



Spolufinancováno Evropskou unií

Nástroj pro propojení Evropy

Projekt stavby DSP+PDPS „Modernizace trati Plzeň - Domažlice - st. hranice SRN, 1. stavba, nová trať Plzeň (mimo) - Stod (včetně)“ je spolufinancovaná EU z programu Nástroj pro propojení Evropy (CEF).
Za tuto publikaci odpovídá pouze její autor. Evropská unie nenese odpovědnost za jakékoli využití informací v ní obsažených.


Paré:




Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
000	30.09.2024	Čistopis DUSP po připomínkách	Ing. Jan Červenka

Stavebník / investor:	Správa železnic, státní organizace	
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1	
Zástupce investora:	Stavební správa západ	
Adresa:	Ke Štvanici 656/3, 186 00, Praha 8	

Zhotovitel díla:	Společnost „SP + SEU_Plzeň - Stod_DSP, PDPS“, správce SUDOP PRAHA a.s.		
Adresa:	Olšanská 1a, 130 00 Praha 3		
Kontakt:	T: +420 605 229 020 E: praha@sudop.cz		
Zhotovitel části / objektu:	Atelier 4, s.r.o.		
Adresa:	Březová 1724/29, 466 02 Jablonec nad Nisou		
Kontakt:	T: +420 483 311 561 E: info@atelier4.cz		
Hlavní projektant (HIP):	Ing. Petr Mahdal	Specialista:	Ing. Petr Cupal

Název stavby / akce:	Modernizace trati Plzeň - Domažlice - st. hranice SRN, 1. stavba, nová trať Plzeň (mimo) - Stod (včetně) TNS Skvrňany		Označení (S-kód):	S631500859
			Zakázka:	21-001.201
Název části:	Kabelovody, kolektory		Označení části:	D.2.1.9
Název objektu:	TNS Plzeň Skvrňany, ochrana kabelu 110 kV		Číslo objektu / komplexu:	SO 1-44-01
Název přílohy:	STATICKÉ POSOUZENÍ		Číslo přílohy:	3 . 001
Název dílčí části přílohy:			Stupeň dokumentace:	DUSP
Odpovědný projektant:	Zpracovatel přílohy:	Měřítko:	Smluvní datum zpracování:	
Ing. Jan Červenka	Ing. Petr Cupal	Formáty: 15 x A4		
Kraj:	Katastrální území:	TUDU:	30.11.2024	
Plzeňský	viz textová část	viz textová část		
S-kód:	Stupeň dokumentace:	Část:	Objekt:	Podobjekt:
S 6 3 1 5 0 0 8 5 9	D U S P	D 2 1 0 9	S O 0 1 4 4 0 1	X X
				3 0 0 1 0 0 0

OBSAH:

1. STAVEBNÍ ŠACHTA Š21.....	3
1.1. OHLUBŇOVÝ RÁM Š21	3
1.1.1. Konstrukce a materiál.....	3
1.1.2. Zatížení.....	4
1.1.3. Statický model.....	4
1.1.4. Posouzení konstrukce.....	5
1.2. VODOROVNÝ RÁM Š21.....	6
1.2.1. Konstrukce a materiál.....	6
1.2.2. Statický model.....	6
1.2.3. Zatížení.....	7
1.2.4. Posouzení konstrukce.....	8
2. STAVEBNÍ ŠACHTA Š22.....	10
2.1. OHLUBŇOVÝ RÁM Š21	10
2.1.1. Konstrukce a materiál.....	10
2.1.2. Zatížení.....	11
2.1.3. Statický model.....	11
2.1.4. Posouzení konstrukce.....	11
2.2. VODOROVNÉ RÁMY Š22	12
2.2.1. Konstrukce a materiál.....	12
2.2.2. Statický model.....	13
2.2.3. Zatížení.....	13
2.2.4. Posouzení konstrukce.....	13
3. ZÁVĚR	15

1. STAVEBNÍ ŠACHTA Š21

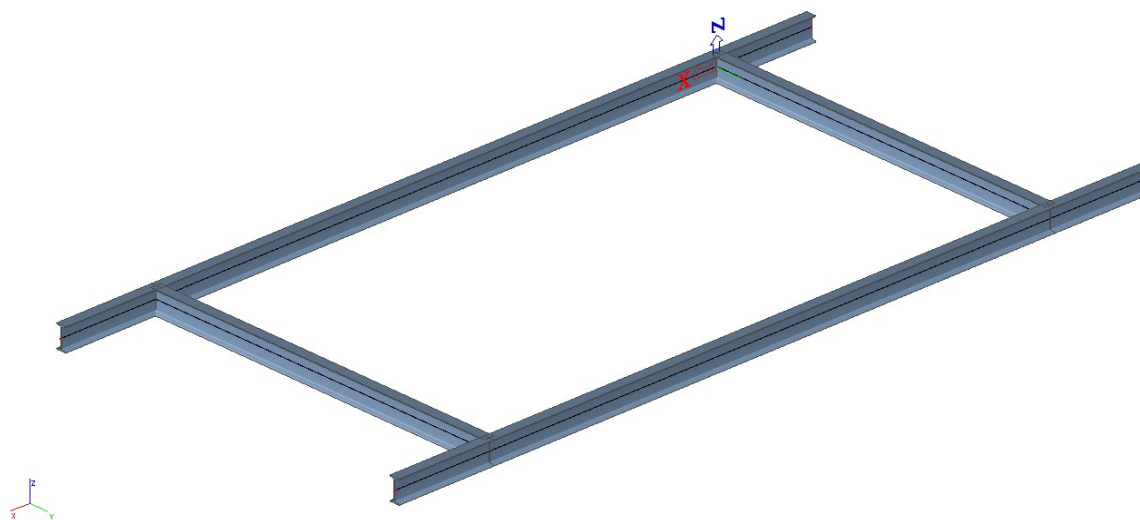
Výrub šachty 5,5 x 3,5 m, hloubky 5,75 m, viz výkres 2.011. Posuzuje se nejhlubší ze startovacích šachet.

