

Parkoviště kol

na pozemku p.č. 711/2,
k.ú. Nová Ulice

Klient

Fakultní nemocnice Olomouc
I. P. Pavlova 185/6, 779 00 Olomouc

**Dokumentace pro vydání společného
rozhodnutí**

Technická zpráva statický výpočet

Generální projektant



Adam Rujbr Architects

Srbská 22, 612 00 Brno, tel.: 603 283 041
Hořejší nábřeží 19, 150 00 Praha 5, tel.: 603 799 403

Zodpovědný projektant

Ing. arch. Adam Rujbr

HIP

Ing. arch. Vít Benda

D.1.1.2 Stavebně konstrukční část.

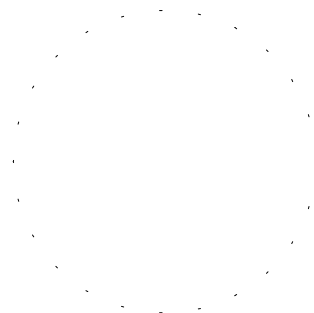
Zodpovědný projektant

Ing. František Balcárek

Vypracoval Statika Balcárek s. r. o.

Datum

23.09.2021



a) **Popis navrženého konstrukčního systému stavby, výsledek průzkumu stávajícího stavu nosného systému stavby při návrhu její změny,**

Tento projekt konstrukční části řeší návrh nosných konstrukcí novostavby objektu parkování kol v areálu FN Olomouc. Podkladem pro vypracování byla projektová dokumentace vypracovaná Adam Rujbr Architects s. r. o., Brno.

Tato projektová dokumentace je zpracovaná v rozsahu dokumentace **pro společné povolení stavby.**

b) **Navržené výrobky, materiály a hlavní konstrukční prvky**

Jedná se o jednopodlažní nepodsklepený objekt zastřešený plochou střechou.

Spodní stavba.

Objekt bude založen plošně na základových pasech šířky 250 mm. Položí bude tvořeno hlinito písčitými zeminami třídy F4 tuhé až pevné konzistence. Základová deska je navržena tl. 150 mm. Pod základovou deskou bude pláň upravena hutněným polštářem z drčeného kameniva 0/63 min. tl. 200 mm s parametrem zhutnění $E_{def,2} = \min. 35 \text{ MPa}$ při 100% zhutnění dle Procter Standard při poměru $E_{def,2}/E_{def,1} = \max 2,5$. Vhodnost použití stávajícího materiálu ve stávající skladbě bude potvrzena geologem dle skutečnosti na stavbě. Základová deska bude vyztužena 2 x KARI sítěmi a po obvodu ukončujícími lemujícími U vázanými pruty z 8 po 200 mm.

Před zahájením výkopových prací musí být vytyčeny veškeré sítě.

Základová spára bude převzata geotechnikem!!

Vrchní stavba.

Svislé nosné konstrukce horní stavby objektu jsou navrženy z ocelových sloupů 80/40/3 zesílených navařeným ohýbaným plechem z 80/40/4, který bude k ocelovým sloupkům přivařen pomocí nosných svarů tl. 4 dl. 50 mm po 100 mm. Ocelový sloup bude vetknut do základové plotny pomocí ch. Kotvy 2 x M12. Střešní konstrukce je navržena z dřevěných CLT panelů, které budou osazeny na ocelové sloupy. Panely CLT budou tvořit tuhou stropní desku. Návrh CLT panelů bude proveden odborným výrobcem, kde výrobní dokumentace bude předložena ke kontrole generálnímu projektantovi a projektantovi statiky.

Navržené materiály:

Beton: C25/30XC1

Dřevo: C24

Ocel: 10505(R), S235, KARI, spoj. mat 8.8

c) Hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení uvažovaných při návrhu nosné konstrukce

Stálé zatížení

Dle skladeb jednotlivých konstrukcí

Součinitel zatížení pro stálá zatížení je $g_f=1,35$

Užitné zatížení

Nepřístupná střecha 1,0 kN/m²

Výše uvedené hodnoty jsou charakteristické nikoliv návrhové.

d) Hodnotnávrh zvláštních, neobvyklých konstrukcí, konstrukčních detailů, technologických postupů

Technologický postup betonáže konstrukcí bude prováděn v souladu se zněním ČSN EN 13670 „Provádění betonových konstrukcí“.

Veškeré ocelové konstrukce budou kontrolovány v souladu s normou ČSN 73 2604 - Kontrola a údržba ocelových konstrukcí.

