	KIP spol. s r.o. LITOMYŠL INŽENÝRSKÁ A PROJEKTOVÁ ČINNOST TOULOVCOVO NAM. 156, 570 01 LITOMYŠL	VEDOUCÍ ZAKÁZKY Ing. Pavla Vacková	
		ZODP. PROJEKTANT Ing. Martin Herka	
VYPRACOVAL Ing. Martin Herka	MÍSTO STAVBY Česká Třebová		DATUM 03/2021
STUPEŇ Dokumentace pro provedení stavby			ZAK. Č. 3327-61
INVESTOR Město Česká Třebová, Staré náměstí 78, Česká Třebová			Č.PARÉ
STAVBA Česká Třebová - Rozšíření kapacity MŠ U Koupaliště Česká Třebová			
VÝKRES STATICKÉ POSOUZENÍ	MĚŘÍTKO	PROFESE Stavební	Č.VÝKR. D1.2.4

1. Obsah

1. Obsah	1
2. Zadání	2
2.1. Půdorys přístavby objektu MŠ	2
3. Hydrogeologické poměry	2
4. Návrh základové desky	3
4.1. Plochy	3
4.2. Materiály	3
4.3. Plošná podpora	3
4.4. Geologické profily	3
5. Zatížení	4
5.1. Stálé zatížení	4
5.2. Užité zatížení	4
5.3. ZS1 - vlastní tíha desky	5
5.4. ZS2a - stálé zatížení kontejnery	5
5.5. ZS2b - stěny	6
5.6. ZS2c - zařízení	6
5.7. ZS3 - užité zatížení - kategorie C4	7
5.8. ZS4 - sníh	7
6. Zatěžovací stavy	8
7. Kombinace	8
8. Nastavení řešiče	8
9. Výsledky - vnitřní síly	9
9.1. 2D vnitřní síly; m_x	9
9.2. 2D vnitřní síly; m_y	9
9.3. 2D vnitřní síly; m_{xy}	10
9.4. 2D vnitřní síly; v_x	10
9.5. 2D vnitřní síly; v_y	11
10. Výsledky - vlivná deformace uz	11
10.1. 2D přemístění; u_z	11
10.2. 2D přemístění; u_z	12
11. Výsledky - kontaktní napětí	12
11.1. 2D kontaktní napětí; σ_z	12
11.2. 2D kontaktní napětí; σ_z	13
12. Posouzení - 1.MS - únosnost	13
13. Posouzení - 2.MS - sedání	13
14. Návrh výztuže základové desky	14
14.1. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,1+}$	14
14.2. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,2+}$	14
14.3. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,1-}$	15
14.4. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,req,2-}$	15
14.5. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{sw,req}$	16
14.6. Návrh výztuže (MSÚ+MSP)	16
14.7. Návrh výztuže (MSÚ+MSP)	20
14.8. Návrh výztuže (MSÚ+MSP)	24
14.9. Návrh výztuže (MSÚ+MSP)	28
15. Posouzení výztuže základové desky	33
15.1. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,prov,1+}$	33
15.2. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,prov,2+}$	33
15.3. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,prov,1-}$	34
15.4. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,prov,2-}$	34
15.5. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,prov,1+}$	35
15.6. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,prov,2+}$	38
15.7. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,prov,1-}$	42
15.8. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,prov,2-}$	46
16. Závěr	50

Předmětem statického posouzení je návrh a posouzení základové desky pro objekt přístavby MŠ U Koupaliště v České Třebové. Dle architektonického návrhu je přístavba řešena jako modulární stavba z obytných kontejnerů. Tyto kontejnery budou uloženy přímo na základovou desku a proto její tvar respektuje půdorysný tvar předmětného objektu.

