



LEGENDA REVÍZIÍ A DOPLNKOV

Č. R./D.	POPIS ZMENY	DÁTUM
R02	PRVÉ VYDANIE	11.5.2020
R03	BEZ ZMENY	11.12.2020

VÝŠKOVÝ SYSTÉM	Bpv	/
SÚRADNICOVÝ SYSTÉM	S - JTSK	
ABSOLÚTNA NULOVÁ VÝŠKA	± 0,00 = + 135,20 m n.m. BPV	

NÁZOV STAVBY	<b>Obnova Domu smútku na cintoríne Vračuňa</b> Opláštenie objektu
--------------	--

STAVEBNÍK	MARIANUM - POHREBNÍCTVO MESTA BRATISLAVY, P.O. ŠAFÁRIKOVO NÁMESTIE Č.3, 811 02 BRATISLAVA
-----------	--

STUPEŇ DOKUMENTÁCIE	REALIZAČNÝ PROJEKT	ZÁKAZKA Č.: 20/051-02
---------------------	--------------------	-----------------------

GENERÁLNY PROJEKTANT	ALMÁSSY ČEČETKA ARCHITEKTI, S.R.O. ŠTEFÁNIKOVA 33, 811 05 BRATISLAVA
AUTOR OBJEKTU	KAMIL ČEČETKA
AUTORI OBNOVY	KAMIL ČEČETKA, RICHARD ČEČETKA
HLAVNÝ ING. PROJEKTU	Ing. arch. RICHARD ČEČETKA

ČASŤ PROJEKTU	.
---------------	---

OBJEKT	DOM SMÚTKU VRAČUŇA
--------	--------------------

PROFESIA	<b>E.1 ARCHITEKTONICKO STAVEBNÉ RIEŠENIE</b>
----------	--

SPRACOVATEĽ	ALMÁSSY ČEČETKA architekti, s.r.o. ŠTEFÁNIKOVA 33, 831 05 BRATISLAVA	
-------------	---	---

ZODPOVEDNÝ PROJEKTANT	Ing. Stanislav KYSEL,	PODPIS
-----------------------	-----------------------	--------

NÁZOV VÝKRESU	DOSKA D1 STATICKÉ POSÚDENIE	MIERKA	1:100
		FORMÁT	3 x A4
		DÁTUM	12/2020

ČÍSLO VÝKRESU	DSV R P O . . . . . ASRACA 0 0 8 R 0 3 .
---------------	--





Predmetom predkladaného riešenia je návrh sanácie nosnej časti strešnej konštrukcie obradnej siene domu smútku na cintoríne Vrakuňa.

### **Obradná sieň.**

Vodorovná nosná konštrukcia je tvorená oceľovými valcovanými nosníkmi I450 v osovej vzdialenosti 1350mm, na ktorých je pôvodná plechobetónová doska. Typ valcovaného nosníka bol overený neraním rozmerov na stavbe a porovnaním s parametrami uvádzaným v norme ČSN/STN 42 5550 (1969). Pri zatriedení boli vzaté do úvahy aj prípustné výrobné tolerancie z tab. 3.

Vzhľadom na havarijný stav časti plechobetónovej stropnej konštrukcie navrhujeme túto odstrániť a nahradiť novou v plnom rozsahu pôdorysu obradnej siene. Nová konštrukcia bude pozostávať z trapézového plechu T35-A/0.5mm a betónovej zálievky celkovej výšky 85mm (35+50mm). Plech musí byť ukladaný min. cez dve polia a zálievka bude vystužená prútvou výstužou B500 B  $\phi$ 6mm v každej vlne a plošne sieťovinou  $\phi$ 6/150/150, trieda betónu zálievky C25/30 XC1.

Primárne oceľové nosníky na viditeľných miestach vykazujú len povrchovú koróziu. Po odstránení plechobetónovej dosky a sprístupnení nosníkov je nutné tieto od hrdze mechanicky očistiť a následne natrieť základným náterom. V prípade, že po odstránení plechobetónu budú zistené rozsiahle korózne poškodenia nosníkov, bude vykonaná dodatočná obhliadka a následne prijaté technické riešenie.





Uvažované zaťaženia:

Stále zaťaženie

- Plechobetónová doska (trapéz T35+50mm nadbetónávka)	.... 0,080x25 .....	2,0kN/m <sup>2</sup>
- Tepelná izolácia PUREN MV hr. 100mm	..... 0,1x0,35.....	0,035kN/m <sup>2</sup>
- <u>Hydroizolácia MONARPLAN GF 1.5</u>	.....	0,02kN/m <sup>2</sup>
Spolu	2,055kN/m <sup>2</sup> x 1,35m	2,77kN/m
- Podhľad 50kg/m	0,5kN/m <sup>2</sup> x1,35m	0,675kN/m

Občasné zaťaženie

- strecha, kategória zaťažovanej plochy H (NA, tab. 6.10)	0,75kN/m <sup>2</sup> x 1,35m	1,01kN/m
---	-------------------------------	----------

Zaťaženie snehom

$s_k=0,72\text{kN/m}^2$ , $\mu_1=0,8$	0,72kN/m <sup>2</sup> x0,8x1,35m	0,78kN/m
mimoriadne		
$s_{Ad}=1,52\text{kN/m}^2$ , $\mu_1=0,8$	1,52kN/m <sup>2</sup> x0,8x1,35m	1,64kN/m

Požadovaná požiarne odolnosť

15min

Na zabezpečenie požadovanej požiarnej odolnosti je nutné zmenšiť dĺžku nosníkov v klopení na  $\frac{1}{2}$ . To bude zabezpečené sekundárnym nosníkom kolným na hlavné nosníky UPE80, osadeným v úrovni hornej pásnice nosníka I45. Nosníky UPE80 budú kotvené do železobetónových obvodových stien. Kotvenie k ocelovým prvkom I45 môže byť privarením, resp. skrutkovým spojom.

**Záver**

Na základe vykonanej obhliadky, preštudovania pôvodnej dokumentácie a realizovaného statického výpočtu konštatujeme, že všetky konštrukčné prvky ako aj stavba ako celok sú navrhnuté tak, aby bezpečne preniesli zvislé a vodorovné zaťaženie do základovej škáry. Nosné prvky sú navrhnuté tak, že pri ich správnej realizácii budú splnené podmienky mechanickej odolnosti a stability.

V prípade akýchkoľvek nejasností a pochybností kontaktovať zodpovedného projektanta statiky.

**Tento projekt nenahrádza výrobnú dokumentáciu konštrukcie.**



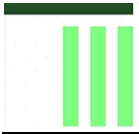
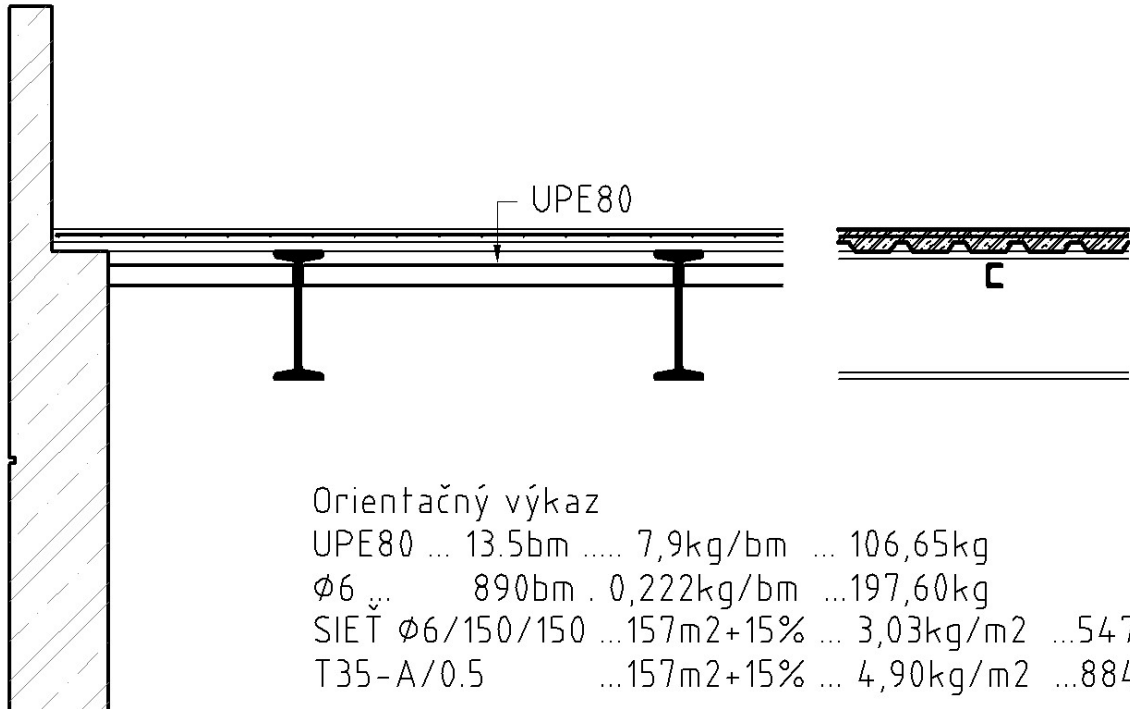


Schéma riešenia novej plechobetónovej dosky



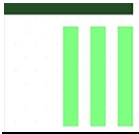
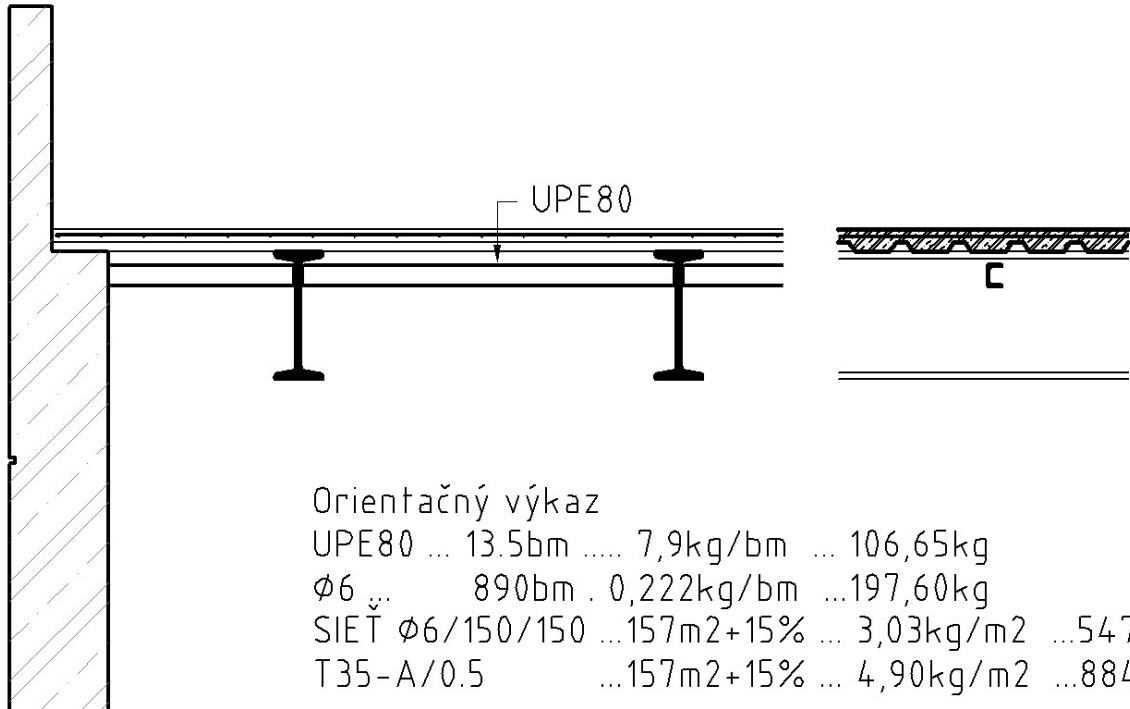