Stavba bude prováděna obvyklými technologickými postupy.

e) Technologické podmínky postupu prací, které by mohly ovlivnit stabilitu vlastní konstrukce, případně sousední stavby,

Stavba bude prováděna obvyklými technologickými postupy.

f) Zásady pro provádění bouracích a podchycovacích prací a zpevňovacích konstrukcí či prostupů,

Dodavatel montážních prací nese plnou odpovědnost za stabilitu a tuhost konstrukce a návrh a použití dočasných podpor, ztužidel a jiných pomůcek ve všech fázích provádění, až do úplného dokončení montáže.

g) Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí,

Veškeré zakrývané konstrukce budou před zakrytím a zabudováním převzaty technickým dozorem investora, který zkontroluje zda – li je vše provedeno dle PD a provede zápis do stavebního deníku.

h) Seznam použitých podkladů, ČSN, technických předpisů, odborné literatury, software,

1. ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
2. ČSN EN 1991 -1-1 Zatížení konstrukcí
3. ČSN EN 1991 -1-3 Zatížení konstrukcí sněhem
4. ČSN EN 1991 -1-4 Zatížení konstrukcí větrem
5. ČSN EN 1996 -1-1 Zatížení konstrukcí
6. ČSN EN1992-1-1–Navrhování betonových konstrukcí
7. ČSN EN1993-1-1–Navrhování ocelových konstrukcí
8. ČSN EN1993-1-3–Navrhování ocelových konstrukcí na účinky požáru
9. ČSN EN 1997 Navrhování geotechnických konstrukcí
10. ČSN EN 206-1 - Beton část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
11. ČSN 731001 - Základová půda pod plošnými základy

i) Specifické požadavky na rozsah a obsah dokumentace pro provádění stavby, případně dokumentace zajišťované jejím zhotovitelem

Tato dokumentace je provedena v rozsahu dokumentace pro stavební povolení v souladu se stavebním zákonem č. 183/2003 v pl. z. a vyhláškou č. 499/2006 Sb. Před zahájením stavby bude zhotovena dokumentace zajišťovaná zhotovitelem stavby. Zejména bude zhotovena dílenská dokumentace ocelových konstrukcí a železobetonových monolitických konstrukcí. Dokumentace zajišťovaná zhotovitelem stavby musí být odsouhlasena. Návrh CLT panelů bude proveden odborným výrobcem, kde výrobní dokumentace bude předložena ke kontrole generálnímu projektantovi a projektantovi statiky.

j) Požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci


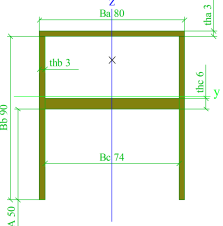
Při provádění stavby se musí dodržovat osvědčené technologické postupy a dodržovat platné bezpečnostní předpisy o BOZP. Zejména zákon č. 174/1968 Sb., Zákon o státním odborném dozoru nad bezpečností práce, ve znění zákona ČNR č. 159/1992 Sb., zákona č. 47/1994 Sb., zákona č. 71/2000 Sb. a zákona č. 124/2000 Sb., č. 309/2006 Sb. - Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) č. 591/2006 Sb. - Nařízení vlády o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích. Zadavatel stavby zajistí, aby před zahájením prací byl zpracován plán bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi podle § 15 zák. č. 309/2006 Sb. Zejména je nutno vybavit pracovníky ochrannými pomůckami. Pro provádění prací nad 1,5 m je nutno zhotovit lešení. Všichni pracovníci musí být proškoleni jak zacházet se svěřeným nářadím. Všichni pracovníci musí být poučeni o bezpečnosti práce a musí být vybaveni patřičnými ochrannými pomůckami. Veškeré volné okraje všech konstrukcí stropů a střechy budou opatřeny ochranným zábradlím. Materiály, které budou použity zhotovitelem stavby, musí mít doloženy doklady o tom, že k těmto výrobkům bylo vydáno prohlášení o shodě výrobcem nebo dovozcem ve smyslu nařízení vlády 163/2002 Sb. Vzniklé odpady budou využity, likvidovány resp. zneškodněny v souladu se zák. č. 275/2002 Sb. a příslušnými prováděcími vyhláškami – zvláště vyhl. MŽP č. 381/2001 Sb., kterou se vydává katalog odpadů.

V Olomouci 28. 9. 2021

Vypracoval: Statika Balcárek s. r. o.

Ing. František Balcárek

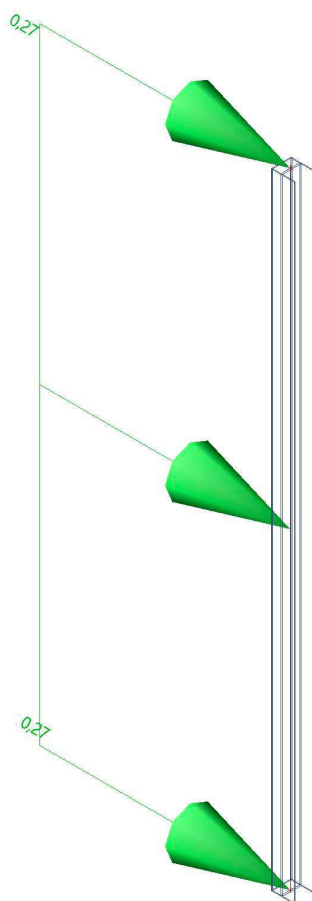
1. Průřezy

CS4		
Typ	Stěna komory	
Detailní	80; 3; 90; 3; 74; 6; 50	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	svařovaný	
Barva		
Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z	b	b
A [m²]	1,2240e-03	
A _y [m²], A _z [m²]	7,0667e-04	5,6092e-04
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	4,4600e-01	6,6200e-01
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	40	57
α [deg]	0,00	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	7,3654e-07	1,1314e-06
i _y [mm], i _z [mm]	25	30
W _{el,y} [m³], W _{el,z} [m³]	1,2917e-05	2,8286e-05
W _{pl,y} [m³], W _{pl,z} [m³]	2,2375e-05	3,3804e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	5,26e+03	5,26e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,94e+03	7,94e+03
d _y [mm], d _z [mm]	0	20
I _t [m⁴], I _w [m⁶]	5,5575e-07	3,6674e-10
β _y [mm], β _z [mm]	-54	0
Obrázek		