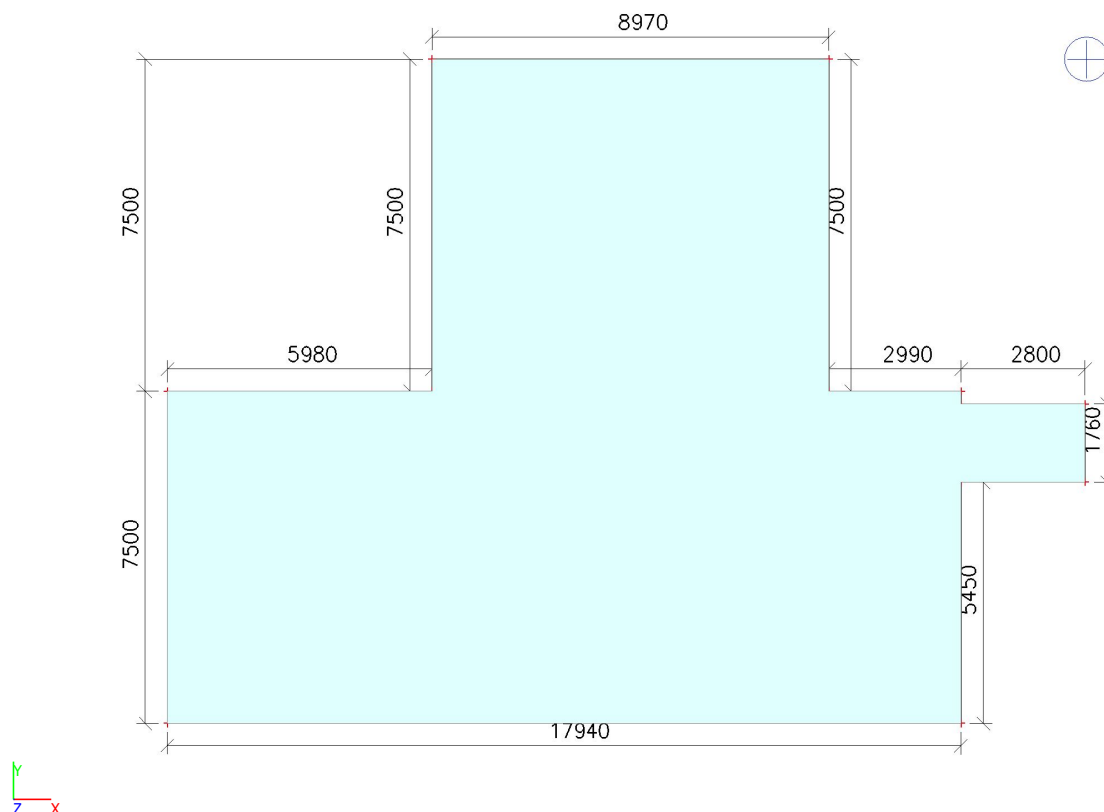
Dle provedeného IGP se předpokládá využití plošného založení objektu. Je doporučeno realizovat objekt jako nepodsklepený bez zvláštních nároků na zatížení, vysoké bodové zatížení apod.

Hloubku základové spáry a zároveň nezámraznou hloubku je doporučeno umístit do min. 1,6 m pod upraveným povrchem terénu. V takovém případě se základová spára bude nacházet v hlinitém písku S4/SM převážně tuhé konzistence. Podzemní voda bude ovlivňovat základové poměry, hladina může vystupovat až nad úroveň základové spáry. Nezbytná je hydroizolace proti podzemní vodě. S ohledem na složité základové poměry je navržen provedení řádné hutněné zeminové desky s vápenocementovou stabilizací až do úrovně základové spáry v hloubce min. 1,6 m pod terénem, kde lze očekávat minimální únosnost základové půdy $R_d = 150 \text{ kPa}$.

[Podrobněji viz "Inženýrské geologický a hydrogeologický průzkum - MŠ U Koupaliště - Česká Třebová, KIP spol. s r.o., prosinec 2020" a "Souhrnná zpráva" dokumentace ve stupni DSP].