Schéma riešenia novej plechobetónovej dosky



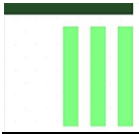
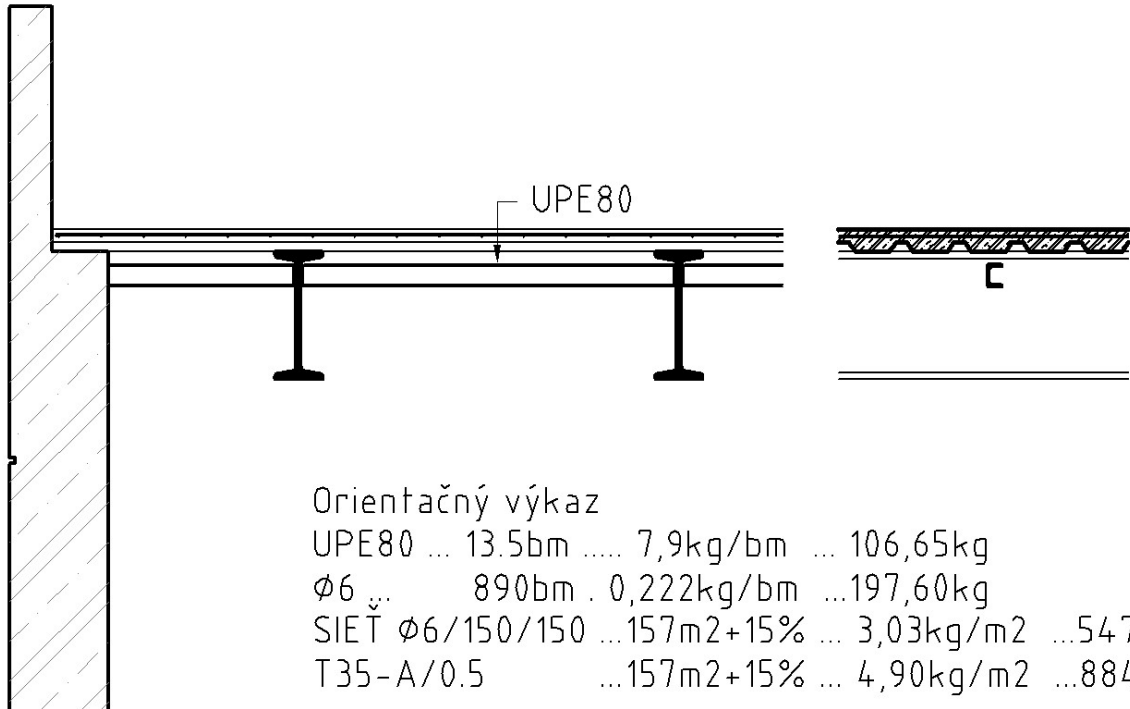


Schéma riešenia novej plechobetónovej dosky



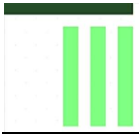
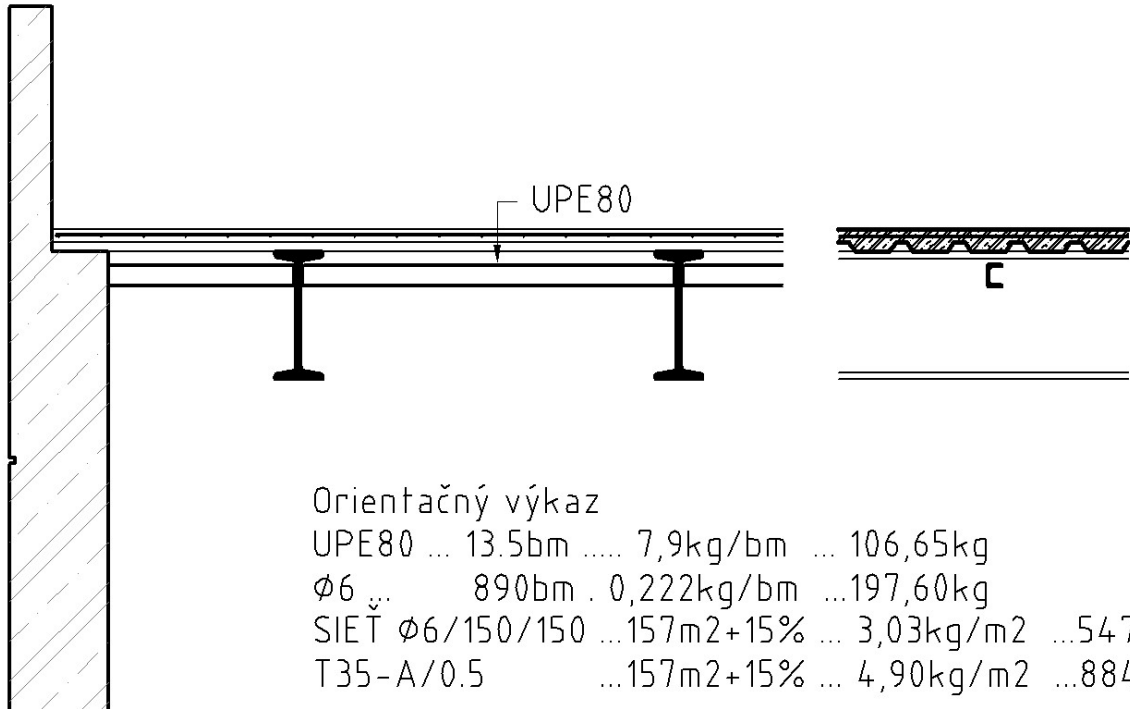
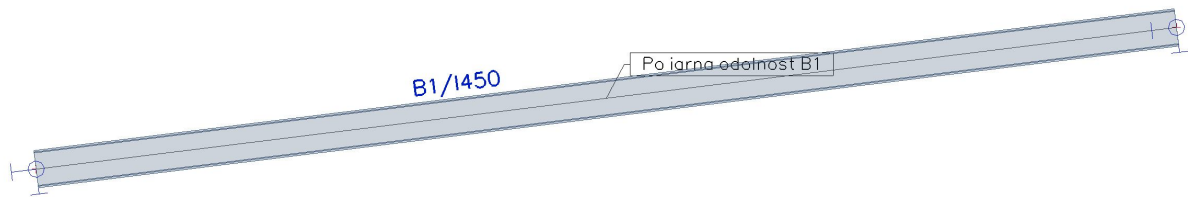


Schéma riešenia novej plechobetónovej dosky





## 1. Výpočtový model / Dáta o oceli



## 2. Zat'azovacie stavy

Názov	Popis	Typ pôsobenia	Zat'azovacia skupina	Smer	Dĺžka trvania	Vzorový zat'azovací stav
	Spec	Typ zat'azenia				
LC1	Vlastná tiaž	Stále Vlastná tiaž	LG1	-Z		
LC2	Strecha	Stále Štandard	LG1			
LC3	Sneh Štandard	Premenné Statické	LG2 - Sneh		Strednodobé	Žiadny
LC5	Občasné Štandard	Premenné Statické	LG3 - Strecha		Krátkodobé	Žiadny
LC4	Sneh - mimoriadne Štandard	Premenné Statické	LG4 - Sneh mimoriadny		Krátkodobé	Žiadny

## 3. Zat'azovacie skupiny

Názov	Zat'azenie	Špecifikácia	Typ
LG1	Stále		
LG2 - Sneh	Premenné	Výberová	Sneh
LG3 - Strecha	Premenné	Štandard	Kat H : strechy
LG4 - Sneh mimoriadny	Mimoriadne	Výberová	

## 4. Kombinácie

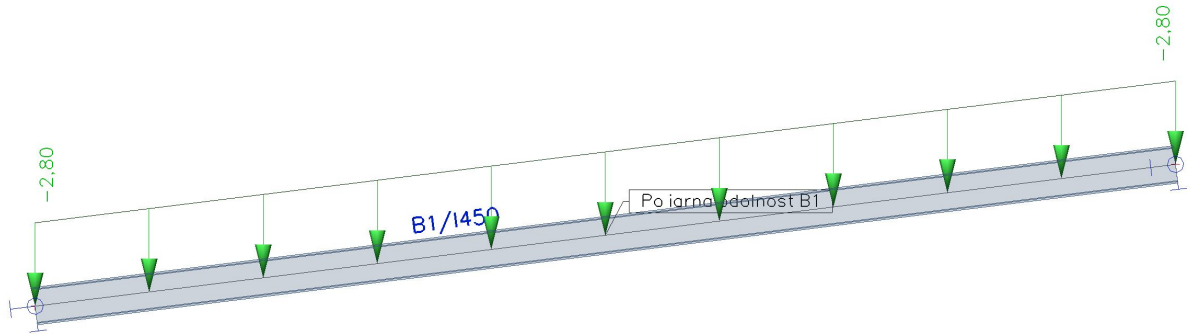
Názov	Popis	Typ	Zat'azovacie stavy	Súč. [-]
MSÚ-Sada B (auto)		EN-MSÚ (STR/GEO) Sada B	LC1 - Vlastná tiaž LC2 - Strecha	1,00 1,00

Názov	Popis	Typ	Zaťažovacie stavy	Súč. [-]
			LC3 - Sneh	1,00
			LC5 - Občasné	1,00
MSP-Char (auto)		EN-MSP charakteristická	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			LC2 - Strecha	1,00
			LC3 - Sneh	1,00
			LC5 - Občasné	1,00
MS mimoriadne sneh		EN-Mimoriadne 1	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			LC2 - Strecha	1,00
			LC5 - Občasné	1,00
			LC4 - Sneh - mimoriadne	1,00
MS mimoriadne PO		EN-Mimoriadne 1	LC1 - Vlastná tiaž	1,00
			LC2 - Strecha	1,00
			LC3 - Sneh	1,00
			LC5 - Občasné	1,00

