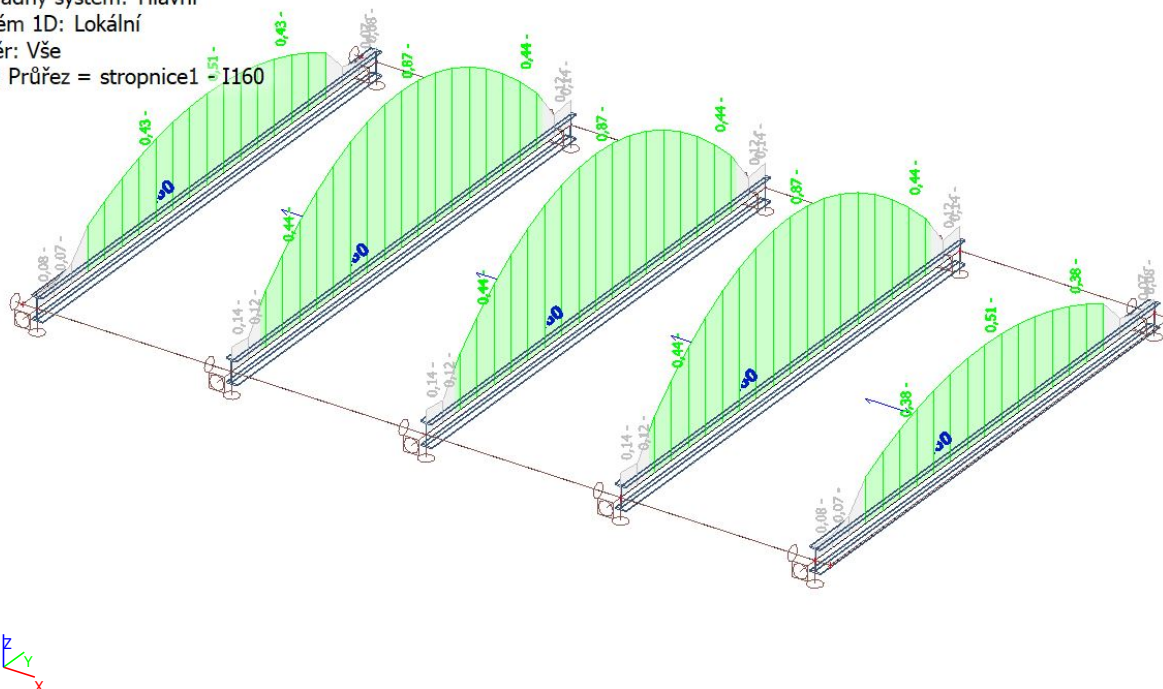
Kombinace: CO1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše

Filtr: Průřez = stropnice1 - I160



### 5.5.6. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993

Lineární výpočet

Kombinace: CO1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

#### Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B7	1,700 / 3,401 m	I160	S 235	CO1	0,87 -
----------	-----------------	------	-------	-----	--------

#### Klíč kombinace

CO1 / 1.15\*ZS1 + 1.15\*ZS2 + 1.50\*ZS3

#### Dílčí souč. spolehlivosti

$\gamma_{M0}$ pro únosnost průřezu	1,00
$\gamma_{M1}$ pro stabilitu	1,00
$\gamma_{M2}$ pro únosnost čistého průřezu	1,25

#### Materiál

Mez kluzu	$f_y$	235,0	MPa
Pevnost v tahu	$f_u$	360,0	MPa
Výroba		Válcovaný	

....POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 1,700 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	16,81	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

#### Klasifikace pro návrh průřezu

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]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	28	10	-1,317e+05	-1,317e+05								
3	SO	28	10	-1,317e+05	-1,317e+05								
4	I	128	6	-1,124e+05	1,124e+05	-1,0		0,5	20,4	72,0	83,0	124,0	1
5	SO	28	10	1,317e+05	1,317e+05	1,0	0,4	1,0	2,9	9,0	10,0	14,0	1
7	SO	28	10	1,317e+05	1,317e+05	1,0	0,4	1,0	2,9	9,0	10,0	14,0	1

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek ohybového momentu pro $M_y$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,3583 \cdot 10^{-4} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 31,92 [kNm] \quad (EC3-1-1: 6.13)$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{16,81 [kNm]}{31,92 [kNm]} = 0,53 \leq 1,00 \quad (EC3-1-1: 6.12)$$

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

.....POSUDEK STABILITY:.....

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 1,700 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]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	SO	28	10	-1,317e+05	-1,317e+05								
3	SO	28	10	-1,317e+05	-1,317e+05								
4	I	128	6	-1,124e+05	1,124e+05	-1,0		0,5	20,4	72,0	83,0	124,0	1
5	SO	28	10	1,317e+05	1,317e+05	1,0	0,4	1,0	2,9	9,0	10,0	14,0	1
7	SO	28	10	1,317e+05	1,317e+05	1,0	0,4	1,0	2,9	9,0	10,0	14,0	1

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.3 a rovnice (6.54)

$$M_{cr} = C_1 \times \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{LT}^2} \times \left[ \sqrt{\left( \frac{k}{k_w} \right)^2 \times \frac{I_w}{I_z} + \frac{l_{LT}^2 \times G \times I_t}{\pi^2 \times E \times I_z} + (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)^2} - (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j) \right] = 1,13$$

$$\times \frac{\pi^2 \times 210000,0 [MPa] \times 5,4700 \cdot 10^{-7} [m^4]}{3,401 [m]^2}$$

$$\times \left[ \sqrt{\left( \frac{1,00}{1,00} \right)^2 \times \frac{3,6331 \cdot 10^{-9} [m^6]}{5,4700 \cdot 10^{-7} [m^4]} + \frac{3,401 [m]^2 \times 80769,2 [MPa] \times 6,5700 \cdot 10^{-8} [m^4]}{\pi^2 \times 210000,0 [MPa] \times 5,4700 \cdot 10^{-7} [m^4]} + (0,45 \times 0 [mm] - 0,53 \times 0 [mm])^2 - (0,45 \times 0 [mm] - 0,53 \times 0 [mm])} \right]$$

$$= 27,24 [kNm]$$

$$\lambda_{rel,LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \times f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,3583 \cdot 10^{-4} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{27,24 [kNm]}} = 1,08$$

$$\beta = 0,75$$

$$\chi_{LT} = \min \left( \frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \beta \times \lambda_{rel,LT}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,LT}^2}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{1,11 + \sqrt{1,11^2 - 0,75 \times 1,08^2}}, \frac{1}{1,08^2}, 1 \right) = \min (0,59, 0,85, 1) \quad (\text{EC3-1-1: 6.57})$$

$$= 0,59$$

$$f = \min \left\{ 1 - 0,5 \times (1 - k_c) \times \left[ 1 - 2 \times (\lambda_{rel,LT} - 0,8)^2 \right], 1 \right\} = \min \left\{ 1 - 0,5 \times (1 - 0,94) \times \left[ 1 - 2 \times (1,08 - 0,8)^2 \right], 1 \right\}$$
$$= \min \{0,98, 1\} = 0,98$$

$$\chi_{LT,mod} = \min \left( \frac{\chi_{LT}}{f}, 1 \right) = \min \left( \frac{0,59}{0,98}, 1 \right) = \min (0,60, 1) = 0,60$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} \times W_{pl,y} \times \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,60 \times 1,3583 \cdot 10^{-4} [\text{m}^3] \times \frac{235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 19,30 [\text{kNm}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.55})$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|16,81 [\text{kNm}]|}{19,30 [\text{kNm}]} = \mathbf{0,87 \leq 1,00} \quad (\text{EC3-1-1: 6.54})$$

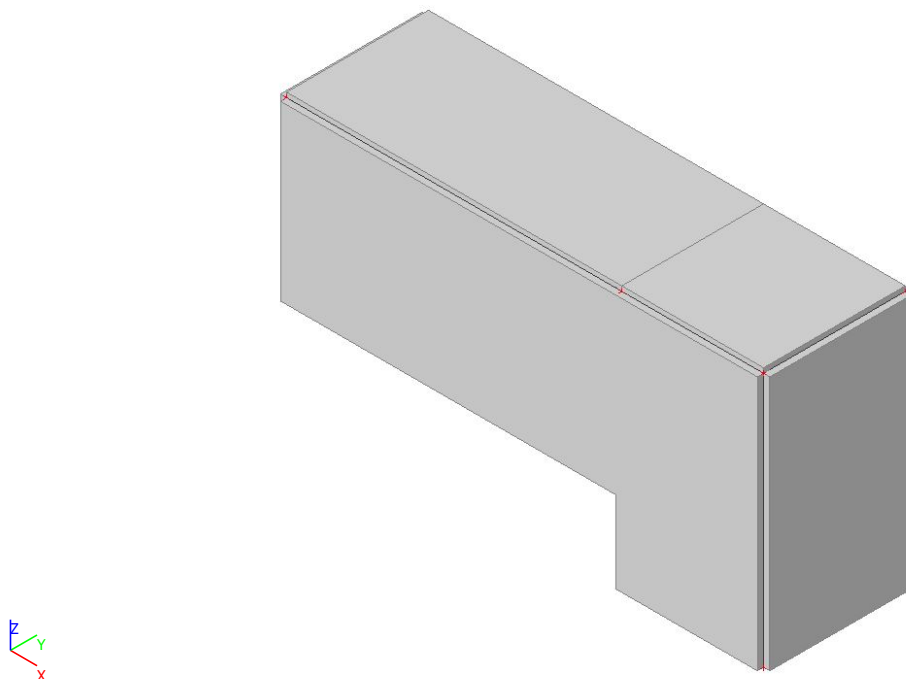
**Poznámka:** Parametry C se určí podle ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Poznámka:** Opravný součinitel  $k_c$  se určí podle C1.

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

## 6. PŘÍSTAVBA 1PP

### 6.1. Výpočtový model



### 6.2. Materiály

Beton EC2

Jméno	Typ	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$E_{mod}$ [MPa]	$\mu$	$\alpha$ [m/mK]	$f_{c,k,28}$ [MPa]	Barva
C12/15	Beton	2500,0	2,7100e+04	0.2	0,00	12,00	■
C30/37	Beton	2500,0	3,2800e+04	0.2	0,00	30,00	■

Výztuž EC2

Jméno	Typ	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$E_{mod}$ [MPa]	$G_{mod}$ [MPa]	$\alpha$ [m/mK]	$f_{y,k}$ [MPa]
B 500B	Výztužná ocel	7850,0	2,0000e+05	8,3333e+04	0,00	500,0

## 6.3. Zatížení

### 6.3.1. Zatížení zemním tlakem

#### Výpočet zemních tlaků na konstrukci

##### Vstupní data

###### Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	2.65
3	0.00	0.00

Počátek [0,0] je v nejhořejším bodu konstrukce.

###### Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	zásyp	<input type="text"/>	30.00	0.00	20.00	10.00	15.00

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

###### Parametry zemin

###### zásyp

Objemová tíha :  $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$   
Napjatost :  $\gamma_{ef}$  = efektivní  
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$   
Soudržnost zemin :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
Třecí úhel kce-zemina :  $\delta = 15,00^\circ$   
Zemina : nesoudržná  
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

###### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	zásyp	<input type="text"/>

###### Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

###### Vliv vody

Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

###### Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení nové změna	Typ	Název	Vel.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Vel.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
1	ANO	Celopl.	užitné	5.00				na terénu

###### Nastavení výpočtu

Výpočet aktivního tlaku - Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku - Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Výpočet proveden podle ČSN 730037 (s redukcí vstupních parametrů zemin).

## Výpočet čís. 1

## Výpočet tlaku v klidu za konstrukcí - mezivýsledek

Vrst. čís.	Mocnost [m]	$\alpha$ [°]	$\phi_d$ [°]	$c_d$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$K_r$	Pozn.
1	2.65	0.00	27.27	0.00	20.00	0.542	

## Průběh tlaku v klidu za konstrukcí (bez přetížení)

Vrst. čís.	Poč. [m] Kon. [m]	$\sigma_z$ [kPa]	$\sigma_w$ [kPa]	Tlak [kPa]	Složka vod. [kPa]	Složka sv. [kPa]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.65	53.00	0.00	28.71	28.71	0.00

## Průběh tlaku od přetížení - užité

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0.00	2.71	0.00
2	2.65	2.71	0.00

## Spočtené síly působící na konstrukci

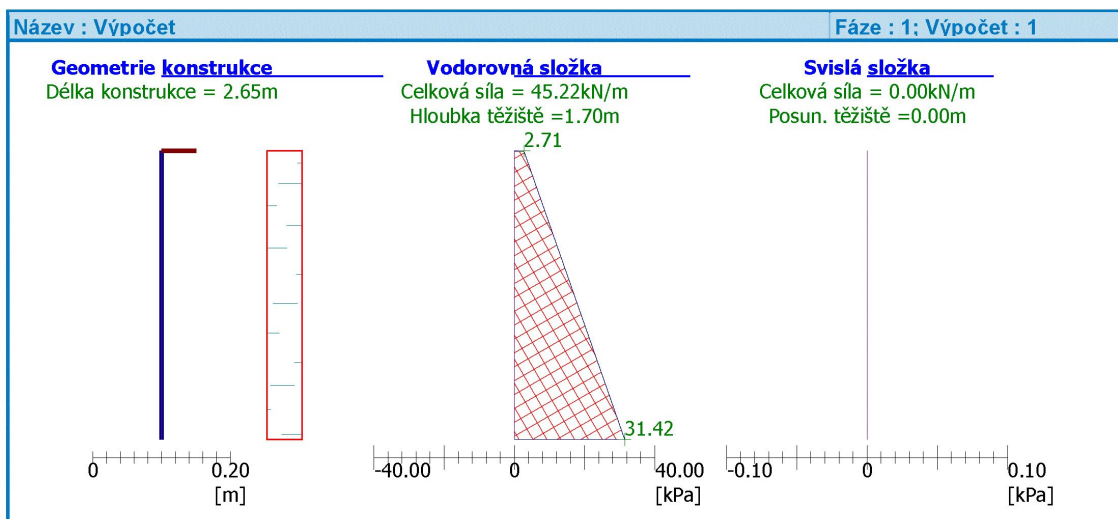
Název	$F_{vod}$ [kN/m]	Působíště Z [m]	$F_{svis}$ [kN/m]	Působíště X [m]	Výpočtový koeficient
Tlak v klidu	38.05	1.77	0.00	0.00	1.000
užité	7.18	1.33	0.00	0.00	1.000

## Celkový tlak působící na konstrukci

Bod čís.	Hloubka [m]	Vod.složka [kPa]	Svis. složka [kPa]
1	0.00	2.71	0.00
2	2.65	31.42	0.00

## Výsledné síly

Celkový vodorovný tlak působící na konstrukci = 45.22 kN/m  
 Působíště vodorovné složky je v hloubce = 1.70 m  
 Celkový svislý tlak působící na konstrukci = 0.00 kN/m  
 Vzdál. těžiště svislé složky od vršku konstr. = 0.00 m



### 6.3.2. Zatěžovací stavy

Jméno	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Směr	Působení	Řídící zat. stav
Vlastní tíha	Stálé	Vlastní tíha	Vlastní tíha		-Z		
Stálé zat.	Stálé	Vlastní tíha	Standard				
Zemní tlak	Stálé	Vlastní tíha	Standard				
Užitné zat.	Proměnné	Užitné	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný

### 6.3.3. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
Vlastní tíha	Stálé		
Užitné	Proměnné	Standard	Kat C : shromáždění
Voda	Proměnné	Standard	Voda s proměnnou hladinou

### 6.3.4. Kombinace

Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ-Sada B (auto)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	Vlastní tíha	1,00
		Stálé zat.	1,00
		Zemní tlak	1,00
		Užitné zat.	1,00
MSP-Char (auto)	EN-MSP charakteristická	Vlastní tíha	1,00
		Stálé zat.	1,00
		Zemní tlak	1,00
		Užitné zat.	1,00
MSP-Kvazi (auto)	EN-MSP kvazistálá	Vlastní tíha	1,00
		Stálé zat.	1,00
		Zemní tlak	1,00
		Užitné zat.	1,00

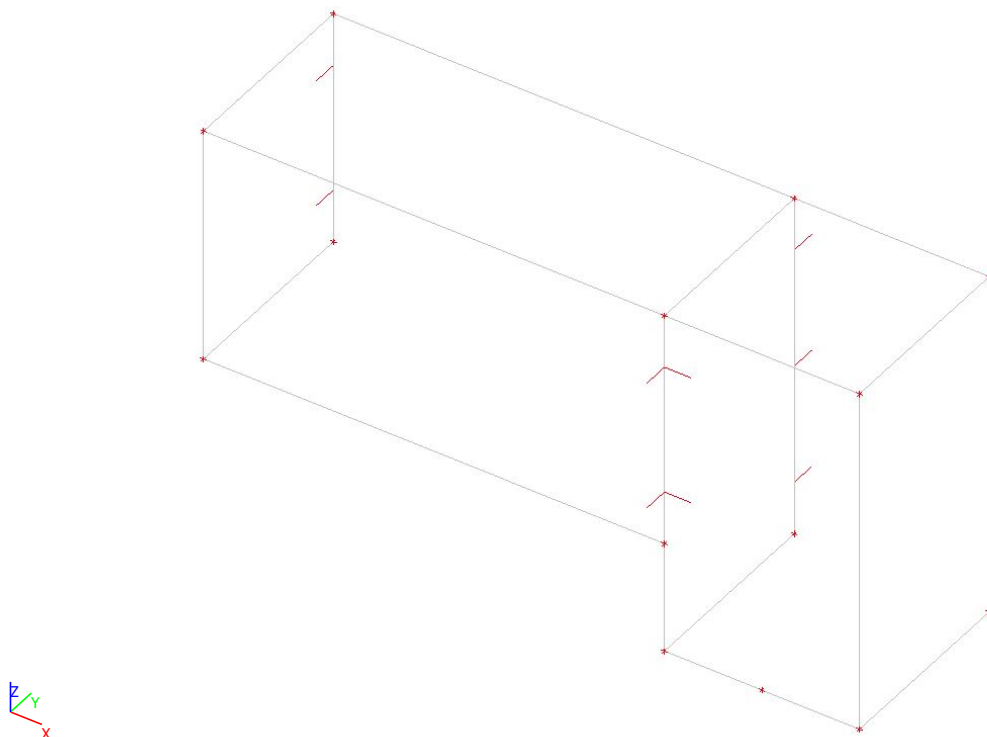
### 6.3.5. Skupiny výsledků

Jméno
MSÚ
MSP
Kvazi

### 6.3.6. Zatěžovací stavy

#### 6.3.6.1. Zatěžovací stavy - Vlastní tíha

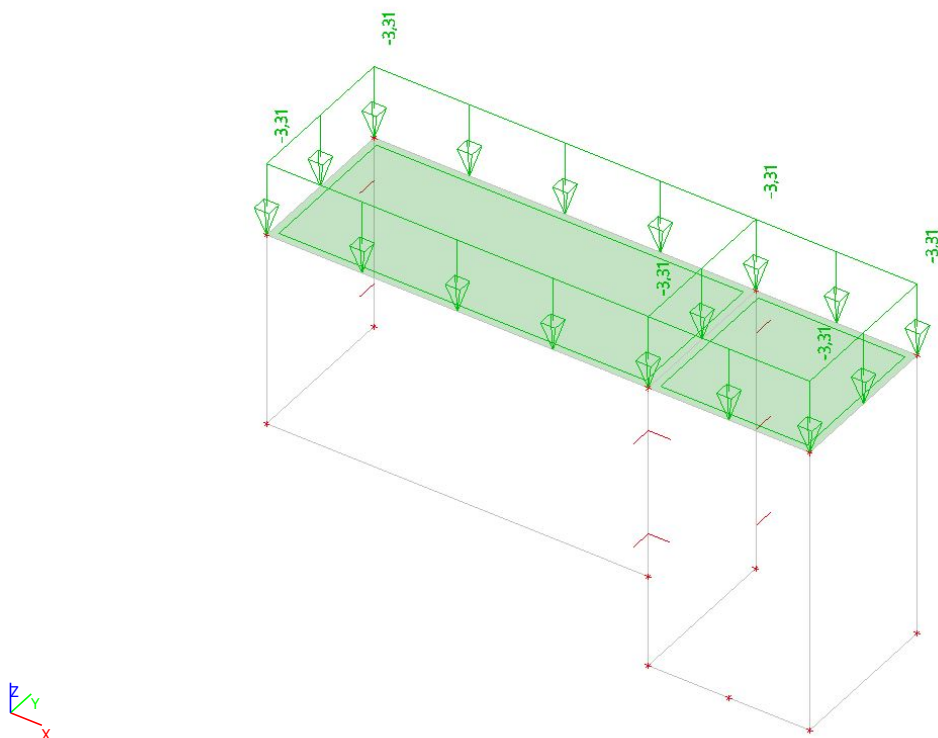
Jméno	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Směr
Vlastní tíha	Stálé	Vlastní tíha	Vlastní tíha	-Z



