

**STAVEBNÍ ÚPRAVY STŘEŠNÍ KONSTRUKCE  
ŠKOLY SLAVKOV – KUCHYŇKY  
parc.č.1698/1; k.ú. Slavkov u Brna**

**STATICKÝ VÝPOČET**

Investor: Střední škola Slavkov - Austerlitz  
Tyršova 479, 684 01 Slavkov u Brna

Místo stavby: parc.č.1698/1, k.ú. Slavkov u Brna

Zpracoval : Ing. Ondřej Moc  
Skutilova 1034/3, Brno 621 00 , ČR

Zodp.projektant: Ing.Josef Ducháč

Stupeň: DPS

Revize: 00

Brno – listopad 2024

*Ing. P. Holý*



## PŘEDMĚT PROJEKTU

Statický výpočet řeší přepočít stávající konstrukce krovu nad kuchyňkou v areálu školy ISŠ Slavkov u Brna. Stávající střešní konstrukce je tvořena ocelovými profily IPE200. Uvažované stavební úpravy spočívají ve změně skladby střešního pláště a výměně stávající skladby střechy. Po přepočtu bylo zjištěno, že stávající konstrukce po přitížení novým pláštěm nevyhovuje a je nutné zesílení či výměna nosné konstrukce střechy.

Po domluvě s projektantem stavební části bylo rozhodnuto, že zesilování stávajících prvků vzhledem k pracnosti bude finančně náročnější než celková výměna ocelové konstrukce.

Statický výpočet je proveden ve stupni DPS.

## PODKLADY

- Projektová dokumentace –DSP – Ing. Ondřej Matys
- Soubor norem ČSN EN

## ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ NORMY A PŘEDPISY

<i>Norma</i>		
<i>Označení</i>	<i>Název</i>	<i>vydána</i>
<b>ČSN 730035</b>	Zatížení stavebních konstrukcí (NEPLATNÁ)	12/1986
<b>ČSN 731401</b>	Navrhování ocelových konstrukcí (NEPLATNÁ)	04/1998
<b>ČSN 731701</b>	Navrhování dřevěných konstrukcí (NEPLATNÁ)	08/1987
<b>ČSN ISO 13822</b>	Zásady navrhování konstrukcí – hodnocení stávajících konstrukcí	07/2005

## POPIS KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU

Objekt je umístěn v obci Slavkov u Brna (okres Vyškov). Objekt a pozemek 1698/1 (zastavěná plocha a nádvoří) se vyskytuje cca 380 m severovýchodně od obecního úřadu Slavkov u Brna na ulici Tyršova.

Jedná se o stavební úpravy střechy nad jednopodlažní přístavbou ve dvoře. Jedná se o učebny cvičných kuchyněk. Během stavebních úprav dojde k odstranění stávajícího střešního pláště a vytvoření střešního pláště nového včetně nových střešních světlíků. Jedná se o udržovací práce při, kterých dojde k umístění nového střešního pláště na stávající nosnou konstrukci střechy. Během stavebních úprav dojde k drobnému navýšení hřebene a výšky u okapu (změna tl. skladby střešního pláště). Opravou střechy nedojde ke změně tvaru střechy. Nová konstrukce respektuje původní rozmístění ocelových prvků, tj. stávající prvky budou nahrazeny novými prvky s větší únosností, aby bezpečně přenesly nové zatížení.

Nové ocelové nosníky jsou z profilu IPE270 z oceli S235 JR. Nosníky jsou posouzeny jako prosté nosníky uložené na příčných nosných stěnách. Pokud by realizační firma z důvodu

dodávky materiálu preferovala ocelový nosník přes dvě pole (jedno kratší a druhé delší), ocelový nosník by pro takový případ také vyhověl. Je posouzen horší stav, tj. prostý nosník. Ocelové nosníky střechy jsou ve středu propojeny nosníky ocelové výměny pro světlíky. Ocelové výměny světlíků zabezpečují hlavní nosníky proti klopení a nelze konstrukci zhotovit bez těchto výměn. Výměny budou tvořeny ocelovými profily U120. Ty mohou být vzájemně svařeny a celá konstrukce výměny v jednom poli šroubovaná k hlavním nosným profilům. Připojení výměny bude kloubové pomocí ocelové plechu (žiletky) z plechu tl.8mm a 2x šroubů M16 -8.8.

Hlavní ocelové nosníky kladené za sebou v jedné řadě budou vzájemně propojeny přes stojiny (kloubově). Spojení bude provedeno přeplátováním plechem tl.8mm a šrouby 2x M16-8.8 v jednom profilu.

Ocelové profily budou do nosných stěn tvořící podporu kotveny pomocí chem.kotvy a vložené závitové tyče. V danou chvíli není jasné, zda pod stávajícími nosníky je betonový věnec nebo jen cihelná stěna. Druh chem.kotvy a velikost šroubu bude upřesněno při realizaci, kdy bude zjištěn skutečný stav nosné konstrukce v místě styku s ocelovou konstrukcí.