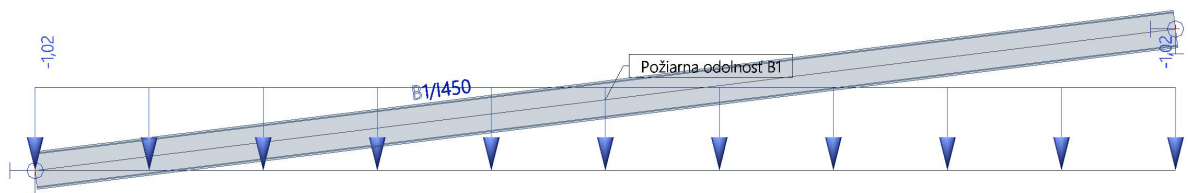
## 5. Požiarna odolnosť

Prvok	B1
Názov	Požiarna odolnosť B1
Ignorovať posudok	×
Požadovaná požiarna odolnosť	Zadanie
Požadovaná požiarna odolnosť R [min]	15,00
Krivka teplota - čas	Podľa nastavenia
Súčiniteľ prenosu tepla prúdením $\alpha_c$	25,00
Modifikovať vzperné dĺžky počas požiaru	×
Požiarna expozícia	3 strany
Chránená pásnica	Horná pásnica
Faktor prispôsobenia prierezu $\kappa_1$	0,70
Faktor prispôsobenia nosníka	Všetky ostatné prípady
Faktor prispôsobenia nosníka $\kappa_2$	1,00
Ochrana	×

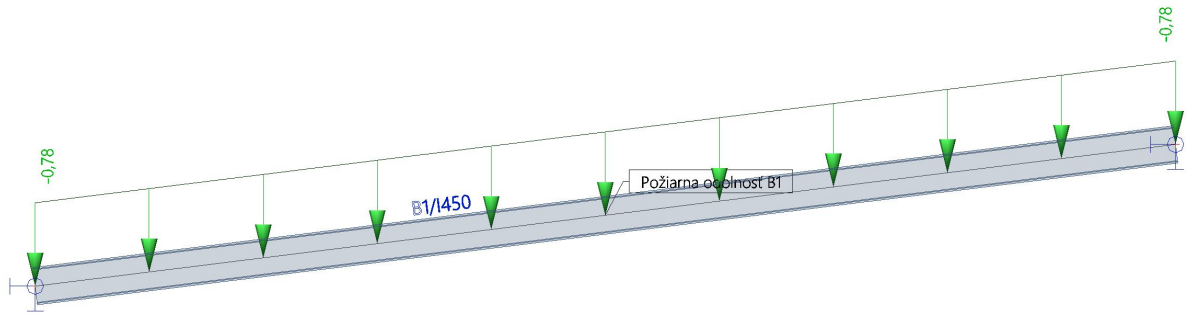
## 6. LC2 / Celková hodnota / Dáta o oceli



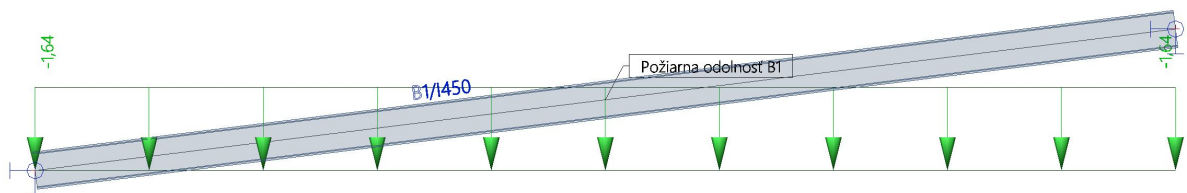
## 7. LC3 / Celková hodnota / Dáta o oceli



## 8. LC5 / Celková hodnota / Dáta o oceli



## 9. LC4 / Celková hodnota / Dáta o oceli



## 10. 1D vnútorné sily; N

Hodnoty: N

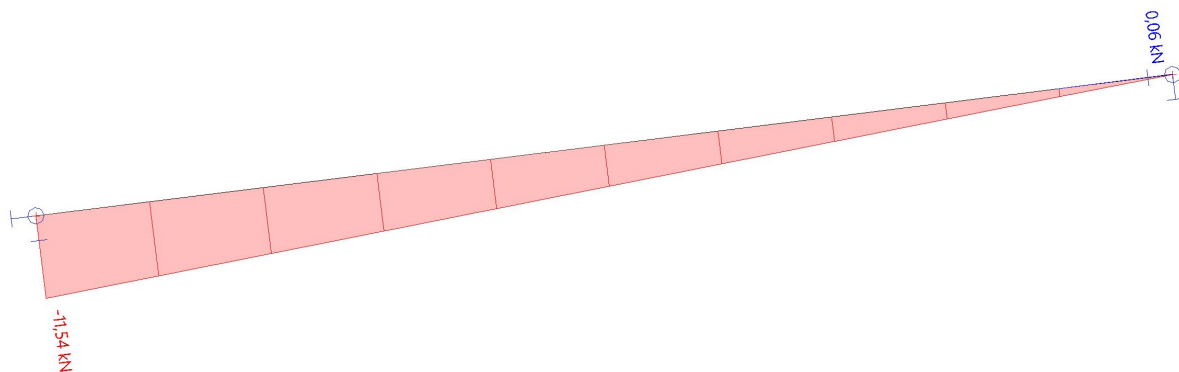
Lineárny výpočet

Kombinácia: MSÚ-Sada B (auto)

Súradný systém: Hlavné

Extrém 1D: Globálny

Výber: Všetko



## 11. 1D vnútorné sily; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>

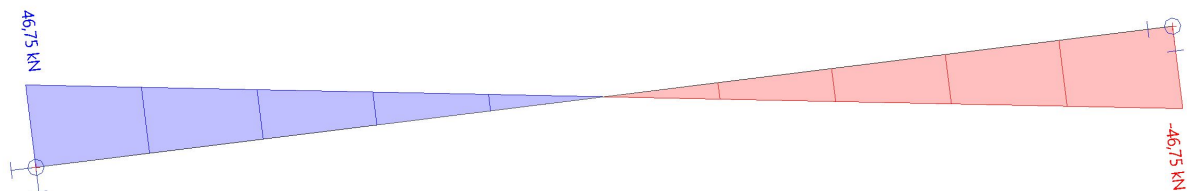
Lineárny výpočet

Kombinácia: MSÚ-Sada B (auto)

Súradný systém: Hlavné

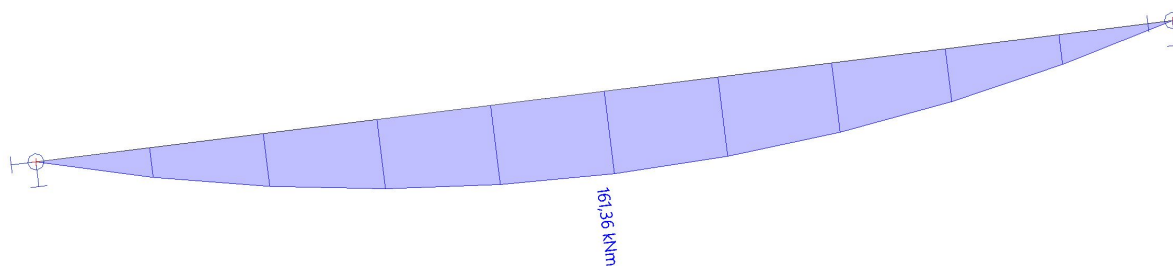
Extrém 1D: Globálny

Výber: Všetko



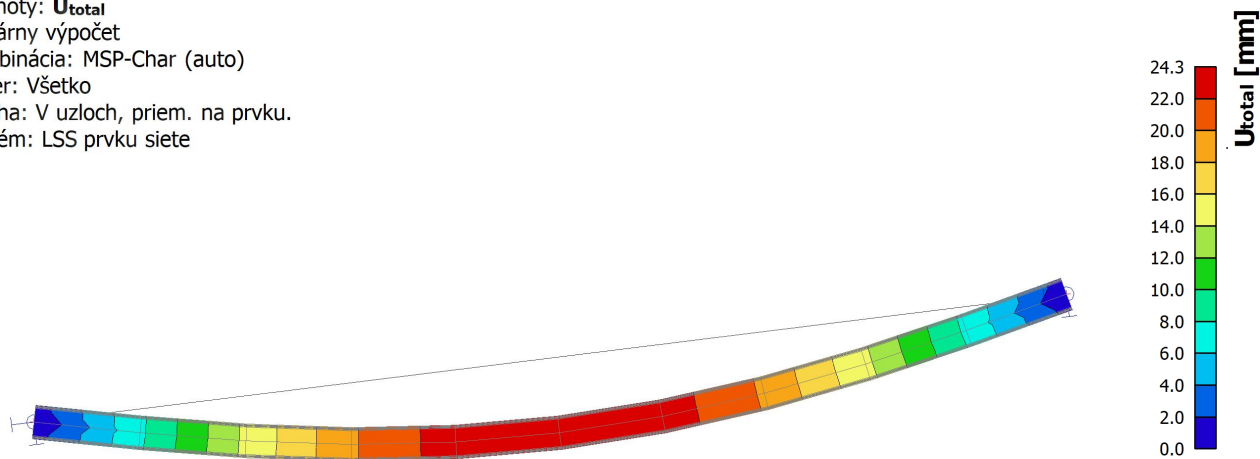
## 12. 1D vnútorné sily; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
Lineárny výpočet  
Kombinácia: MSÚ-Sada B (auto)  
Súradný systém: Hlavné  
Extrém 1D: Globálny  
Výber: Všetko



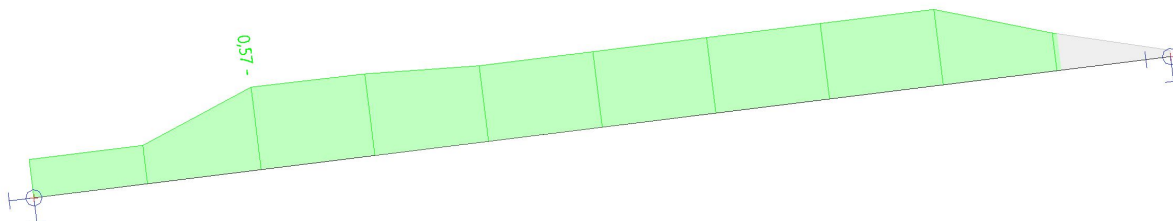
## 13. 3D premiestnenie; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$   
Lineárny výpočet  
Kombinácia: MSP-Char (auto)  
Výber: Všetko  
Poloha: V uzloch, priem. na prvku.  
Systém: LSS prvku siete