Geotechnická vrstva	značka (ČSN EN ISO 14688)	třída/symbol (ČSN 73 6133)	v (-)	β (-)	γ (kN/m ³)	E_{def} (MPa)	c_u (kPa)	c_{ef} (kPa)	φ_u (°)	φ_{ef} (°)	R_{sk} (kPa)
Písek hlinitý	clSa	S4/SM	0,30	0,74	18,5	3-5	26	5	0	28	150
Písek štěrkovitý	grSa	S3/S-F	0,30	0,74	18	6-10	-	0	-	30	180
Jíl písčitý	grsacIS	F4/CS	0,35	0,62	18,5	14-18	50	15	0	20	200

4. Návrh základové desky



4.1. Plochy

Jméno	Vrstva	Typ	Typ prvku	Materiál	Typ tloušťky	TL. [mm]
S1	Vrstva1	deska (90)	Standard	C30/37	konstantní	250

4.2. Materiály

Jméno	Typ	ρ [kg/m ³]	Hustota v čerstvém stavu [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c,k.28}$ [MPa]	Barva
C30/37	Beton	2500,0	2600,0	3,2800e+04	0.2	0,00	30,00	

Vysvětlivky symbolů

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

Výztuž EC2

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

4.3. Plošná podpora

Jméno	Typ	Plocha
SS1	Soilín	S1

4.4. Geologické profily

Jméno	Hladina vody [m]	Jméno vrstvy	Tloušťka [m]	Edef [MN/m ²]	Poisson	tíha suché zeminy [kN/m ³]	tíha mokré zeminy [kN/m ³]	m
	tláčitelné							
GP1	2,000	podkladní	0,100	1,0000e+02	0.2	25,0	25,0	0.2
	x	Z3	0,400	6,0000e+01	0.2	20,0	21,0	0.2
			0,400	4,0000e+01	0.2	20,0	21,0	0.2
		Z1	0,400	2,0000e+01	0.2	20,0	21,0	0.2

Jméno	Hladina vody [m]	Jméno vrstvy	Tloušťka [m]	Edef [MN/m ²]	Poisson	tíha suché ze [kN/m ³]	tíha mokré ze [kN/m ³]	m
		tláčitelné poc						
		podkladní	0,100	1,0000e+02	0.2	25,0	25,0	0.2
		S4-SM	0,400	4,0000e+00	0.3	18,5	19,5	0.2
		S3-SF	1,800	8,0000e+00	0.3	18,0	19,0	0.2
		F4-CS	4,000	1,6000e+01	0.35	18,5	19,5	0.2

5. Zatížení

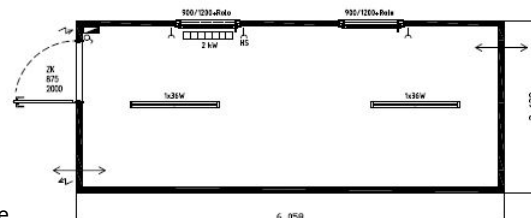
Základová deska bude přímo zatížena modulární konstrukcí z kontejnerů - tyto jsou koncipovány jako samonosná svařovaná ocelová konstrukce z otevřených a válcovaných profilů. Hlavní konstrukce kontejneru je tvořena ocelovým rámem, který bude do základové desky přenášet veškerá zatížení jako liniová.

5.1. Stálé zatížení

- vlastní tíha kontejnerů

$$g_{0,k} = 3,0 \text{ kN/m'}$$

Pozn: na základě rešerší výrobců obytných kontejnerů bylo stanoveno liniové zatížení od vlastní tíhy konstrukce kontejneru, včetně izolace střechy a podlahy na výše uvedenou hodnotu. Po upřesnění konkrétního typu konstrukce kontejneru bude v navazujícím stupni PD nutné tento předpoklad ověřit.