1.1. OHLUBŇOVÝ RÁM Š21

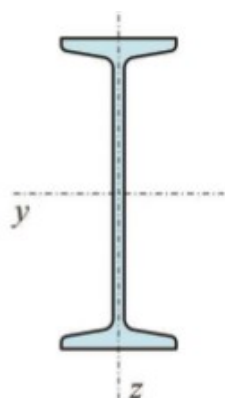
1.1.1. Konstrukce a materiál

Ohlubňový rám z IPN 200, ocel 11 500, $f_y = 235 \text{ MPa}$

Rám bude osazen do vodorovné polohy a jeho části svařeny obvodovým koutovým svarem tl. 8 mm. Zatížen je závěsy s uloženými vodorovnými rámy a bodovým přetížením žebříkem.



Obrázek 1. 3D model ohlubňového rámu



Název profilu	A [mm ²]	W_y [mm ³]	$W_{pl,y}$ [mm ³]	I_y [mm ⁴]	i_y [mm]
IPN 80	757	$1,950 \cdot 10^4$	$2,280 \cdot 10^4$	$7,780 \cdot 10^5$	32,0
IPN 100	1060	$3,420 \cdot 10^4$	$3,980 \cdot 10^4$	$1,710 \cdot 10^6$	40,1
IPN 120	1420	$5,470 \cdot 10^4$	$6,360 \cdot 10^4$	$3,280 \cdot 10^6$	48,1
IPN 140	1830	$8,190 \cdot 10^4$	$9,540 \cdot 10^4$	$5,730 \cdot 10^6$	56,1
IPN 160	2280	$1,170 \cdot 10^5$	$1,360 \cdot 10^5$	$9,350 \cdot 10^6$	64,0
IPN 180	2790	$1,610 \cdot 10^5$	$1,870 \cdot 10^5$	$1,450 \cdot 10^7$	72,0
IPN 200	3340	$2,140 \cdot 10^5$	$2,500 \cdot 10^5$	$2,140 \cdot 10^7$	80,0
IPN 220	3950	$2,780 \cdot 10^5$	$3,240 \cdot 10^5$	$3,060 \cdot 10^7$	88,0
IPN 240	4610	$3,540 \cdot 10^5$	$4,120 \cdot 10^5$	$4,250 \cdot 10^7$	95,9

1.1.2. Zatížení

Předpokládá se, že ohlubňový rám, s přihlédnutím k aktivaci klínování k hornině, přenáší v souhrnu maximálně hmotnost tří vodorovných rámu. Koncová ramena rámu jsou v celé délce uložena na únosném podkladu.

Hmotnost ocelové výztuže 1 postupu: $m = 530 \text{ kg}$

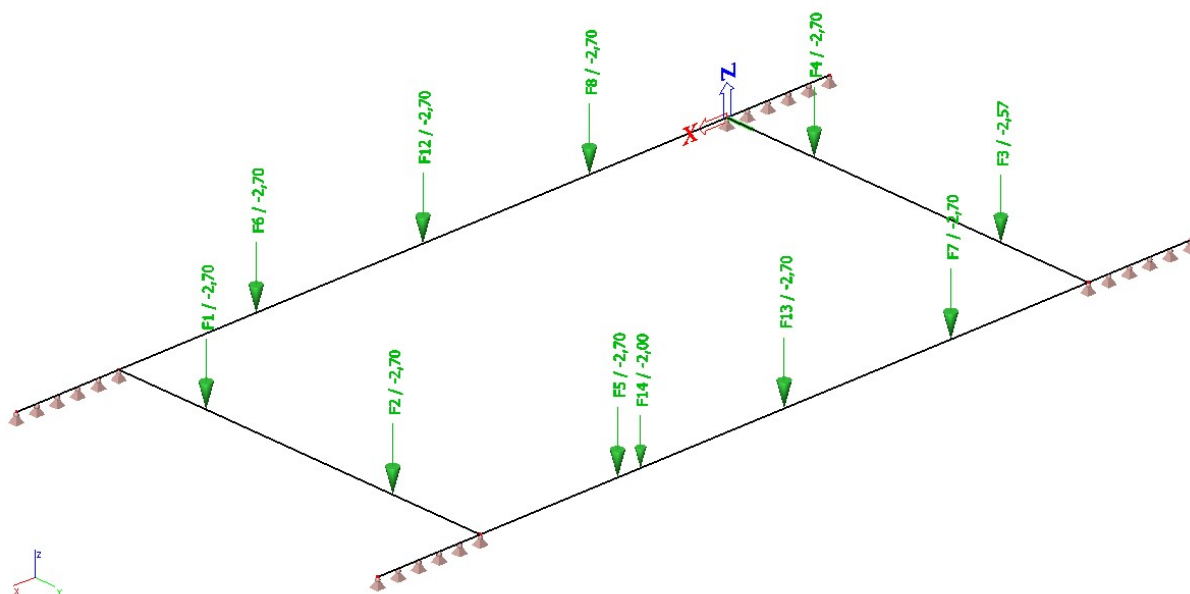
Uvažované zatížení: $Q_d = q_n \cdot \psi = (3 \cdot 530 \cdot 10) \cdot 1,3 = 20,7 \text{ kN}$

Lokální zatížení na závěsech: $Q_{di} = 20,7 / 10 = 2,7 \text{ kN}$

Lokální přetížení žebříkem s pracovníkem $Q_d = 2,0 \text{ kN}$

1.1.3. Statický model

- 3D – rovina x, y, z
- ve směru x, y (3D) bez zatížení
- liniové podepření konců rámu, boční posun vyloučen obetonávkou



Obrázek 2. Statický model a zatížení ohlubňového rámu [kN]