Na vnější podélné stěně bude nutné na betonový věnec přikotvit ocelový profil HEA100 z oceli S235 JR, který bude podepřen v celé délce a je instalován z důvodů rozdílu výšky původní a nové nosné konstrukce a z důvodu možnosti kotvení nového střešního trapézového plechu.

Nosnou konstrukce střešního pláště bude tvořen trapézový plech TR85/280. Tloušťka trapézového plechu bude záviset na celkové délce plechu při zhotovení. Pokud by trapézový plech byl dodán v jedné délce (cca 8,0m) a bude tedy účinně přes 3pole, je možné použít tl.plechu 0,75mm. Pokud by z dopravního a manipulačního pohledu bylo vhodnější střechu zhotovit z kratších dílců (6,0m + 2,3m), je nutné použít plech tl.0,88mm. Trapézový plech je počítán v pozitivním směru kladení rovnoběžně se spádem střechy.

Ocelová konstrukce není navržena pro vyhovění na účinky požáru. Požadavek PBŘ na stropní konstrukci musí být zajištěn konstrukcí podhledu.

## ZATÍŽENÍ

Objekt se nachází v obci Slavkov u Brna v Jihomoravském kraji. Konstrukce je zatížena vlastní vahou, stálým zatížením od skladby střechy, stěn světlíků a zasklení světlíků. Dále bude konstrukce střechy zatížena užitným zatížením pro pohyb údržby hodnotou 0,80kN/m<sup>2</sup>. Konstrukce je zatížena klimatickým zatížením. Objekt se nachází v lokalitě, která spadá do II.sněhové oblasti s charakteristickou hodnotou zatížení na zemi 1,00 kN/m<sup>2</sup>. Dále je konstrukce zatížena větrem. Objekt spadá do II.oblasti s rychlostí větru 25,0 ms<sup>-1</sup>. Kategorie terénu III. Dále je konstrukce zatížena světlíky. Každé okno s hmotností 80kg.

Stálé zatížení:

(součinitel spolehlivosti stálého zatížení  $\gamma_G=1,35$ )

A\ Tíha konstrukce: **Střešní konstrukce - stávající**

i	Materiál	Tloušťka [mm]	Oběmová tíha [kN/m <sup>3</sup> ]	Plošná hmotnost [kN/m <sup>2</sup> ]
1	PIR panel	100		0,13
			<b><math>\Sigma=</math></b>	<b>0,13</b>

Tíha konstrukce: **Střešní konstrukce - nová**

i	Materiál	Tloušťka [mm]	Oběmová tíha [kN/m <sup>3</sup> ]	Plošná hmotnost [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Plechová krytina - falcovaná	1		0,10
2	Separční vrstva - geotextilie			0,05
3	Dřevěná integrovaná deska	22	7	0,15
4	TI - PIR	160	0,8	0,13
5	Parozábrana			0,01
6	Ocelový trapézový plech	80		0,12
7	SDK			0,35
			<b><math>\Sigma=</math></b>	<b>0,91</b>

Tíha konstrukce: **Střešní konstrukce - nová světlíky**

i	Materiál	Tloušťka [mm]	Oběmová tíha [kN/m <sup>3</sup> ]	Plošná hmotnost [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Plechová krytina - falcovaná	1		0,10
2	Separční vrstva - geotextilie			0,05
3	Dřevěný záklop	12	7	0,08
4	TI - PIR	100	0,8	0,08
5	Dřevěná integrovaná deska	22	7	0,15
6	TI - PIR	160	0,8	0,13
7	Parozábrana			0,01
8	Ocelový trapézový plech	80		0,12
9	SDK			0,35
			<b><math>\Sigma=</math></b>	<b>1,08</b>



Užitné zatížení:

(součinitel spolehlivosti užitného zatížení  $\gamma_Q=1,50$ )

i	Poloha	Kategorie	Plošná hmotnost [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Užitné zatížení - údržba	H- střešní konstrukce	0,80

## Zatížení sněhem:

(součinitel spolehlivosti zatížení sněhem  $\gamma_s = 1,50$ )

Sněhová oblast dle ČSN EN 1991-1-3

II.oblast

(hodnota odečtena z [www.snehovamapa.cz](http://www.snehovamapa.cz))  $s_k$  [kN/m<sup>2</sup>] =

-

Sněhové zarážky, atika

Ne

Expozice

normální

### A\ Zatížení sněhem na střeše nenavátým sněhem

- charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

$$s_k = 1,00 \text{ kNm}^{-2}$$

- součinitel expozice

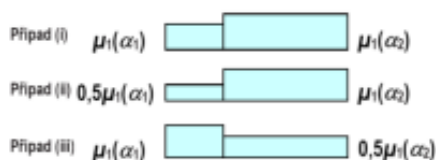
$$C_e = 1,0 \text{ -}$$

- tepelný součinitel

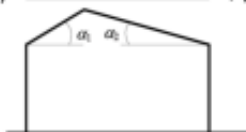
$$C_t = 1,0 \text{ -}$$

- zatížení sněhem na střeše nenavátým sněhem

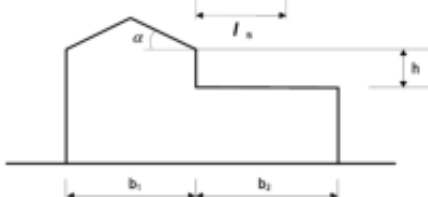
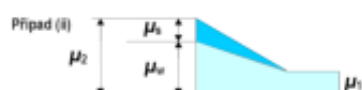
$$s_j = \mu_{j,i} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$