#### 6.3.6.2. Zatěžovací stavy - Stálé zat.

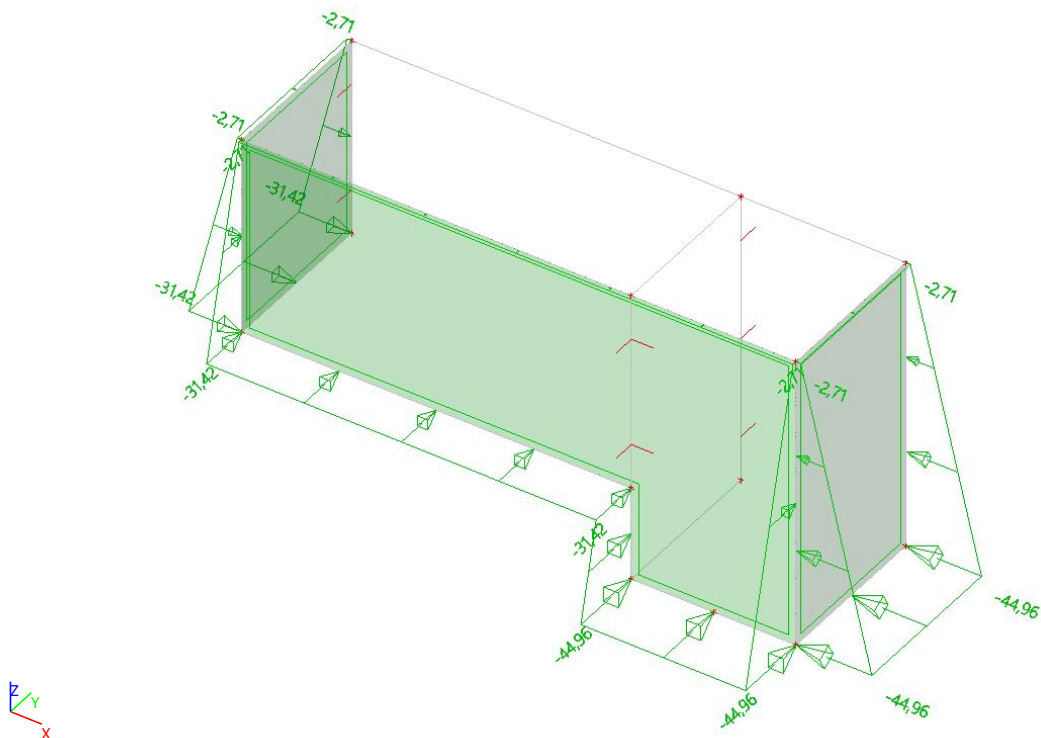
Jméno	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
Stálé zat.	Stálé	Vlastní tíha	Standard





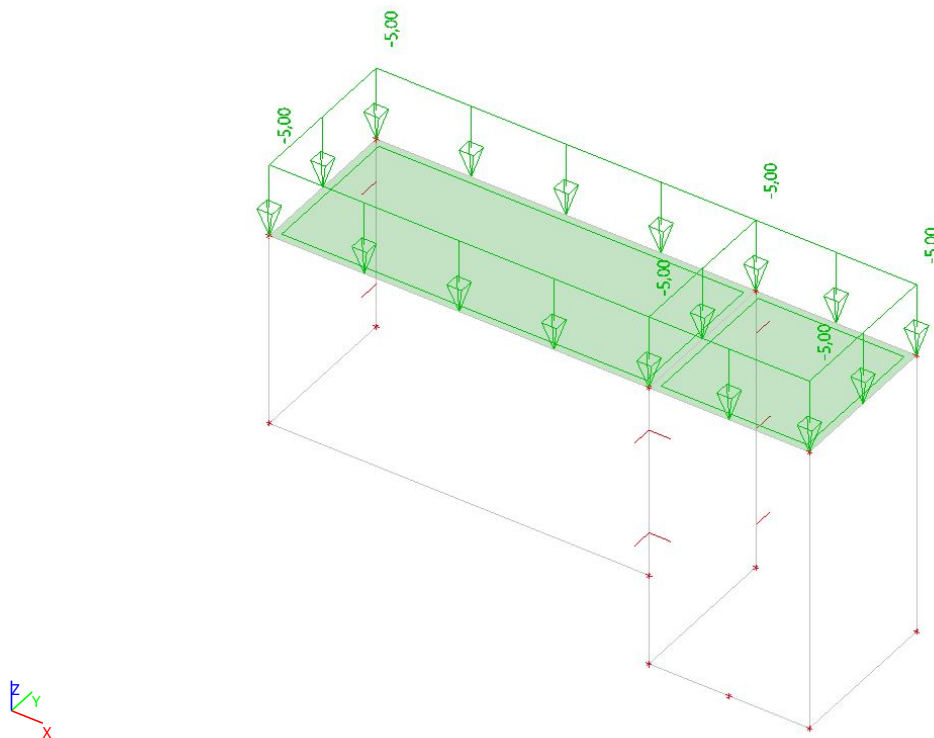
### 6.3.6.3. Zatěžovací stavy - Zemní tlak

Jméno	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení
Zemní tlak	Stálé	Vlastní tíha	Standard



#### 6.3.6.4. Zatěžovací stavy - Užité zat.

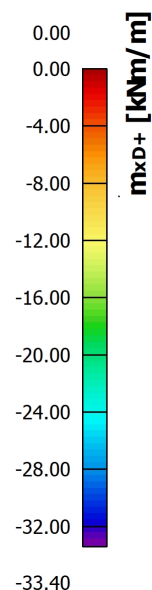
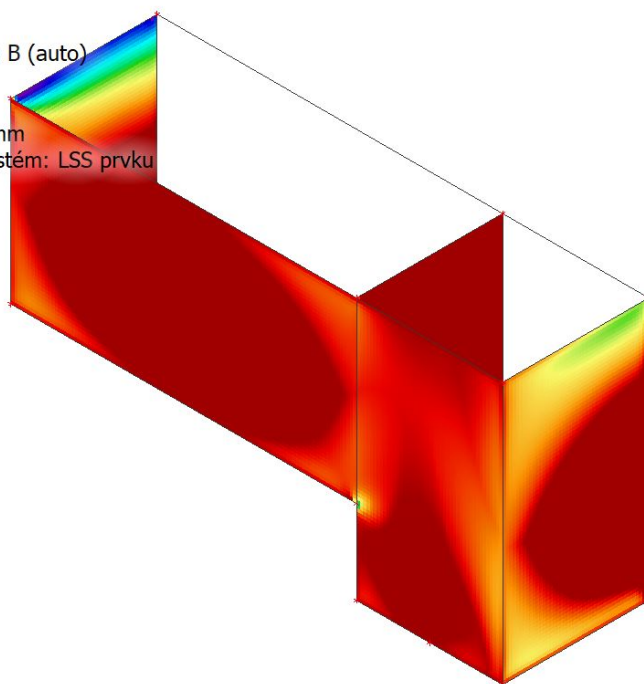
Jméno	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Působení	Řídící zat. stav
Užitné zat.	Proměnné	Užitné	Statické	Standard	Krátkodobé	Žádný



## 6.4. Analýza a posouzení nosných konstrukcí

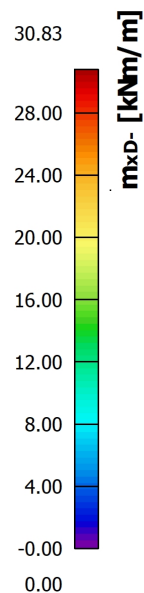
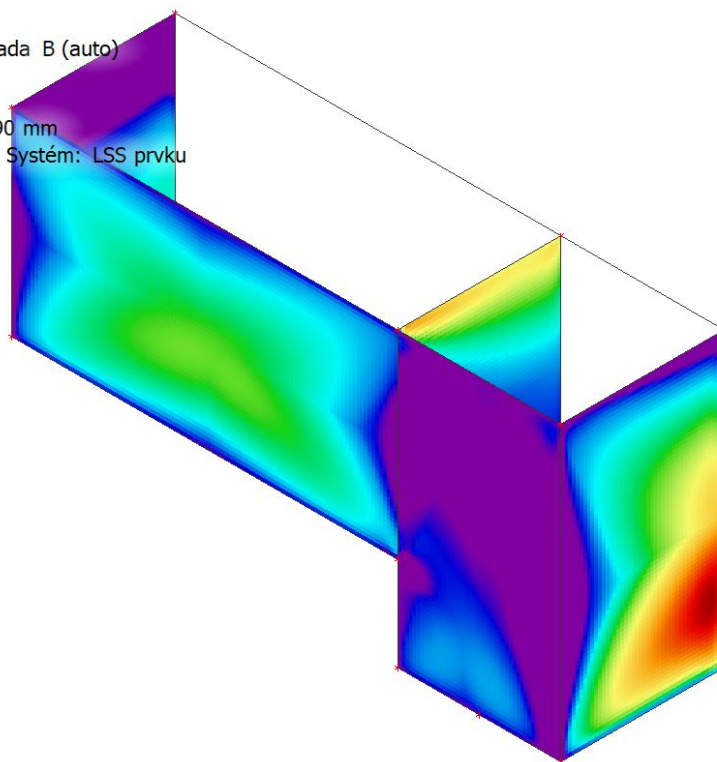
### 6.4.1. 2D vnitřní síly; $m_{xD+}$

Hodnoty:  $m_{xD+}$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Tloušťka = 190 mm  
Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvků  
sítě



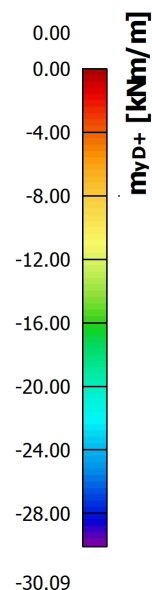
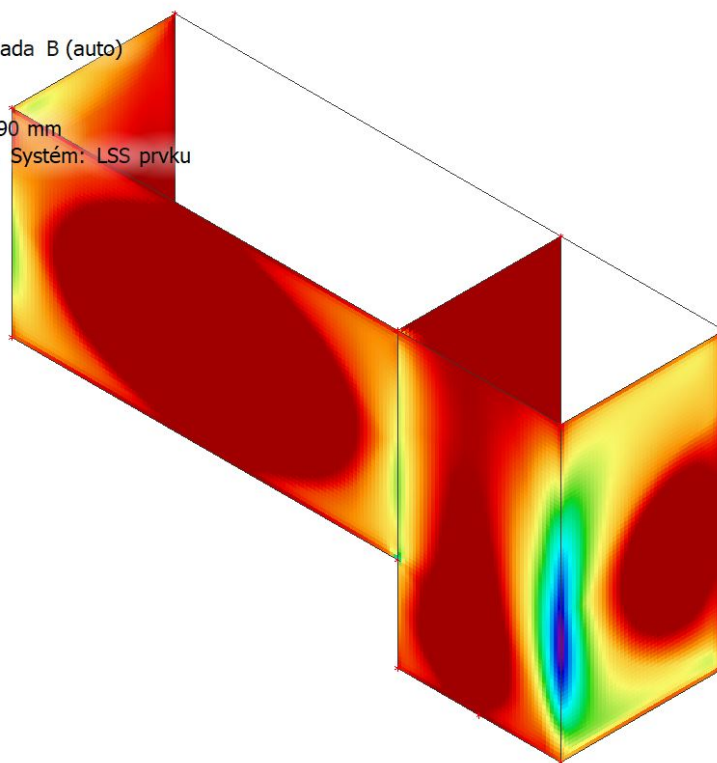
### 6.4.2. 2D vnitřní síly; $m_{xD-}$

Hodnoty:  $m_{xD-}$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Tloušťka = 190 mm  
Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvků  
sítě



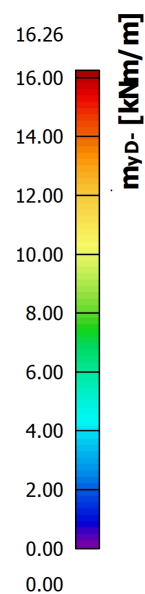
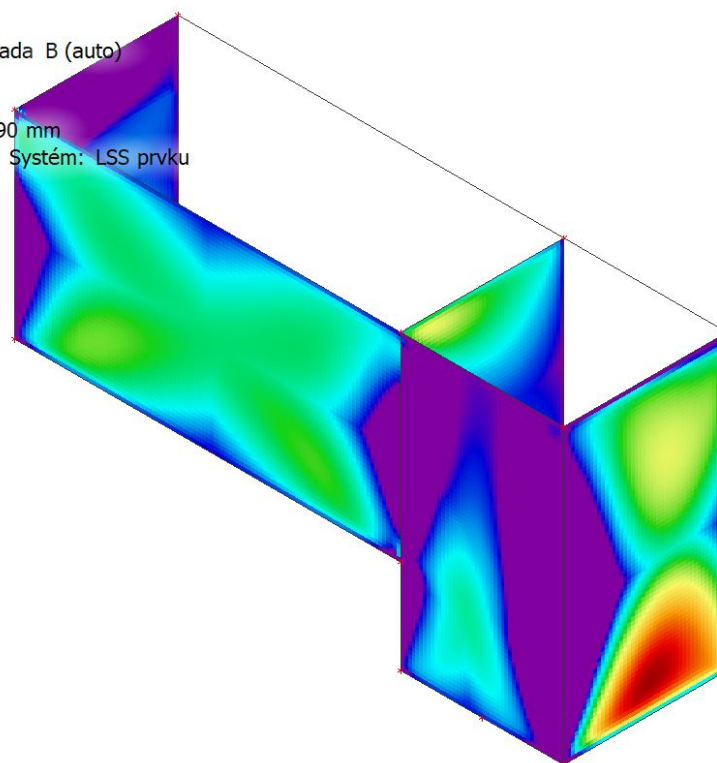
### 6.4.3. 2D vnitřní síly; $m_{yD+}$

Hodnoty:  $m_{yD+}$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Tloušťka = 190 mm  
Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku  
sítě



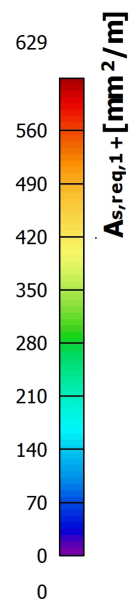
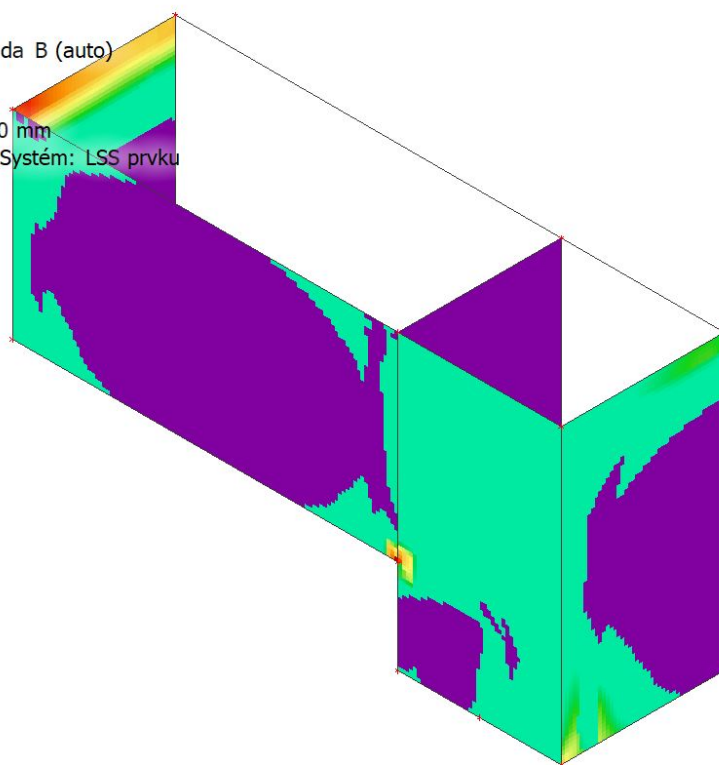
### 6.4.4. 2D vnitřní síly; $m_{yD-}$

Hodnoty:  $m_{yD-}$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Tloušťka = 190 mm  
Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku  
sítě



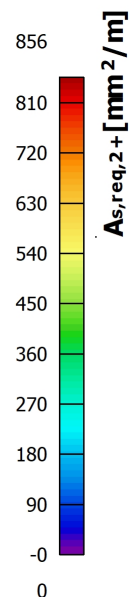
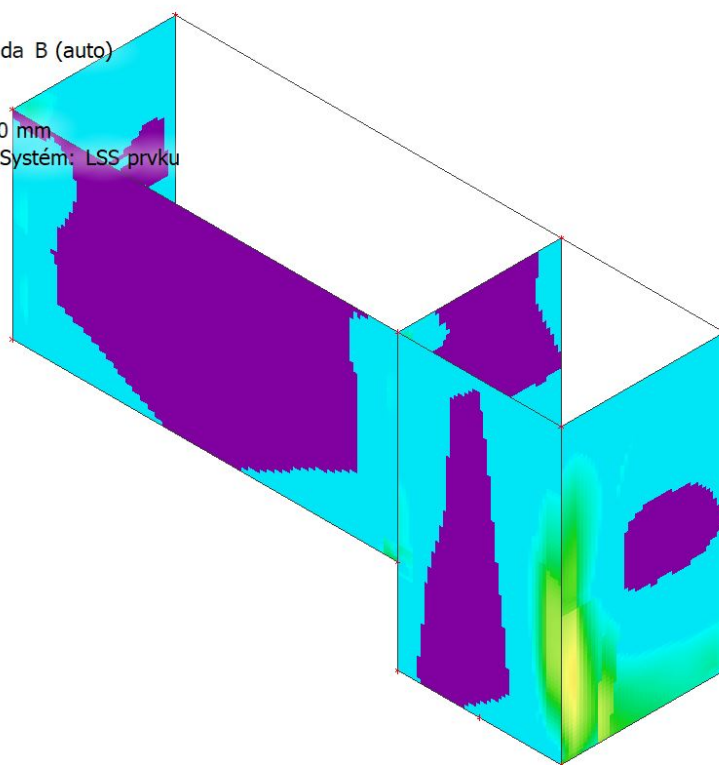
#### 6.4.5. Návrh výztuže 2D; $A_{s,req,1+}$

Hodnoty:  $A_{s,req,1+}$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Tloušťka = 190 mm  
Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku  
sítě



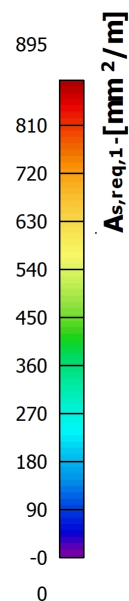
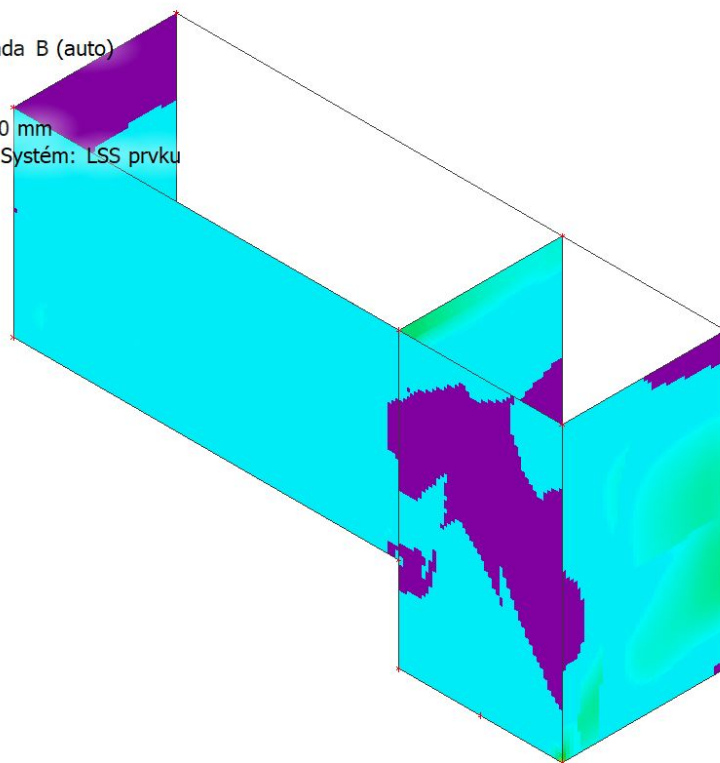
#### 6.4.6. Návrh výztuže 2D; $A_{s,req,2+}$

Hodnoty:  $A_{s,req,2+}$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Tloušťka = 190 mm  
Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku  
sítě