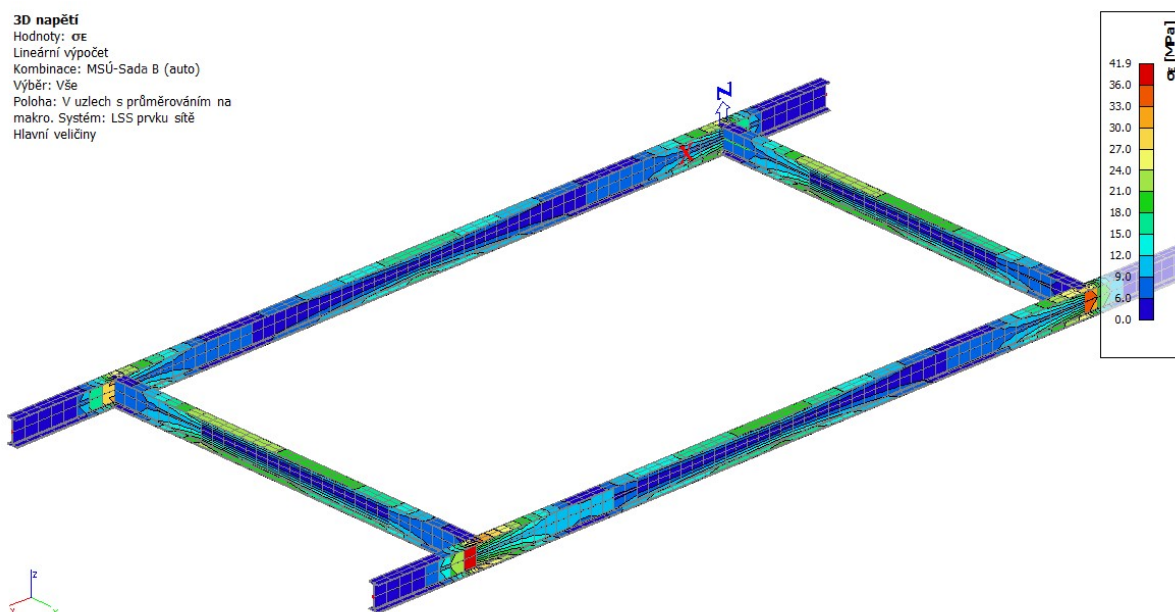
1.1.4. Posouzení konstrukce

PODMÍNKY PLASTICITY VON MISES

- celkové napětí (normálové + smykové) nesmí přesáhnout napětí dovolené, tj. mez kluzu oceli E235

$$\sigma_{\text{von Mises}} = \sqrt{(\sigma^2_{\text{normal}} + 3 \cdot \tau^2_{\text{smyk}})} < 295 \text{ MPa} = f_y$$

Nejvyššího napětí ve 3D na rámu je dosaženo při lineárním výpočtu mezního stupně únosnosti dle normové sady B a to 41,1 MPa.



Obrázek 3. Celkové napětí σ_E "von Mises" na ohlubňovém rámu [MPa]

Lineární výpočet
 Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě
 Hlavní veličiny

Výsledky na 1D dílcích

Extrém 1D: Globální

Jméno	dx [m]	Vlákno	Stav	σ_E [MPa]	σ_1 [MPa]	σ_2 [MPa]	T_{xy} / T_{xs} [MPa]	T_{xz} / T_{ys} [MPa]
B6	0,895	3	MSÚ-Sada B (auto)/1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B4	0,895	12	MSÚ-Sada B (auto)/2	41,9	37,1	-8,5	0,0	-17,7

Jméno	Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto)/1	ZS1
MSÚ-Sada B (auto)/2	1.35*ZS1

41,9 MPa < 235 MPa → ohlubňový rám vyhovuje

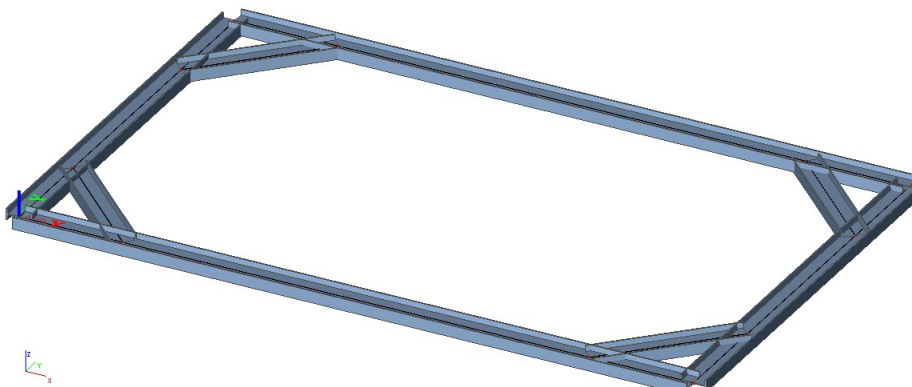
1.2. VODOROVNÝ RÁM Š21

1.2.1. Konstrukce a materiál

Osový rozměr rámu: 5,2 x 3,2 m

Válcovaný profil IPN 200, ocel S235 (11 375), $f_y=235$ MPa

Obdélníkový rám s rohovými výztuhami. Spojení jednotlivých dílů rámu jsou navrženy celoobvodovým koutovým svarem $a = \min. 8$ mm. Vzdálenosti jednotlivých ráků jsou do 0,9 m, viz výkres šachty.



Obrázek 4. 3D model vodorovného rámu

1.2.2. Statický model

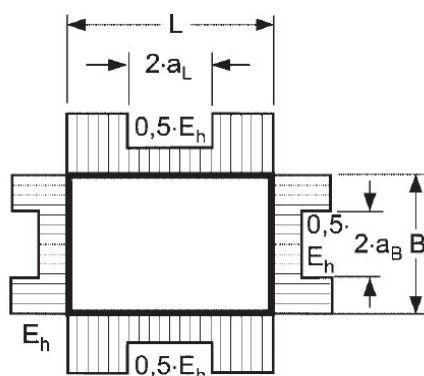
- 3D – rovina x, y, z
- ve směru „z“ bez zatížení
- pružné liniové podepření po obvodu (interakce s okolní horninou)

$$k_{rad} = \frac{E_{def}}{r \cdot (1 + \nu)} = 5,5 / (1,35 \cdot (1 + 0,38)) = 2,95 \text{ MN/m}^2$$

$$k_{tan} = \frac{k_{rad}}{2 \cdot (1 + \nu)} = 2,95 / (2 \cdot (1 + 0,38)) = 1,07 \text{ MN/m}^2$$