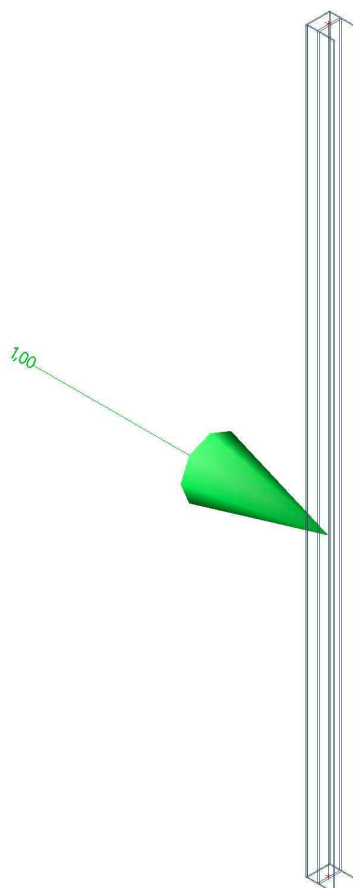
Vysvětlivky symbolů	
A	Plocha
A _y	Smyková plocha ve směru hlavní osy y
A _z	Smyková plocha ve směru hlavní osy z
A _L	Obvodový povrch na jednotku délky
A _D	Vysýchající povrch na jednotku délky
C _{y,UCS}	Souřadnice těžiště ve směry osy Y zadávacího systému
C _{z,UCS}	Souřadnice těžiště ve směry osy Z zadávacího systému
I _{y,LCS}	Moment setrvačnosti kolem osy YLSS
I _{z,LCS}	Moment setrvačnosti kolem osy ZLSS
I _{yz,LCS}	Moment setrvačnosti Iyz v LSS
α	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
i _z	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z

Vysvětlivky symbolů	
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 My
M _{pl,y,-}	Plastický moment kolem hlavní osy y pro záporný moment My
M _{pl,z,+}	Plastický moment kolem hlavní osy z pro kladný moment Mz
M _{pl,z,-}	Plastický moment kolem hlavní osy z pro záporný moment Mz
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
β _y	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y
β _z	Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z

2. ZS2 / Hodnota pro výpočet



3. ZS3 / Hodnota pro výpočet



4. ZS4 / Hodnota pro výpočet



5. 1D vnitřní síly; M_y

Hodnoty: M_y

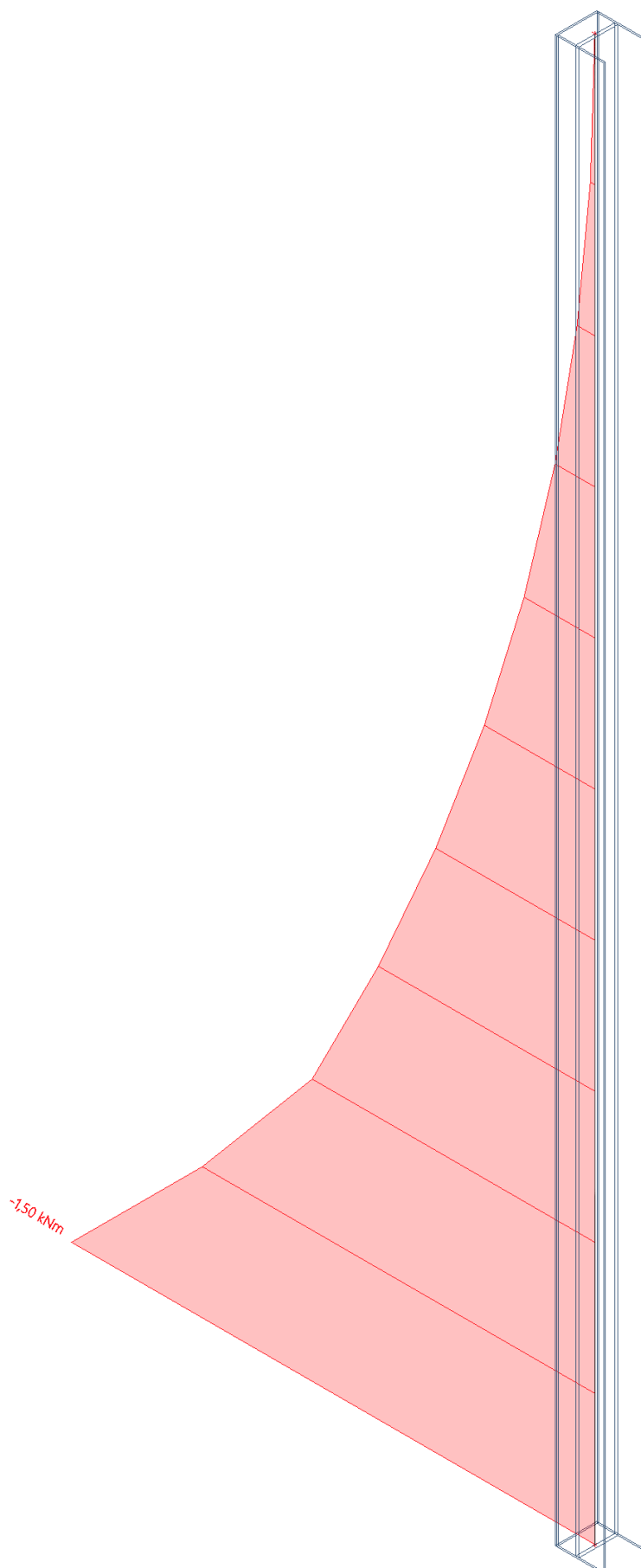
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše



6. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše



7. 1D vnitřní síly; V_z

Hodnoty: **V_z**

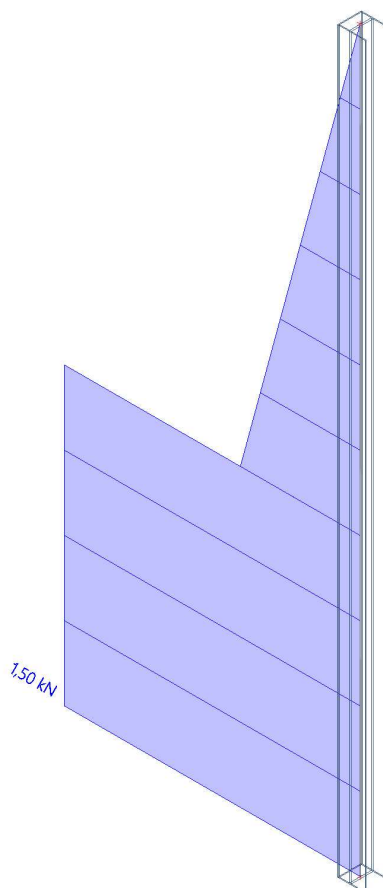
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše



8. 1D deformace; u_x

Hodnoty: u_x

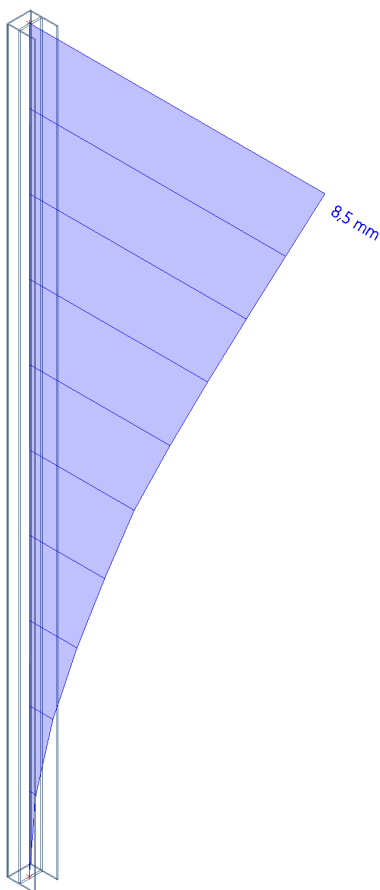
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSP

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



9. Posudek ocelových prvků na MSÚ EC-EN 1993

Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: Vše

Posudek EN 1993-1-1

Národní příloha: Česká CSN-EN NA

Dílec B1	0,000 / 2,500 m	Stěna komory (80; 3; 90; 3; 74; 6; 50)	S 235	Všechny MSU	0,80 -
-----------------	------------------------	---	--------------	--------------------	---------------

Klíč kombinace	
Všechny MSU / 1.15*ZS1 + 1.50*ZS3 + 1.15*ZS4	

Dílicí souč. spolehlivosti	
γ_{M0} pro únosnost průřezu	1,00
γ_{M1} pro stabilitu	1,00
γ_{M2} pro únosnost čistého průřezu	1,25

Materiál			
Mez kluzu	f_y	235,0	MPa
Pevnost v tahu	f_u	360,0	MPa
Výroba		Svařované	

....:POSUDEK ÚNOSNOSTI:....

Kritický posudek je na pozici 0,000 m

Definice osy:

- hlavní osa y v tomto posudku se vztahuje k hlavní ose programu SCIA Engineer.
- hlavní osa z v tomto posudku se vztahuje k hlavní ose y programu SCIA Engineer.