	i	$\alpha_i$ [°]	$\mu_{1,i}$	$s_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$0,5 \cdot s_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]
	1	7,5	0,80	<b>0,80</b>	0,40
	2	0	0,80	<b>0,80</b>	0,40
	2	0	0,80	<b>0,80</b>	0,40



### B\ Střechy přiléhající k vyšším budovám (nevyskytuje se)



$\alpha_s$ [°] =	40,0
$h$ [m] =	7,00
$b_1$ [m] =	12,00
$b_2$ [m] =	8,00
$l_s$ [m] =	14
$g$ [kN/m <sup>3</sup> ] =	2,00

tvarový součinitel zohledňující sesuv sněhu z horní střechy

$$\mu_z = 0,27$$

(dle ČSN EN 1991-1-3 ZMĚNA Z2)

$$\text{Max } \mu_w = 2,00$$

tvarový součinitel zohledňující působení větru  $\mu_w = \left\{ \left[ (b_1 + b_2) / (2h) \leq \gamma h / s_k \right] \leq \text{Max } \gamma_w \right\}$

$$\mu_w = 1,43$$

zatížení sněhem na střeše navátým sněhem  $s_2 = (\mu_w + \mu_z) \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,70 \text{ kN/m}^2$

Zatížení větrem:

(součinitel spolehlivosti zatížení sněhem  $\gamma_s = 1,50$ )

Větrná oblast dle ČSN EN 1991-1-4

II.oblast

Kategorie terénu

III.kategorie

III Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)

#### Vstupní informace - proudění větru

• výchozí základní rychlost větru	$v_{b,0} =$	25,000 $\text{ms}^{-1}$
• součinitel směru větru	$c_{dir} =$	1,000 -
• součinitel ročního období	$c_{season} =$	1,000 -
• součinitel ortografie	$c_0(z) =$	1,000 -
• součinitel turbulence	$k_1 =$	1,000 -
• parametr drsnosti terénu $z_0$ (dle kategorie terénu)	$z_0 =$	0,300 m
• parametr $z_{min}$ (dle kategorie terénu)	$z_{min} =$	5,000 m
• součinitel terénu v závislosti na drsnosti terénu $z_0$	$k_r =$	0,215 -
• drsnost terénu	$c_r(z) =$	0,606 -
• střední rychlost větru	$v_m(z) =$	15,149 $\text{ms}^{-1}$
• turbulence větru	$I_v(z) =$	0,355 -
• hustota vzduchu	$\rho =$	1,250 $\text{kgm}^{-3}$

#### A/ Maximální dynamický tlak

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = \mathbf{0,500 \text{ kNm}^{-2}}$$

#### Vstupní informace - tvar objektu

• výška objektu	$h =$	4	m
• šířka objektu (kolmo na směr větru)	$b =$	22	m
• délka objektu (rovnoběžně se směrem větru)	$d =$	18	m
• poměr výšky a délky objektu	$h/d =$	0,222	m
• pomyslná délka $e = \min(b; 2h)$	$e =$	8	m

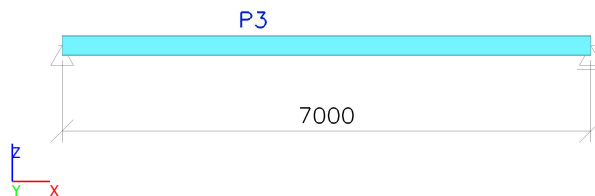


## 1. Obsah

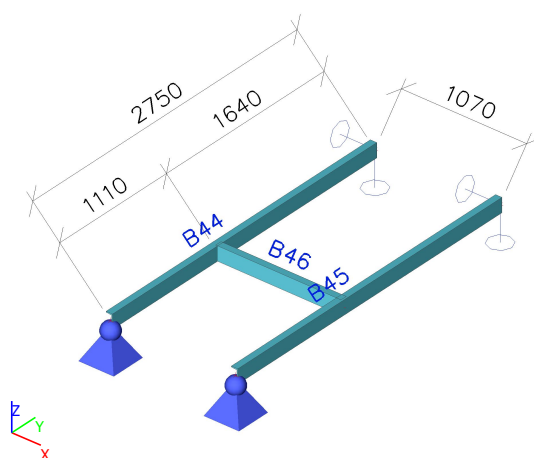
1. Obsah	1
2. Stropní nosník	2
3. Výměna světlíku	2
4. Materiály	2
5. Zatěžovací stavy	2
6. Skupiny zatížení	3
7. Kombinace	3
8. Průřezy	3
9. Zatížení	5
9.1. LC2	5
9.2. LC3	5
9.3. LC4	6
9.4. LC5	6
9.5. LC6	7
9.6. LC7	7
9.7. LC8	8
9.8. LC2	8
9.9. LC3	8
9.10. LC4	9
9.11. LC5	9
9.12. LC6	9
9.13. LC7	9
9.14. LC8	9
10. 1D vnitřní síly	10
11. Mezní stav únosnosti	10
11.1. Stropní nosník	10
11.1.1. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993	10
11.2. Výměna světlíku	12
11.2.1. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993	12
12. Mezní stav použitelnosti	14
12.1. Stropní nosník	14
12.1.1. 1D deformace	14
12.1.2. Posudek deformace	14
12.2. Výměna světlíku	14
12.2.1. 1D deformace	14
12.2.2. Posudek deformace	15
13. Reakce	15
13.1. Reakce - návrhové hodnoty	15
13.2. Reakce - charakteristické hodnoty	15