- výpočet lineární a nelineární kombinace zatěžovacích stavů

Rozdělení prostorového aktivního zemního tlaku na jednotlivé ráky vychází z předpokladu, že konstrukce ráků umožňuje v rozích menší deformace než uprostřed rozpětí a je tedy možné snížit zatížení o 50 % v předepsané zóně:



$$a_L = \left(0,35 - 0,06 \cdot \frac{H}{L} \right) \cdot H$$

$$a_B = \left(0,35 - 0,06 \cdot \frac{H}{B} \right) \cdot H$$


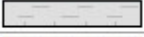
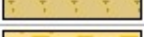
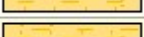

1.2.3. Zatížení

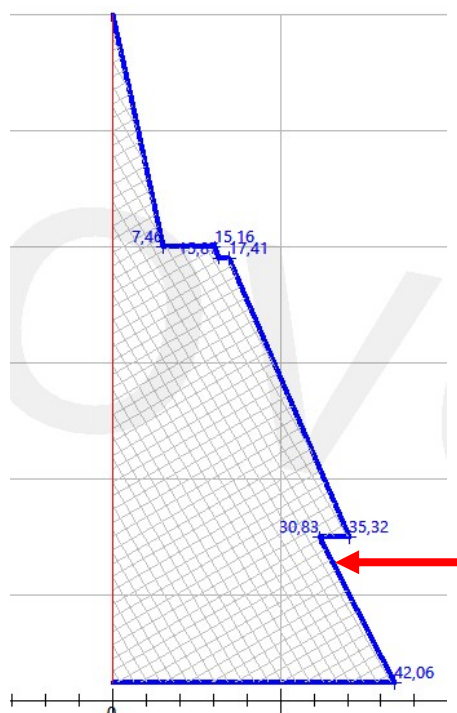
Posuzuje se 6. rám šachty v hloubce 4,8 m. Předpokládá se *zatížení aktivním zemím tlakem včetně přitížení povrchu zvedacím zařízením*. Výpočet byl zpracován v GEO 5 dle EN1997.

Tabulka 1. Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F1, konzistence tuhá		29,00	8,00	19,00	9,00	0,00
2	Třída F4, konzistence tuhá		24,50	14,00	18,50	8,50	0,00
3	Třída S5		27,00	8,00	18,50	8,50	0,00
4	Třída G3, středně uhlá		32,50	0,00	19,00	9,00	0,00

Tabulka 2 . Sled mocností vrstev od povrchu

Číslo	Tloušťka [m]	Přirazená zemina	
1	0,60	Třída F1, konzistence tuhá	
2	1,40	Třída F4, konzistence tuhá	
3	2,50	Třída G3, středně uhlá	
4	1,25	Třída S5	
5		Třída S5	



Obrázek 5 . Aktivní zemní tlak s vyznačením polohy posuzovaného rámu

Návrhový tlak na posuzovaném rámu šachty, rozteč ráků 0,8 m:

$$q_d = q_n \cdot \psi = (33 \cdot 0,8) \cdot 1,3 = 34,3 \text{ kN}$$

Zóna snížení zatížení: $a_L = 1,65 \text{ m}$, $a_B = 1,45 \text{ m}$

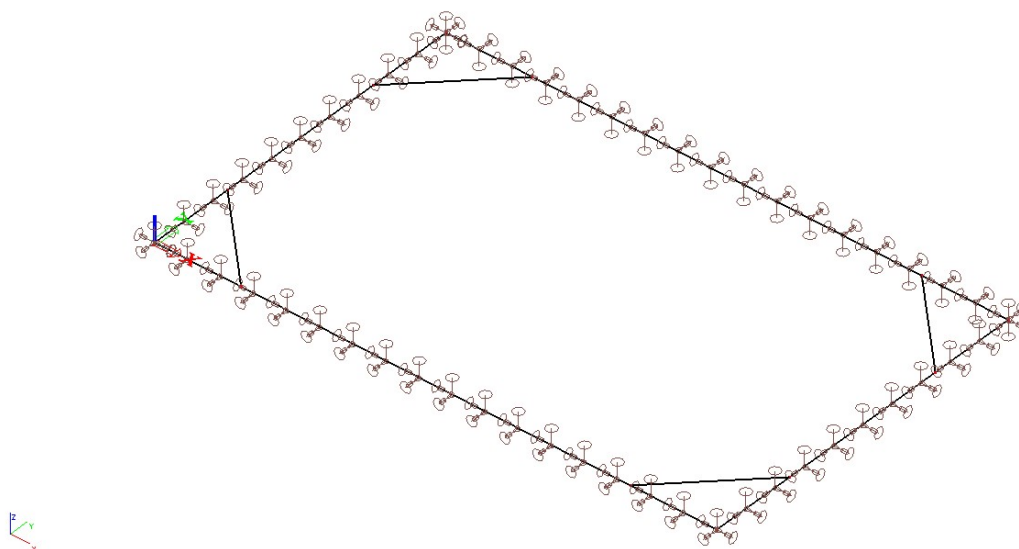
Snížené zatížení $q_{d/2}$: $q_{d/2} = 17,15 \text{ kN}$