Vnitřní síly		Vypočtené	Přídavné momenty	Celkem	Jednotka
Osová síla	N_{Ed}	-11,75		-11,75	kN
Smyková síla	$V_{y,Ed}$	1,50		1,50	kN
Smyková síla	$V_{z,Ed}$	0,00		0,00	kN
Kroucení	T_{Ed}	0,00		0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0,00	0,00	0,00	kNm
Ohybový moment	$M_{z,Ed}$	-1,50	-0,03	-1,53	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]	σ ₁ [kN/m ²]	σ ₂ [kN/m ²]	Ψ [-]	k _σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	UO	1	3	-5,947e+04	-5,947e+04								
2	I	37	3	-5,646e+04	1,783e+04	-3,17		0,24	12,33	149,99	172,91	459,66	1
3	I	37	3	-5,646e+04	1,783e+04	-3,17		0,24	12,33	149,99	172,91	459,66	1
4	I	74	6	1,783e+04	1,783e+04	1,00		1,00	12,33	28,00	34,00	38,00	1
5	UO	1	3	-5,947e+04	-5,947e+04								
6	I	2	3	-5,646e+04	-5,947e+04								
7	I	77	3	-5,947e+04	-5,947e+04								
8	I	2	3	-5,646e+04	-5,947e+04								
9	UO	53	3	1,783e+04	1,242e+05	0,14	0,54	1,00	17,67	9,00	10,00	15,45	4
10	I	2	6	1,783e+04	1,783e+04	1,00		1,00	0,25	28,00	34,00	38,00	1
11	UO	53	3	1,783e+04	1,242e+05	0,14	0,54	1,00	17,67	9,00	10,00	15,45	4
12	I	2	6	1,783e+04	1,783e+04	1,00		1,00	0,25	28,00	34,00	38,00	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.
Průřez je klasifikován třídou 4

Efektivní průřez N-
Výpočet efektivní šířky
Podle EN 1993-1-5 čl. 4.4

Id	Typ	b _p [mm]	σ ₁ [kN/m ²]	σ ₂ [kN/m ²]	Ψ [-]	k _σ [-]	λ _p [-]	ρ [-]	b _e [mm]	b _{e1} [mm]	b _{e2} [mm]
1	UO	1	2,350e+05	2,350e+05	1,00	0,43	0,03	1,00	1		
2	I	37	2,350e+05	2,350e+05	1,00	4,00	0,22	1,00	37	19	19
3	I	37	2,350e+05	2,350e+05	1,00	4,00	0,22	1,00	37	19	19
4	I	74	2,350e+05	2,350e+05	1,00	4,00	0,22	1,00	74	37	37
5	UO	1	2,350e+05	2,350e+05	1,00	0,43	0,03	1,00	1		
6	I	2	2,350e+05	2,350e+05	1,00	4,00	0,01	1,00	2	1	1
7	I	77	2,350e+05	2,350e+05	1,00	4,00	0,45	1,00	77	39	39
8	I	2	2,350e+05	2,350e+05	1,00	4,00	0,01	1,00	2	1	1
9	UO	53	2,350e+05	2,350e+05	1,00	0,43	0,95	0,85	45		
10	I	2	2,350e+05	2,350e+05	1,00	4,00	0,00	1,00	2	1	1
11	UO	53	2,350e+05	2,350e+05	1,00	0,43	0,95	0,85	45		
12	I	2	2,350e+05	2,350e+05	1,00	4,00	0,00	1,00	2	1	1

Efektivní průřez Mz-
Výpočet efektivní šířky
Podle EN 1993-1-5 čl. 4.4

Id	Typ	b _p [mm]	σ ₁ [kN/m ²]	σ ₂ [kN/m ²]	Ψ [-]	k _σ [-]	λ _p [-]	ρ [-]	b _e [mm]	b _{e1} [mm]	b _{e2} [mm]
1	UO	1	-1,421e+05	-1,421e+05							
2	I	37	2,111e+04	-1,282e+05	-6,07	299,14	0,03	1,00	5	2	3
3	I	37	2,111e+04	-1,282e+05	-6,07	299,14	0,03	1,00	5	2	3
4	I	74	2,111e+04	2,111e+04	1,00	4,00	0,22	1,00	74	37	37
5	UO	1	-1,421e+05	-1,421e+05							
6	I	2	-1,282e+05	-1,343e+05							
7	I	77	-1,343e+05	-1,343e+05							
8	I	2	-1,282e+05	-1,343e+05							
9	UO	53	2,350e+05	1,657e+04	0,07	0,56	0,83	0,93	49		
10	I	2	2,111e+04	2,111e+04	1,00	4,00	0,00	1,00	2	1	1
11	UO	53	2,350e+05	1,657e+04	0,07	0,56	0,83	0,93	49		
12	I	2	2,111e+04	2,111e+04	1,00	4,00	0,00	1,00	2	1	1

Efektivní vlastnosti						
Efektivní plocha	A _{eff}	1,2018e-03	m ²			
Efektivní moment setrvačnosti	I _{eff,y}	1,1332e-06	m ⁴	I _{eff,z}	6,7600e-07	m ⁴
Efektivní modul průřezu	W _{eff,y}	2,7793e-05	m ³	W _{eff,z}	1,1609e-05	m ³
Posun těžiště	e _{N,y}	0	mm	e _{N,z}	2	mm

Posudek na tlak
Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

Efektivní průřezová plocha	A _{eff}	1,2018e-03	m ²
Tlaková únosnost	N _{c,Rd}	282,42	kN
Jedn. posudek		0,04	-

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,2018 \cdot 10^{-3} [m^2] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 282,42 [kN]$$