## 2. Stropní nosník



## 3. Výměna světlíku



## 4. Materiály

Ocel EC3

Jméno	Jednotková hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	E [MPa] G [MPa]	Poisson - nu Tep.roztaž. [m/mK]	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	Fy (rozsah) [MPa]	Fu (rozsah) [MPa]
S 235	7850,00	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0	100	235,0	360,0

## 5. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Spec	Typ působení	Typ zatížení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav
LC1			Stálé	Vlastní tíha	LG1	-Z		
LC2	Skladba stropu		Stálé	Standard	LG1			
LC3	Světlíky		Stálé	Standard	LG1			
LC4	Sníh A	Standard	Proměnné	Statické	LG2		Krátkodobé	Žádný
LC5	Sníh B	Standard	Proměnné	Statické	LG2		Krátkodobé	Žádný
LC6	Vítr - sání	Standard	Proměnné	Statické	LG3		Krátkodobé	Žádný
LC7	Vítr - tlak	Standard	Proměnné	Statické	LG3		Krátkodobé	Žádný
LC8	Užitné - údržba	Standard	Proměnné	Statické	LG4		Krátkodobé	Žádný

## 6. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
LG1	Stálé		
LG2	Proměnné	Výběrová	Sníh
LG3	Proměnné	Výběrová	Vítr
LG4	Proměnné	Standard	Kat H : střechy

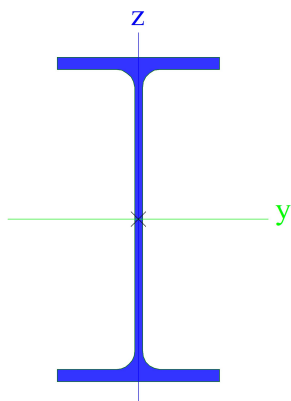
## 7. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1		EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1	1,00
			LC2 - Skladba stropu	1,00
			LC3 - Světlíky	1,00
			LC4 - Sníh A	1,00
			LC5 - Sníh B	1,00
			LC6 - Vítr - sání	1,00
			LC7 - Vítr - tlak	1,00
			LC8 - Užitné - údržba	1,00
CO2		EN-MSP charakteristická	LC1	1,00
			LC2 - Skladba stropu	1,00
			LC3 - Světlíky	1,00
			LC4 - Sníh A	1,00
			LC5 - Sníh B	1,00
			LC6 - Vítr - sání	1,00
			LC7 - Vítr - tlak	1,00
			LC8 - Užitné - údržba	1,00
CO3		EN-mimořádné 1	LC1	1,00
			LC2 - Skladba stropu	1,00
			LC3 - Světlíky	1,00
			LC4 - Sníh A	1,00
			LC5 - Sníh B	1,00
			LC6 - Vítr - sání	1,00
			LC7 - Vítr - tlak	1,00

## 8. Průřezy

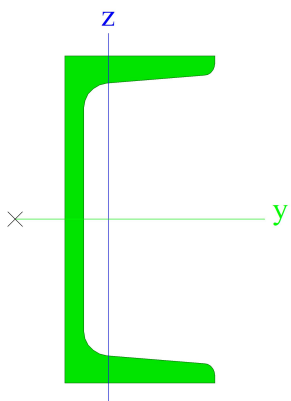
Jméno	CS1	
Typ	IPE270	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	a	b
A [m <sup>2</sup> ]	4,5900e-03	
c <sub>yucs</sub> [mm], c <sub>zucs</sub> [mm]	68	135
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	5,7900e-05	4,2000e-06
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	112	30
W <sub>ely</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>elz</sub> [m <sup>3</sup> ]	4,2900e-04	6,2200e-05
W <sub>ply</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>plz</sub> [m <sup>3</sup> ]	4,8400e-04	9,7000e-05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	1,5900e-07	7,0600e-08