1.2.4. Posouzení konstrukce

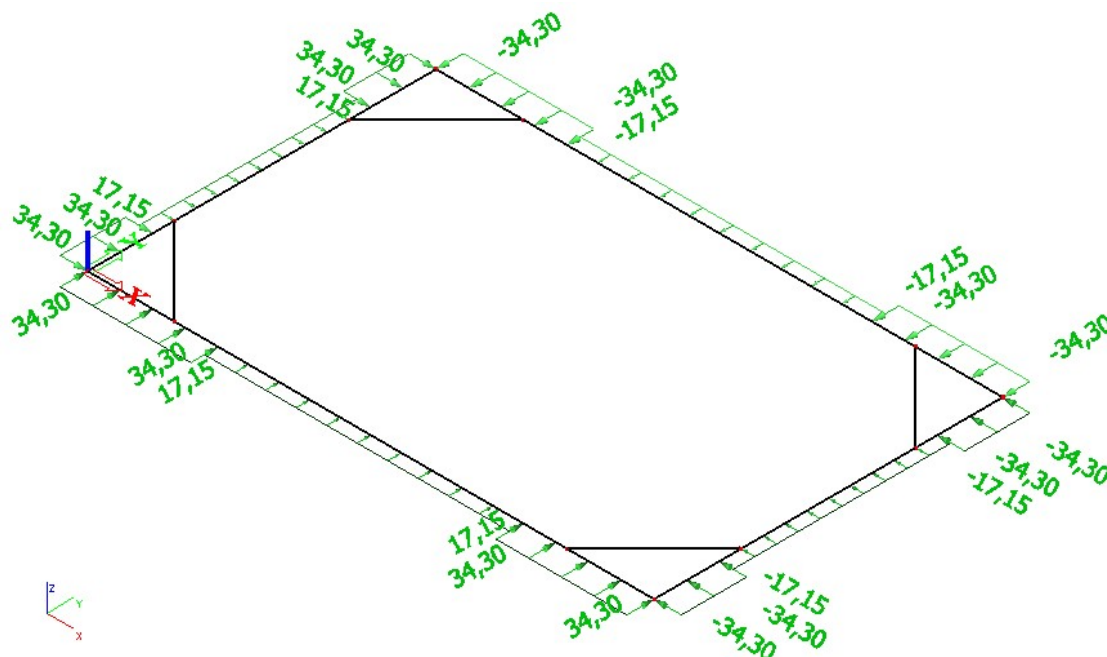
- 3D – rovina x, y, z
- ve směru z (3D) bez zatížení, vybočení vyloučeno podélným ztužením
- pružné liniové podepření po obvodu (interakce s okolní horninou)

PODMÍNKY PLASTICITY VON MISES : celkové napětí (normálové + smykové) nesmí přesáhnout napětí dovolené, tj. mez kluzu oceli S235

$$\sigma_{\text{von Mises}} = \sqrt{(\sigma_{\text{normal}}^2 + 3 \cdot \tau_{\text{smyk}}^2)} < 235 \text{ MPa} = f_y$$



Obrázek 6. Prutový model rámu s liniovým podepřením



Obrázek 7. Zatížení rámu [kN]

3D napětí

Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC1

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě

Hlavní veličiny

Výsledky na 1D dílci

Extrém1D: Globální

Jméno	dx [m]	Vlákno	Stav	σ_E [MPa]	σ_1 [MPa]	σ_2 [MPa]	τ_{xy} / τ_{xs} [MPa]	τ_{xz} / τ_{ys} [MPa]
B56	0,617-	15	NC1	0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0
B42	0,800+	2	NC1	140,5	0,0	-140,5	0,0	2,5

3D napětí

Hodnoty: σ_E

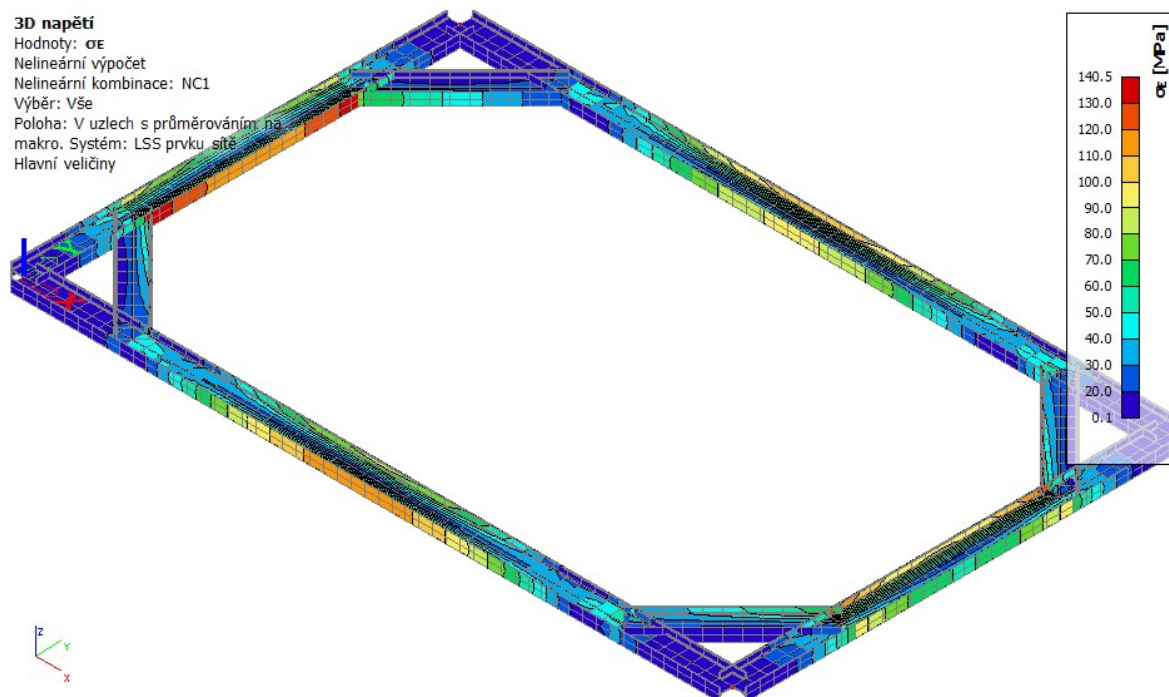
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC1

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě

Hlavní veličiny



Obrázek 8. Celkové napětí σ_E "von Mises" na ohlubňovém rámu [MPa]