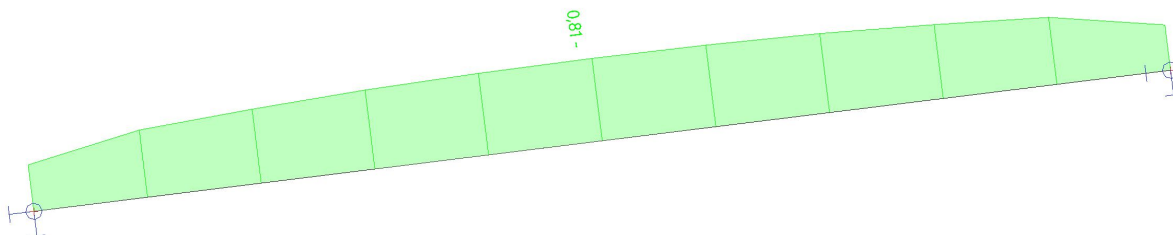
## 14. Posudok ocel'ových prvkov na MSÚ EC-EN 1993; Celkový posudok

Hodnoty:  $UC_{celkový}$   
Lineárny výpočet  
Kombinácia: MSÚ-Sada B (auto)  
Súradný systém: Hlavné  
Extrém 1D: Globálny  
Výber: Všetko



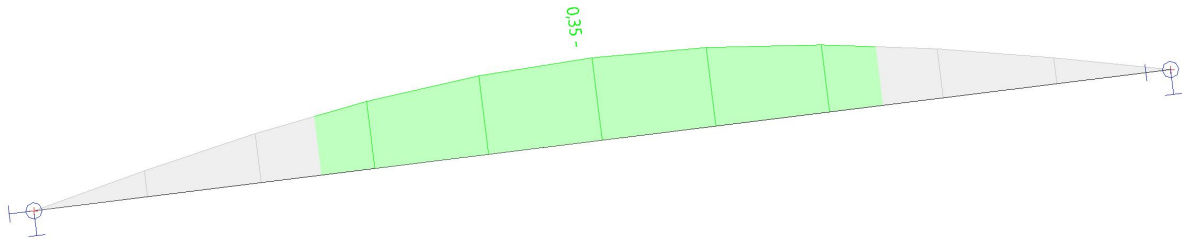
## 15. Požiarna odolnosť' ocel'ových prvkov EC-EN 1993; Celkový posudok

Hodnoty:  $UC_{celkový}$   
Lineárny výpočet  
Kombinácia: MS mimoriadne PO  
Súradný systém: Hlavné  
Extrém 1D: Globálny  
Výber: Všetko



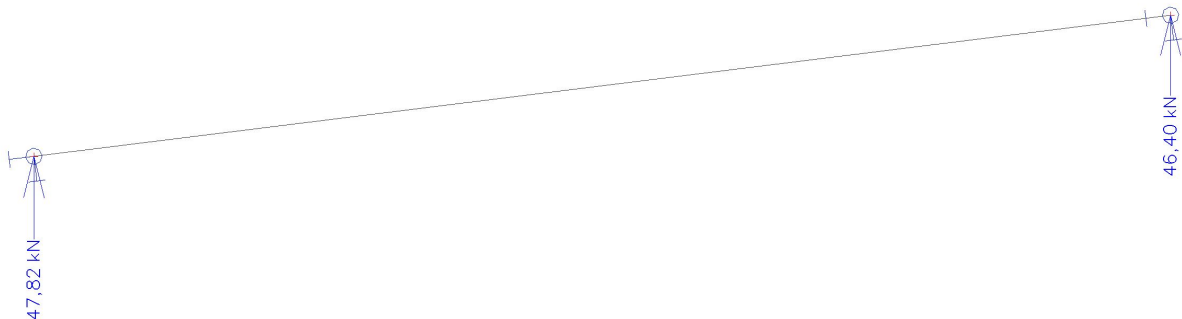
## 16. Posudok EC-EN 1993 na MSP; Posudok $u_z$

Hodnoty: **Posudok  $u_z$**   
Lineárny výpočet  
Kombinácia: MSP-Char (auto)  
Súradný systém: Hlavné  
Extrém 1D: Globálny  
Výber: Všetko



## 17. Reakcie; $R_z$

Hodnoty:  **$R_z$**   
Lineárny výpočet  
Kombinácia: MSÚ-Sada B (auto)  
Systém: Globálny  
Extrém: Prvok  
Výber: Všetko





## 18. Posudok ocelových prvkov na MSÚ EC-EN 1993

Lineárny výpočet  
Kombinácia: MSÚ-Sada B (auto)  
Súradný systém: Hlavné  
Extrém 1D: Globálny  
Výber: Všetko

### Posudok EN 1993-1-1

Národná príloha: Slovenská STN-EN NA

Prvok B1	2,761 / 13,805 m	I450	S 235	MSÚ-Sada B (auto)	0,57 -
----------	------------------	------	-------	-------------------	--------

<b>Kľúč kombinácií</b>
MSÚ-Sada B (auto) / 1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3

<b>Parciálne súčinitele spoľahlivosti</b>	
$\gamma_{M0}$ pre odolnosť prierezov	1,00
$\gamma_{M1}$ pre odolnosť pri strate stability	1,00
$\gamma_{M2}$ pre odolnosť ťahaných prierezov	1,25

<b>Materiál</b>		
Medza klzu $f_y$	235,0	MPa
Pevnosť v ťahu $f_u$	360,0	MPa
Výroba	Valcované	

....:POSUDOK ODOLNOSTI:....

Kritický posudok je na pozícii 2,761 m

Vnútrotné sily		Vypočítané	Jednotka
Normálová sila	$N_{Ed}$	-9,22	kN
Šmyková sila	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Šmyková sila	$V_{z,Ed}$	28,05	kN
Krútenie	$T_{Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	103,27	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

### Klasifikácia pre návrh prierezu

Klasifikácia podľa EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikácia vnútorných a prečnievajúcich častí podľa EN 1993-1-1 Tab. 5.2 List 1 a 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 [-]	Trieda 1 Limit [-]	Trieda 2 Limit [-]	Trieda 3 Limit [-]	Trieda Limit [-]
1	SO	61	24	-4,607e+04	-4,607e+04								
3	SO	61	24	-4,607e+04	-4,607e+04								
4	I	369	16	-3,985e+04	4,108e+04	-0,97		0,50	22,78	71,26	82,22	120,10	1
5	SO	61	24	4,730e+04	4,730e+04	1,00	0,43	1,00	2,50	9,00	10,00	14,00	1
7	SO	61	24	4,730e+04	4,730e+04	1,00	0,43	1,00	2,50	9,00	10,00	14,00	1

**Poznámka:** Limity klasifikácie boli nastavené podľa Semi-Comp+.

Prierez je klasifikovaný ako trieda 1

### Posudok na tlak

Podľa EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Prierezová plocha	A	1,4700e-02	m <sup>2</sup>
Tlaková odolnosť	$N_{c,Rd}$	3454,50	kN
Jednotkový posudok		0,00	-

$$N_{c,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,4700 \cdot 10^{-2} [\text{m}^2] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 3454,50 [\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.10})$$

$$\text{Jednotkový posudok} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c,Rd}} = \frac{|-9,22 [\text{kN}]|}{3454,50 [\text{kN}]} = 0,00 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.9})$$

### Posudok na ohyb pre $M_y$

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

Plastický prierezový modul	$W_{pl,y}$	2,3937e-03	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	562,52	kNm
Jednotkový posudok		0,18	-

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,3937 \cdot 10^{-3} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 562,52 [kNm] \quad (EC3-1-1: 6.13)$$

$$\text{Jednotkový posudok} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|103,27 [kNm]|}{562,52 [kNm]} = 0,18 \leq 1,00 \quad (EC3-1-1: 6.12)$$

#### Posudok na šmyk pre $V_z$

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

Redukčný súčiniteľ šmyku	$\eta$	1,20	
Šmyk. plocha	$A_v$	7,8032e-03	m <sup>2</sup>
Plastická šmyková odolnosť pre $V_z$	$V_{pl,z,Rd}$	1058,72	kN
Jednotkový posudok		0,03	-

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{7,8032 \cdot 10^{-3} [m^2] \times \frac{235,0 [MPa]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 1058,72 [kN] \quad (EC3-1-1: 6.18)$$

$$\text{Jednotkový posudok} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{c,z,Rd}} = \frac{|28,05 [kN]|}{1058,72 [kN]} = 0,03 \leq 1,00 \quad (EC3-1-1: 6.17)$$

#### Posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu

Podľa EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	562,52	kNm
Jednotkový posudok		0,18	-

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,3937 \cdot 10^{-3} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 562,52 [kNm] \quad (EC3-1-1: 6.13)$$

$$\text{Jednotkový posudok} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|103,27 [kNm]|}{562,52 [kNm]} = 0,18 \leq 1,00 \quad (EC3-1-1: 6.31)$$

**Poznámka:** Pretože šmykové sily sú menšie než polovica plastickej šmykovej odolnosti ich vplyv na momentovú odolnosť je zanedbateľný.

**Poznámka:** Pretože osová sila vyhovuje obidvom kritériám (6.33) a (6.34) z EN 1993-1-1 článok 6.2.9.1(4) jej účinok na momentovú odolnosť k osi y-y je zanedbateľný.

Prvok spĺňa podmienky posudku prierezu.

#### .....POSUDOK STABILITY:.....

##### Klasifikácia pre návrh vzperu prvku

Rozhodujúca poloha pre klasifikáciu stability: 6,903 m

Klasifikácia podľa EN 1993-1-1 článku 5.5.2

Klasifikácia vnútorných a prečnievajúcich častí podľa EN 1993-1-1 Tab. 5.2 List 1 a 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_2$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	a [-]	c/t [-]	Trieda 1 Limit [-]	Trieda 2 Limit [-]	Trieda 3 Limit [-]	Trieda Limit [-]
1	SO	61	24	-7,256e+04	-7,256e+04								
3	SO	61	24	-7,256e+04	-7,256e+04								
4	I	369	16	-6,285e+04	6,361e+04	-0,99		0,50	22,78	71,54	82,52	122,51	1
5	SO	61	24	7,333e+04	7,333e+04	1,00	0,43	1,00	2,50	9,00	10,00	14,00	1
7	SO	61	24	7,333e+04	7,333e+04	1,00	0,43	1,00	2,50	9,00	10,00	14,00	1

**Poznámka:** Limity klasifikácie boli nastavené podľa Semi-Comp+.

Prierez je klasifikovaný ako trieda 1

##### Posudok rovinného vzperu

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

Parametre vzperu		yy	zz	
Typ posuvných styčníc		posuvné	neposuvné	
Systémová dĺžka	L	13,805	13,805	m
Súčiniteľ vzperu	k	1,00	1,00	
Vzperná dĺžka	$l_{cr}$	13,805	13,805	m
Kritické Eulerovo zaťaženie	$N_{cr}$	4986,33	188,15	kN
Štíhlosť	$\lambda$	78,17	402,41	
Relatívna štíhlosť	$\lambda_{rel}$	0,83	4,28	
Medzná štíhlosť	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Vzper. krivka		a	b	

Parametre vzperu		yy	zz	
Imperfekcie	\alpha	0,21	0,34	
Redukčný súčiniteľ	\chi	0,78	0,05	
Vzperná odolnosť	N <sub>b,Rd</sub>	2683,13	174,27	kN