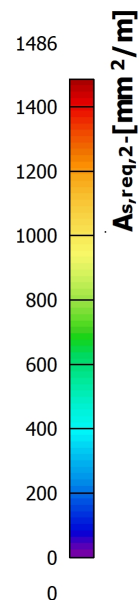
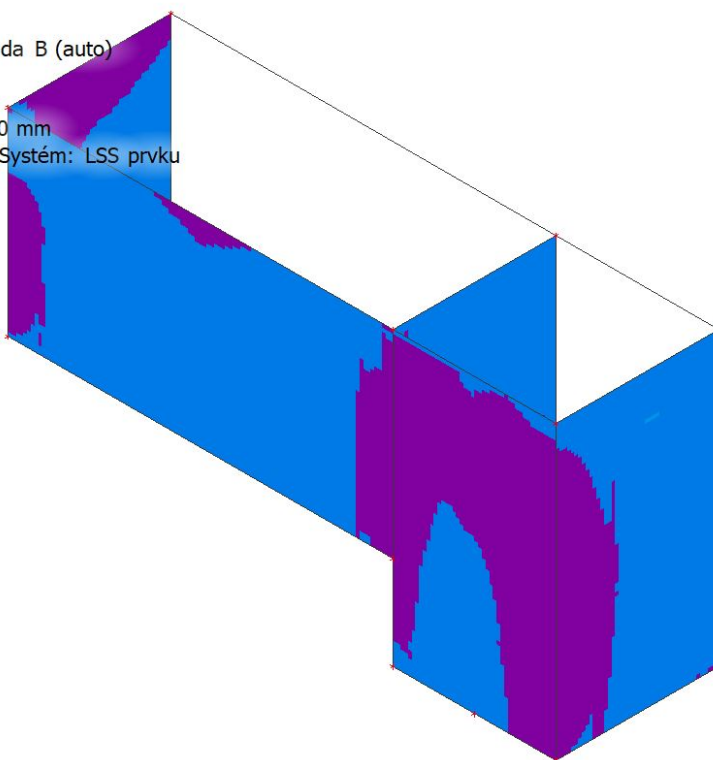
#### 6.4.7. Návrh výztuže 2D; $A_{s,req,1}$ -

Hodnoty:  $A_{s,req,1}$ -  
Lineární výpočet  
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Tloušťka = 190 mm  
Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku  
sítě



#### 6.4.8. Návrh výztuže 2D; $A_{s,req,2}$ -

Hodnoty:  $A_{s,req,2}$ -  
Lineární výpočet  
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Filtr: Tloušťka = 190 mm  
Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku  
sítě







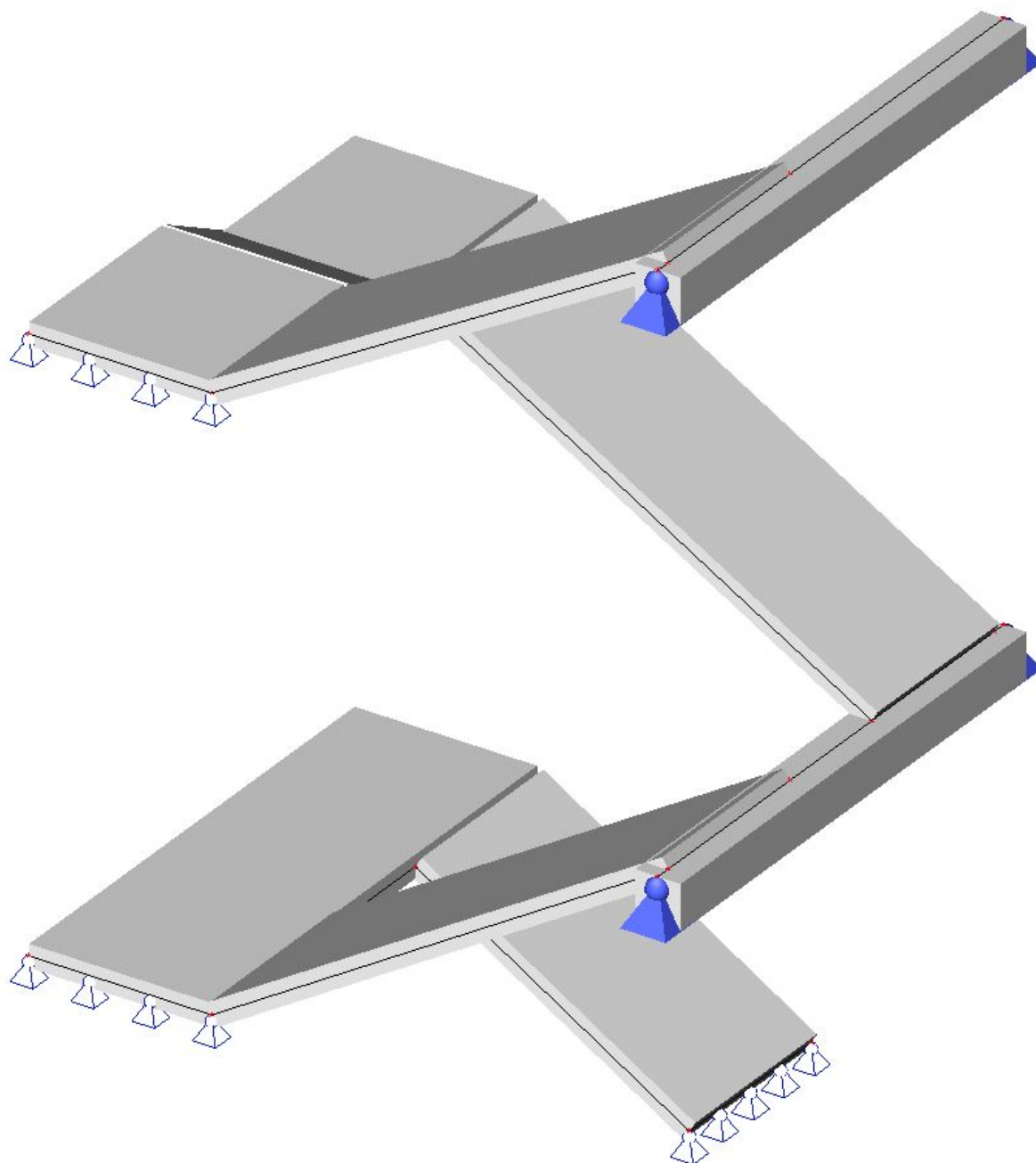
Stropní konstrukce HELUZ MIAKO (19/50, 250 mm, 5250 mm)

[https://selektorkonstrukci.heluz.cz/category/10/1120?f=%5B%7B"id"%3A51%2C"value"%3A%5B250%5D%2C"active"%3Atrue%7D%2C%7B"id"...](https://selektorkonstrukci.heluz.cz/category/10/1120?f=%5B%7B) 2/2



## 7. Desková konstrukce schodiště - železobeton. monolitická tl. 150 mm

### 7.1. Výpočtový model



## 7.2. Materiály

Jméno	Typ	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Hustota v čerstvém stavu [kg/m <sup>3</sup> ]	$E_{mod}$ [MPa]	$\mu$	$\alpha$ [m/mK]	$f_{c,k.28}$ [MPa]	Barva
C30/37	Beton	2525,0	2600,0	3,2800e+04	0.2	0,00	30,00	■

### Vysvětlivky symbolů

Hustota v čerstvém stavu	Hodnota hustoty v čerstvém stavu se použije pouze v případě, že je zadána spřažená deska a její vlastní tíha se zohledňuje.
--------------------------	---

Výztuž EC2

Jméno	Typ	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$E_{mod}$ [MPa]	$G_{mod}$ [MPa]	$\alpha$ [m/mK]	$f_{y,k}$ [MPa]
B 500B	Výztužná ocel	7850,0	2,0000e+05	8,3333e+04	0,00	500,0

## 7.3. Zatížení

### 7.3.1. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis Spec	Typ působení Typ zatížení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídicí zat. stav
LC1	vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	LG1	-Z		
LC2	stálé	Stálé Standard	LG1			
LC3	užitné - kat. C4 Standard	Proměnné Statické	LG2		Krátkodobé	Žádný

### 7.3.2. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
LG1	Stálé		
LG2	Proměnné	Standard	Kat E : sklady
LG3	Proměnné	Standard	Sníh
LG4	Proměnné	Standard	Kat A : obytné
LG5	Proměnné	Standard	Voda

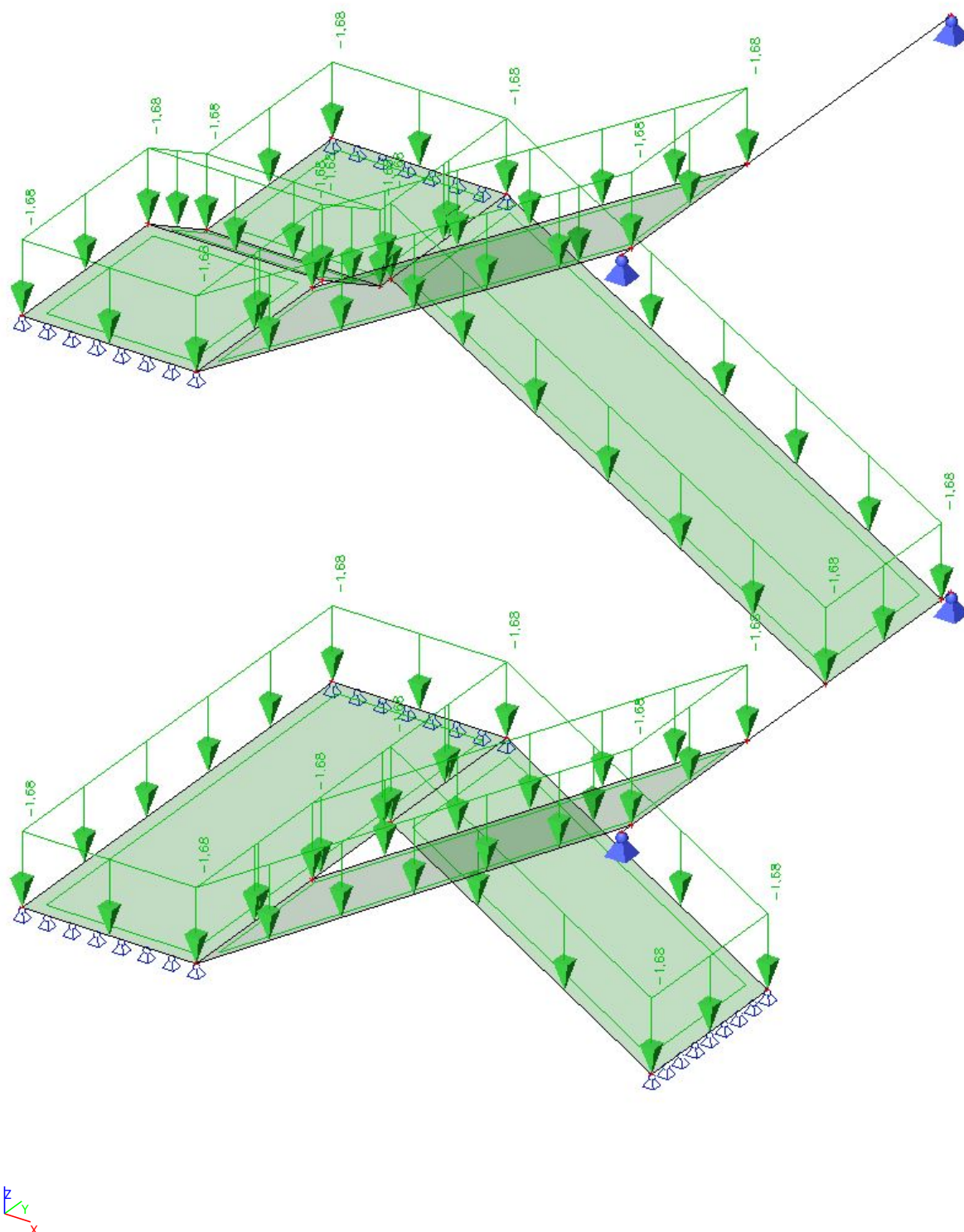
### 7.3.3. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1	MSÚ	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - stálé	1,00
			LC3 - užitné - kat. C4	1,00
CO2	MSP	EN-MSP charakteristická	LC1 - vlastní tíha	1,00
			LC2 - stálé	1,00
			LC3 - užitné - kat. C4	1,00

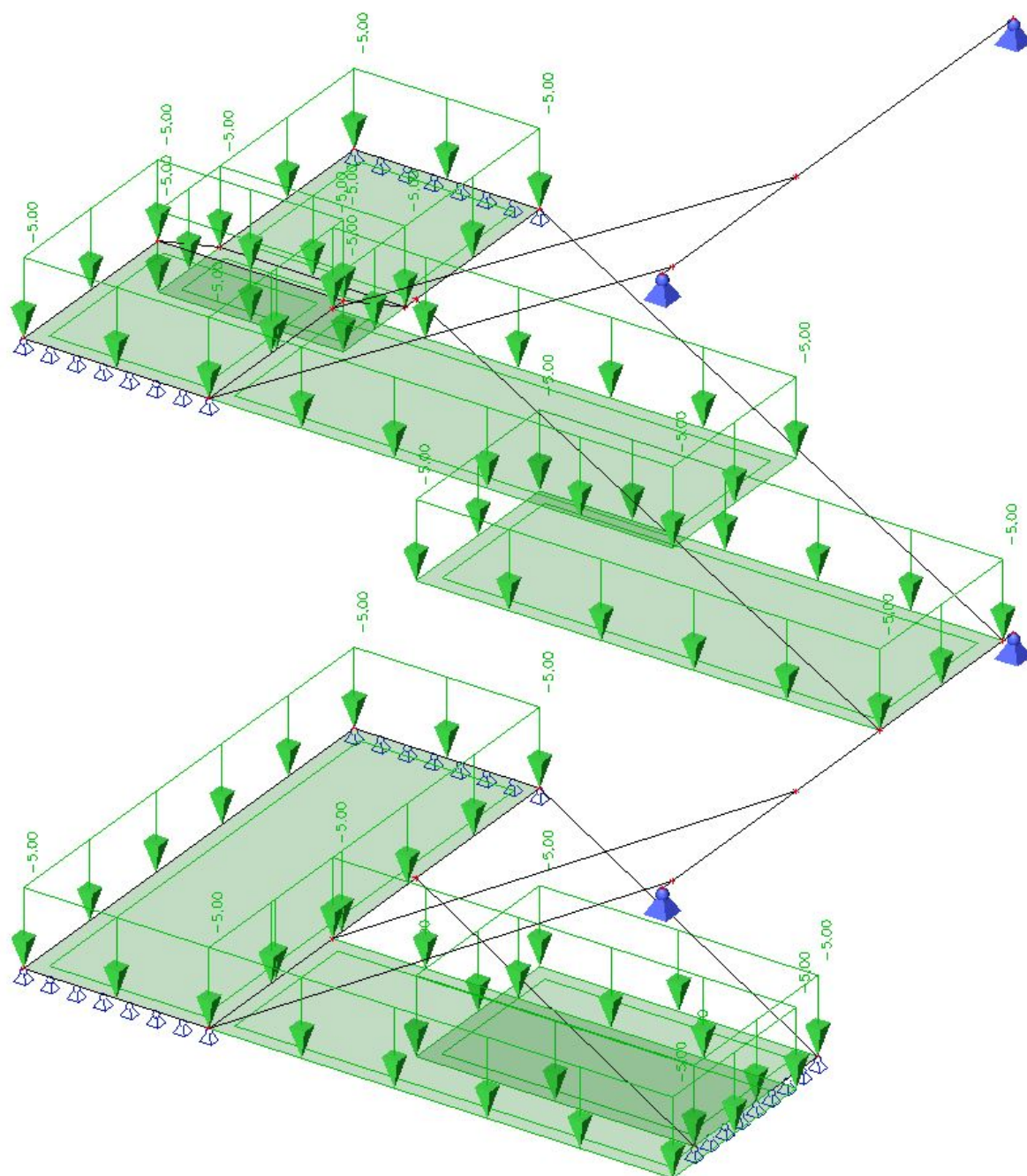
### 7.3.4. Skupiny výsledků

Jméno	Výpis
Všechny MSÚ	CO1 - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B

### 7.3.5. LC2 / Hodnota pro výpočet



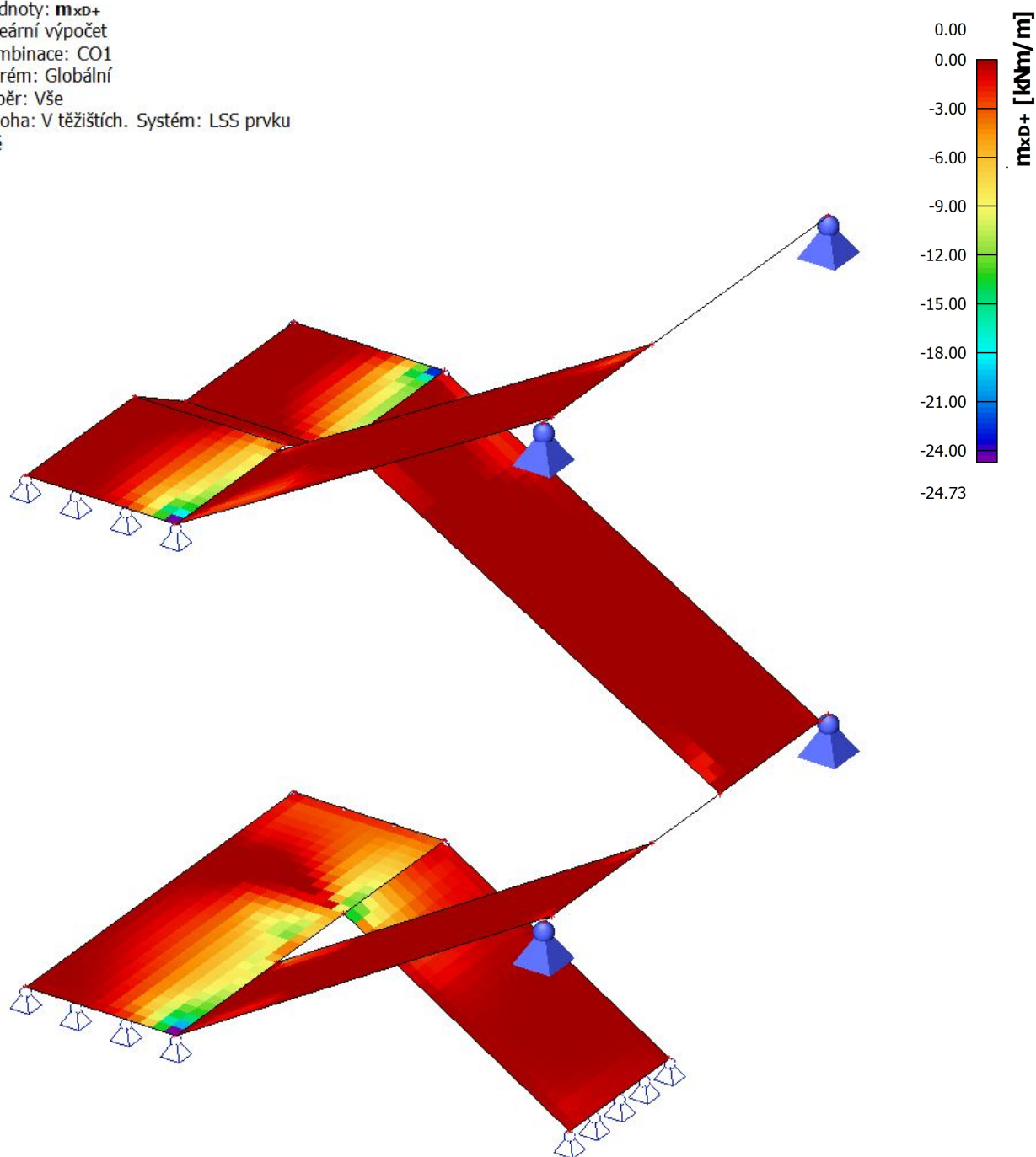
### 7.3.6. LC3 / Hodnota pro výpočet



## 7.4. Analýza a posouzení deskové konstrukce schodiště

### 7.4.1. 2D vnitřní síly; $m_{xD+}$

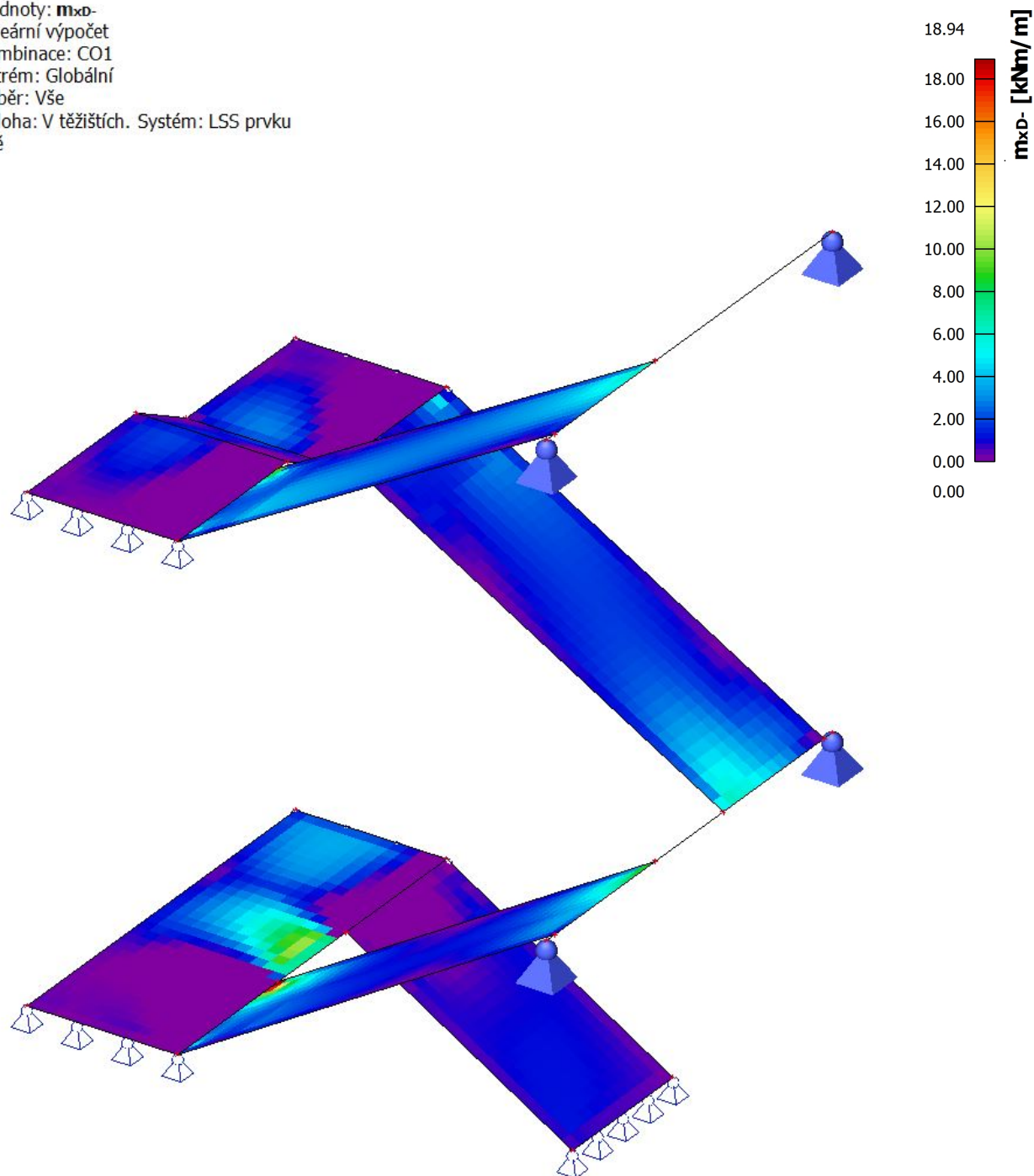
Hodnoty:  $m_{xD+}$   
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku  
sítě