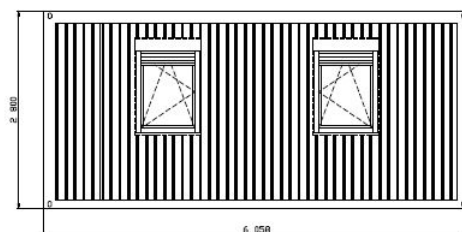
- stěny

(vč. tepelné izolace z čedičové vaty a vnitřního/vnějšího obkladu)

$$g_{1,k} = 2,0 \text{ kN/m'}$$

- vnitřní zařízení

uvažováno hodnotou 1 kN/m² -> 1 kN/m'



5.2. Užiténé zatížení

- užiténé zatížení - kategorie budovy C4

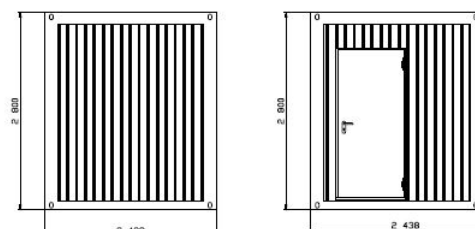
$$q_{1,k} = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

-> přepočet na 6,0 kN/m'

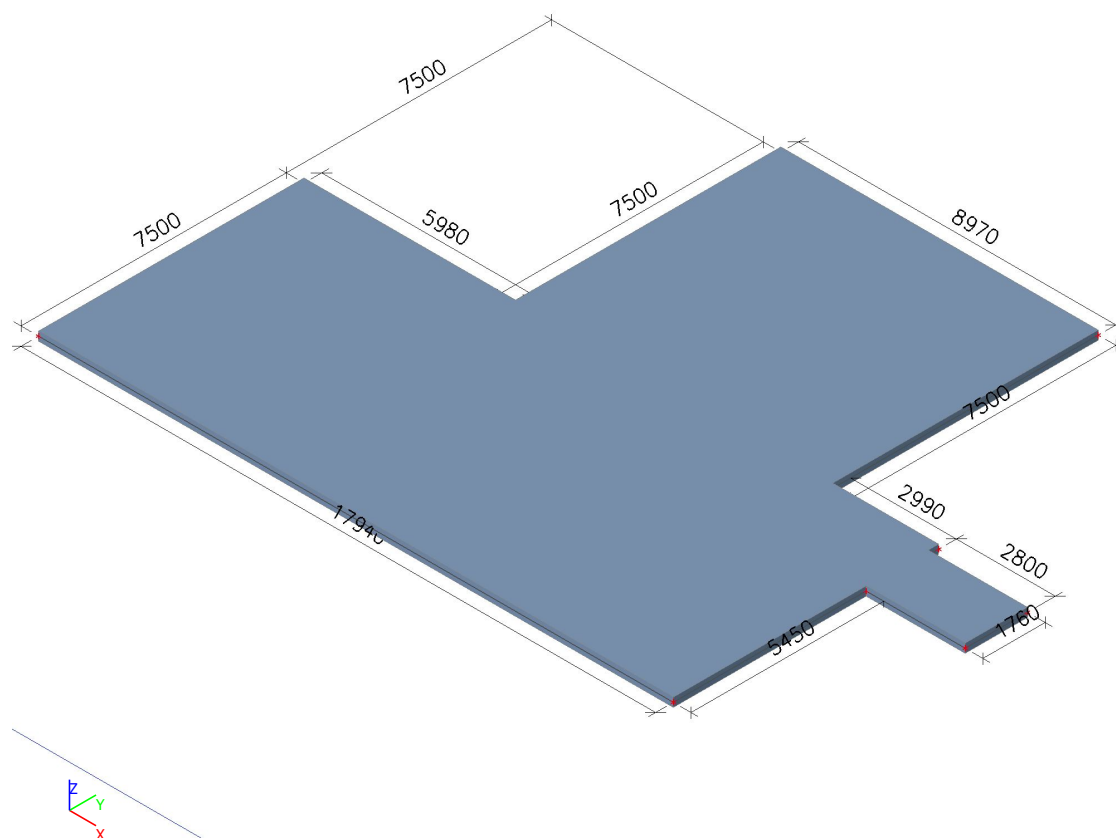
- sníh (V. sněhová oblast)