140,5 MPa < 235 MPa → rám vyhovuje

2. STAVEBNÍ ŠACHTA Š22

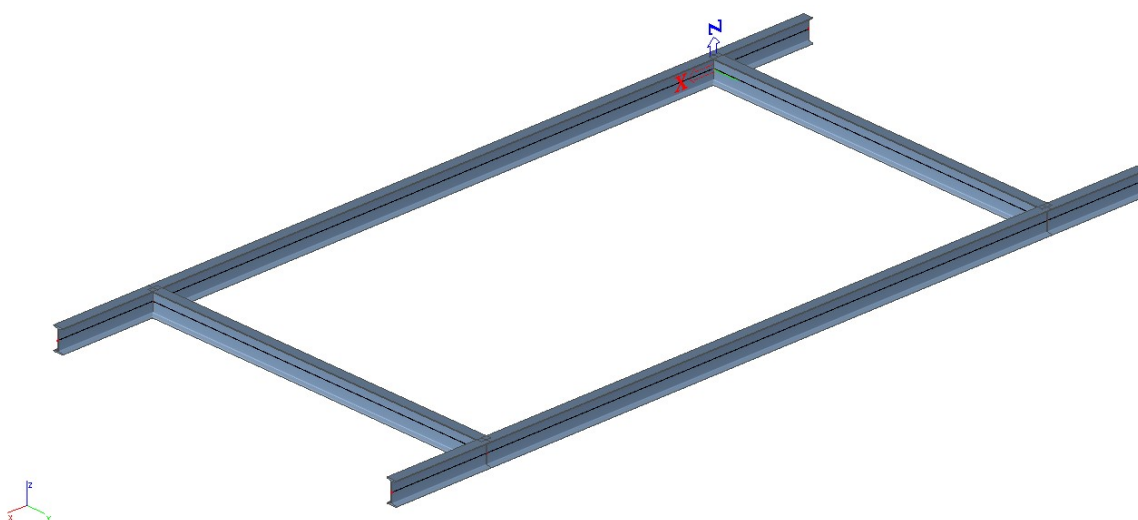
Výrub šachty 3,5 x 3,0 m, hloubky 5,37 m, viz výkres 2.012. Posuzuje se nejhlubší z cílových šachet.

2.1. OHLUBŇOVÝ RÁM Š21

2.1.1. Konstrukce a materiál

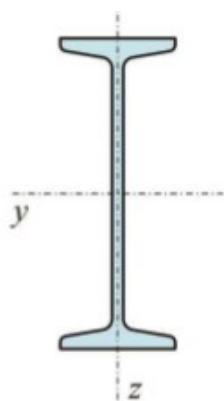
Ohlubňový rám z IPN 180, ocel 11 500, $f_y = 235 \text{ MPa}$

Rám bude osazen do vodorovné polohy a jeho části svařeny obvodovým koutovým svarem tl. 8 mm. Zatížen je závěsy s uloženými vodorovnými rámy a bodovým přetížením žebříkem.



Obrázek 9. 3D model ohlubňového rámu

Název profilu	A [mm ²]	W_y [mm ³]	$W_{pl,y}$ [mm ³]	I_y [mm ⁴]	i_y [mm]
IPN 80	757	$1,950 \cdot 10^4$	$2,280 \cdot 10^4$	$7,780 \cdot 10^5$	32,0
IPN 100	1060	$3,420 \cdot 10^4$	$3,980 \cdot 10^4$	$1,710 \cdot 10^6$	40,1
IPN 120	1420	$5,470 \cdot 10^4$	$6,360 \cdot 10^4$	$3,280 \cdot 10^6$	48,1
IPN 140	1830	$8,190 \cdot 10^4$	$9,540 \cdot 10^4$	$5,730 \cdot 10^6$	56,1
IPN 160	2280	$1,170 \cdot 10^5$	$1,360 \cdot 10^5$	$9,350 \cdot 10^6$	64,0
IPN 180	2790	$1,610 \cdot 10^5$	$1,870 \cdot 10^5$	$1,450 \cdot 10^7$	72,0
IPN 200	3340	$2,140 \cdot 10^5$	$2,500 \cdot 10^5$	$2,140 \cdot 10^7$	80,0
IPN 220	3950	$2,780 \cdot 10^5$	$3,240 \cdot 10^5$	$3,060 \cdot 10^7$	88,0
IPN 240	4610	$3,540 \cdot 10^5$	$4,120 \cdot 10^5$	$4,250 \cdot 10^7$	95,9



2.1.2. Zatížení

Viz předchozí šachta Š21.

Hmotnost ocelové výztuže 1 postupu: $m = 334 \text{ kg}$

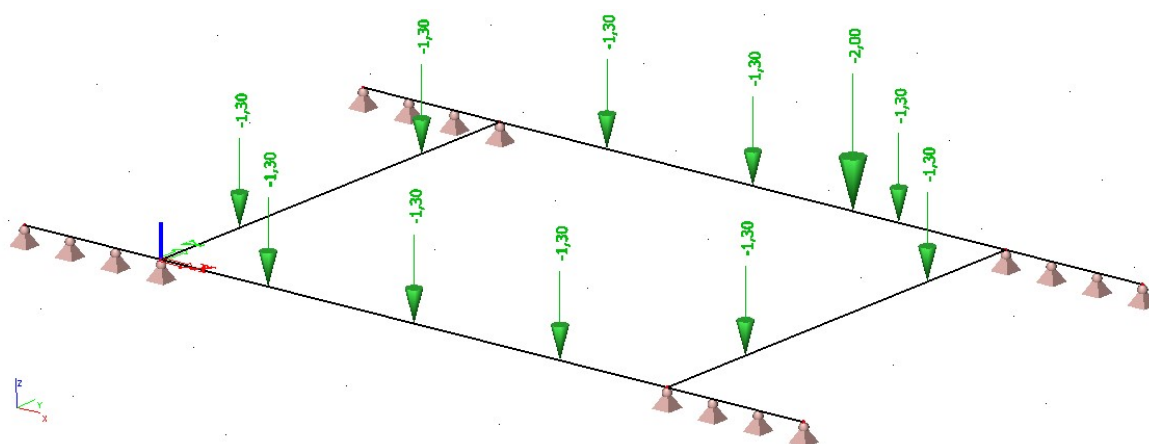
Uvažované zatížení: $Q_d = q_n \cdot \psi = (3 \cdot 334 \cdot 10) \cdot 1,3 = 13,0 \text{ kN}$

Lokální zatížení na závěsech: $Q_{di} = 13,0 / 10 = 1,3 \text{ kN}$

Lokální přitížení žebříkem s pracovníkem $Q_d = 2,0 \text{ kN}$

2.1.3. Statický model

Viz předchozí šachta Š21.