(EC3-1-1: 6.11)

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c,Rd}} = \frac{|-11,75 [kN]|}{282,42 [kN]} = 0,04 \leq 1,00$$

(EC3-1-1: 6.9)

Posudek ohybového momentu pro Mz

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.15)

Efektivní modul průřezu	$W_{eff,z,min}$	1,1609e-05	m ³
Ohybový moment	$M_{c,z,Rd}$	2,73	kNm
Jedn. posudek		0,56	-

$$M_{c,z,Rd} = \frac{W_{eff,z,min} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,1609 \cdot 10^{-5} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{1,00} = 2,73 [kNm]$$

(EC3-1-1: 6.15)

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|M_{z,total,Ed}|}{M_{c,z,Rd}} = \frac{|-1,53 [kNm]|}{2,73 [kNm]} = 0,56 \leq 1,00$$

(EC3-1-1: 6.12)

Posudek smyku pro Vy

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

Součinitel smykové korekce	η	1,20	
Smyk. plocha	A_v	5,6092e-04	m ²
Plastická smyková únosnost pro Vy	$V_{pl,y,Rd}$	76,10	kN
Jedn. posudek		0,02	-

$$V_{pl,y,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{5,6092 \cdot 10^{-4} [m^2] \times \frac{235,0 [MPa]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 76,10 [kN]$$

(EC3-1-1: 6.18)

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|V_{y,Ed}|}{V_{c,y,Rd}} = \frac{|1,50 [kN]|}{76,10 [kN]} = 0,02 \leq 1,00$$

(EC3-1-1: 6.17)

Poznámka: Z průřezových charakteristik není získána žádná smyková plocha.

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.9.3 a rovnice (6.43)

Efektivní vlastnosti			
Efektivní průřezová plocha	A_{eff}	1,2018e-03	m ²
Posun těžiště ve směru osy y	$e_{N,y}$	0	mm
Posun těžiště ve směru osy z	$e_{N,z}$	2	mm
Efektivní modul průřezu	$W_{eff,y}$	2,7793e-05	m ³
Efektivní modul průřezu	$W_{eff,z}$	1,1609e-05	m ³

Normálová napětí			
Normálové napětí od normálové síly N	$\sigma_{N,Ed}$	9,8	MPa
Normálové napětí od ohybového momentu My	$\sigma_{My,Ed}$	0,0	MPa
Normálové napětí od ohybového momentu Mz	$\sigma_{Mz,Ed}$	131,4	MPa
Celkové podélné napětí	$\sigma_{tot,Ed}$	141,2	MPa
Jedn. posudek		0,60	-

$$\sigma_{N,Ed} = \frac{|N_{Ed}|}{A_{eff}} = \frac{|-11,75 [kN]|}{1,2018 \cdot 10^{-3} [m^2]} = 9,8 [MPa]$$

$$\sigma_{My,Ed} = \frac{|M_{y,Ed}|}{W_{eff,y}} = \frac{|0,00 [kNm]|}{2,7793 \cdot 10^{-5} [m^3]} = 0,0 [MPa]$$

$$\sigma_{Mz,Ed} = \frac{|M_{z,Ed}|}{W_{eff,z}} = \frac{|-1,53 [kNm]|}{1,1609 \cdot 10^{-5} [m^3]} = 131,4 [MPa]$$

$$\sigma_{tot,Ed} = \sigma_{N,Ed} + \sigma_{My,Ed} + \sigma_{Mz,Ed} = 9,8 [MPa] + 0,0 [MPa] + 131,4 [MPa] = 141,2 [MPa]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{\frac{|\sigma_{tot,Ed}|}{f_y}}{\gamma_{M0}} = \frac{\frac{|141,2 [MPa]|}{235,0 [MPa]}}{1,00} = 0,60 \leq 1,00$$

(EC3-1-1: 6.43)

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

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

Klasifikace pro návrh dílce na vzpěr

Rozhodující poloha pro klasifikaci stability: 0,000 m

Klasifikace podle EN 1993-1-1 článku 5.5.2

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

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
1	UO	1	3	-5,947e+04	-5,947e+04								
2	I	37	3	-5,646e+04	1,783e+04	-3,17		0,24	12,33	149,99	172,91	459,66	1
3	I	37	3	-5,646e+04	1,783e+04	-3,17		0,24	12,33	149,99	172,91	459,66	1
4	I	74	6	1,783e+04	1,783e+04	1,00		1,00	12,33	28,00	34,00	38,00	1
5	UO	1	3	-5,947e+04	-5,947e+04								
6	I	2	3	-5,646e+04	-5,947e+04								
7	I	77	3	-5,947e+04	-5,947e+04								
8	I	2	3	-5,646e+04	-5,947e+04								
9	UO	53	3	1,783e+04	1,242e+05	0,14	0,54	1,00	17,67	9,00	10,00	15,45	4
10	I	2	6	1,783e+04	1,783e+04	1,00		1,00	0,25	28,00	34,00	38,00	1