$q_{2,k} = 2,0 \text{ kN/m}^2$ (nosnost střechy kontejneru dle rešerší výrobců)

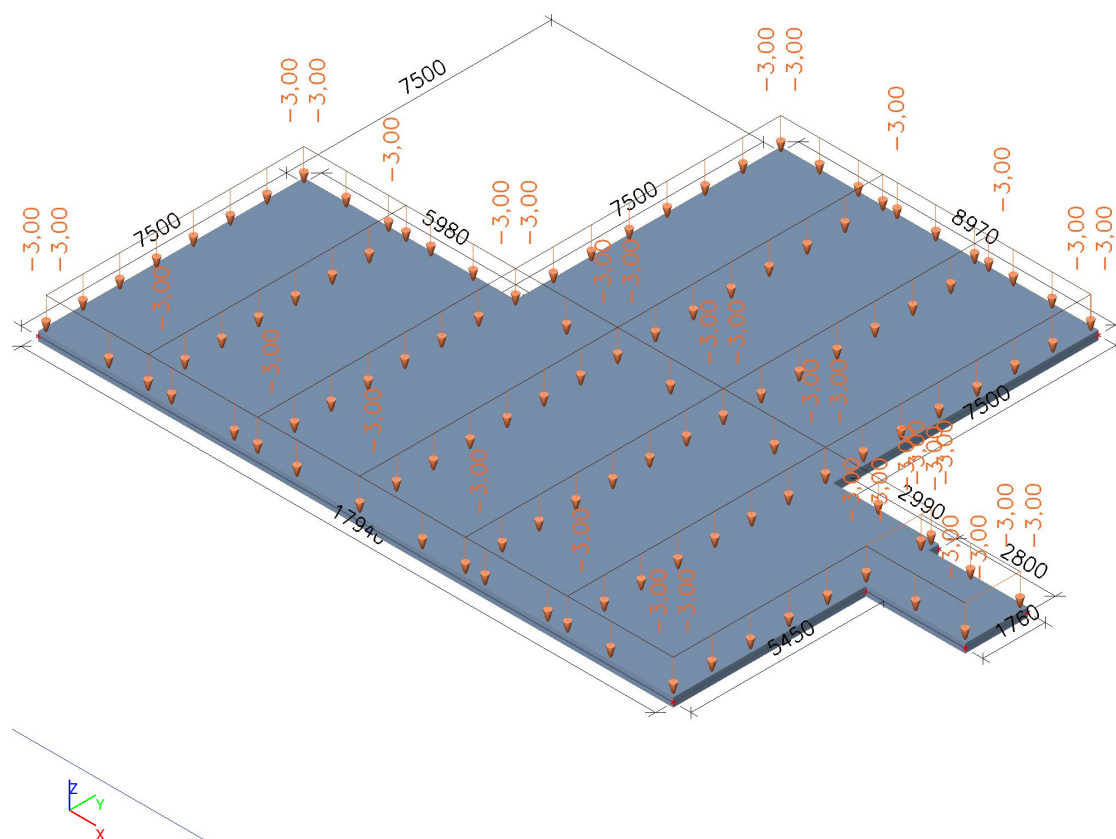
-> přepočet na 3,0 kN/m'