Obrázek



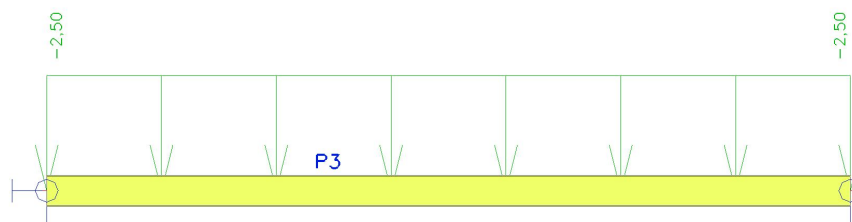
Jméno	CS2	
Typ	U120	
Materiál	S 235	
Výroba	válcovaný	
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	c	c
A [m <sup>2</sup> ]	1,7000e-03	
c <sub>VUCS</sub> [mm], c <sub>ZUCS</sub> [mm]	16	60
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [m <sup>4</sup> ]	3,6400e-06	4,3200e-07
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	46	16
W <sub>ely</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>elz</sub> [m <sup>3</sup> ]	6,0700e-05	1,1100e-05
W <sub>ply</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>plz</sub> [m <sup>3</sup> ]	7,4070e-05	2,1261e-05
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	-34	0
I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ]	4,1500e-08	1,0446e-09