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ ₁ [kN/m²]	σ ₂ [kN/m²]	Ψ [-]	k _σ [-]	α [-]	c/t [-]	Třída 1 limit [-]	Třída 2 limit [-]	Třída 3 limit [-]	Třída
11	UO	53	3	1,783e+04	1,242e+05	0,14	0,54	1,00	17,67	9,00	10,00	15,45	4
12	I	2	6	1,783e+04	1,783e+04	1,00		1,00	0,25	28,00	34,00	38,00	1

Poznámka: Limity klasifikace byly nastaveny podle Semi-Comp+.
 Průřez je klasifikován třídou 4

Posudek rovinného vzpěru

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

Parametry vzpěru		yy	zz	
Typ posuvných styčníků		posuvné	posuvné	
Systémová délka	L	2,500	2,500	m
Součinitel vzpěru	k	1,00	2,00	
Vzpěrná délka	l _{cr}	2,500	5,006	m
Kritické Eulerovo zatížení	N _{cr}	375,20	60,92	kN
Štíhlost	λ	82,23	204,07	
Poměrná štíhlost	λ _{rel}	0,87	2,15	
Mezní štíhlost	λ _{rel,0}	0,20	0,20	
Vzpěr. křivka		b	b	
Imperfekce	α	0,34	0,34	
Redukční součinitel	χ	0,68	0,18	
Únosnost na vzpěr	N _{b,Rd}	192,60	51,83	kN

Posudek rovinného vzpěru			
Efektivní průřezová plocha	A _{eff}	1,2018e-03	m²
Únosnost na vzpěr	N _{b,Rd}	51,83	kN
Jedn. posudek		0,23	-

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 1,1314 \cdot 10^{-6}[m^4]}{2,500[m]^2} = 375,20[kN]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 7,3654 \cdot 10^{-7}[m^4]}{5,006[m]^2} = 60,92[kN]$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{2,500[m]}{30[mm]} = 82,23$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{5,006[m]}{25[mm]} = 204,07$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y \times \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{82,23 \times \sqrt{\frac{1,2018 \cdot 10^{-3}[m^2]}{1,2240 \cdot 10^{-3}[m^2]}}}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 0,87 \tag{EC3-1-1: 6.51}$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z \times \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{204,07 \times \sqrt{\frac{1,2018 \cdot 10^{-3}[m^2]}{1,2240 \cdot 10^{-3}[m^2]}}}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 2,15 \tag{EC3-1-1: 6.51}$$

$$\varphi_y = 0,5 \times [1 + \alpha_y \times (\lambda_{rel,y} - \lambda_{rel,y,0}) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,87 - 0,20) + 0,87^2] = 0,99$$

$$\varphi_z = 0,5 \times [1 + \alpha_z \times (\lambda_{rel,z} - \lambda_{rel,z,0}) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (2,15 - 0,20) + 2,15^2] = 3,15$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\varphi_y + \sqrt{\varphi_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,y}^2}, 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,99 + \sqrt{0,99^2 - 0,87^2}}, \frac{1}{0,87^2}, 1 \right) = \min (0,68, 1, 33, 1) = 0,68 \tag{EC3-1-1: 6.49}$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\varphi_z + \sqrt{\varphi_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,z}^2}, 1 \right) = \min \left(\frac{1}{3,15 + \sqrt{3,15^2 - 2,15^2}}, \frac{1}{2,15^2}, 1 \right) = \min (0,18, 0,22, 1) = 0,18 \tag{EC3-1-1: 6.49}$$

$$N_{b,y,Rd} = \frac{\chi_y \times A_{eff} \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,68 \times 1,2018 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 192,60[kN] \tag{EC3-1-1: 6.48}$$

$$N_{b,z,Rd} = \frac{\chi_z \times A_{eff} \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,18 \times 1,2018 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 51,83[kN] \tag{EC3-1-1: 6.48}$$

$$N_{b,Rd} = \min (N_{b,y,Rd}, N_{b,z,Rd}) = \min (192,60[kN], 51,83[kN]) = 51,83[kN]$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|-11,75[kN]|}{51,83[kN]} = \mathbf{0,23 \leq 1,00} \tag{EC3-1-1: 6.46}$$

Posudek prostorového vzpěru

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

Vzpěrná délka na prostorový vzpěr	l_{cr}	2,500	m
Pružné kritické zatížení	$N_{cr,T}$	23411,81	kN
Pružné kritické zatížení	$N_{cr,TF}$	60,92	kN
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,T}$	2,15	
Mezní štíhlost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	
Vzpěr. křivka		b	
Imperfekce	α	0,34	
Redukční součinitel	χ	0,18	
Efektivní průřezová plocha	A_{eff}	1,2018e-03	m ²
Únosnost na vzpěr	$N_{b,Rd}$	51,83	kN
Jedn. posudek		0,23	-