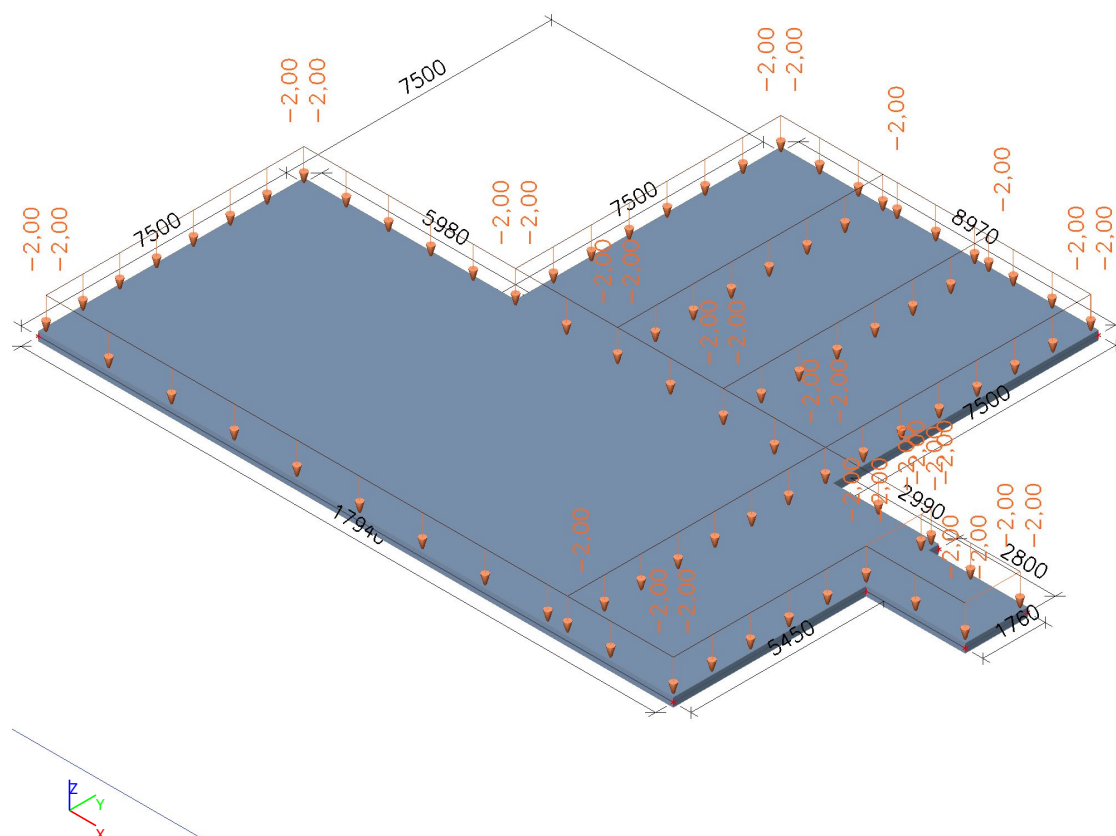
5.3. ZS1 - vlastní tíha desky



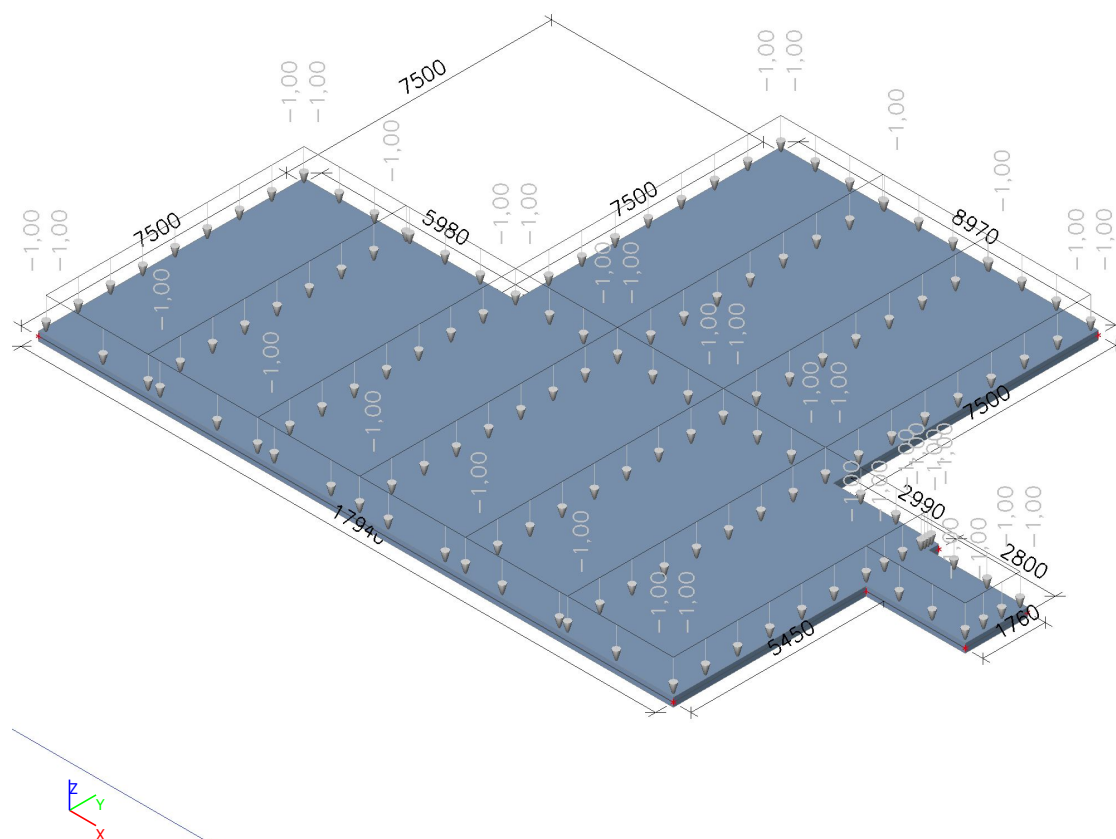