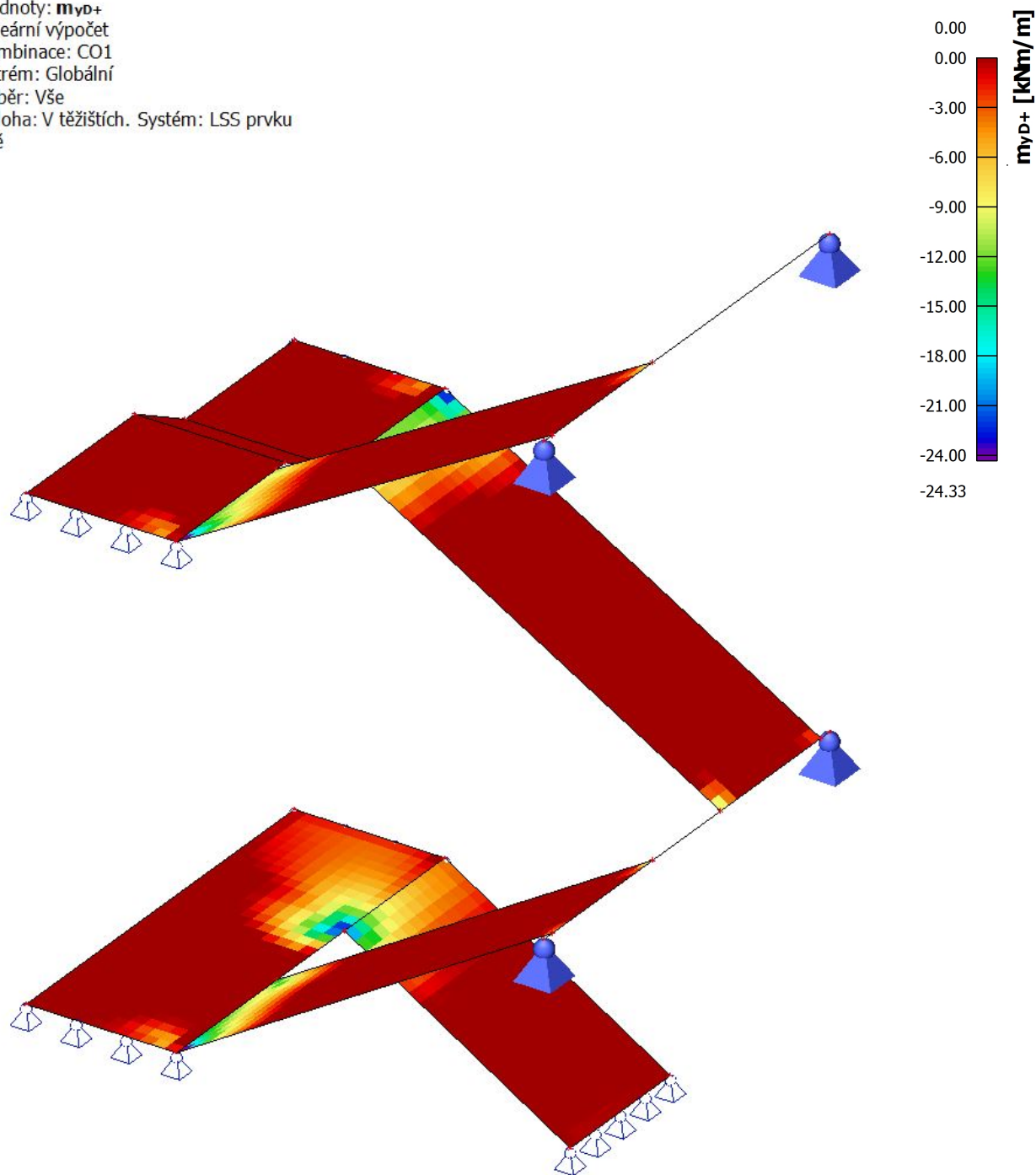
## 7.4.2. 2D vnitřní síly; $m_{xD}$ -

Hodnoty:  $m_{xD}$ -  
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku  
sítě



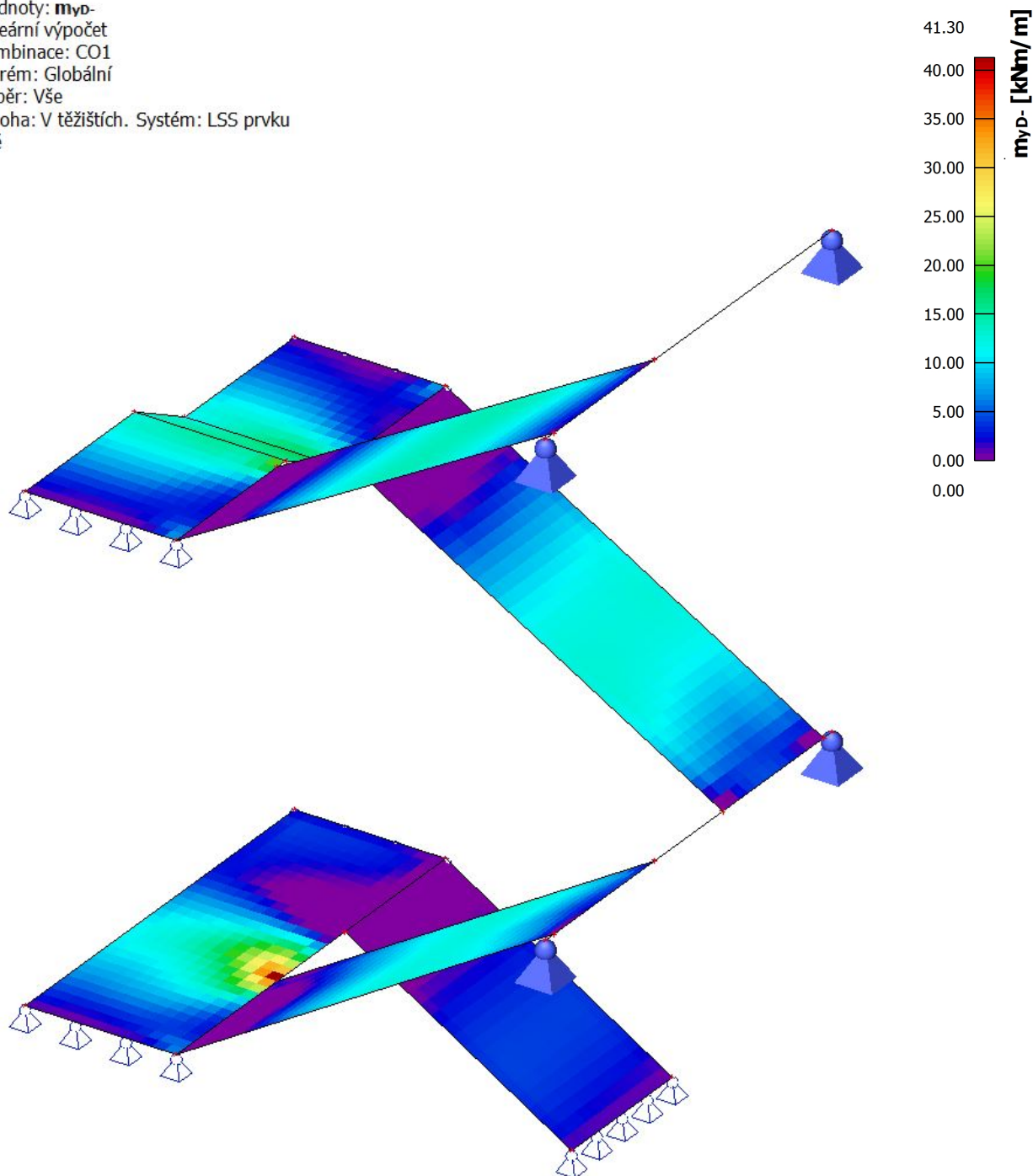
### 7.4.3. 2D vnitřní síly; $m_{yD+}$

Hodnoty:  $m_{yD+}$   
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku  
sítě



#### 7.4.4. 2D vnitřní síly; $m_{yD}$ -

Hodnoty:  $m_{yD}$ -  
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku  
sítě