Obrázek

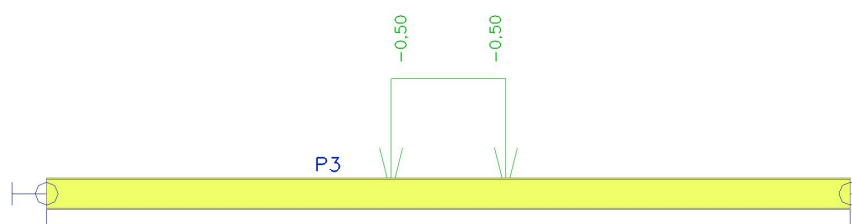


## 9. Zatížení

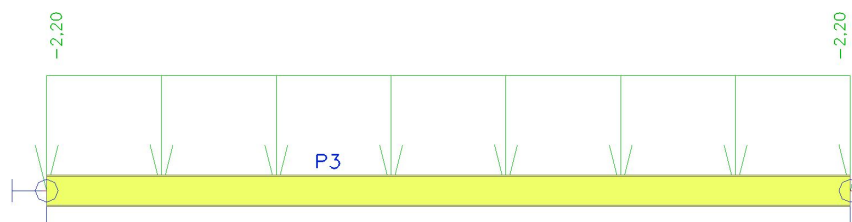
### 9.1. LC2



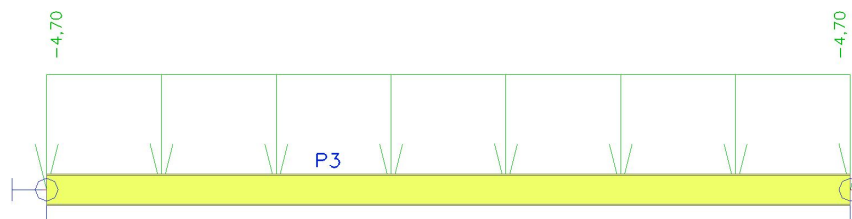
### 9.2. LC3



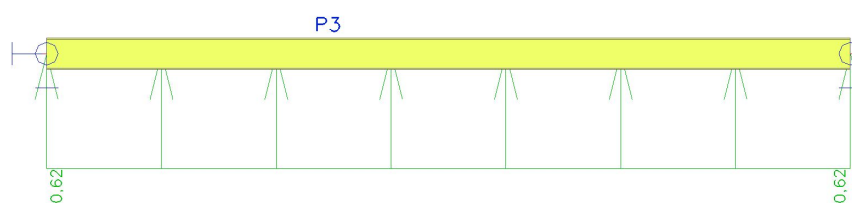
### 9.3. LC4



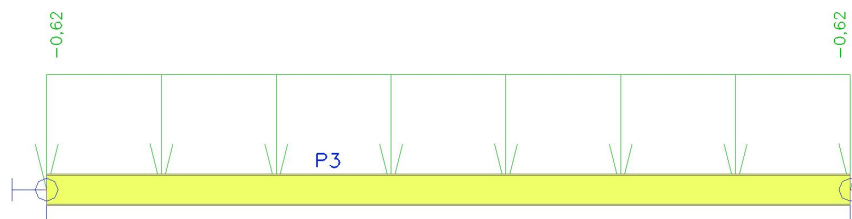
### 9.4. LC5



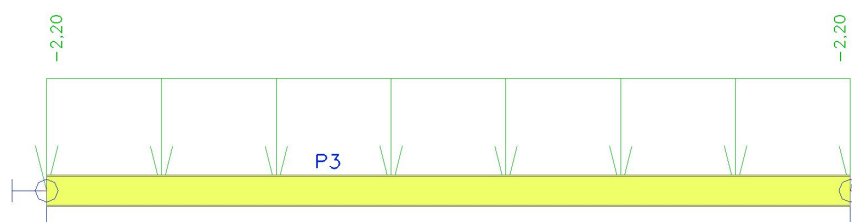
## 9.5. LC6



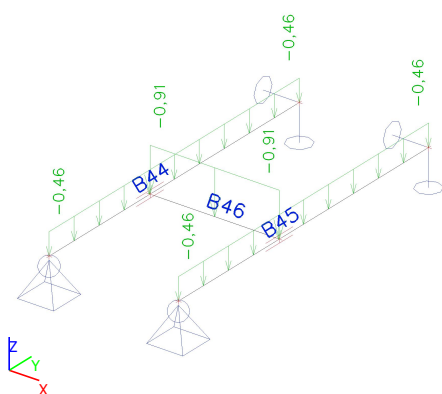
## 9.6. LC7



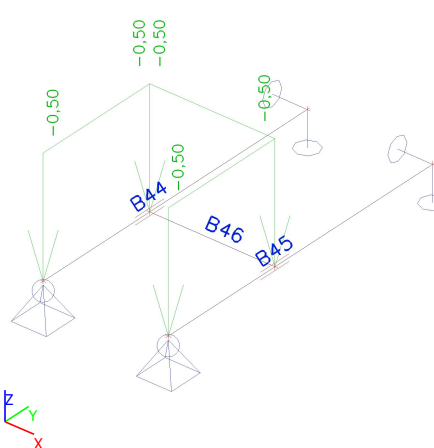
## 9.7. LC8



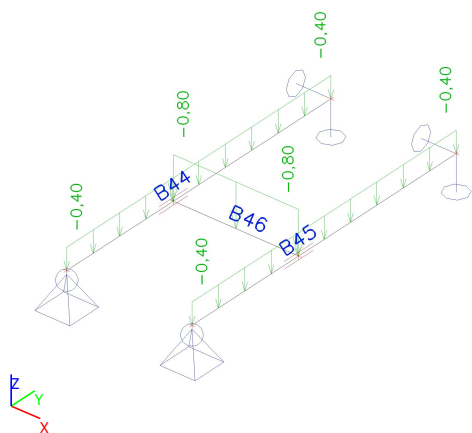
## 9.8. LC2



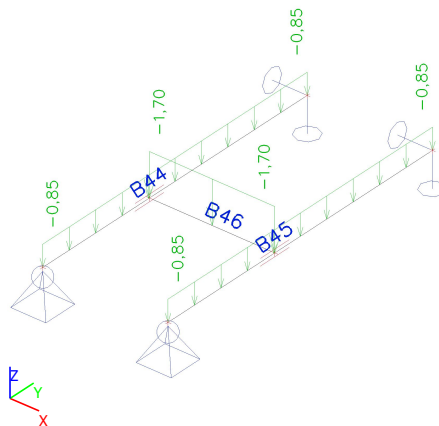
## 9.9. LC3



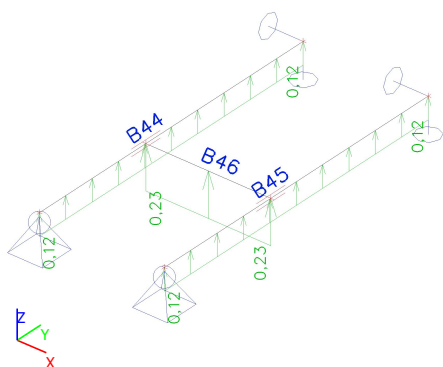
### 9.10. LC4



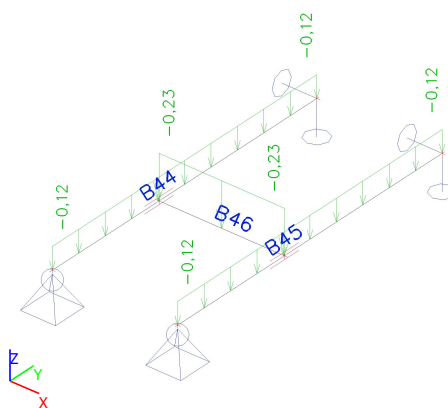
### 9.11. LC5



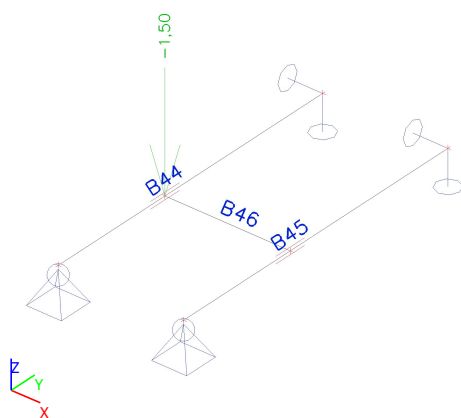
### 9.12. LC6



### 9.13. LC7



### 9.14. LC8





## 10. 1D vnitřní síly

Lineární výpočet

Kombinace: CO1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Globální

Výběr: P3

Jméno	dx [m]	Stav	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
P3	7,000	CO1/1	0,00	0,00	-40,45	0,00	0,00	0,00
P3	0,000	CO1/1	0,00	0,00	40,45	0,00	0,00	0,00
P3	3,500+	CO1/1	0,00	0,00	0,00	0,00	71,29	0,00