Overenie rovinného vzperu			
Prierezová plocha	A	1,4700e-02	m <sup>2</sup>
Vzperná odolnosť	N <sub>b,Rd</sub>	174,27	kN
Jednotkový posudok		0,05	-

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 4,5850 \cdot 10^{-4}[\text{m}^4]}{13,805[\text{m}]^2} = 4986,33[\text{kN}]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,7300 \cdot 10^{-5}[\text{m}^4]}{13,805[\text{m}]^2} = 188,15[\text{kN}]$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{13,805[\text{m}]}{177[\text{mm}]} = 78,17$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{13,805[\text{m}]}{34[\text{mm}]} = 402,41$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{78,17}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 0,83$$

(EC3-1-1: 6.50)

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{402,41}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 4,28$$

(EC3-1-1: 6.50)

$$\varphi_y = 0,5 \times [1 + \alpha_y \times (\lambda_{rel,y} - \lambda_{rel,y,0}) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,21 \times (0,83 - 0,20) + 0,83^2] = 0,91$$

$$\varphi_z = 0,5 \times [1 + \alpha_z \times (\lambda_{rel,z} - \lambda_{rel,z,0}) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (4,28 - 0,20) + 4,28^2] = 10,37$$

$$\chi_y = \min \left( \frac{1}{\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,y}^2}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{0,91 + \sqrt{0,91^2 - 0,83^2}}, \frac{1}{0,83^2}, 1 \right) = \min(0,78, 1,44, 1) = 0,78$$

(EC3-1-1: 6.49)

$$\chi_z = \min \left( \frac{1}{\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,z}^2}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{10,37 + \sqrt{10,37^2 - 4,28^2}}, \frac{1}{4,28^2}, 1 \right) = \min(0,05, 0,05, 1) = 0,05$$

(EC3-1-1: 6.49)

$$N_{b,y,Rd} = \frac{\chi_y \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,78 \times 1,4700 \cdot 10^{-2}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{1,00} = 2683,13[\text{kN}]$$

(EC3-1-1: 6.47)

$$N_{b,z,Rd} = \frac{\chi_z \times A \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,05 \times 1,4700 \cdot 10^{-2}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{1,00} = 174,27[\text{kN}]$$

(EC3-1-1: 6.47)

$$N_{b,Rd} = \min(N_{b,y,Rd}, N_{b,z,Rd}) = \min(2683,13[\text{kN}], 174,27[\text{kN}]) = 174,27[\text{kN}]$$

$$\text{Jednotkový posudok} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|-9,22[\text{kN}]|}{174,27[\text{kN}]} = 0,05 \leq 1,00$$

(EC3-1-1: 6.46)

### Posudok priestorového vzperu

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

**Poznámka:** Tento I-prierez má vyššiu odolnosť na priestorový vzper než na rovinný vzper. Preto priestorový vzper sa na výstupe nevytláči.

### Posudok na klopenie

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

Parametre klopenia			
Metóda pre krivku klopenia (LTB)		Alternatívny prípad	
Plastický prierezový modul	W <sub>pl,y</sub>	2,3937e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment	M <sub>cr</sub>	414,49	kNm
Relatívna štiňlosť	\lambda <sub>rel,LT</sub>	1,16	
Medzná štiňlosť	\lambda <sub>rel,LT,0</sub>	0,40	
Krivka klopenia (LTB)		c	
Imperfekcie	\alpha <sub>LT</sub>	0,49	
Súčiniteľ klopenia	\beta	0,75	
Redukčný súčiniteľ	\chi <sub>LT</sub>	0,54	



Parametre klopenia			
Opravný súčiniteľ	$k_c$	0,94	
Opravný súčiniteľ	$f$	0,98	
Modifikovaný redukčný súčiniteľ	$\chi_{LT,mod}$	0,56	
Návrhová vzperná odolnosť	$M_{b,Rd}$	312,49	kNm
Jednotkový posudok		0,33	-

Parametre $M_{cr}$			
Dĺžka klopenia	$l_{LT}$	6,903	m
Vplyv polohy zaťaženia		destabilizujúca	
Opravný súčiniteľ	$k$	1,00	
Opravný súčiniteľ	$k_w$	1,00	
Momentový faktor LTB	$C_1$	1,13	
Momentový faktor LTB	$C_2$	0,45	
Momentový faktor LTB	$C_3$	0,53	
Vzdialenosť stredu šmyku	$d_z$	0	mm
Vzdialenosť pôsobiska zaťaženia	$z_g$	225	mm
Konštanta monosymetrie	$\beta_y$	0	mm
Konštanta monosymetrie	$z_j$	0	mm

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

$$\times \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,7300 \cdot 10^{-5}[\text{m}^4]}{6,903[\text{m}]^2}$$

$$\times \left[ \sqrt{\left(\frac{1,00}{1,00}\right)^2 \times \frac{9,0147 \cdot 10^{-7}[\text{m}^6]}{1,7300 \cdot 10^{-5}[\text{m}^4]} + \frac{6,903[\text{m}]^2 \times 80769,2[\text{MPa}] \times 2,6700 \cdot 10^{-6}[\text{m}^4]}{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,7300 \cdot 10^{-5}[\text{m}^4}} + (0,45 \times 225[\text{mm}] - 0,53 \times 0[\text{mm}])^2 - (0,45 \times 225[\text{mm}] - 0,53 \times 0[\text{mm}]) \right]$$

$$= 414,49[\text{kNm}]$$

$$\lambda_{rel,LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \times f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{2,3937 \cdot 10^{-3}[\text{m}^3] \times 235,0[\text{MPa}]}{414,49[\text{kNm}]} = 1,16$$

$$\beta = 0,75$$

$$\chi_{LT} = \min \left( \frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \beta \times \lambda_{rel,LT}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,LT}^2}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{1,20 + \sqrt{1,20^2 - 0,75 \times 1,16^2}}, \frac{1}{1,16^2}, 1 \right) = \min(0,54, 0,74, 1) = 0,54 \quad (\text{EC3-1-1: 6.57})$$

$$f = \min \left\{ 1 - 0,5 \times (1 - k_c) \times \left[ 1 - 2 \times (\lambda_{rel,LT} - 0,8)^2 \right], 1 \right\} = \min \left\{ 1 - 0,5 \times (1 - 0,94) \times \left[ 1 - 2 \times (1,16 - 0,8)^2 \right], 1 \right\}$$

$$= \min \{0,98, 1\} = 0,98$$

$$\chi_{LT,mod} = \min \left( \frac{\chi_{LT}}{f}, 1 \right) = \min \left( \frac{0,54}{0,98}, 1 \right) = \min(0,56, 1) = 0,56$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} \times W_{pl,y} \times \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,56 \times 2,3937 \cdot 10^{-3}[\text{m}^3] \times \frac{235,0[\text{MPa}]}{1,00} = 312,49[\text{kNm}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.55})$$

$$\text{Jednotkový posudok} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|103,27[\text{kNm}]|}{312,49[\text{kNm}]} = 0,33 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.54})$$

**Poznámka:** Parametre C sú stanovené podľa ECCS 119 2006 / Galea 2002.

**Poznámka:** Opravný súčiniteľ  $k_{\{c\}}$  sa určí podľa C1.

### Posudok ohybu a osového tlaku

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

Parametre pre posudok ohybu a osového tlaku			
Interakčná metóda		alternatívna metóda 2	
Prierezová plocha	A	1,4700e-02	m <sup>2</sup>
Plastický prierezový modul	$W_{pl,y}$	2,3937e-03	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková sila	$N_{Ed}$	9,22	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	161,36	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Charakteristická tlaková odolnosť	$N_{Rk}$	3454,50	kN
Charakteristická momentová odolnosť	$M_{y,Rk}$	562,52	kNm

Parametre pre posudok ohybu a osového tlaku		
Redukčný súčiniteľ	$\chi_y$	0,78
Redukčný súčiniteľ	$\chi_z$	0,05
Modifikovaný redukčný súčiniteľ	$\chi_{LT,mod}$	0,56
Interakčný súčiniteľ	$k_{yy}$	0,90
Interakčný súčiniteľ	$k_{zy}$	0,99

Maximálny moment  $M_{y,Ed}$  je odvodený z nosníka B1 pozície 6,903 m.  
Maximálny moment  $M_{z,Ed}$  je odvodený z nosníka B1 pozície 0,000 m.

Parametre interakčnej metódy 2		
Metóda pre interakčné súčinitele		Tab. B.2
Posuvnosť styčnícok y		posuvné
Súčiniteľ ekvivalentného momentu	$C_{my}$	0,90
Výsledný typ zaťaženia LT		líniové zaťaženie q
Koncový moment	$M_{h,LT}$	0,00 kNm
Moment v poli	$M_{s,LT}$	161,36 kNm
Súčiniteľ	$\alpha_{h,LT}$	0,00
Pomer koncových momentov	$\psi_{LT}$	1,00
Súčiniteľ ekvivalentného momentu	$C_{mLT}$	0,95

Jednotkový posudok (6.61) = 0,00 + 0,47 + 0,00 = 0,47 -  
Jednotkový posudok (6.62) = 0,05 + 0,51 + 0,00 = 0,57 -

$$C_{my} = 0,90$$

$$\alpha_{h,LT} = \frac{M_{h,LT}}{M_{s,LT}} = \frac{0,00[kNm]}{161,36[kNm]} = 0,00$$

$$C_{mLT} = 0,95 + 0,05 \times \alpha_{h,LT} = 0,95 + 0,05 \times 0,00 = 0,95$$

$$N_{Rk} = A \times f_y = 1,4700 \cdot 10^{-2}[m^2] \times 235,0[MPa] = 3454,50[kN]$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \times f_y = 2,3937 \cdot 10^{-3}[m^3] \times 235,0[MPa] = 562,52[kNm]$$

$$k_{yy} = \min \left\{ C_{my} \times \left[ 1 + (\lambda_{rel,y} - 0,2) \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right], C_{my} \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right\}$$

$$= \min \left\{ 0,90 \times \left[ 1 + (0,83 - 0,2) \times \frac{9,22[kN]}{0,78 \times \frac{3454,50[kN]}{1,00}} \right], 0,90 \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{9,22[kN]}{0,78 \times \frac{3454,50[kN]}{1,00}} \right) \right\} = \min \{0,90, 0,90\}$$

$$= 0,90$$

$$k_{zy} = \max \left( 1 - \frac{0,1 \times \lambda_{rel,z}}{C_{mLT} - 0,25} \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}}, 1 - \frac{0,1}{C_{mLT} - 0,25} \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$$

$$= \max \left( 1 - \frac{0,1 \times 4,28}{0,95 - 0,25} \times \frac{9,22[kN]}{0,05 \times \frac{3454,50[kN]}{1,00}}, 1 - \frac{0,1}{0,95 - 0,25} \times \frac{9,22[kN]}{0,05 \times \frac{3454,50[kN]}{1,00}} \right) = \max(0,97, 0,99) = 0,99$$

$$\text{Jednotkový posudok (6.61)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT,mod} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{|9,22[kN]|}{0,78 \times \frac{3454,50[kN]}{1,00}} + 0,90 \times \frac{|161,36[kNm]| + |0,00[kNm]|}{0,56 \times \frac{562,52[kNm]}{1,00}} + 0,64 \times \frac{|0,00[kNm]| + |0,00[kNm]|}{\frac{81,08[kNm]}{1,00}} = 0,47 \leq 1,00$$