#### 7.4.5. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,1+}$

Hodnoty:  $A_{s,req,1+}$

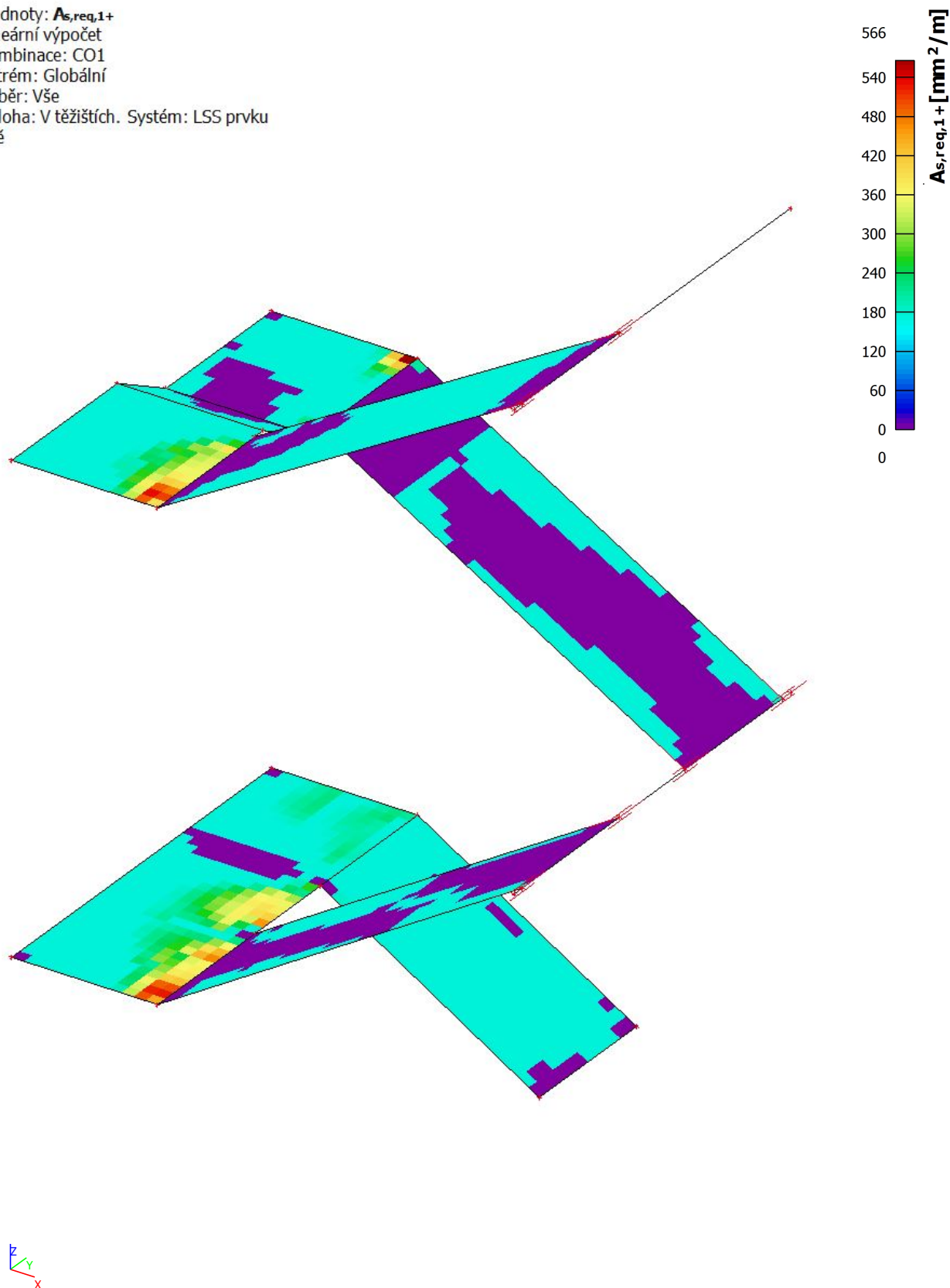
Lineární výpočet

Kombinace: CO1

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku  
sítě



#### 7.4.6. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,2+}$

Hodnoty:  $A_{s,req,2+}$

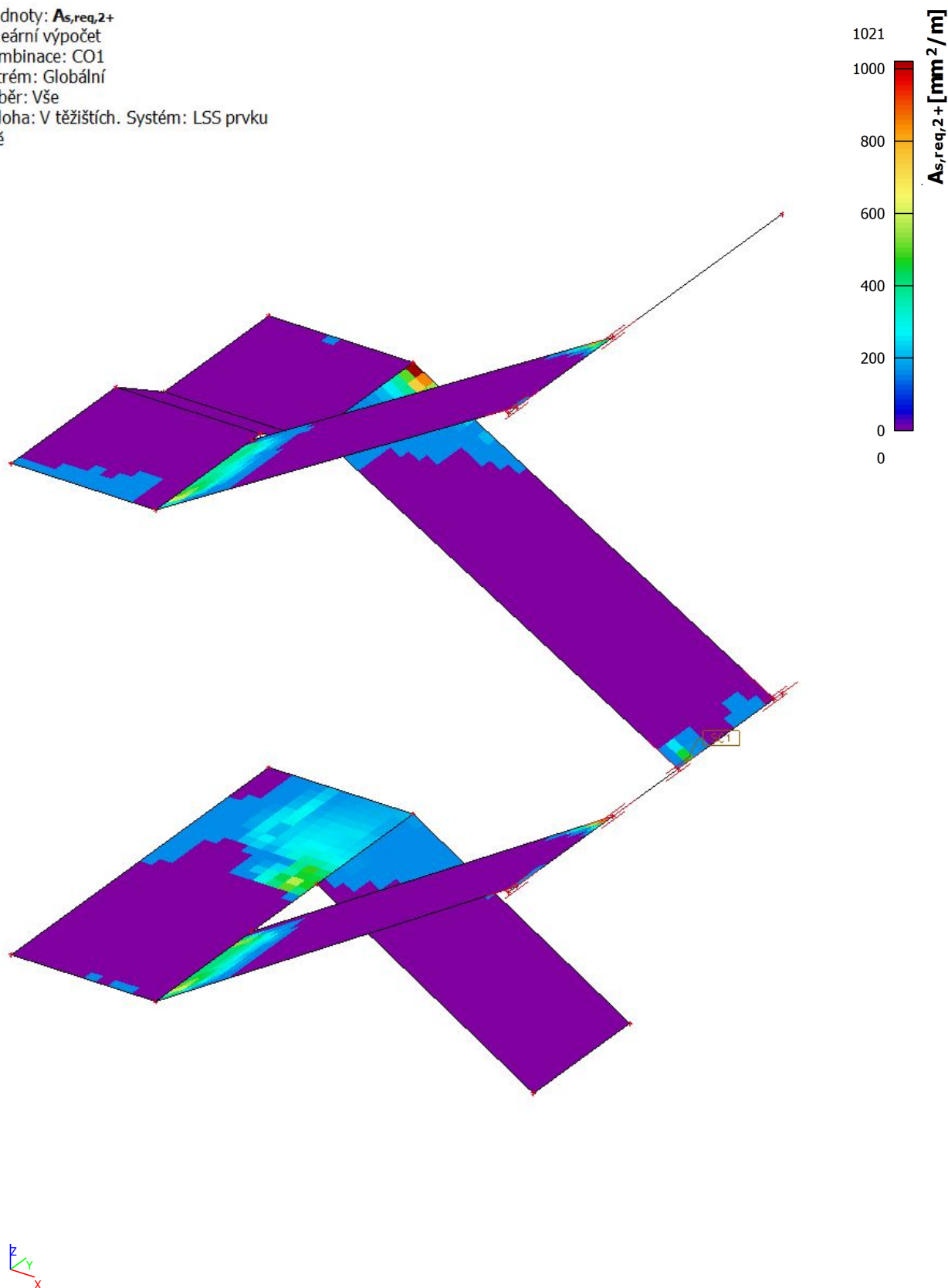
Lineární výpočet

Kombinace: CO1

Extrém: Globální

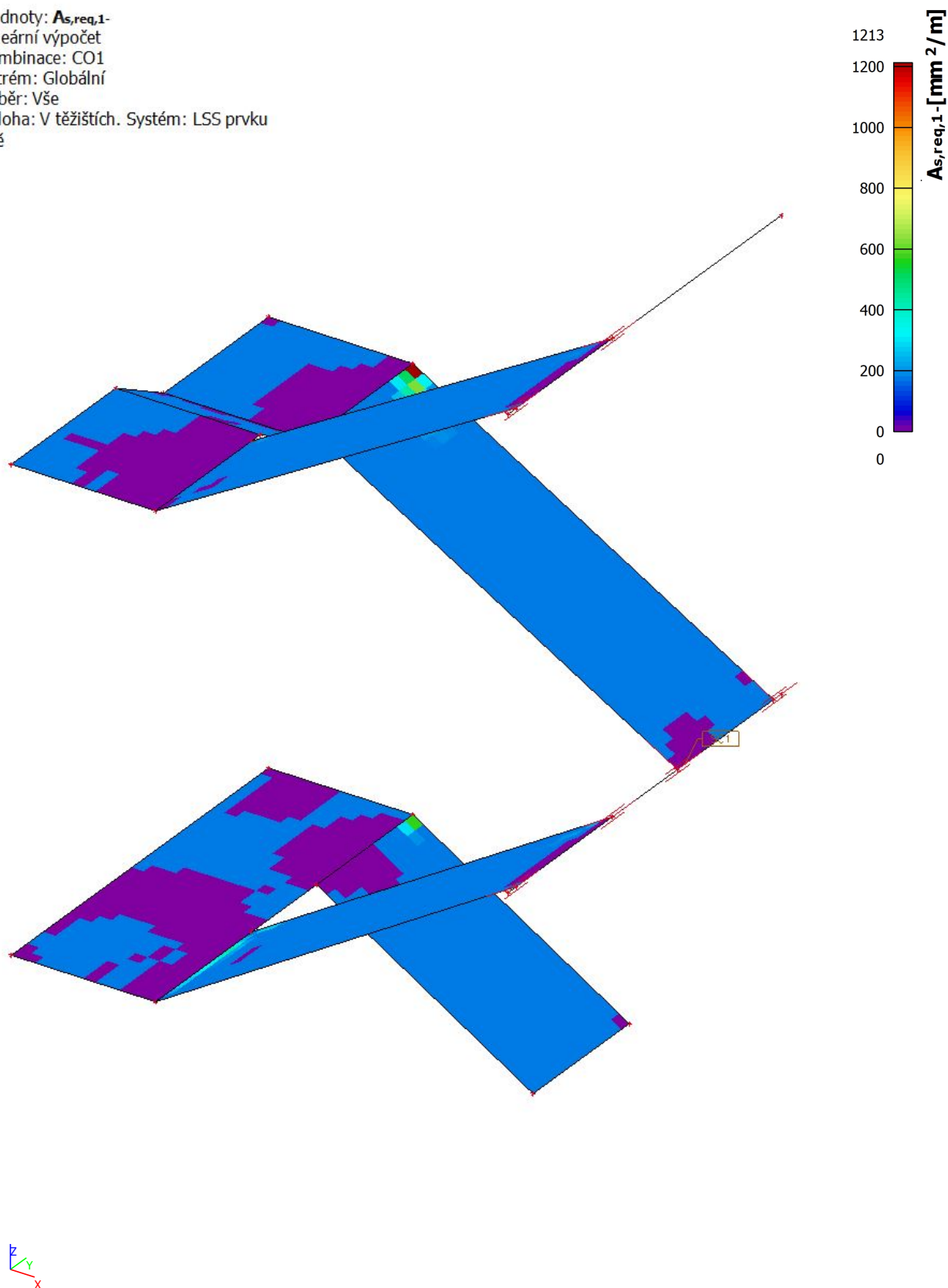
Výběr: Vše

Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku  
sítě



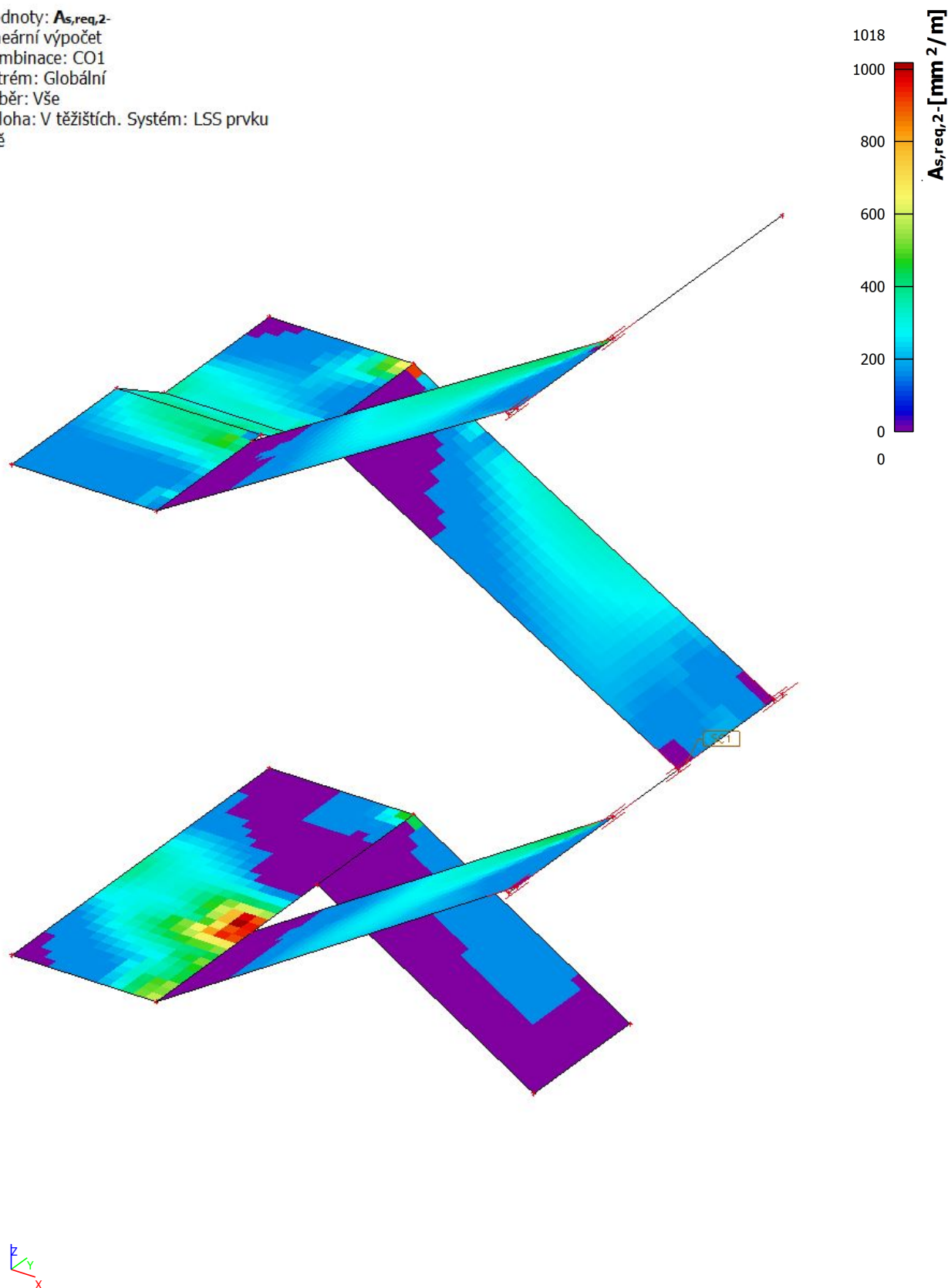
#### 7.4.7. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,1}$ -

Hodnoty:  $A_{s,req,1}$ -  
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku  
sítě



#### 7.4.8. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,2-}$

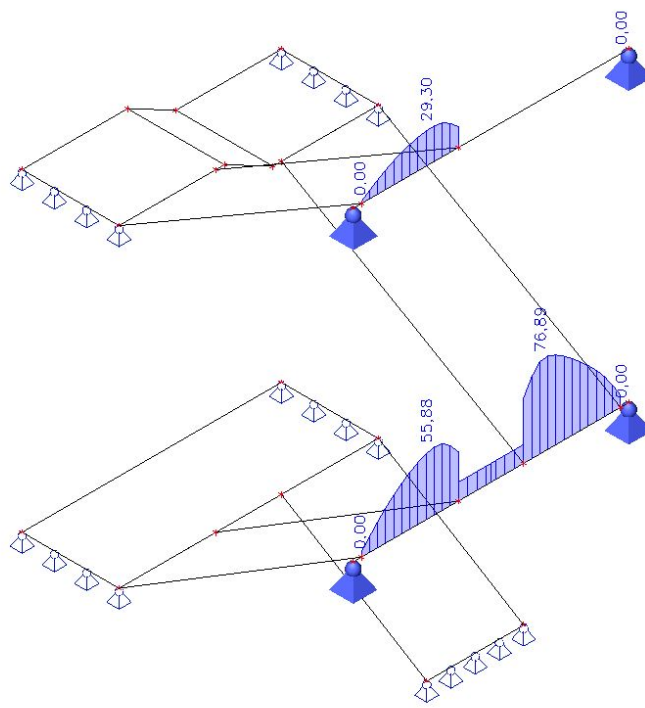
Hodnoty:  $A_{s,req,2-}$   
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Extrém: Globální  
Výběr: Vše  
Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku  
sítě



## 7.5. Analýza a posouzení podestových trámů

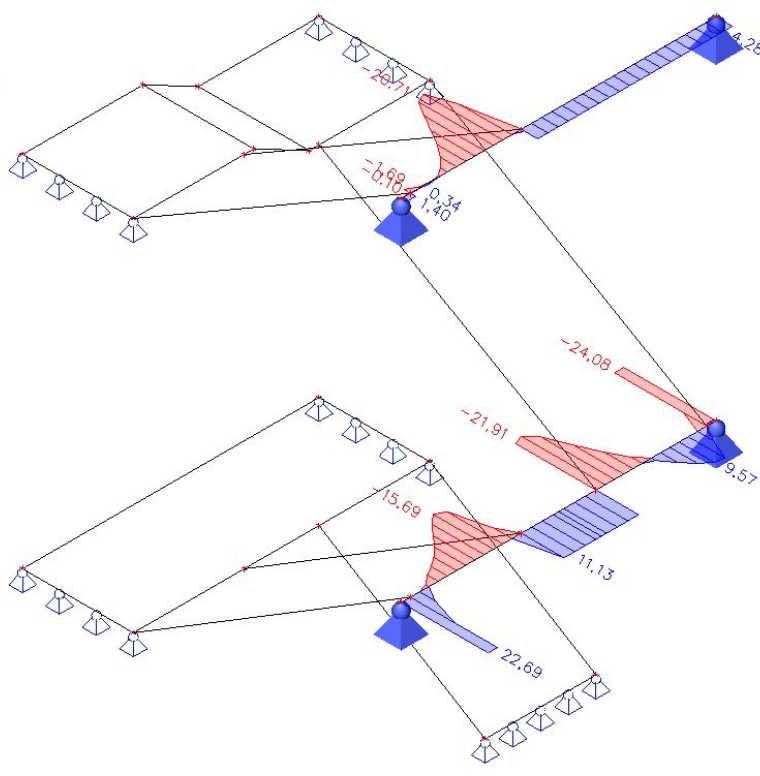
### 7.5.1. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**  
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



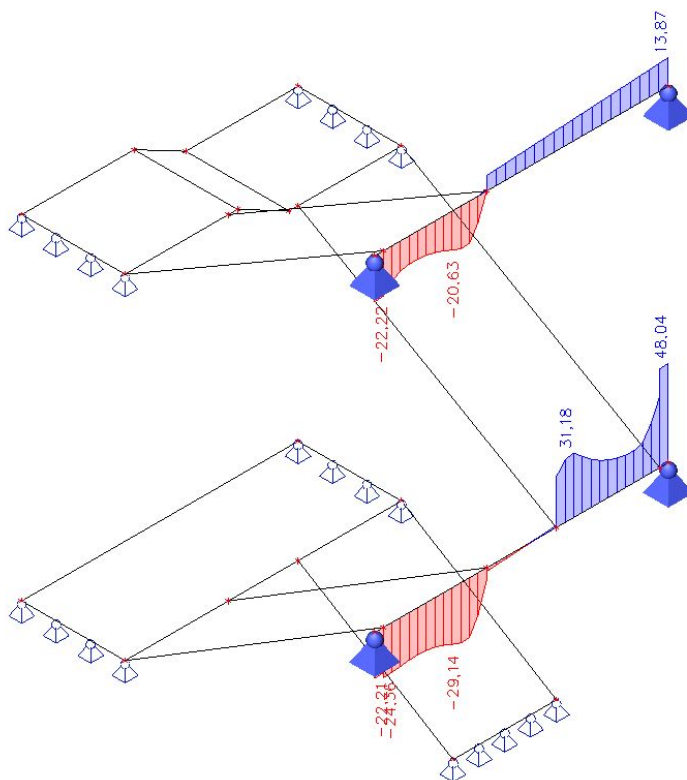
### 7.5.2. 1D vnitřní síly; V<sub>y</sub>

Hodnoty: **V<sub>y</sub>**  
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



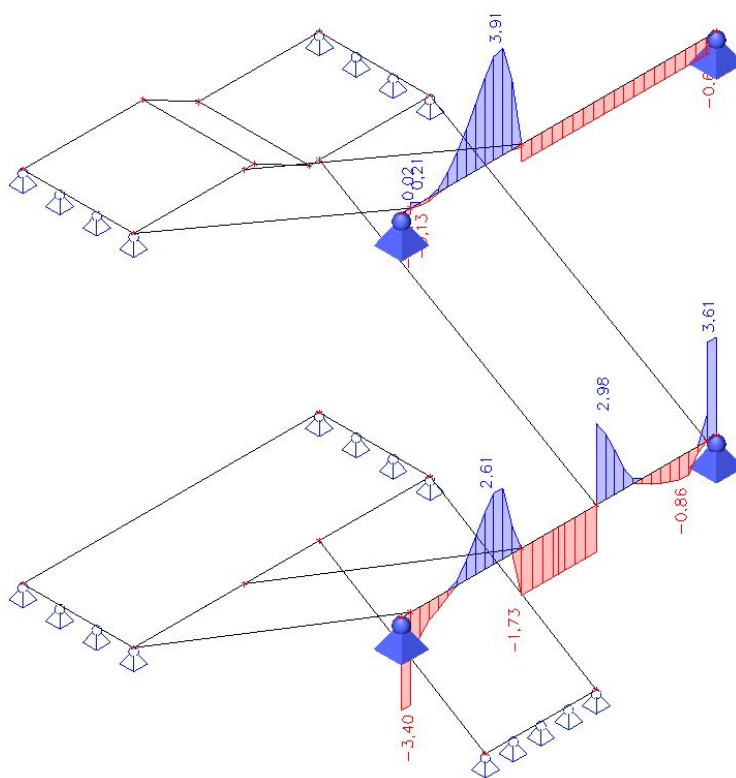
### 7.5.3. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



### 7.5.4. 1D vnitřní síly; $M_x$

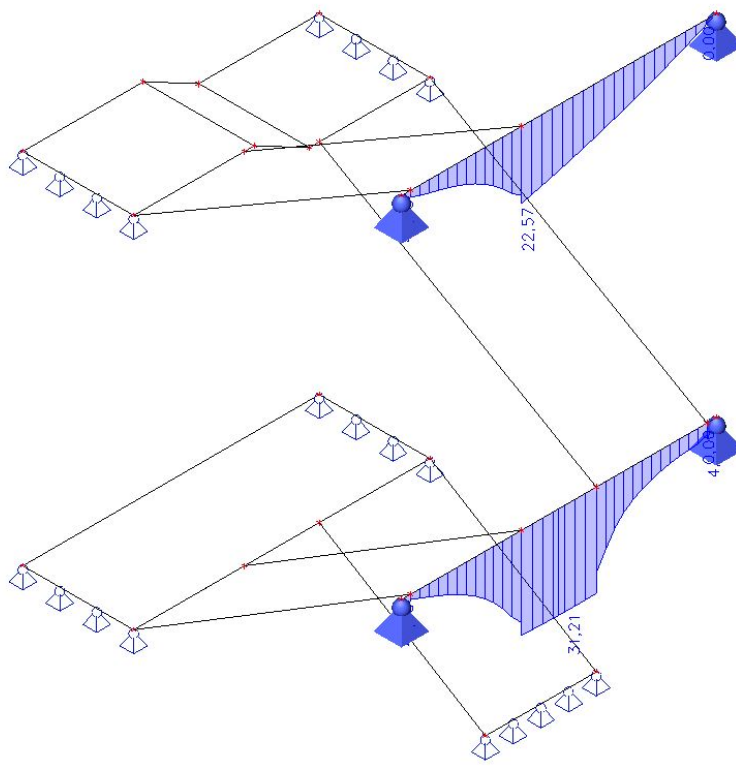
Hodnoty:  $M_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše





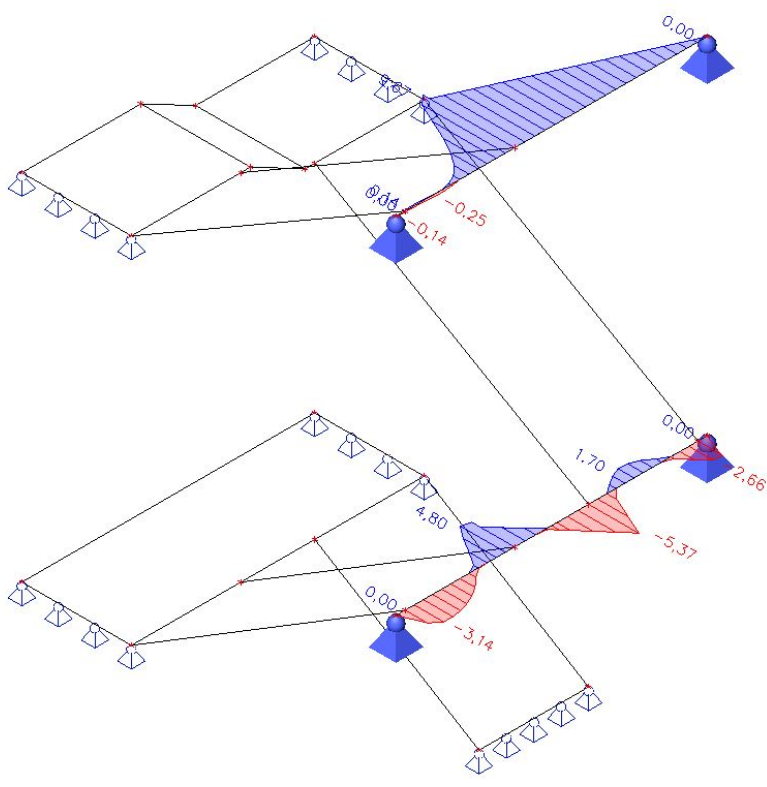
### 7.5.5. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



### 7.5.6. 1D vnitřní síly; $M_z$

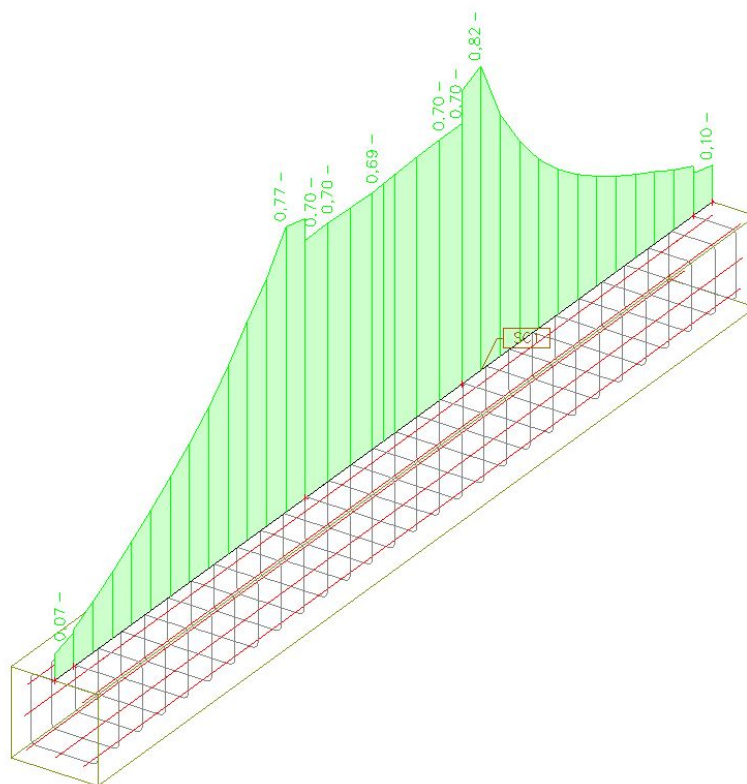
Hodnoty:  $M_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše





### 7.5.7. Posouzení kapacity - interakční diagram; UC

Hodnoty: **UC**  
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



### 7.5.8. Posouzení kapacity - interakční diagram

Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Průřez  
Výběr: Vše

**Nosník B1**

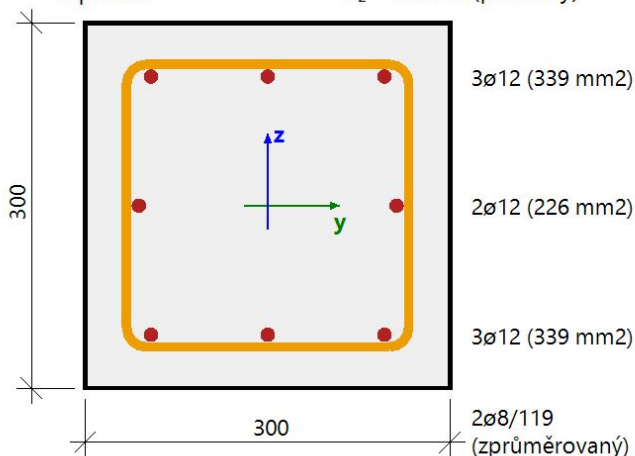
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07

**Obdélník (300; 300)**

Řez 23 [dx = 1.2 m]

**Délka prvku:**

L = 3.41 m

Vzpěr y-y<sup>⊥</sup>L<sub>y</sub> = 3.14 m (posuvný)Vzpěr z-z<sup>⊥</sup>L<sub>z</sub> = 3.08 m (posuvný)**Beton: C30/37**

Bilineární pracovní diagram

Třída prostředí: XC3

**Podélná výztuž: B 500B**

Bilineární s nakloněnou horní větví

8Ø12 (905 mm<sup>2</sup>)ρ<sub>i</sub> = 1,005 % (7.1 kg/m)**Smyková výztuž: B 500B**

Bilineární s nakloněnou horní větví

2Ø8/119 (101 mm<sup>2</sup>)ρ<sub>w</sub> = 0,281 % (6.61 kg/m)**Krytí (třmínek)**

Horní: 30 mm

Spodní: 30 mm

Levý: 30 mm

Pravý: 30 mm

**Materiálové charakteristiky**

Návrhová hodnota tlakové pevnosti betonu

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota napětí na mezi kluzu podélné výztuže

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ MPa} \quad (3.15)$$

**Síly**

Z MKP výpočtu

N = 67.5 kN   M<sub>y</sub> = 20 kNm   M<sub>z</sub> = -3.23 kNm

Obsah kombinace:

1.35\*LC1+1.35\*LC2+1.50\*LC3

**Tlačený dílec**

Limitní osová síla, při které se dílec uvažuje jako tlačený:

$$N_{com} = - \text{Coeff}_{com} \cdot (f_{cd} \cdot A_c) = -0.1 \cdot (20 \cdot 10^6 \cdot 0.09) = -180 \text{ kN}$$

Podmínka posudku:

$$N_{Ed} \geq N_{com} = 68 \text{ kN} \geq -180 \text{ kN} \dots \text{ netlačený dílec}$$

Poznámka: Dílec není považován za tlačený dílec (normálová síla je relativně malá nebo nulová).