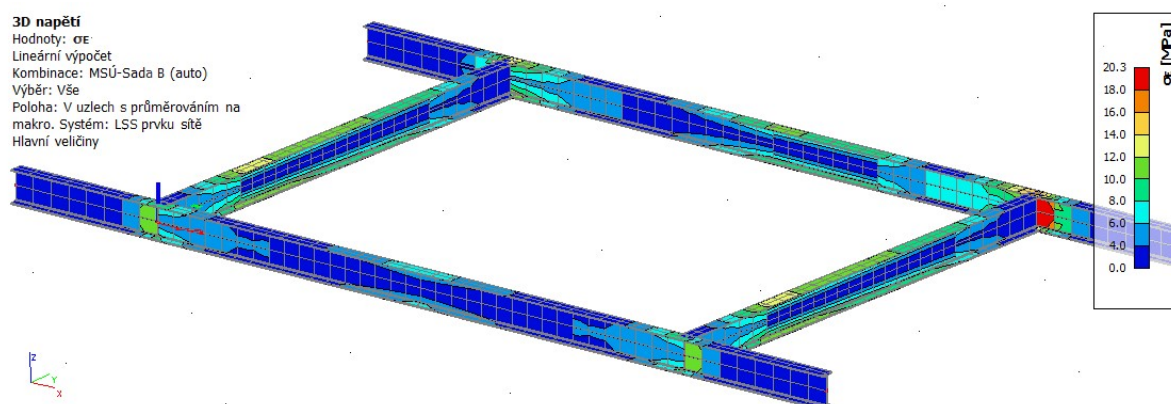


Obrázek 10. Statický model a zatížení ohlubňového rámu [kN]

2.1.4. Posouzení konstrukce

PODMÍNKY PLASTICITY VON MISES

$$\sigma_{\text{von Mises}} = \sqrt{(\sigma_{\text{normal}}^2 + 3 \cdot \tau_{\text{smyk}}^2)} < 235 \text{ MPa} = f_y$$



Obrázek 11. Celkové napětí σ_E "von Mises" na rámu [MPa]

3D napětí

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě

Hlavní veličiny

Výsledky na 1D dílci

Extrém 1D: Globální

Jméno	dx [m]	Vlákno	Stav	σ_E [MPa]	σ_1 [MPa]	σ_2 [MPa]	τ_{xy} / τ_{xs} [MPa]	τ_{xz} / τ_{ys} [MPa]
B6	0,895	19	MSÚ-Sada B (auto)/1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B4	0,895	8	MSÚ-Sada B (auto)/2	20,3	4,0	-18,0	0,0	-8,5

Jméno	Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto)/1	ZS1
MSÚ-Sada B (auto)/2	1.35*ZS1

20,3 MPa < 235 MPa → ohlubňový rám vyhovuje

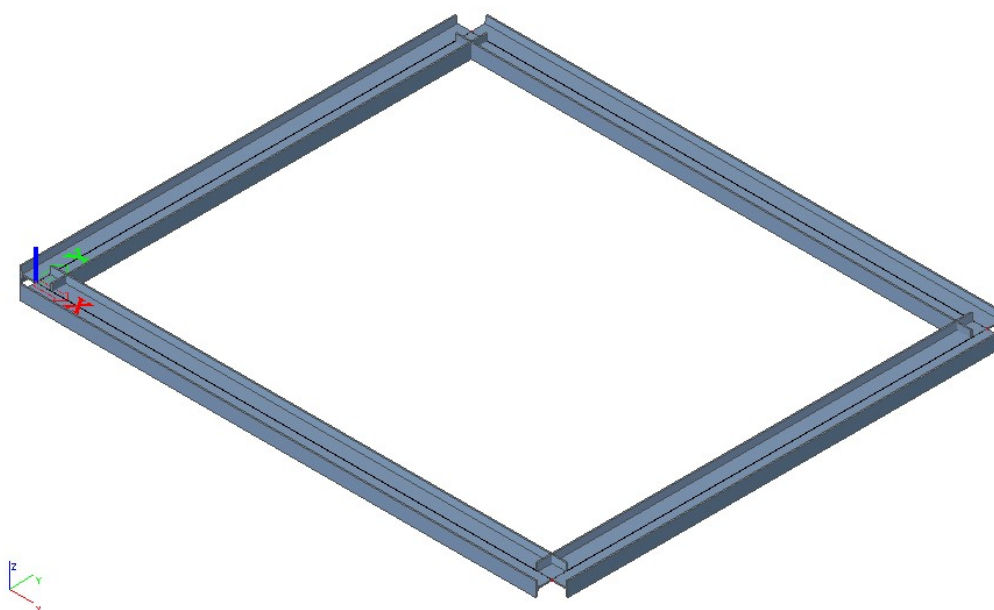
2.2. VODOROVNÉ RÁMY Š22

2.2.1. Konstrukce a materiál

Osový rozměr rámu: 3,2 x 2,7 m

Válcovaný profil profil IPN 180, ocel S235 (11 375), $f_y=235$ MPa

Obdélníkový rám, spojení jednotlivých dílů rámu navrženo celobvodovým koutovým svarem
 $a = \min. 8$ mm. Vzdálenosti jednotlivých ráků jsou do 0,9 m, viz výkres šachty.



Obrázek 12. 3D model vodorovného rámu

2.2.2. Statický model

Viz předchozí šachta Š21.