(EC3-1-1: 6.61)

$$\text{Jednotkový posudok (6.62)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT,mod} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{|9,22[kN]|}{0,05 \times \frac{3454,50[kN]}{1,00}} + 0,99 \times \frac{|161,36[kNm]| + |0,00[kNm]|}{0,56 \times \frac{562,52[kNm]}{1,00}} + 1,07 \times \frac{|0,00[kNm]| + |0,00[kNm]|}{\frac{81,08[kNm]}{1,00}} = 0,57 \leq 1,00$$

(EC3-1-1: 6.62)

$$\text{Jednotkový posudok} = \max(\text{Jednotkový posudok (6.61)}, \text{Jednotkový posudok (6.62)}) = \max(0,47, 0,57) = 0,57 \leq 1,00$$

### Posudok šmykového vydúvania

Podľa EN 1993-1-5 článku 5 & 7.1 a rovnice (5.10) & (7.1)

Parametre šmykového vydúvania			
Dĺžka poľa vzperu	a	13,805	m
Stena		nevystužený	
Výška steny	$h_w$	401	mm
Hrúbka steny	t	16	mm
Súčiniteľ materiálu	$\varepsilon$	1,00	
Redukčný súčiniteľ šmyku	$\eta$	1,20	

Overenie šmykového vydúvania		
Štíhlosť steny	$h_w/t$	24,78
Limitná štíhlosť steny		60,00

$$h_w/t = \frac{h_w}{t} = \frac{401[\text{mm}]}{16[\text{mm}]} = 24,78$$

$$\text{limit } h_w/t = \frac{72 \times \varepsilon}{\eta} = \frac{72 \times 1,00}{1,20} = 60,00$$

**Poznámka:** Štíhlosť steny umožňuje ignorovať účinky šmykového vydúvania podľa EN 1993-1-5 čl. 5.1 (2).

Prvok spĺňa podmienky stabilného posudku.

## 19. Požiarna odolnosť ocelových prvkov EC-EN 1993

Lineárny výpočet  
Kombinácia: MS mimoriadne PO  
Súradný systém: Hlavné  
Extrém 1D: Globálny  
Výber: Všetko

### EN 1993-1-2 Posudok požiarnej odolnosti

Národná príloha: Slovenská STN-EN NA

<b>Prvok B1</b>	<b>6,903 / 13,805 m</b>	<b>I450</b>	<b>S 235</b>	<b>MS mimoriadne PO</b>	<b>0,81 -</b>
-----------------	-------------------------	-------------	--------------	-------------------------	---------------

<b>Kľúč kombinácií</b>
MS mimoriadne PO / LC1 + LC2 + 0.30*LC3

<b>Parciálne súčinitele spoľahlivosti</b>	
$\gamma_{M0}$ pre odolnosť prierezov	1,00
$\gamma_{M1}$ pre odolnosť pri strate stability	1,00
$\gamma_{M2}$ pre odolnosť ťahaných prierezov	1,25
$\gamma_{M,fi}$ pre požiarnu odolnosť	1,00

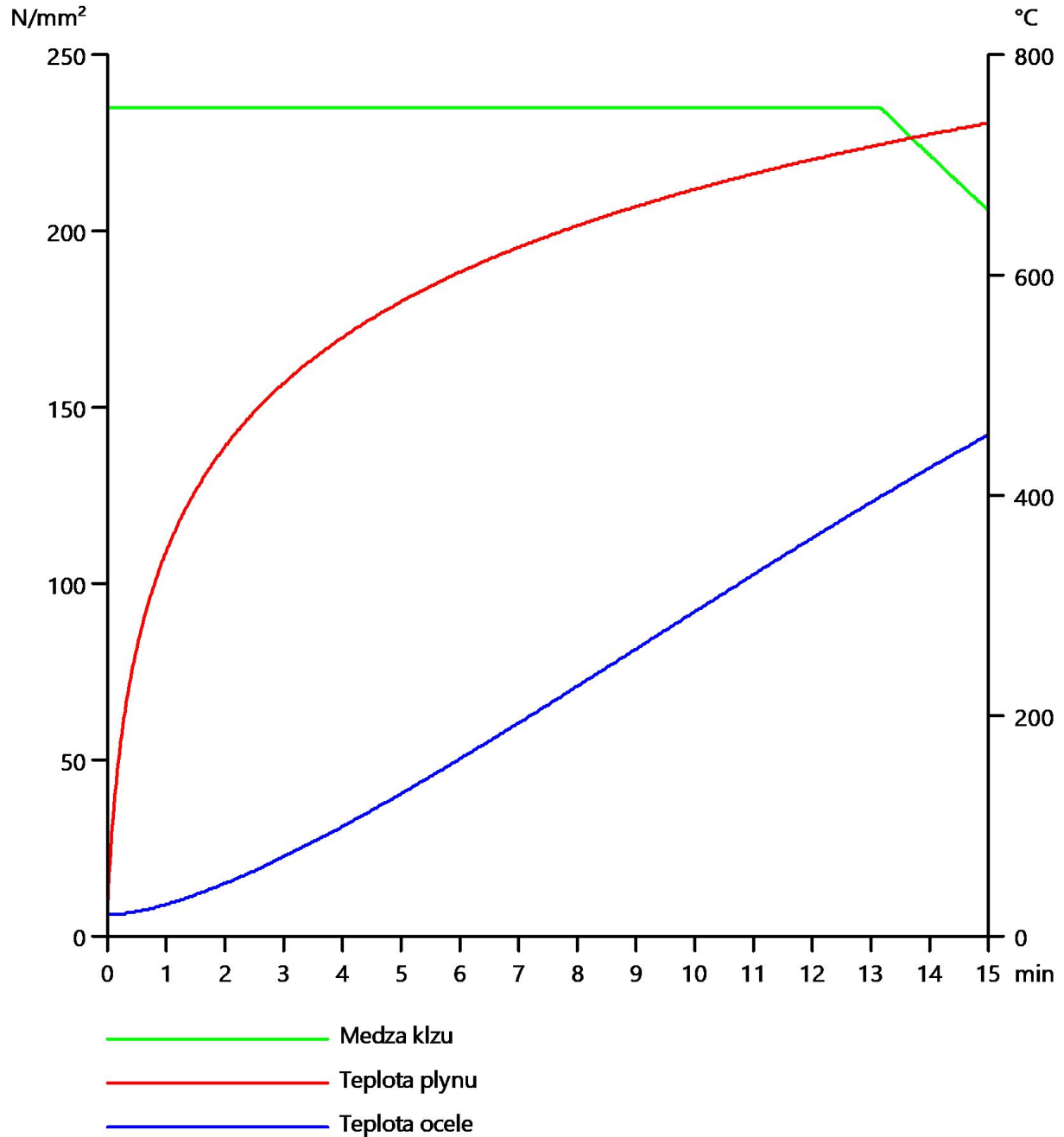
<b>Materiál</b>			
Medza klzu	$f_y$	235,0	MPa
Pevnosť v ťahu	$f_u$	360,0	MPa
Výroba		Valcované	

### Požiarna odolnosť

Overenie v teplotnej oblasti podľa EN 1993-1-2 článok 4.2.4

<b>Požiarna odolnosť</b>			
Krivka teplota - čas		normová krivka ISO 834	
Súčiniteľ prenosu tepla prúdením	$\alpha_c$	25,00	W/m <sup>2</sup> K
Emisivita vzťahnutá na úsek požiaru	$\epsilon_f$	1,00	
Emisivita vzťahnutá na povrch materiálu	$\epsilon_m$	0,70	
Polohový faktor vedenia tepla sálaním	$\varphi$	1,00	
Požadovaná požiarna odolnosť	R	15,00	min
Teplota plynu	$\theta_g$	738,56	°C
Teplota materiálu	$\theta_{a,t}$	455,72	°C
Kritická teplota materiálu	$\theta_{a,cr}$	565,06	°C
Požiarna odolnosť	$t_{cr}$	19,13	min
Expozícia nosníka		3 strany	
Chránená pásnica		Horná pásnica	
Faktor prispôsobenia prierezu	$k_1$	0,70	
Faktor prispôsobenia nosníka	$k_2$	1,00	
Súčiniteľ prierezu pre nechránené ocelové prvky	$A_m/V$	8,8435e+01	1/m
Faktor prispôsobenia pre tieňový efekt	$k_{sh}$	0,74	
Redukčný súčiniteľ pre medzu klzu	$k_{y,\theta}$	0,58	
Redukčný súčiniteľ pre modul pružnosti	$k_{E,\theta}$	0,41	
Jednotkový posudok		0,81	-

Výsledky posudku uvedené ďalej sú stanovené pri kritickej materiállovej teplote  $\theta_{a,cr} = 565,06$  °C. Tieto výsledky boli použité pre určenie kritickej teploty t.j. teploty, pri ktorej sa jednotkové posudky približujú k 1,00.



....:POSUDOK ODOLNOSTI:....