5.4. ZS2a - stálé zatížení kontejnery



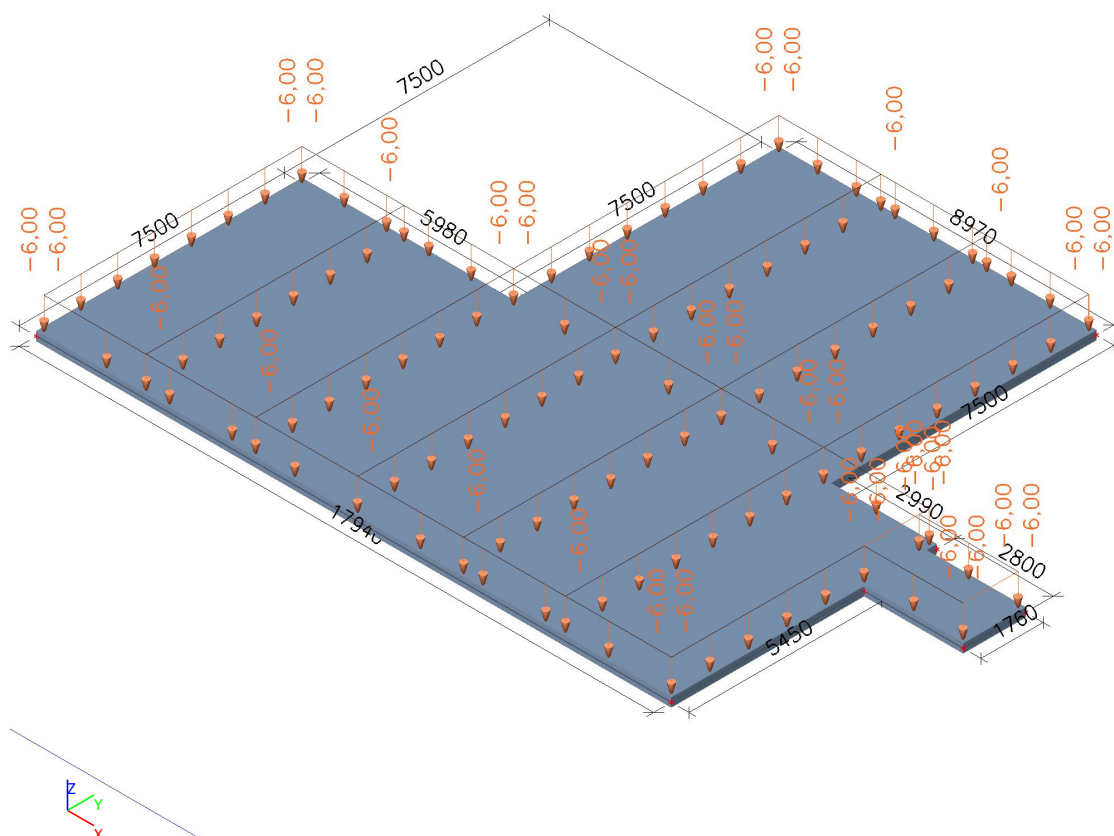
5.5. ZS2b - stěny