Jméno	Klíč kombinace
CO1/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.35*LC3 + 1.50*LC5 + 0.90*LC7

## 11. Mezní stav únosnosti

### 11.1. Stropní nosník

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

Lineární výpočet

Kombinace: CO1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: P3

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Norma EN

Dílec P3	3,500 / 7,000 m	IPE270	S 235	CO1	0,63 -
----------	-----------------	--------	-------	-----	--------

Klíč kombinace
CO1 / 1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.35*LC3 + 1.50*LC5 + 0.90*LC7

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 3,500 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	$M_{y,Ed}$	-71,29	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	49	10	159912,555	159912,555	1,0	0,4	1,0	4,8	9,0	10,0	14,0	1
3	SO	49	10	159912,555	159912,555	1,0	0,4	1,0	4,8	9,0	10,0	14,0	1
4	I	220	7	135168,580	-135168,580	-1,0		0,5	33,3	72,0	83,0	124,0	1
5	SO	49	10	-159912,555	-159912,555								
7	SO	49	10	-159912,555	-159912,555								

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

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)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	4,8400e-04	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	113,74	kNm
Jedn. posudek		0,63	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 3,500 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	49	10	159912,555	159912,555	1,0	0,4	1,0	4,8	9,0	10,0	14,0	1
3	SO	49	10	159912,555	159912,555	1,0	0,4	1,0	4,8	9,0	10,0	14,0	1
4	I	220	7	135168,580	-135168,580	-1,0		0,5	33,3	72,0	83,0	124,0	1
5	SO	49	10	-159912,555	-159912,555								
7	SO	49	10	-159912,555	-159912,555								

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

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)

Parametry klopení			
Metoda pro křivku klopení		Alternativní případ	
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	4,8400e-04	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment	$M_{cr}$	467,83	kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,LT}$	0,49	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

**Poznámka:** Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Parametry M <sub>cr</sub>			
Délka klopení	$l_{LT}$	1,750	m
Vliv pozice zatížení		bez vlivu	
Opravný součinitel	$k$	1,00	
Opravný součinitel	$k_w$	1,00	
Součinitel momentu na klopení	$C_1$	1,13	
Součinitel momentu na klopení	$C_2$	0,45	
Součinitel momentu na klopení	$C_3$	0,53	
Vzdálenost středu smyku	$d_z$	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení	$z_g$	0	mm
Konstanta monosymetrie	$\beta_y$	0	mm
Konstanta monosymetrie	$z_j$	0	mm

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

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

## 11.2. Výměna světlíku

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

Lineární výpočet

Kombinace: CO1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B44..B46

**Posudek EN 1993-1-1**

Národní příloha: Norma EN

Dílec B44	1,110 / 2,750 m	U120	S 235	CO1	0,31 -
-----------	-----------------	------	-------	-----	--------

Klíč kombinace	
CO1 / 1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.35*LC3 + 1.50*LC5 + 0.90*LC7	

Dílič 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 1,110 m

Vnitřní síly		Vypočtené	Jednotka
Osová síla	$N_{Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	-0,62	kN
Kroucení	$T_{Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	3,94	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	UO	39	9	-58108,694	-58108,694								
3	I	84	7	-43974,146	43974,146	-1,0		0,5	12,0	72,0	83,0	124,0	1
5	UO	39	9	58108,694	58108,694	1,0	0,4	1,0	4,3	9,0	10,0	14,0	1

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

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)

Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	7,4070e-05	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	17,41	kNm
Jedn. posudek		0,23	-

#### Posudek smyku pro $V_z$

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.6 a rovnice (6.17)

Součinitel smykové korekce	$\eta$	1,20	
Smyk. plocha	$A_v$	8,5400e-04	m <sup>2</sup>
Plastická smyková únosnost pro $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	115,87	kN
Jedn. posudek		0,01	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

#### Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 1,110 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	UO	39	9	-58108,694	-58108,694								
3	I	84	7	-43974,146	43974,146	-1,0		0,5	12,0	72,0	83,0	124,0	1
5	UO	39	9	58108,694	58108,694	1,0	0,4	1,0	4,3	9,0	10,0	14,0	1

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

Průřez je klasifikován třídou 1

#### Posudek klopení

Podle EN 1993-1-1 článku 6.3.2.1 & 6.3.2.2 a rovnice (6.54)

Parametry klopení			
Metoda pro křivku klopení		Obecný stav	
Plastický modul průřezu	$W_{pl,y}$	7,4070e-05	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment	$M_{cr}$	52,47	kNm
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,LT}$	0,58	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	
Křivka klopení		d	
Imperfekce	$\alpha_{LT}$	0,76	
Redukční součinitel	$\chi_{LT}$	0,73	
Návrhová únosnost na vzpěr	$M_{b,Rd}$	12,65	kNm