Kritický posudok je na pozícii 6,903 m



Vnútorne sily		Vypočítané	Jednotka
Normálová sila	$N_{fi,Ed}$	-3,56	kN
Šmyková sila	$V_{y,fi,Ed}$	0,00	kN
Šmyková sila	$V_{z,fi,Ed}$	0,00	kN
Krútenie	$T_{fi,Ed}$	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,fi,Ed}$	100,13	kNm
Ohybový moment	$M_{z,fi,Ed}$	0,00	kNm

### Klasifikácia pre návrh prierezu

Klasifikácia podľa EN 1993-1-2 čl. 4.2.2

Klasifikácia vnútorných a prečnievajúcich častí podľa EN 1993-1-1 Tab. 5.2 List 1 a 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 [-]	Trieda 1 Limit [-]	Trieda 2 Limit [-]	Trieda 3 Limit [-]	Trieda [-]
1	SO	61	24	-4,503e+04	-4,503e+04								
3	SO	61	24	-4,503e+04	-4,503e+04								
4	I	369	16	-3,900e+04	3,948e+04	-0,99		0,50	22,78	60,96	70,29	104,13	1
5	SO	61	24	4,550e+04	4,550e+04	1,00	0,43	1,00	2,50	7,65	8,50	11,90	1
7	SO	61	24	4,550e+04	4,550e+04	1,00	0,43	1,00	2,50	7,65	8,50	11,90	1

**Poznámka:** Limity klasifikácie boli nastavené podľa Semi-Comp+.

Prierez je klasifikovaný ako trieda 1

### Posudok na tlak

Podľa EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

Prierezová plocha	A	1,4700e-02	m <sup>2</sup>
Návrhová vzperná odolnosť	$N_{fi,t,Rd}$	1997,80	kN
Jednotkový posudok		0,00	-

$$N_{fi,t,Rd} = A \times k_{y,\theta} \times \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}} = 1,4700 \cdot 10^{-2} [\text{m}^2] \times 0,58 \times \frac{235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 1997,80 [\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-2: 4.5})$$

$$\text{Jednotkový posudok} = \frac{|N_{fi,Ed}|}{N_{fi,t,Rd}} = \frac{|-3,56 [\text{kN}]|}{1997,80 [\text{kN}]} = 0,00 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-2: 4.5})$$

### Posudok na ohyb pre $M_y$

Podľa EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.10)

Plastický prierezový modul	$W_{pl,y}$	2,3937e-03	m <sup>3</sup>
Plastický ohybový moment	$M_{pl,y,Rd}$	562,52	kNm
Ohybová odolnosť	$M_{y,fi,\theta,Rd}$	325,32	kNm
Návrhová ohybová odolnosť	$M_{y,fi,t,Rd}$	464,74	kNm
Jednotkový posudok		0,22	-

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2,3937 \cdot 10^{-3} [\text{m}^3] \times 235,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 562,52 [\text{kNm}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.13})$$

$$M_{y,fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta} \times M_{pl,y,Rd} \times \frac{\gamma_{M0}}{\gamma_{M,fi}} = 0,58 \times 562,52 [\text{kNm}] \times \frac{1,00}{1,00} = 325,32 [\text{kNm}] \quad (\text{EC3-1-2: 4.8})$$

$$M_{y,fi,t,Rd} = \frac{M_{y,fi,\theta,Rd}}{\kappa_1 \times \kappa_2} = \frac{325,32 [\text{kNm}]}{0,70 \times 1,00} = 464,74 [\text{kNm}] \quad (\text{EC3-1-2: 4.10})$$

$$\text{Jednotkový posudok} = \frac{M_{y,fi,Ed}}{M_{y,fi,t,Rd}} = \frac{100,13 [\text{kNm}]}{464,74 [\text{kNm}]} = 0,22 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.12})$$

### Posudok na ohyb, osovú a šmykovú silu

Podľa EN 1993-1-2 článku 4.2.3

Podľa EN 1993-1-1 článku 6.2.9.1 a rovnice (6.31)

Plastický ohybový moment	$M_{y,fi,t,Rd}$	464,74	kNm
Jednotkový posudok		0,22	-

$$M_{y,fi,t,Rd} = \frac{M_{y,fi,\theta,Rd}}{\kappa_1 \times \kappa_2} = \frac{325,32 [\text{kNm}]}{0,70 \times 1,00} = 464,74 [\text{kNm}]$$

$$\text{Jednotkový posudok} = \frac{|M_{y,fi,Ed}|}{M_{y,fi,t,Rd}} = \frac{|100,13 [\text{kNm}]|}{464,74 [\text{kNm}]} = 0,22 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.31})$$

**Poznámka:** Pretože osová sila vyhovuje obidvom kritériám (6.33) a (6.34) z EN 1993-1-1 článok 6.2.9.1(4)

jej účinok na momentovú odolnosť k osi y-y je zanedbateľný.

Prvok spĺňa podmienky posudku prierezu.

#### ....POSUDOK STABILITY:....

##### Klasifikácia pre návrh vzperu prvku

Rozhodujúca poloha pre klasifikáciu stability: 6,903 m

Klasifikácia podľa EN 1993-1-2 čl. 4.2.2

Klasifikácia vnútorných a prečnievajúcich častí podľa EN 1993-1-1 Tab. 5.2 List 1 a 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 [-]	Trieda 1 Limit [-]	Trieda 2 Limit [-]	Trieda 3 Limit [-]	Trieda Limit [-]
1	SO	61	24	-4,503e+04	-4,503e+04								
3	SO	61	24	-4,503e+04	-4,503e+04								
4	I	369	16	-3,900e+04	3,948e+04	-0,99		0,50	22,78	60,96	70,29	104,13	1
5	SO	61	24	4,550e+04	4,550e+04	1,00	0,43	1,00	2,50	7,65	8,50	11,90	1
7	SO	61	24	4,550e+04	4,550e+04	1,00	0,43	1,00	2,50	7,65	8,50	11,90	1

**Poznámka:** Limity klasifikácie boli nastavené podľa Semi-Comp+.

Prierez je klasifikovaný ako trieda 1

##### Posudok rovinného vzperu

Podľa EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

Parametre vzperu		yy	zz	
Typ posuvných styčnícov		posuvné	neposuvné	
Systémová dĺžka	L	13,805	13,805	m
Súčiniteľ vzperu	k	1,00	1,00	
Vzperná dĺžka	$l_{cr}$	13,805	13,805	m
Kritické Eulerovo zaťaženie	$N_{cr}$	4986,33	188,15	kN
Štíhlosť	$\lambda$	78,17	402,41	
Relatívna štíhlosť	$\lambda_{rel}$	0,83	4,28	
Relatívna štíhlosť	$\lambda_{rel,\theta}$	0,99	5,08	
Imperfekcie	$\alpha$	0,65	0,65	
Redukčný súčiniteľ	$\chi_{fi}$	0,46	0,03	
Vzperná odolnosť	$N_{b,fi,t,Rd}$	922,42	68,34	kN

Overenie rovinného vzperu			
Prierezová plocha	A	1,4700e-02	m <sup>2</sup>
Vzperná odolnosť	$N_{b,fi,t,Rd}$	68,34	kN
Jednotkový posudok		0,05	-

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 4,5850 \cdot 10^{-4}[\text{m}^4]}{13,805[\text{m}]^2} = 4986,33[\text{kN}]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,7300 \cdot 10^{-5}[\text{m}^4]}{13,805[\text{m}]^2} = 188,15[\text{kN}]$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{13,805[\text{m}]}{177[\text{mm}]} = 78,17$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{13,805[\text{m}]}{34[\text{mm}]} = 402,41$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{78,17}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 0,83$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{402,41}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 4,28$$

$$\lambda_{rel,\theta,y} = \lambda_{rel,y} \times \sqrt{\frac{k_{y,\theta}}{k_{E,\theta}}} = 0,83 \times \sqrt{\frac{0,58}{0,41}} = 0,99 \quad (\text{EC3-1-2: 4.7})$$

$$\lambda_{rel,\theta,z} = \lambda_{rel,z} \times \sqrt{\frac{k_{y,\theta}}{k_{E,\theta}}} = 4,28 \times \sqrt{\frac{0,58}{0,41}} = 5,08 \quad (\text{EC3-1-2: 4.7})$$

$$\varphi_y = 0,5 \times [1 + \alpha \times (\lambda_{rel,\theta,y} - \lambda_{rel,0}) + \lambda_{rel,\theta,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,65 \times (0,99 - 0,00) + 0,99^2] = 1,31$$

$$\varphi_z = 0,5 \times \left[ 1 + \alpha \times (\lambda_{rel,\theta,z} - \lambda_{rel,0}) + \lambda_{rel,\theta,z}^2 \right] = 0,5 \times \left[ 1 + 0,65 \times (5,08 - 0,00) + 5,08^2 \right] = 15,06$$

$$\chi_{y,fi} = \min \left( \frac{1}{\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda_{rel,\theta,y}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,\theta,y}}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{1,31 + \sqrt{1,31^2 - 0,99^2}}, \frac{1}{0,99}, 1 \right) = \min(0,46, 1,03, 1) = 0,46 \quad (EC3-1-2: 4.6)$$

$$\chi_{z,fi} = \min \left( \frac{1}{\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda_{rel,\theta,z}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,\theta,z}}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{15,06 + \sqrt{15,06^2 - 5,08^2}}, \frac{1}{5,08}, 1 \right) = \min(0,03, 0,04, 1) = 0,03 \quad (EC3-1-2: 4.6)$$

$$N_{b,y,fi,t,Rd} = \chi_{y,fi} \times A \times k_{y,\theta} \times \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}} = 0,46 \times 1,4700 \cdot 10^{-2} [m^2] \times 0,58 \times \frac{235,0 [MPa]}{1,00} = 922,42 [kN] \quad (EC3-1-2: 4.5)$$

$$N_{b,z,fi,t,Rd} = \chi_{z,fi} \times A \times k_{y,\theta} \times \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}} = 0,03 \times 1,4700 \cdot 10^{-2} [m^2] \times 0,58 \times \frac{235,0 [MPa]}{1,00} = 68,34 [kN] \quad (EC3-1-2: 4.5)$$

$$N_{b,fi,t,Rd} = \min(N_{b,y,fi,t,Rd}, N_{b,z,fi,t,Rd}) = \min(922,42 [kN], 68,34 [kN]) = 68,34 [kN]$$

$$\text{Jednotkový posudok} = \frac{|N_{fi,Ed}|}{N_{b,fi,t,Rd}} = \frac{|-3,56 [kN]|}{68,34 [kN]} = 0,05 \leq 1,00 \quad (EC3-1-2: 4.5)$$

### Posudok priestorového vzperu

Podľa EN 1993-1-2 článku 4.2.3.2 a rovnice (4.5)

**Poznámka:** Tento I-prierez má vyššiu odolnosť na priestorový vzper než na rovinový vzper. Preto priestorový vzper sa na výstupe nevytláči.