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \times \left(G \times I_t + \frac{\pi^2 \times E \times I_w}{l_{cr}^2} \right) = \frac{1}{44[mm]^2} \times \left(80769,2[MPa] \times 5,5575 \cdot 10^{-7}[m^4] + \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 3,6674 \cdot 10^{-10}[m^6]}{2,500[m]^2} \right)$$

$$= 23411,81[kN]$$

$$N_{cr,TF} = 60,92[kN]$$

$$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{A \times f_y}{N_{cr}}} \times \sqrt{\frac{A_{eff}}{A}} = \sqrt{\frac{1,2240 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa]}{60,92[kN]}} \times \sqrt{\frac{1,2018 \cdot 10^{-3}[m^2]}{1,2240 \cdot 10^{-3}[m^2]}} = 2,15$$

$$\chi = \min \left(\frac{1}{\varphi + \sqrt{\varphi^2 - \lambda_{rel,T}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,T}^2}, 1 \right) = \min \left(\frac{1}{3,15 + \sqrt{3,15^2 - 2,15^2}}, \frac{1}{2,15^2}, 1 \right) = \min (0,18, 0,22, 1) = 0,18$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \times A_{eff} \times f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,18 \times 1,2018 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 51,83[kN] \tag{EC3-1-1: 6.47}$$

$$\text{Jedn. posudek} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|-11,75[kN]|}{51,83[kN]} = \mathbf{0,23 \leq 1,00} \tag{EC3-1-1: 6.46}$$

Posudek ohybu a osového tlaku

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

Parametry pro posudek ohybu a osového tlaku			
Interakční metoda		alternativní metoda 2	
Efektivní průřezová plocha	A_{eff}	1,2018e-03	m ²
Efektivní modul průřezu	$W_{eff,z}$	1,1609e-05	m ³
Návrhová tlaková síla	N_{Ed}	11,75	kN
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
Návrhový ohybový moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	-1,50	kNm
Přídavný moment	$\Delta M_{y,Ed}$	0,00	kNm
Přídavný moment	$\Delta M_{z,Ed}$	-0,03	kNm
Charakteristická tlaková únosnost	N_{Rk}	282,42	kN
Charakteristická momentová únosnost	$M_{z,Rk}$	2,73	kNm
Redukční součinitel	χ_y	0,68	
Redukční součinitel	χ_z	0,18	
Redukční součinitel	χ_{LT}	1,00	
Interakční součinitel	k_{yz}	1,02	
Interakční součinitel	k_{zz}	1,02	

Maximální moment $M_{y,Ed}$ je odvozen z nosníku B1 pozice 0,000 m.

Maximální moment $M_{z,Ed}$ je odvozen z nosníku B1 pozice 0,000 m.

Parametry interakční metody 2		
Posuvnost styčníků z		posuvné
Součinitel ekvivalentního momentu	C_{mz}	0,90

$$\text{Posudek (6.61)} = 0,06 + 0,00 + 0,57 = 0,63 -$$

$$\text{Posudek (6.62)} = 0,23 + 0,00 + 0,57 = 0,80 -$$

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

$$N_{Rk} = A_{eff} \times f_y = 1,2018 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa] = 282,42[kN]$$

$$M_{z,Rk} = W_{eff,z} \times f_y = 1,1609 \cdot 10^{-5}[m^3] \times 235,0[MPa] = 2,73[kNm]$$

$$k_{yz} = k_{zz} = 1,02$$

$$k_{zz} = \min \left[C_{mz} \times \left(1 + 0,6 \times \lambda_{rel,z} \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right), C_{mz} \times \left(1 + 0,6 \times \frac{N_{Ed}}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right]$$

$$= \min \left[0,90 \times \left(1 + 0,6 \times 2,15 \times \frac{11,75[kN]}{0,18 \times \frac{282,42[kN]}{1,00}} \right), 0,90 \times \left(1 + 0,6 \times \frac{11,75[kN]}{0,18 \times \frac{282,42[kN]}{1,00}} \right) \right] = \min [1,16, 1,02] = 1,02$$

$$\begin{aligned}
\text{Posudek (6.61)} &= \frac{|N_{Ed}|}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \\
&= \frac{|11,75[\text{kN}]|}{0,68 \times \frac{282,42[\text{kN}]}{1,00}} + 0,93 \times \frac{|0,00[\text{kNm}]| + |0,00[\text{kNm}]|}{1,00 \times \frac{6,53[\text{kNm}]}{1,00}} + 1,02 \times \frac{|-1,50[\text{kNm}]| + |-0,03[\text{kNm}]|}{\frac{2,73[\text{kNm}]}{1,00}} = \mathbf{0,63 \leq 1,00}
\end{aligned}$$

(EC3-1-1: 6.61)

$$\begin{aligned}
\text{Posudek (6.62)} &= \frac{|N_{Ed}|}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \\
&= \frac{|11,75[\text{kN}]|}{0,18 \times \frac{282,42[\text{kN}]}{1,00}} + 0,98 \times \frac{|0,00[\text{kNm}]| + |0,00[\text{kNm}]|}{1,00 \times \frac{6,53[\text{kNm}]}{1,00}} + 1,02 \times \frac{|-1,50[\text{kNm}]| + |-0,03[\text{kNm}]|}{\frac{2,73[\text{kNm}]}{1,00}} = \mathbf{0,80 \leq 1,00}
\end{aligned}$$

(EC3-1-1: 6.62)

$$\text{Jedn. posudek} = \max(\text{Posudek (6.61)}, \text{Posudek (6.62)}) = \max(0,63, 0,80) = \mathbf{0,80 \leq 1,00}$$

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.