Parametry klopení			
Jedn. posudek		0,31	-

**Poznámka:** L/h jsou vnější limity, upravené návrhové pravidlo pro klopení U profilů nelze použít.

Parametry M <sub>cr</sub>			
Délka klopení	$I_{LT}$	1,640	m
Vliv pozice zatížení		bez vlivu	
Opravný součinitel	k	1,00	
Opravný součinitel	$k_w$	1,00	
Součinitel momentu na klopení	$C_1$	1,41	
Součinitel momentu na klopení	$C_2$	0,10	
Součinitel momentu na klopení	$C_3$	1,00	
Vzdálenost středu smyku	$d_z$	0	mm
Vzdálenost polohy zatížení	$z_g$	0	mm
Konstanta monosymetrie	$\beta_y$	0	mm
Konstanta monosymetrie	$z_j$	0	mm

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

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

## 12. Mezní stav použitelnosti

### 12.1. Stropní nosník

#### 12.1.1. 1D deformace

Lineární výpočet

Kombinace: CO2

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Globální

Výběr: P3

**Deformace**

Jméno	dx [m]	Stav	$u_x$ [mm]	$u_y$ [mm]	$u_z$ [mm]	$\phi_x$ [mrad]	$\phi_y$ [mrad]	$\phi_z$ [mrad]	$U_{total}$ [mm]
P3	3,500-	CO2/1	0,0	0,0	-21,0	0,0	0,0	0,0	21,0
P3	7,000	CO2/1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,4	0,0	0,0
P3	0,000	CO2/1	0,0	0,0	0,0	0,0	9,4	0,0	0,0

Jméno	Klíč kombinace
CO2/1	LC1 + LC2 + LC3 + LC5 + 0.60*LC7

#### 12.1.2. Posudek deformace

Maximální možná deformace -  $U_z$

$$\delta_{max} = L / 250 = 7000 / 250 = 28,0 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} = 28,0 \text{ mm} > \delta = 21,0 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

## 12.2. Výměna světlíku

### 12.2.1. 1D deformace

Lineární výpočet

Kombinace: CO2

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Globální

Výběr: B44..B46

**Deformace**

Jméno	dx [m]	Stav	u <sub>x</sub> [mm]	u <sub>y</sub> [mm]	u <sub>z</sub> [mm]	φ <sub>x</sub> [mrad]	φ <sub>y</sub> [mrad]	φ <sub>z</sub> [mrad]	U <sub>total</sub> [mm]
B46	0,535-	CO2/1	0,0	0,0	-2,6	-0,8	0,0	0,0	2,6
B44	0,000	CO2/1	0,0	0,0	0,0	-3,1	0,2	0,0	0,0
B44	2,750	CO2/1	0,0	0,0	0,0	2,9	0,2	0,0	0,0
B45	0,000	CO2/2	0,0	0,0	0,0	-1,4	-0,9	0,0	0,0

Jméno	Klíč kombinace
CO2/1	LC1 + LC2 + LC3 + LC5 + 0.60*LC7
CO2/2	LC1 + LC2 + LC3 + LC8

### 12.2.2. Posudek deformace

Maximální možná deformace - U<sub>z</sub>

$$\delta_{\max} = L / 250 = 2750 / 250 = 11,0 \text{ mm}$$

$$\delta_{\max} = 11,0 \text{ mm} > \delta = 2,6 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

## 13. Reakce

### 13.1. Reakce - návrhové hodnoty

Lineární výpočet

Kombinace: CO1

Systém: Globální

Extrém: Globální

Výběr: P3

**Uzlové reakce**

Jméno	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	e <sub>x</sub> [mm]	e <sub>y</sub> [mm]
Sn9/N1	CO1/1	0,00	0,00	6,98	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn9/N1	CO1/2	0,00	0,00	40,45	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0

Jméno	Klíč kombinace
CO1/1	LC1 + LC2 + LC3 + 1.50*LC6
CO1/2	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.35*LC3 + 1.50*LC5 + 0.90*LC7

### 13.2. Reakce - charakteristické hodnoty

Lineární výpočet

Kombinace: CO2

Systém: Globální

Extrém: Globální

Výběr: P3

**Uzlové reakce**

Jméno	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	e <sub>x</sub> [mm]	e <sub>y</sub> [mm]
Sn9/N1	CO2/1	0,00	0,00	8,07	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn9/N1	CO2/2	0,00	0,00	27,99	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0

Jméno	Klíč kombinace
CO2/1	LC1 + LC2 + LC3 + LC6
CO2/2	LC1 + LC2 + LC3 + LC5 + 0.60*LC7



## ZÁVĚR

Stávající střešní konstrukce nevyhověla novému zatížení způsobenému změnou skladby střechy a také přepočtu konstrukce podle nových platných norem ČSN EN. Z tohoto důvodu bude původní nosná konstrukce nahrazena novou, která kopíruje původní rozmístění ocelových prvků, ale změnou profilu došlo ke zvýšení únosnosti a tuhosti konstrukce. Z tohoto důvodu bude konstrukce na nové zatížení vyhovující z pohledu únosnosti, ale také z pohledu použitelnosti, což znamená splnění limitních povolených deformací konstrukce pod vlivem zatížení.

v Brně 14.11.2024

Ing. Ondřej Moc