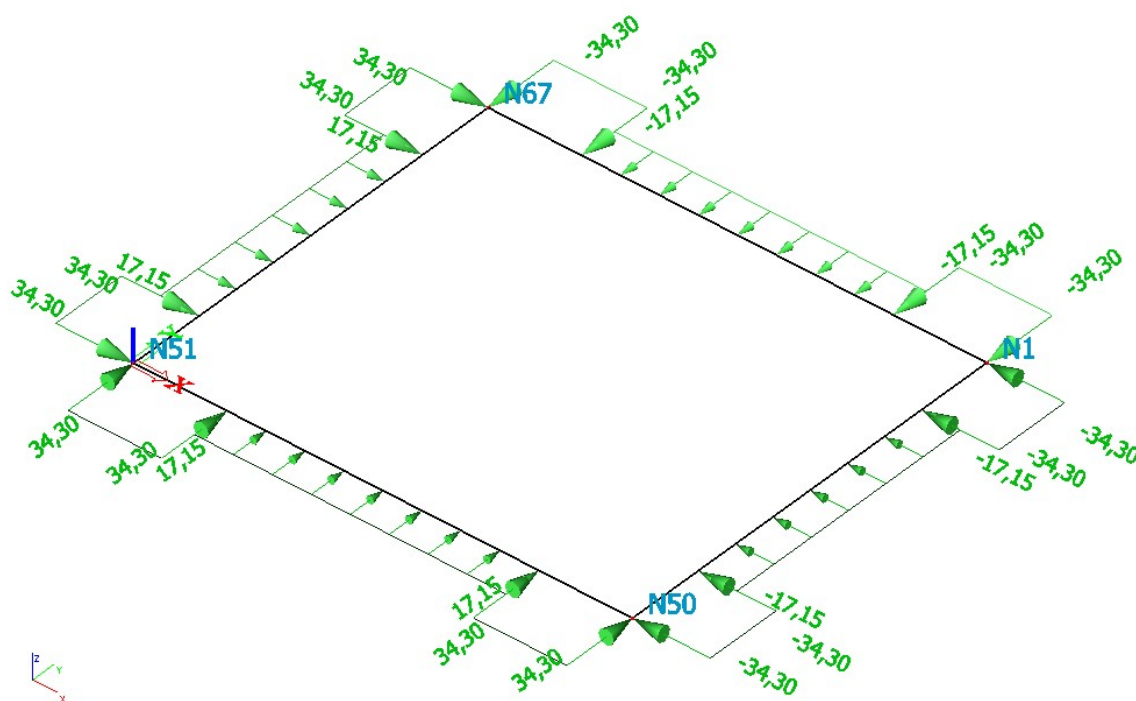
2.2.3. Zatížení

Vzhledem k minimálním rozdílům v hloubce a prostředí se uvažuje s hodnotami Š21.

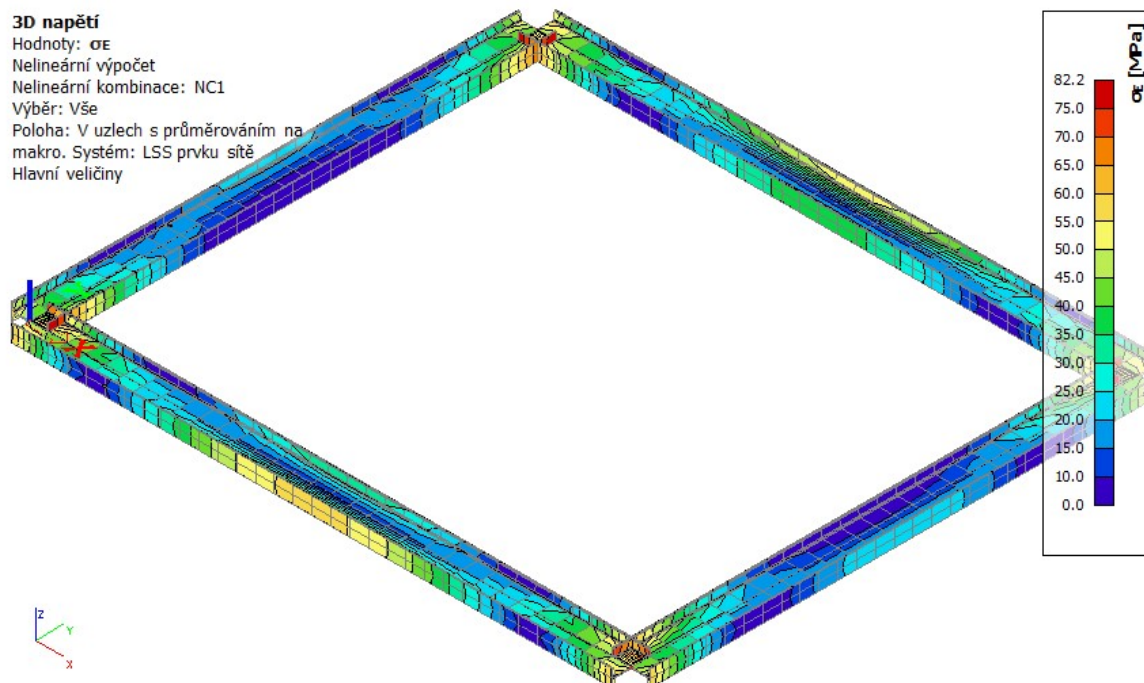
Dochází pouze ke změně rozsahu zóny snížení: $a_L = 1,35$ m, $a_B = 1,30$ m

2.2.4. Posouzení konstrukce

$$\sigma_{\text{von Mises}} = \sqrt{(\sigma_{\text{normal}}^2 + 3 \cdot \tau_{\text{smyk}}^2)} < 235 \text{ MPa} = f_y$$



Obrázek 13. Zatížení rámu [kN]



Obrázek 14. Celkové napětí σ_E "von Mises" na rámu [MPa]

82,2 MPa < 235 MPa → rám vyhovuje

3. ZÁVĚR

Navržená dočasná výztuž šachty vyhovuje předpokládanému zatížení a to s dostatečnou rezervou.

V případě změny (zhoršení) vnějších podmínek je nutné okamžitě informovat báňského projektanta a případně upravit postup výstavby.

Nedílnou součástí pracovního postupu musí být sledování konstrukce dle požadavků uvedených v kapitole geotechnického monitoringu, aby se včas podchytily negativní projevy a učinila vhodná bezpečnostní opatření.