### Posudok na klopenie

Podľa EN 1993-1-2 článku 4.2.3.3 a rovnice (4.11)

Parametre klopenia			
Plastický prierezový modul	$W_{pl,y}$	2,3937e-03	m <sup>3</sup>
Pružný kritický moment	$M_{cr}$	414,49	kNm
Relatívna štíhlosť	$\lambda_{rel,LT}$	1,16	
Relatívna štíhlosť	$\lambda_{rel,LT,\theta}$	1,38	
Imperfekcie	$\alpha_{LT}$	0,65	
Redukčný súčiniteľ	$\chi_{LT,fi}$	0,31	
Návrhová vzperná odolnosť	$M_{b,fi,t,Rd}$	101,28	kNm
Jednotkový posudok		0,99	-

Parametre $M_{cr}$			
Dĺžka klopenia	$l_{LT}$	6,903	m
Vplyv polohy zaťaženia		destabilizujúca	
Opravný súčiniteľ	$k$	1,00	
Opravný súčiniteľ	$k_w$	1,00	
Momentový faktor LTB	$C_1$	1,13	
Momentový faktor LTB	$C_2$	0,45	
Momentový faktor LTB	$C_3$	0,53	
Vzdialenosť stredu šmyku	$d_z$	0	mm
Vzdialenosť pôsobiska zaťaženia	$z_g$	225	mm
Konštanta monosymetrie	$\beta_y$	0	mm
Konštanta monosymetrie	$z_j$	0	mm

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

$$\times \frac{\pi^2 \times 210000,0 [MPa] \times 1,7300 \cdot 10^{-5} [m^4]}{6,903 [m]^2}$$

$$\times \left[ \sqrt{\left( \frac{1,00}{1,00} \right)^2 \times \frac{9,0147 \cdot 10^{-7} [m^6]}{1,7300 \cdot 10^{-5} [m^4]} + \frac{6,903 [m]^2 \times 80769,2 [MPa] \times 2,6700 \cdot 10^{-6} [m^4]}{\pi^2 \times 210000,0 [MPa] \times 1,7300 \cdot 10^{-5} [m^4]} + (0,45 \times 225 [mm] - 0,53 \times 0 [mm])^2} - (0,45 \times 225 [mm] - 0,53 \times 0 [mm]) \right]$$

$$= 414,49 [kNm]$$

$$\lambda_{rel,LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \times f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{2,3937 \cdot 10^{-3} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{414,49 [kNm]}} = 1,16$$

$$\lambda_{rel,LT,\theta} = \lambda_{rel,LT} \times \sqrt{\frac{k_{y,\theta}}{k_{E,\theta}}} = 1,16 \times \sqrt{\frac{0,58}{0,41}} = 1,38$$

$$\alpha_{LT} = 0,65 \times \sqrt{\frac{235000000}{f_y}} = 0,65 \times \sqrt{\frac{235000000}{235,0 [MPa]}} = 0,65$$

$$\chi_{LT,fi} = \min \left( \frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \lambda_{rel,LT,\theta}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,LT,\theta}^2}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{1,90 + \sqrt{1,90^2 - 1,38^2}}, \frac{1}{1,38^2}, 1 \right) = \min(0,31, 0,52, 1) = 0,31 \quad (EC3-1-1: 6.57)$$

$$M_{b,fi,t,Rd} = \chi_{LT} \times W_{pl,y} \times k_{y,\theta} \times \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}} = 0,31 \times 2,3937 \cdot 10^{-3} [m^3] \times 0,58 \times \frac{235,0 [MPa]}{1,00} = 101,28 [kNm] \quad (EC3-1-1: 6.55)$$

$$\text{Jednotkový posudok} = \frac{|M_{y,fi,Ed}|}{M_{b,fi,t,Rd}} = \frac{|100,13 [kNm]|}{101,28 [kNm]} = 0,99 \leq 1,00 \quad (EC3-1-1: 6.54)$$

**Poznámka:** Parametre C sú stanovené podľa ECCS 119 2006 / Galea 2002.

### Posudok ohybu a osového tlaku

Podľa EN 1993-1-2 článku 4.2.3.5 a rovnice (4.21a),(4.21b)

Parametre pre posudok ohybu a osového tlaku			
Prierezová plocha	A	1,4700e-02	m <sup>2</sup>
Plastický prierezový modul	W <sub>pl,y</sub>	2,3937e-03	m <sup>3</sup>
Návrhová tlaková sila	N <sub>fi,Ed</sub>	3,56	kN
Návrhový ohybový moment	M <sub>y,fi,Ed</sub>	100,13	kNm
Návrhový ohybový moment	M <sub>z,fi,Ed</sub>	0,00	kNm
Redukčný súčiniteľ	χ <sub>min,fi</sub>	0,03	
Redukčný súčiniteľ	χ <sub>z,fi</sub>	0,03	
Redukčný súčiniteľ	χ <sub>LT,fi</sub>	0,31	
Súčiniteľ ekvivalentného momentu	β <sub>M,y</sub>	1,30	
Súčiniteľ	μ <sub>y</sub>	-1,51	
Interakčný súčiniteľ	k <sub>y</sub>	1,01	
Súčiniteľ ekvivalentného momentu	β <sub>M,LT</sub>	1,30	
Súčiniteľ	μ <sub>LT</sub>	0,84	
Interakčný súčiniteľ	k <sub>LT</sub>	0,96	

$$\text{Jednotkový posudok (4.21a)} = 0,05 + 0,31 + 0,00 = 0,36 -$$

$$\text{Jednotkový posudok (4.21b)} = 0,05 + 0,95 + 0,00 = 1,00 -$$

$$\chi_{min,fi} = \min(\chi_y, \chi_z) = \min(0,46, 0,03) = 0,03$$

$$\chi_{z,fi} = \min(\chi_{z,fi}, \chi) = \min(0,03, 1,00) = 0,03$$

$$\chi_{LT,fi} = \min \left( \frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \lambda_{rel,LT,\theta}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,LT,\theta}^2}, 1 \right) = \min \left( \frac{1}{1,90 + \sqrt{1,90^2 - 1,38^2}}, \frac{1}{1,38^2}, 1 \right) = \min(0,31, 0,52, 1) = 0,31$$

$$\beta_{M,y} = 1,8 - 0,7 \times \psi_y + \frac{M_{Q,y} \times [\beta_{M,Q} - (1,8 - 0,7 \times \psi_y)]}{\delta, M_y} = 1,8 - 0,7 \times 1,00 + \frac{100,13 [kNm] \times [1,30 - (1,8 - 0,7 \times 1,00)]}{100,13 [kNm]} = 1,30$$

$$\mu_y = \min[(2 \times \beta_{M,y} - 5) \times \min(\lambda_{rel,\theta,y}, 1, 1) + 0,44 \times \beta_{M,y} + 0,29, 0,8]$$

$$= \min[(2 \times 1,30 - 5) \times \min(0,99, 1, 1) + 0,44 \times 1,30 + 0,29, 0,8] = \min[-1,51, 0,8] = -1,51$$

$$k_y = \min \left( 1 - \frac{\mu_y \times N_{Ed}}{\chi_y \times A \times k_{y,\theta} \times \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}}}, 3 \right) = \min \left( 1 - \frac{-1,51 \times 3,56 [kN]}{0,46 \times 1,4700 \cdot 10^{-2} [m^2] \times 0,58 \times \frac{235,0 [MPa]}{1,00}}, 3 \right) = \min(1,01, 3) = 1,01$$

$$\beta_{M,LT} = 1,8 - 0,7 \times \psi_{LT} + \frac{M_{Q,LT} \times [\beta_{M,Q} - (1,8 - 0,7 \times \psi_{LT})]}{\delta, M_{LT}}$$

$$= 1,8 - 0,7 \times 1,00 + \frac{100,13 [kNm] \times [1,30 - (1,8 - 0,7 \times 1,00)]}{100,13 [kNm]} = 1,30$$

$$\mu_{LT} = \min(0,15 \times \lambda_{rel,\theta,z} \times \beta_{M,LT} - 0,15, 0,9) = \min(0,15 \times 5,08 \times 1,30 - 0,15, 0,9) = \min(0,84, 0,9) = 0,84$$

$$k_{LT} = \min \left( 1 - \frac{\mu_{LT} \times N_{Ed}}{\chi_z \times A \times k_{y,\theta} \times \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}}}, 1 \right) = \min \left( 1 - \frac{0,84 \times 3,56 [kN]}{0,03 \times 1,4700 \cdot 10^{-2} [m^2] \times 0,58 \times \frac{235,0 [MPa]}{1,00}}, 1 \right) = \min(0,96, 1) = 0,96$$

$$\begin{aligned} \text{Jednotkový posudok (4.21a)} &= \frac{|N_{fi,Ed}| \times \gamma_{M,fi}}{\chi_{min,fi} \times A \times k_{y,\theta} \times f_y} + \frac{k_y \times |M_{y,fi,Ed}| \times \gamma_{M,fi}}{W_{pl,y} \times k_{y,\theta} \times f_y} + \frac{k_z \times |M_{z,fi,Ed}| \times \gamma_{M,fi}}{W_{pl,z} \times k_{y,\theta} \times f_y} \\ &= \frac{|3,56[\text{kN}]| \times 1,00}{0,03 \times 1,4700 \cdot 10^{-2}[\text{m}^2] \times 0,58 \times 235,0[\text{MPa}]} + \frac{1,01 \times |100,13[\text{kNm}]| \times 1,00}{2,3937 \cdot 10^{-3}[\text{m}^3] \times 0,58 \times 235,0[\text{MPa}]} \\ &+ \frac{1,42 \times |0,00[\text{kNm}]| \times 1,00}{3,4500 \cdot 10^{-4}[\text{m}^3] \times 0,58 \times 235,0[\text{MPa}]} = \mathbf{0,36} \leq \mathbf{1,00} \end{aligned} \quad (\text{EC3-1-2: 4.21a})$$

$$\begin{aligned} \text{Jednotkový posudok (4.21b)} &= \frac{|N_{fi,Ed}| \times \gamma_{M,fi}}{\chi_{z,fi} \times A \times k_{y,\theta} \times f_y} + \frac{k_{LT} \times |M_{y,fi,Ed}| \times \gamma_{M,fi}}{\chi_{LT,fi} \times W_{pl,y} \times k_{y,\theta} \times f_y} + \frac{k_z \times |M_{z,fi,Ed}| \times \gamma_{M,fi}}{W_{pl,z} \times k_{y,\theta} \times f_y} \\ &= \frac{|3,56[\text{kN}]| \times 1,00}{0,03 \times 1,4700 \cdot 10^{-2}[\text{m}^2] \times 0,58 \times 235,0[\text{MPa}]} + \frac{0,96 \times |100,13[\text{kNm}]| \times 1,00}{0,31 \times 2,3937 \cdot 10^{-3}[\text{m}^3] \times 0,58 \times 235,0[\text{MPa}]} \\ &+ \frac{1,42 \times |0,00[\text{kNm}]| \times 1,00}{3,4500 \cdot 10^{-4}[\text{m}^3] \times 0,58 \times 235,0[\text{MPa}]} = \mathbf{1,00} \leq \mathbf{1,00} \end{aligned} \quad (\text{EC3-1-2: 4.21b})$$

Prvok spĺňa podmienky stabilného posudku.

## 20. Posudok EC-EN 1993 na MSP

Lineárny výpočet  
Kombinácia: MSP-Char (auto)  
Súradný systém: Hlavné  
Extrém 1D: Globálny  
Výber: Všetko  
**Deformácia  $u_z$**

Názov	dx [mm]	Stav	$u_{z,max}$ [mm]	$u_{z,var}$ [mm]	Lim. $u_{z,max}$ [mm]	Lim. $u_{z,var}$ [mm]	Posudok $u_{z,max}$ [-]	Posudok $u_{z,var}$ [-]	Nadvýšenie dx $u_z$ [mm]	Nadvýšenie [mm]	Posudok $u_z$ [-]
B1	6902,536-	MSP-Char (auto)/1	<b>-24,3</b>	-5,0	69,0	38,3	0,35	0,13	-	-	<b>0,35</b>
B1	0,000	MSP-Char (auto)/2	<b>0,0</b>	-	69,0	38,3	0,00	-	-	-	0,00

Názov	Kľúč kombinácií
MSP-Char (auto)/1	LC1 + LC2 + LC3
MSP-Char (auto)/2	LC1 + LC2