Přepočet ohybových momentů.

Redukce momentu nad podporami: Ne

Redukce smykových sil nad podporou: Ne

Použití pravidlo o posunu ohybových momentů: Ano

$$N_{Ed} = 67.5 \text{ kN} \quad M_{Edy} = 31.1 \text{ kNm} \quad M_{Edz} = -5.37 \text{ kNm}$$

**Vstupní údaje použité pro generování ID**

Metoda posudku pro interakční diagram	$N_u M_u$
Dělení svislého přetvoření	250
Počet svislých řezů	18
Výslednice kroutícího momentu	$M_{res} = 31.6 \text{ kNm}$
Úhel výsledného momentu vztažený k $M_y$ směr v horizontální rovině $M_y$ - $M_z$	$\alpha_{MyMz} = -170^\circ$
Úhel výsledného momentu vztažený k N směr ve vertikální rovině N- $M_{res}$	$\alpha_{NM} = 64.9^\circ$

**Výpočet únosnosti**

Únosnost v kladném směru  $N_{Rd+} = 82 \text{ kN}$   $M_{Rdy+} = 38 \text{ kNm}$   $M_{Rdz+} = 10 \text{ kNm}$

Únosnost v záporném směru  $N_{Rd-} = -129 \text{ kN}$   $M_{Rdy-} = -60 \text{ kNm}$   $M_{Rdz-} = -7 \text{ kNm}$

**Shrnutí posudku**

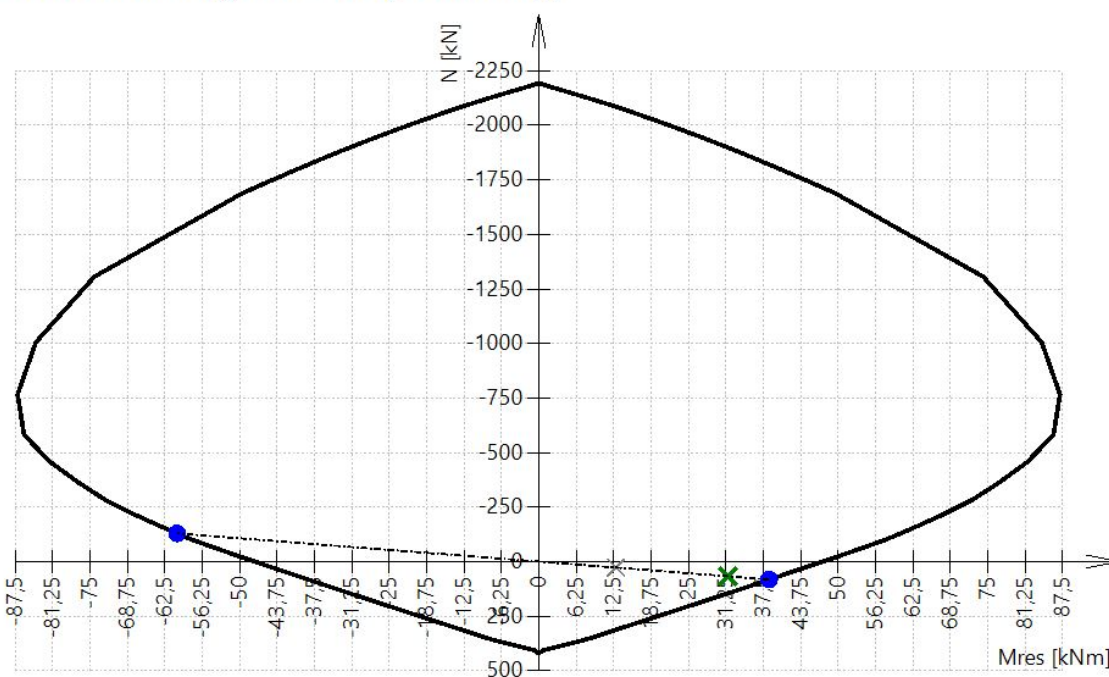
Síly:  $N_{Ed} = 67.5 \text{ kN}$   $M_{Edy} = 31.1 \text{ kNm}$   $M_{Edz} = -5.37 \text{ kNm}$

Odolnost:  $N_{Rd} = 82 \text{ kN}$   $M_{Rdy} = 38 \text{ kNm}$   $M_{Rdz} = -7 \text{ kNm}$

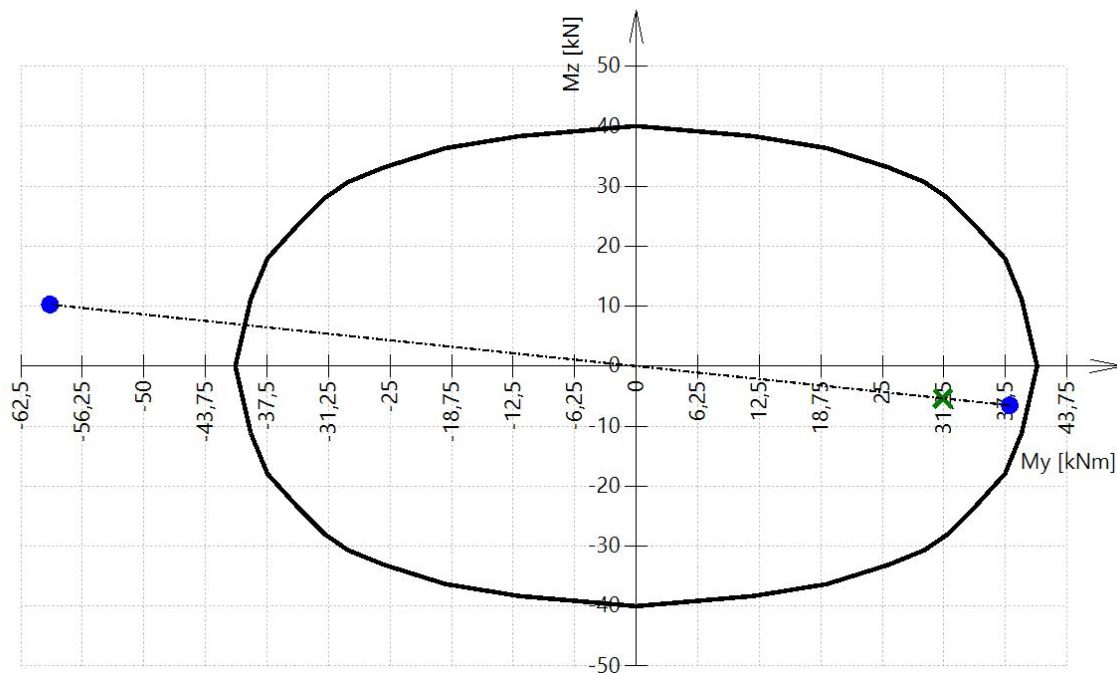
Výpočet jednotkového posudku.

$$UC = \frac{\sqrt{N_{Ed}^2 + M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2}}{\sqrt{N_{Rd}^2 + M_{Rdy}^2 + M_{Rdz}^2}} = \frac{\sqrt{67.5^2 + 31.1^2 + (-5.37)^2}}{\sqrt{82.2^2 + 37.9^2 + (-6.53)^2}} = 0.821 < 1 \quad \text{OK}$$

Seznam varování, chyb a poznámek: N2/1.

**3D interakční diagram - svislý řez N- $M_{res}$** 

### 3D interakční diagram - vodorovný řez $M_y$ - $M_z$



### Vysvětlivky k varováním, k chybám a poznámkám

Index	Typ	Popis	Řešení
N2/1	Poznámka	Dílec není považován za tlačný dílec (normálová síla je relativně malá nebo nulová).	

### 7.5.9. Posudek smyku + kroucení (MSÚ); UC

Hodnoty: **UC**  
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



### 7.5.10. Posudek smyku + kroucení (MSÚ)

Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Globální  
Výběr: Vše



**Nosník B1**

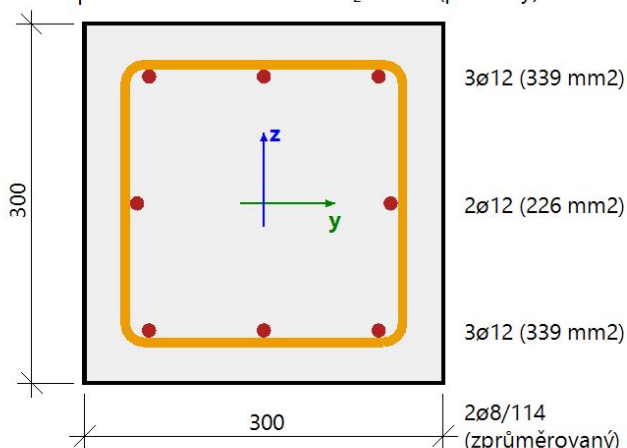
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07

**Obdélník (300; 300)**

Řez 0 [dx = 0 m]

**Délka prvku:**

L = 3.41 m

Vzpěr y-y $\perp$ L<sub>y</sub> = 1 m (posuvný)Vzpěr z-z $\perp$ L<sub>z</sub> = 1 m (posuvný)**Beton: C30/37**

Bilineární pracovní diagram

Třída prostředí: XC3

**Podélná výztuž: B 500B**

Bilineární s nakloněnou horní větví

8ø12 (905 mm<sup>2</sup>) $\rho_l = 1,005 \%$  (7.1 kg/m)**Smyková výztuž: B 500B**

Bilineární s nakloněnou horní větví

2ø8/114 (101 mm<sup>2</sup>) $\rho_w = 0,458 \%$  (6.91 kg/m)**Krytí (třmínek)**

Horní: 30 mm

Spodní: 30 mm

Levý: 30 mm

Pravý: 30 mm

**Nastavení**

Metoda výpočtu smykové únosnosti:

Standard

Limitní hodnota úhlu mezi ohybovými momenty a výslednicí smykových sil pro použití standardní metody:  $\alpha_{VM,lim} = 15^\circ$ 

Ekvivalentní tenkostěnný průřez

Automaticky

Úhel mezi tlakovou diagonálou v betonu a osou prvku: Uživatelské zadání:  $\theta_{inp} = 40^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{inp}) = 1.19$ **Síly**

Obsah kombinace: 1.35\*LC1+1.35\*LC2+1.50\*LC3

 $N_{Ed} = 0 \text{ kN}$   $M_{Edy} = 3.91 \text{ kNm}$   $M_{Edz} = -2.61 \text{ kNm}$   $V_{Edy} = -24.1 \text{ kN}$   $V_{Edz} = 48 \text{ kN}$   $T_{Ed} = 3.61 \text{ kNm}$ 

Úhel gradientu roviny přetvoření

 $\alpha_M = 122^\circ$ 

Úhel smykové výslednice

 $\alpha_V = 117^\circ$ 

Výslednice smykové síly

$$V_{Ed} = \sqrt{V_{Edy}^2 + V_{Edz}^2} = \sqrt{(-24.1)^2 + 48^2} = 53.7 \text{ kN}$$

Rozdíl mezi úhly  $\alpha_M$  a  $\alpha_V$ 

$$\alpha_{MV} = \text{abs}(\alpha_M - \alpha_V) = \text{abs}(122 - 117) = 5.72^\circ$$

**Materiálové charakteristiky**

Návrhová hodnota tlakové pevnosti betonu

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost betonu v tahu

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk005}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 2}{1.5} = 1.33 \text{ MPa} \quad (3.15, 3.16)$$

**Výpočet úhlu mezi náhradní diagonálou a osou dílce**

- minimální hodnota:

$$N_{lim} = \text{Coeff}_{com} \cdot A_c \cdot f_{cd} = 0.1 \cdot 0.09 \cdot 20 = 180 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} < N_{lim} = 0 \text{ kN} < \pm 180 \text{ kN} \dots \text{ dílec je považován za ohýbaný}$$

$$\theta_{min} = 30^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{min}) = 1.73 \quad (\S 6.2.3(2))$$

- maximální hodnota:

$$\theta_{max} = 45^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{max}) = 1 \quad (\S 6.2.3(2))$$

- vstupní/vypočítaná hodnota:

$$\theta = \theta_{inp} = 40^\circ, \cot(\theta) = 1.19$$

Poznámka: Automatický výpočet úhlu je vypnut, uvažuje se uživatelem zadaná hodnota.



## Posudek smyku a výpočet smykové únosnosti

### Parametry průřezu

Minimální šířka průřezu v tažené oblasti

$$y_{bw} = -30 \text{ mm} \quad z_{bw} = 59.8 \text{ mm} \quad b_w = 192 \text{ mm}$$

Poznámka: Hodnota  $b_{w1}$  se spočte jako nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti kolmá k výslednici smykové síly.

Minimální šířka průřezu mezi taženou a tlačnou diagonálou

$$y_{bw1} = 0 \text{ mm} \quad z_{bw1} = 0 \text{ mm} \quad b_{w1} = 336 \text{ mm}$$

Poznámka: Hodnota  $b_{w1}$  se spočte jako nejmenší šířka průřezu mezi taženým a tlačným pásem kolmá k výslednici smykové síly.

Výška průřezu přepočtená do směru výslednice smykové síly

$$h = 403 \text{ mm}$$

Poznámka: Hodnota  $h$  se spočte jako šířka průřezu v těžišti ve směru výslednice smykové síly.

Plocha betonu průřezu

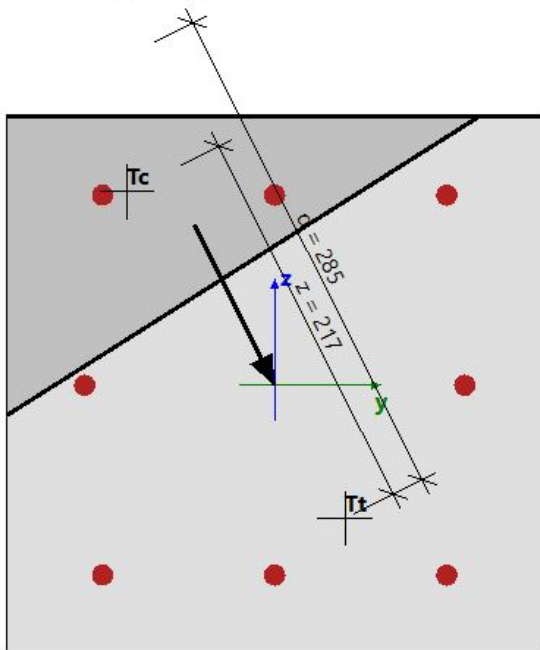
$$A_c = 0.09 \text{ m}^2$$

Efektivní výška přepočtená do směru výslednice smykové síly

$$d = 285 \text{ mm}$$

Rameno vnitřních sil přepočtené do směru výslednice smykové síly

$$z = 217 \text{ mm}$$

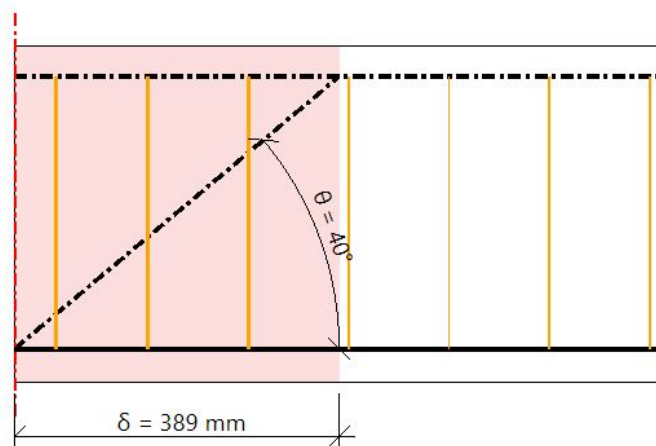


**Parametry smykové výztuže****Vstupní parametry**

Třmínky na délku průmětu smykové trhliny  $\delta = z \cdot \cot(\theta) = 389 \text{ mm}$ , interval (0; 389)

$$z = \text{Coeff\_d} \cdot \text{Coeff\_z} \cdot h = 0.9 \cdot 0.9 \cdot 0.4 = 326 \text{ mm} \quad \delta = z \cdot \cot(\theta) = 0.326 \cdot \cot(40) = 389 \text{ mm}$$

ID	Zóna	$x_s$ [mm]	$\phi_s$ [mm]	$s_s$ [mm]	$n_s$ []	$\alpha_s$ [°]	$f_{yk}$ [MPa]
1	1	50	8	105	2	90	500
2	1	160	8	115	2	90	500
3	1	280	8	120	2	90	500
Avg.	-	-	8	114	2	90	500



Počet stříhů třmínků

Průměr výztuže

Podélná vzdálenost třmínků

Úhel odklonu třmínků od podélné osy prvku

Návrhová mez kluzu výztuže v tahu

Průřezová plocha smykové výztuže

$$A_{sw} = n_s \cdot \pi \cdot \left( \frac{\phi_s}{2} \right)^2 = 2 \cdot 3.14 \cdot \left( \frac{8}{2} \right)^2 = 101 \text{ mm}^2$$

Maximální podélná vzdálenost třmínků

$$s_l = s_{inp} = 114 \text{ mm}$$

Průřezová plocha na metr

$$A_{swm} = \frac{A_{sw}}{s_l} = \frac{101 \cdot 10^{-6}}{0.114} = 881 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$n_s = 2$$

$$\phi_s = 8 \text{ mm}$$

$$s_{inp} = 0.114 \text{ m}$$

$$\alpha_s = 90^\circ$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

**Parametry podélné výztuže**

Plocha tažené výztuže

$$A_{sl} = 679 \text{ mm}^2$$

## Výpočet smykové únosnosti

Návrhová smyková únosnost dílce bez smykové výztuže

$$\sigma_{ct,max} = 1.45 \text{ MPa} \geq f_{ctd} = 1.33 \text{ MPa} \Rightarrow \text{průřez s ohybovými trhlinami}$$

Výpočet návrhové smykové únosnosti dílce bez smykové výztuže podle 6.2.2(1).

Součinitel pro výšku průřezu

$$k = \min \left( 1 + \left( \frac{200}{d} \right)^{\frac{1}{2}}; 2 \right) = \min \left( 1 + \left( \frac{200}{285} \right)^{\frac{1}{2}}; 2 \right) = 1.84 \quad (§6.2.2(1))$$

Stupeň vyztužení

$$\rho_1 = \min \left( \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d}; 0.02 \right) = \min \left( \frac{679 \cdot 10^{-6}}{0.192 \cdot 0.285}; 0.02 \right) = 0.0124 \quad (§6.2.2(1))$$

Osově napětí v průřezu

$$\sigma_{cp} = \min \left( \frac{-N_{Ed}}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd} \right) = \min \left( \frac{-0}{0.09}; 0.2 \cdot 20 \right) = 0 \text{ MPa} \quad (§6.2.2(1))$$

Jiné součinitele

$$C_{Rdc} = 0.12 \quad v_{min} = 0.477 \text{ MPa} \quad k_1 = 0.15$$

Výpočet návrhové smykové únosnosti

$$\begin{aligned} V_{Rdc} &= 10^6 \cdot \left( C_{Rdc} \cdot k \cdot \left( 100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck} \right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d \\ &= 10^6 \cdot \left( 0.12 \cdot 1.84 \cdot \left( 100 \cdot 0.0124 \cdot 30 \right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0 \right) \cdot 0.192 \cdot 0.285 = 40 \text{ kN} \end{aligned} \quad (6.2.a)$$

$$\begin{aligned} V_{Rdcmin} &= 10^6 \cdot \left( v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d \\ &= 10^6 \cdot \left( 0.477 + 0.15 \cdot 0 \right) \cdot 0.192 \cdot 0.285 = 26 \text{ kN} \end{aligned} \quad (6.2.b)$$

$$V_{Rdc} = \max(V_{Rdc}; V_{Rdcmin}; 0) = \max(40371; 26217; 0) = 40 \text{ kN}$$

Poznámka: Návrhová smyková únosnost dílce bez smykové výztuže se spočte podle čl. 6.2.2(1), protože průřez v ohybu podle MSÚ je porušen trhlinami nebo protože průřez není zatížený normálovou silou a ohybovými momenty.

**Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést**Součinitel redukce pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku - hodnota  $v$ 

$$v = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.528 \quad (6.6N)$$

**Součinitel redukce pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku - hodnota  $v_1$** 

$$\sigma_{cp} = \min\left(\frac{-N_{Ed}}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0}{0.09}; 0.2 \cdot 20\right) = 0 \text{ MPa}$$

$$v_1 = 0.6$$

(6.10.aN)

Koefficient zohledňující stav tlakového napětí v pásu

$$\alpha_{cw} = 1 \quad (\text{pro nepředpjaté dílce})$$

(§6.2.3(3)N3)

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$V_{Rdmax} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{w1} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cotg(\theta) + \tg(\theta))} = \frac{1 \cdot 0.336 \cdot 0.217 \cdot 0.6 \cdot 20 \cdot 10^6}{(\cotg(40) + \tg(40))} = 431 \text{ kN} \quad (6.9)$$

**Návrhová smyková únosnost dílce se smykovou výztuží**

Návrhová hodnota napětí smykové výztuže

$$A_{sw} = n_s \cdot \pi \cdot \left(\frac{\sigma_s}{2}\right)^2 = 2 \cdot 3.14 \cdot \left(\frac{8}{2}\right)^2 = 101 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{swd} = \frac{\frac{V_{Ed}}{z} \cdot s_l}{A_{sw} \cdot (\cotg(\theta) + \cotg(\alpha_s) \cdot \sin(\alpha_s))} = \frac{\frac{53737}{0.217} \cdot 0.11}{101 \cdot 10^{-6} \cdot (\cotg(40) + \cotg(90) \cdot \sin(90))} = 236 \text{ MPa}$$

Návrhová mez kluzu smykové výztuže

$$f_{ywd} = 0.8 \cdot f_{ywk} = 0.8 \cdot 500 = 400 \text{ MPa} \quad , (\text{protože } \sigma_{swd} < 0.8 \cdot f_{ywk})$$

Poznámka: Návrhová mez kluzu smykové výztuže byla redukována na  $0.8 \times f_{ywk}$  (EN 1992-1-1, článek 6.2.3(3)), protože návrhové napětí smykové výztuže je pod 80 % charakteristické meze kluzu  $f_{yk}$ .

Maximální dovolené množství smykové výztuže

$$A_{sw,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_{w1} \cdot s_l}{f_{ywd} \cdot (1 + \cotg(\theta)^2) \cdot \sin(\alpha_s)} = \frac{1 \cdot 0.6 \cdot 20 \cdot 336 \cdot 114}{400 \cdot (1 + \cotg(40)^2) \cdot \sin(90)} = 475 \text{ mm}^2 \quad (6.12)$$

$$A_{sw} = \min(A_{sw}; A_{sw,max}) = \min(101; 475) = 101 \text{ mm}^2$$

Návrhová smyková únosnost dílce se smykovou výztuží

$$V_{Rds} = \frac{A_{sw}}{s_l} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg(\theta) = \frac{101 \cdot 10^{-6}}{0.11} \cdot 0.217 \cdot 400 \cdot 10^6 \cdot \cotg(40) = 91 \text{ kN} \quad (6.8)$$

**Maximální smyková síla v blízkosti podpory (bez použití součinitele  $\beta$ )**

$$V_{Edmax} = 0.5 \cdot b_{w1} \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} = 0.5 \cdot 0.336 \cdot 0.285 \cdot 0.528 \cdot 20 \cdot 10^6 = 506 \text{ kN} \quad (6.5)$$

**Smyková únosnost dílce**

$$V_{Rd} = \min(V_{Rds} + V_{ccd} + V_{td}; V_{Rdmax} + V_{ccd} + V_{td}; V_{Edmax} + V_{ccd} + V_{td}) = \min(91.3 + 0 + 0; 431 + 0 + 0; 506 + 0 + 0) = 91.3 \text{ kN}$$



## Posouzení na smyk

Posouzení  $V_{Rdmax}$

$$V_{Ed} = 53.7 \text{ kN} \leq V_{Rdmax} + V_{ccd} + V_{td} = 431 \text{ kN}$$

Poznámka: Posudek na drčení tlakové diagonály vyhovuje ( $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} + V_{td} + V_{ccd}$ ).

Posouzení  $V_{Edmax}$

$$V_{Ed} = 53.7 \text{ kN} \leq V_{Edmax} + V_{ccd} + V_{td} = 506 \text{ kN}$$

Poznámka: Posudek vyhoví na smykovou sílu poblíž podpory ( $V_{Ed} \leq V_{Ed,max} + V_{td} + V_{ccd}$ ).

Posouzení  $V_{Rdc}$  a  $V_{Rds}$

$$V_{Ed} = 53.7 \text{ kN} < V_{Rds} + V_{ccd} + V_{td} = 91.3 \text{ kN}$$

Poznámka: Posudek vyhoví pro smykovou výztuž ( $V_{Ed} < V_{Rds} + V_{ccd} + V_{td}$ ).

**Jedn. pos.**

$$UC = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = \frac{53.7 \text{ kN}}{91.3 \text{ kN}} = 0.589$$

## Posudek kroucení a výpočet únosnosti v kroucení

Celková plocha průřezu

$$A_c = 90000 \text{ mm}^2$$

Celková plocha průřezu

$$u_c = 1200 \text{ mm}$$

Plocha podélné výztuže pro kroucení

$$A_{sl} = 905 \text{ mm}^2$$

Minimální vzdálenost mezi pruty výztuže uvnitř třmínku pro kroucení a okrajem průřezu

$$a_{sl} = 44 \text{ mm}$$

Efektivní tloušťka stěny

$$t_{ef} = \max\left(\frac{A_c}{u_c}; 2 \cdot a_{sl}\right) = \max\left(\frac{90000}{1200}; 2 \cdot 44\right) = 88 \text{ mm} \quad (§6.3.2(1))$$

Obvod plochy a plocha uzavřená střednicí efektivního průřezu

$$u_k = 848 \text{ mm}$$

$$A_k = 44944 \text{ mm}^2$$

Poznámka: Parametry pro kroucení [hodnoty  $A_k$  a  $u_k$ ] se spočtou automaticky [Metoda = ze třmínků na kroucení].

**Parametry smyku/krouťící výztuž**

Třmínky na délku průřezu smykové trhliny  $\delta = z \cdot \cot(\theta) = 389 \text{ mm}$ , interval (0; 389)

$$z = \text{Coeff}_d \cdot \text{Coeff}_z \cdot h = 0.9 \cdot 0.9 \cdot 0.4 = 326 \text{ mm} \quad \delta = z \cdot \cotg(\theta) = 0.326 \cdot \cotg(40) = 389 \text{ mm}$$

ID	Zóna	$x_s$ [mm]	$\varnothing_s$ [mm]	$s_s$ [mm]	$n_s$ □	$\alpha_s$ [°]	$f_{ywk}$ [MPa]
1	1	50	8	105	2	90	500
2	1	160	8	115	2	90	500
3	1	280	8	120	2	90	500
Avg.	-	-	8	114	2	90	500

**Vstupní parametry**

Průměr  $\varnothing_{st} = 8 \text{ mm}$

Úhel odklonu třmínků od podélné osy prvku  $\alpha_{st} = 90^\circ$

Návrhová mez kluzu výztuže v tahu  $f_{ywk} = 500 \text{ MPa}$

Průřezová plocha smykové výztuže

$$A_{swt} = \pi \cdot \left( \frac{\varnothing_{st}}{2} \right)^2 = 3.14 \cdot \left( \frac{8}{2} \right)^2 = 50.3 \text{ mm}^2$$

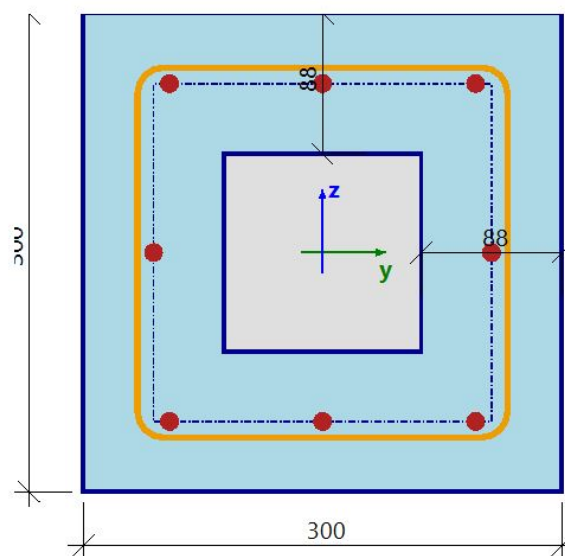
Maximální podélná vzdálenost třmínků  $s_{lt} = 114 \text{ mm}$

Průřezová plocha smykové výztuže na metr

$$A_{swtm} = \frac{A_{swt}}{s_{lt}} = \frac{50.3}{114} = 440 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Návrhová mez kluzu smykové výztuže

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ MPa}$$

**Výpočet únosnosti na kroucení**

Návrhový krouťící moment na mezi vzniku trhlin

$$T_{Rdc} = 2 \cdot f_{ctd} \cdot t_{ef} \cdot A_k = 2 \cdot 1.33 \cdot 88 \cdot 44944 = 10.5 \text{ kNm}$$

Návrhová únosnost krouťícího momentu výztuže pro kroucení

$$T_{Rds} = 2 \cdot A_k \cdot \frac{A_{swt}}{s_{lt}} \cdot f_{ywd} \cdot \cotg(\theta) = 2 \cdot 44944 \cdot \frac{50.3}{114} \cdot 435 \cdot \cotg(40) = 20.5 \text{ kNm}$$

## Maximální návrhový krouticí moment únosnosti

Součinitel redukce pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku - hodnota  $v$

$$v = 0.6 \cdot \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.6 \cdot \left( 1 - \frac{30}{250} \right) = 0.528 \quad (6.6N)$$

$$v_1 = 0.6 \quad (6.10.aN)$$

Koeficient zohledňující stav tlakového napětí v pásu

$$\alpha_{cw} = 1 \quad (\text{pro nepředpjaté dílce}) \quad (§6.2.3(3)N3)$$

Maximální návrhový krouticí moment únosnosti

$$\begin{aligned} T_{Rdmax} &= 2 \cdot v \cdot \alpha_{cw} \cdot f_{cd} \cdot A_k \cdot t_{ef} \cdot \cos(\theta) \cdot \sin(\theta) \\ &= 2 \cdot 0.528 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 44944 \cdot 88 \cdot \cos(40) \cdot \sin(40) = 41.1 \text{ kNm} \end{aligned}$$

## Krouticí moment na mezi únosnosti na prvku

$$T_{Rd} = \min(T_{Rdc}; T_{Rdmax}) = 10.5 \text{ kNm}$$

## Přídavná krouticí síla

Návrhové dodatečné napětí

$$\sigma_{sd} = \frac{\text{abs}(T_{Ed}) \cdot u_k \cdot \cotg(\theta)}{2 \cdot A_k \cdot A_{sl}} = \frac{\text{abs}(3.61) \cdot 848 \cdot \cotg(40)}{2 \cdot 44944 \cdot 905} = 44.9 \text{ MPa} \quad (6.28)$$

Návrhová mez kluzu

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ MPa}$$

Návrhová dodatečná tahová síla

$$F_{sd} = \sigma_{sd} \cdot A_{sl} = 44.9 \cdot 905 = 40.6 \text{ kN}$$

Maximální návrhové síla

$$F_{sdmax} = f_{yd} \cdot A_{sl} = 435 \cdot 905 = 393 \text{ kN}$$

## Posouzení na kroucení

### Posouzení $T_{Rdmax}$

$$T_{Ed} = 3.61 \text{ kNm} \leq T_{Rdmax} = 41.1 \text{ kNm}$$

Poznámka: Posudek na rozdrčení tlakové diagonály ( $T_{Ed} < T_{Rd,max}$ ) vyhovuje.

### Posudek $T_{Rdc}$ a $T_{Rds}$

$$T_{Ed} = 3.61 \text{ kNm} < T_{Rdc} = 10.5 \text{ kNm} \text{ and } T_{Ed} = 3.61 \text{ kNm} < T_{Rds} = 20.5 \text{ kNm}$$

Poznámka: Posudek vyhovuje, krouticí moment přenesete beton ( $T_{Ed} \leq T_{Rdc}$ ), není požadována smyková výztuž. Únosnost na kroucení zadané smykové výztuže ( $T_{Rds}$ ) není nutno posuzovat, proto se únosnost na kroucení spočte, ale nebude posouzena.



Posudek  $F_{sdmax}$ 

$$F_{sd} = 40.6 \text{ kN} \leq F_{sdmax} = 393 \text{ kN}$$

Poznámka: Posudek na přídatnou tahovou sílu v podélné výztuži vyhoví.

Jedn. pos.

$$UC = \max\left(\frac{\text{abs}(T_{Ed})}{T_{Rd}}, \frac{F_{sd}}{F_{sdmax}}\right) = \max\left(\frac{\text{abs}(3.61 \text{ kNm})}{10.5 \text{ kNm}}, \frac{40.6 \text{ kN}}{393 \text{ kN}}\right) = 0.342$$

## Posudek interakce $V_y + V_z + T$

### Posudek interakce $V_y + V_z + T$ (beton)

Posudek rovnice  $(T_{Ed}/T_{Rdmax}) + (V_{Ed}/V_{Rdmax})$ 

$$\left(\frac{\text{abs}(T_{Ed})}{T_{Rdmax}}\right) + \left(\frac{\text{abs}(V_{Ed})}{V_{Rdmax}}\right) = \left(\frac{\text{abs}(3.61)}{41.1}\right) + \left(\frac{\text{abs}(53.7)}{431}\right) = 0.213 \leq 1 \quad (6.29)$$

Poznámka: Posudek interakce  $V_y + V_z + T$  na rozdrčení tlakové diagonály vyhoví.

Posudek rovnice  $(T_{Ed}/T_{Rdc}) + (V_{Ed}/V_{Rdc})$ 

$$\left(\frac{\text{abs}(T_{Ed})}{T_{Rdc}}\right) + \left(\frac{\text{abs}(V_{Ed})}{V_{Rdc}}\right) = \left(\frac{\text{abs}(3.61)}{10.5}\right) + \left(\frac{\text{abs}(53.7)}{40.4}\right) = 1.67 > 1 \text{ and } A_{sw} > 0 \quad (6.31)$$

Poznámka: Smykové síly a krouticí moment nemohou být přeneseny betonem, je požadována smyková výztuž.

Jedn. pos.

$$UC_{int.con} = 0.213$$

### Posudek interakce $V_y + V_z + T$ (smyková výztuž)

Návrhové napětí

$$\sigma_{swd} = \left(\frac{\text{abs}(T_{Ed})}{2 \cdot A_k} + \frac{V_{Ed}}{n_s \cdot z}\right) \cdot \left(\frac{s_{lt}}{A_{swt} \cdot \cotg(\theta)}\right) = \left(\frac{\text{abs}(3.61)}{2 \cdot 44944} + \frac{53.7}{2 \cdot 217}\right) \cdot \left(\frac{114}{50.3 \cdot \cotg(40)}\right) = 312 \text{ MPa}$$

Návrhová mez kluzu

$$f_{ywd} = 0.8 \cdot f_{ywk} = 0.8 \cdot 500 = 400 \text{ MPa}, \text{ (protože } \sigma_{swd} < 0.8 \cdot f_{ywk})$$

Poznámka: Návrhová mez kluzu smykové výztuže byla redukována na  $0.8 \cdot f_{ywk}$  (EN 1992-1-1, článek 6.2.3(3)), protože návrhové napětí smykové výztuže je pod 80 % charakteristické meze kluzu  $f_{yk}$ .

$$\sigma_{swd} = 312 \text{ MPa} < f_{ywd} = 400 \text{ MPa}$$

Poznámka: Posudek interakce  $V_y + V_z + T$  pro smykovou výztuž nevyhoví.

Jedn. pos.

$$UC_{int.shear} = \frac{\sigma_{swd}}{f_{ywd}} = \frac{312}{400} = 0.78$$

### Celkový jednotkový posudek interakce

$$UC_{int} = \max(UC_{int.con}, UC_{int.shear}) = \max(0.213; 0.78) = 0.78$$

**Celková hodnota jednotkového posudku**

$$UC = \max(UC_{\text{shear}}; UC_{\text{tor}}; UC_{\text{int.con}}; UC_{\text{int.shear}}) = \max(0.589; 0.342; 0.213; 0.78) = 0.78$$

## 8. Překlady nad novými otvory

### 8.1. Soupis zatížení překladů

SOKOLOVNA HP

PŘEKLADY - ZATÍŽENÍ

1PP

• P1 - sv. rozpětí 4,1m

z.š. 4,6m  $\rightarrow g_D = 4,6 \times 16,13 = 47,9 \text{ kN/m}$   
 $g_K = 4,6 \times 12,50 = 32,5 \text{ kN/m}$

• P2 - sv. rozpětí 0,9m

z.š. 4,6m  $\rightarrow g_D = 47,9 \text{ kN/m}$   
 $g_K = 32,5 \text{ kN/m}$

• P3 - sv. rozpětí 4,05m

z.š. 4,15m  $\rightarrow g_D = 4,15 \cdot 15,26 = 32,8 \text{ kN/m}$   
 $g_K = 4,15 \cdot 11,75 = 25,3 \text{ kN/m}$

• P4 - sv. rozpětí 1,3m

z.š. 3,0m  $\rightarrow g_D = 3 \cdot 15,26 = 47,8 \text{ kN/m}$   
 $g_K = 3 \cdot 11,75 = 35,3 \text{ kN/m}$

• P5 - sv. rozpětí 1,3m

z.š. 5,75m  $g_D = 5,75 \cdot 15,26 = 87,7 \text{ kN/m}$   
 $g_K = 5,75 \cdot 11,75 = 67,6 \text{ kN/m}$

1NP

• P6 - sv. rozpětí 4,25m

z.š. 1,6m  $g_D = 1,6 \cdot 15,26 + 4,75 \cdot 10,37 = 52,9 \text{ kN/m}$   
 20/10. výšky 4,75m  $g_K = 1,6 \cdot 11,75 + 4,75 \cdot 9,02 = 43,6 \text{ kN/m}$



P7 - sv. rozpětí 3,05 m

z.š. 3,7 m  $g_D = 3,7 \cdot 15,26 + 3,65 \cdot 3,80 = 66,5 \text{ kN/m}$

z.š. v. 3,65 m  $g_K = 3,7 \cdot 11,75 + 3,65 \cdot 3,30 = 59,2 \text{ kN/m}$

P8 - sv. rozpětí 3,8 m

z.š. 4,8 m  $g_D = 4,8 \cdot 17,06 = 81,9 \text{ kN/m}$

$g_K = 4,8 \cdot 12,95 = 62,2 \text{ kN/m}$

P9 - sv. rozpětí 3,35 m

z.š. 5,72 m  $g_D = 5,72 \cdot 17,06 = 97,6 \text{ kN/m}$

$g_K = 5,72 \cdot 12,95 = 74,1 \text{ kN/m}$

P10 - sv. rozpětí 3,35 m

z.š. 5,7 m  $g_D = 5,7 \cdot 17,06 + 29 \cdot 10 = 127,1 \text{ kN/m}$

z.š. v. 3,9 m  $g_K = 5,7 \cdot 12,95 + 29 \cdot 8,7 = 99,7 \text{ kN/m}$

P11 - sv. rozpětí 3,35 m

z.š. 1,7 m  $g_D = 1,7 \cdot 17,06 + 29 \cdot 10,37 = 59,1 \text{ kN/m}$

z.š. v. 3,9 m  $g_K = 1,7 \cdot 12,95 + 29 \cdot 9,02 = 48,2 \text{ kN/m}$

P12 - sv. rozpětí 1,5 m

z.š. v. 1,3 m  $g_D = 1,3 \cdot 10,0 = 13 \text{ kN/m}$

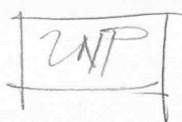
$g_K = 1,3 \cdot 8,70 = 11,3 \text{ kN/m}$

P13 - sv. rozpětí 1,6 m

z.š. 1,4 m  $g_D = 1,6 \cdot 15,26 + 1,4 \cdot 10,37 = 38,9 \text{ kN/m}$

z.š. v. 1,4 m  $g_K = 1,6 \cdot 11,75 + 1,4 \cdot 9,0 = 31,4 \text{ kN/m}$





P14 - sv. rozpětí 3,40 m

z.š. 3,72 m

$$g_D = 3,72 \cdot 15,26 = 56,8 \text{ kN/m}$$

$$g_K = 3,72 \cdot 11,75 = 43,7 \text{ kN/m}$$

P15 - sv. rozpětí 3,40 m

z.š. 1,2

$$g_D = 1,2 \left( 15,26 + \frac{9,65}{\cos 35^\circ} + 9,54 \right) + 3,75 \cdot 10,37 = 48,8 \text{ kN/m}$$

z.š. v. 3,75

$$g_K = 1,2 \left( 11,75 + \frac{9,57}{\cos 35^\circ} + 9,56 \right) + 3,75 \cdot 9,0 = 49,4 \text{ kN/m}$$

P16 - sv. rozpětí 4,43 m

a) z.š. 3,75 m

$$g_D = 3,75 \cdot 9,12 + 9,6 \cdot 17,06 + 1,76 \cdot 10,01 = 33,2 \text{ kN/m}$$

b) z.š. 0,6 m

$$g_K = 3,75 \cdot 16,7 + 9,6 \cdot 13,95 + 1,76 \cdot 8,70 = 27,3 \text{ kN/m}$$

z.š. v. 1,76 m

## 8.2. Návrh a posouzení překladů

### Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení

**ČSN EN 1993-1-1**

**PŘEKLAD P1 - z.š. 2.6m**

#### Průřez



$h = 100$

$b = 50$

#### **Průřez: I100**

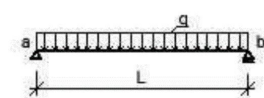
Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 6.8 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 1.71 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Průřezový modul k ose y  $W_y = 34.2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{34.2 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 8.04 \text{ kNm}$

#### Statické schéma



$q_d = 10.5 \text{ kN/m}$

$q_k = 8.12 \text{ kN/m}$

$L = 2.1 \text{ m}$

#### Reakce

$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 10500 \cdot 2.1 = 11 \text{ kN}$

$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 10500 \cdot 2.1 = 11 \text{ kN}$

#### Posouzení mezního stavu únosnosti

$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 10500 \cdot 2.1^2 = 5.79 \text{ kNm}$   $s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{5788}{8037} = 72 \%$

#### Posouzení mezního stavu použitelnosti

$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 8120 \cdot 2.1^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 1.71 \cdot 10^{-6}} = 5.73 \cdot 10^{-3} = 1 / 367 \text{ L}$

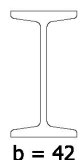
$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 8120 \cdot 2.1^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 1.71 \cdot 10^{-6}} = 8.73 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$

**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení**

**ČSN EN 1993-1-1**

**PŘEKLAD P2 - z.š. 2,6m**

**Průřez**



$h = 80$

$b = 42$

**Průřez: I80**

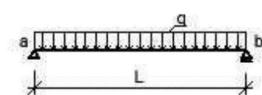
Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 5.9 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 778 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$

Průřezový modul k ose y  $W_y = 19.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{19.5 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 4.58 \text{ kNm}$

**Statické schéma**



$q_d = 10.5 \text{ kN/m}$

$q_k = 8.12 \text{ kN/m}$

$L = 1 \text{ m}$

**Reakce**

$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 10500 \cdot 1 = 5.25 \text{ kN}$

$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 10500 \cdot 1 = 5.25 \text{ kN}$

**Posouzení mezního stavu únosnosti**

$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 10500 \cdot 1^2 = 1.31 \text{ kNm}$   $s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{1313}{4582} = 28.6 \%$

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 8120 \cdot 1^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 778 \cdot 10^{-9}} = 647 \cdot 10^{-6} = 1 / 1545 \text{ L}$

$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 8120 \cdot 1^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 778 \cdot 10^{-9}} = 2.07 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$



**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení**

**ČSN EN 1993-1-1**

**PŘEKLAD P3 - z.š. 2,05m**

**Průřez**



$h = 100$

$b = 50$

**Průřez: I100**

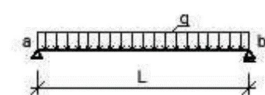
Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 6.8 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 1.71 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Průřezový modul k ose y  $W_y = 34.2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{34.2 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 8.04 \text{ kNm}$

**Statické schéma**



$q_d = 8.2 \text{ kN/m}$

$q_k = 6.3 \text{ kN/m}$

$L = 2.05 \text{ m}$

**Reakce**

$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 8.200 \cdot 2.05 = 8.41 \text{ kN}$

$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 8.200 \cdot 2.05 = 8.41 \text{ kN}$

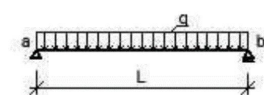
**Posouzení mezního stavu únosnosti**

$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 8.200 \cdot 2.05^2 = 4.31 \text{ kNm}$   $s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{4308}{8037} = 53.6 \%$

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 6300 \cdot 2.05^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 1.71 \cdot 10^{-6}} = 4.03 \cdot 10^{-3} = 1 / 508 \text{ L}$

$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 6300 \cdot 2.05^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 1.71 \cdot 10^{-6}} = 6.3 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$

**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení****ČSN EN 1993-1-1****PŘEKLAD P4 - z.š. 3,0m****Průřez** $h = 100$  $b = 50$ **Průřez: I100**Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 6.8 \text{ mm}$ Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 1.71 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ Průřezový modul k ose y  $W_y = 34.2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{34.2 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 8.04 \text{ kNm}$ **Statické schéma** $q_d = 22.9 \text{ kN/m}$  $q_k = 17.7 \text{ kN/m}$  $L = 1.3 \text{ m}$ **Reakce**

$$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 22900 \cdot 1.3 = 14.9 \text{ kN}$$

$$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 22900 \cdot 1.3 = 14.9 \text{ kN}$$

**Posouzení mezního stavu únosnosti**

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 22900 \cdot 1.3^2 = 4.84 \text{ kNm} \quad s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{4838}{8037} = 60.2 \%$$

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

$$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 17650 \cdot 1.3^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 1.71 \cdot 10^{-6}} = 1.83 \cdot 10^{-3} = 1 / 711 \text{ L}$$

$$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 17650 \cdot 1.3^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 1.71 \cdot 10^{-6}} = 4.5 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení**

**ČSN EN 1993-1-1**

**PŘEKLAD P5 - z.š. 5,75m**

**Průřez**



$h = 100$

$b = 50$

**Průřez: I100**

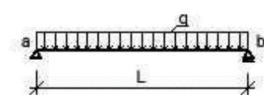
Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 6.8 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 1.71 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Průřezový modul k ose y  $W_y = 34.2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{34.2 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 8.04 \text{ kNm}$

**Statické schéma**



$q_d = 29.2 \text{ kN/m}$

$q_k = 22.5 \text{ kN/m}$

$L = 1.3 \text{ m}$

**Reakce**

$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 29200 \cdot 1.3 = 19 \text{ kN}$

$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 29200 \cdot 1.3 = 19 \text{ kN}$

**Posouzení mezního stavu únosnosti**

$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 29200 \cdot 1.3^2 = 6.17 \text{ kNm}$   $s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{6169}{8037} = 76.8 \%$

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{22500 \cdot 1.3^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 1.71 \cdot 10^{-6}} = 2.33 \cdot 10^{-3} = 1 / 558 \text{ L}$

$\phi_{ab} = \frac{1}{24} \cdot \frac{q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{1}{24} \cdot \frac{22500 \cdot 1.3^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 1.71 \cdot 10^{-6}} = 5.74 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$

**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení**

**ČSN EN 1993-1-1**

**PŘEKLAD P6 - z.š. 1,6m**

**Průřez**



$h = 220$

$b = 98$

**Průřez: I220**

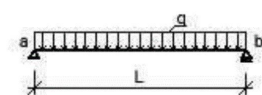
Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 12.2 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 30.6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Průřezový modul k ose y  $W_y = 278 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{278 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 65.3 \text{ kNm}$

**Statické schéma**



$q_d = 17.6 \text{ kN/m}$

$q_k = 14.5 \text{ kN/m}$

$L = 4.25 \text{ m}$

**Reakce**

$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 17600 \cdot 4.25 = 37.4 \text{ kN}$

$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 17600 \cdot 4.25 = 37.4 \text{ kN}$

**Posouzení mezního stavu únosnosti**

$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 17600 \cdot 4.25^2 = 39.7 \text{ kNm}$   $s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{39738}{65330} = 60.8 \%$

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 14530 \cdot 4.25^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 30.6 \cdot 10^{-6}} = 9.61 \cdot 10^{-3} = 1 / 442 \text{ L}$

$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 14530 \cdot 4.25^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 30.6 \cdot 10^{-6}} = 7.23 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$

**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení**

**ČSN EN 1993-1-1**

**PŘEKLAD P7 - z.š. 3,7m**

**Průřez**



$h = 180$

$b = 82$

**Průřez: I180**

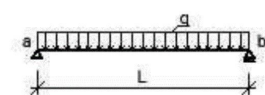
Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 10.4 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 14.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Průřezový modul k ose y  $W_y = 161 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{161 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 37.8 \text{ kNm}$

**Statické schéma**



$q_d = 22.2 \text{ kN/m}$

$q_k = 17.4 \text{ kN/m}$

$L = 3.05 \text{ m}$

**Reakce**

$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 22200 \cdot 3.05 = 33.9 \text{ kN}$

$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 22200 \cdot 3.05 = 33.9 \text{ kN}$

**Posouzení mezního stavu únosnosti**

$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 22200 \cdot 3.05^2 = 25.8 \text{ kNm}$   $s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{25814}{37835} = 68.2 \%$

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{17400 \cdot 3.05^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 14.5 \cdot 10^{-6}} = 6.44 \cdot 10^{-3} = 1 / 474 \text{ L}$

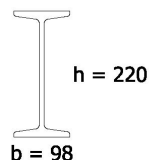
$\phi_{ab} = \frac{1}{24} \cdot \frac{q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{1}{24} \cdot \frac{17400 \cdot 3.05^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 14.5 \cdot 10^{-6}} = 6.76 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$

**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení**

**ČSN EN 1993-1-1**

**PŘEKLAD P8 - z.š. 4.8m**

**Průřez**



**Průřez: I220**

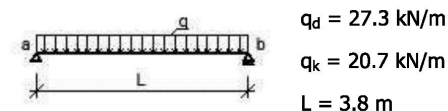
Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 12.2 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 30.6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Průřezový modul k ose y  $W_y = 278 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{278 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 65.3 \text{ kNm}$

**Statické schéma**



**Reakce**

$$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 27300 \cdot 3.8 = 51.9 \text{ kN}$$

$$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 27300 \cdot 3.8 = 51.9 \text{ kN}$$

**Posouzení mezního stavu únosnosti**

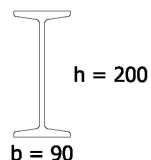
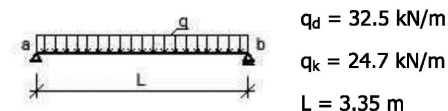
$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 27300 \cdot 3.8^2 = 49.3 \text{ kNm} \quad s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{49277}{65330} = 75.4 \%$$

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

$$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 20700 \cdot 3.8^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 30.6 \cdot 10^{-6}} = 8.75 \cdot 10^{-3} = 1 / 434 \text{ L}$$

$$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 20700 \cdot 3.8^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 30.6 \cdot 10^{-6}} = 7.36 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$



**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení****ČSN EN 1993-1-1****PŘEKLAD P9 - z.š. 5,72m****Průřez****Průřez: I200**Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 11.3 \text{ mm}$ Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 21.4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ Průřezový modul k ose y  $W_y = 214 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{214 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 50.3 \text{ kNm}$ **Statické schéma****Reakce**

$$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 32500 \cdot 3.35 = 54.4 \text{ kN}$$

$$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 32500 \cdot 3.35 = 54.4 \text{ kN}$$

**Posouzení mezního stavu únosnosti**

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 32500 \cdot 3.35^2 = 45.6 \text{ kNm} \quad s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{45591}{50290} = 90.7 \%$$

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

$$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 24700 \cdot 3.35^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 21.4 \cdot 10^{-6}} = 9.01 \cdot 10^{-3} = 1 / 372 \text{ L}$$

$$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 24700 \cdot 3.35^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 21.4 \cdot 10^{-6}} = 8.61 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení**

**ČSN EN 1993-1-1**

**PŘEKLAD P10 - z.š. 5,75m**

**Průřez**



$h = 220$

$b = 98$

**Průřez: I220**

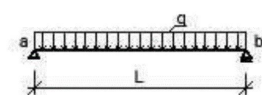
Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 12.2 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 30.6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Průřezový modul k ose y  $W_y = 278 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{278 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 65.3 \text{ kNm}$

**Statické schéma**



$q_d = 42.4 \text{ kN/m}$

$q_k = 33.2 \text{ kN/m}$

$L = 3.35 \text{ m}$

**Reakce**

$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 42400 \cdot 3.35 = 71 \text{ kN}$

$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 42400 \cdot 3.35 = 71 \text{ kN}$

**Posouzení mezního stavu únosnosti**

$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 42400 \cdot 3.35^2 = 59.5 \text{ kNm}$   $s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{59479}{65330} = 91 \%$

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{33200 \cdot 3.35^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 30.6 \cdot 10^{-6}} = 8.47 \cdot 10^{-3} = 1 / 395 \text{ L}$

$\phi_{ab} = \frac{1}{24} \cdot \frac{q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{1}{24} \cdot \frac{33200 \cdot 3.35^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 30.6 \cdot 10^{-6}} = 8.09 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$

**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení**

**ČSN EN 1993-1-1**

**PŘEKLAD P11 - z.š. 1,70m**

**Průřez**



$h = 180$

$b = 82$

**Průřez: I180**

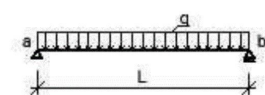
Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 10.4 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 14.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Průřezový modul k ose y  $W_y = 161 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{161 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 37.8 \text{ kNm}$

**Statické schéma**



$q_d = 19.7 \text{ kN/m}$

$q_k = 16.1 \text{ kN/m}$

$L = 3.35 \text{ m}$

**Reakce**

$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 19700 \cdot 3.35 = 33 \text{ kN}$

$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 19700 \cdot 3.35 = 33 \text{ kN}$

**Posouzení mezního stavu únosnosti**

$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 19700 \cdot 3.35^2 = 27.6 \text{ kNm}$   $s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{27635}{37835} = 73 \%$

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 16100 \cdot 3.35^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 14.5 \cdot 10^{-6}} = 8.67 \cdot 10^{-3} = 1 / 386 \text{ L}$

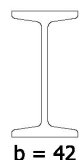
$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 16100 \cdot 3.35^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 14.5 \cdot 10^{-6}} = 8.28 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$

**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení**

**ČSN EN 1993-1-1**

**PŘEKLAD P12 - z.v. 1,3m**

**Průřez**



$h = 80$

$b = 42$

**Průřez: I80**

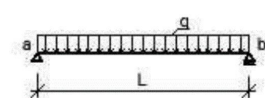
Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 5.9 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 778 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$

Průřezový modul k ose y  $W_y = 19.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{19.5 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 4.58 \text{ kNm}$

**Statické schéma**



$q_d = 4.3 \text{ kN/m}$

$q_k = 3.8 \text{ kN/m}$

$L = 1.5 \text{ m}$

**Reakce**

$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 4300 \cdot 1.5 = 3.23 \text{ kN}$

$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 4300 \cdot 1.5 = 3.23 \text{ kN}$

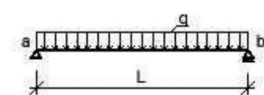
**Posouzení mezního stavu únosnosti**

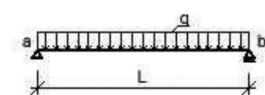
$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 4300 \cdot 1.5^2 = 1.21 \text{ kNm}$   $s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{1209}{4582} = 26.4 \%$

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 3800 \cdot 1.5^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 778 \cdot 10^{-9}} = 1.53 \cdot 10^{-3} = 1 / 978 \text{ L}$

$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 3800 \cdot 1.5^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 778 \cdot 10^{-9}} = 3.27 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$

**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení****ČSN EN 1993-1-1****PŘEKLAD P13 - z.š. 2,5m****Průřez** $h = 100$  $b = 50$ **Průřez: I100**Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 6.8 \text{ mm}$ Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 1.71 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ Průřezový modul k ose y  $W_y = 34.2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{34.2 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 8.04 \text{ kNm}$ **Statické schéma** $q_d = 13 \text{ kN/m}$  $q_k = 10.5 \text{ kN/m}$  $L = 1.6 \text{ m}$ **Reakce** $R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 13000 \cdot 1.6 = 10.4 \text{ kN}$  $R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 13000 \cdot 1.6 = 10.4 \text{ kN}$ **Posouzení mezního stavu únosnosti** $M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 13000 \cdot 1.6^2 = 4.16 \text{ kNm}$   $s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{4160}{8037} = 51.8 \%$ **Posouzení mezního stavu použitelnosti** $w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 10500 \cdot 1.6^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 1.71 \cdot 10^{-6}} = 2.5 \cdot 10^{-3} = 1 / 641 \text{ L}$  $\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 10500 \cdot 1.6^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 1.71 \cdot 10^{-6}} = 4.99 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$

**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení****ČSN EN 1993-1-1****PŘEKLAD P14 - z.š. 3,72m****Průřez** $h = 180$  $b = 82$ **Průřez: I180**Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 10.4 \text{ mm}$ Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 14.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ Průřezový modul k ose y  $W_y = 161 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{161 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 37.8 \text{ kNm}$ **Statické schéma** $q_d = 18.9 \text{ kN/m}$  $q_k = 14.6 \text{ kN/m}$  $L = 3.4 \text{ m}$ **Reakce**

$$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 18900 \cdot 3.4 = 32.1 \text{ kN}$$

$$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 18900 \cdot 3.4 = 32.1 \text{ kN}$$

**Posouzení mezního stavu únosnosti**

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 18900 \cdot 3.4^2 = 27.3 \text{ kNm} \quad s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{27311}{37835} = 72.2 \%$$

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

$$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 14600 \cdot 3.4^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 14.5 \cdot 10^{-6}} = 8.34 \cdot 10^{-3} = 1 / 408 \text{ L}$$

$$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 14600 \cdot 3.4^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 14.5 \cdot 10^{-6}} = 7.85 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$



**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení**

**ČSN EN 1993-1-1**

**PŘEKLAD P15 - z.š. 3,72m**

**Průřez**



$h = 180$

$b = 82$

**Průřez: I180**

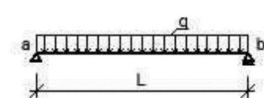
Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 10.4 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 14.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Průřezový modul k ose y  $W_y = 161 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{161 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 37.8 \text{ kNm}$

**Statické schéma**



$q_d = 16.3 \text{ kN/m}$

$q_k = 13.5 \text{ kN/m}$

$L = 3.4 \text{ m}$

**Reakce**

$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 16300 \cdot 3.4 = 27.7 \text{ kN}$

$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 16300 \cdot 3.4 = 27.7 \text{ kN}$

**Posouzení mezního stavu únosnosti**

$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 16300 \cdot 3.4^2 = 23.6 \text{ kNm}$   $s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{23554}{37835} = 62.3 \%$

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{13500 \cdot 3.4^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 14.5 \cdot 10^{-6}} = 7.71 \cdot 10^{-3} = 1 / 441 \text{ L}$

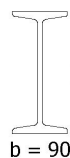
$\phi_{ab} = \frac{1}{24} \cdot \frac{q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{1}{24} \cdot \frac{13500 \cdot 3.4^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 14.5 \cdot 10^{-6}} = 7.26 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$

**Prostý nosník - ocel - rovnoměrné zatížení**

**ČSN EN 1993-1-1**

**PŘEKLAD P16 - z.š. 2,5m**

**Průřez**



$h = 200$

$b = 90$

**Průřez: I200**

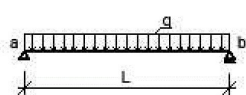
Největší tloušťka průřezu  $t_{\max} = 11.3 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti - osa y  $I_y = 21.4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

Průřezový modul k ose y  $W_y = 214 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

Únosnost za ohybu  $M_{Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{214 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 50.3 \text{ kNm}$

**Statické schéma**



$q_d = 11.1 \text{ kN/m}$

$q_k = 9.1 \text{ kN/m}$

$L = 4.4 \text{ m}$

**Reakce**

$$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 11.100 \cdot 4.4 = 24.4 \text{ kN}$$

$$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 11.100 \cdot 4.4 = 24.4 \text{ kN}$$

**Posouzení mezního stavu únosnosti**

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 11.100 \cdot 4.4^2 = 26.9 \text{ kNm} \quad s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{26862}{50290} = 53.4 \%$$

**Posouzení mezního stavu použitelnosti**

$$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 9100 \cdot 4.4^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 21.4 \cdot 10^{-6}} = 9.88 \cdot 10^{-3} = 1 / 445 \text{ L}$$

$$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 9100 \cdot 4.4^3}{210 \cdot 10^9 \cdot 21.4 \cdot 10^{-6}} = 7.19 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$