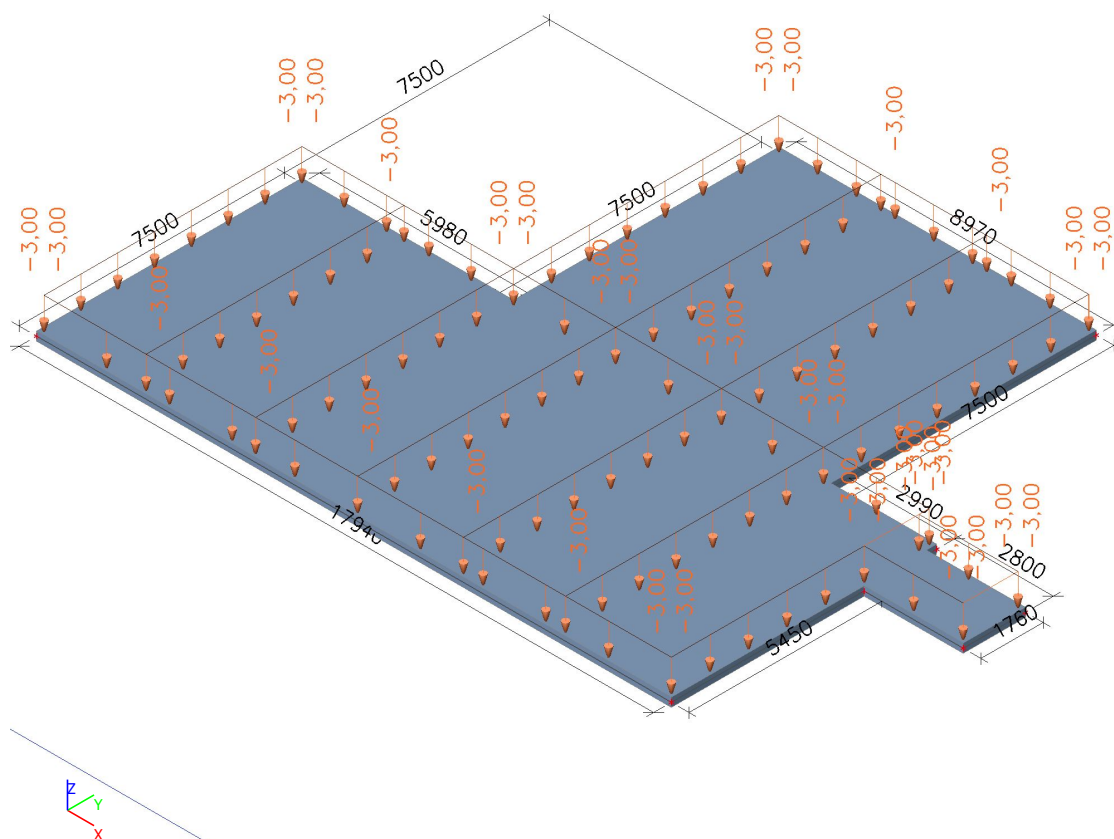
5.6. ZS2c - zařízení



5.7. ZS3 - užitné zatížení - kategorie C4



5.8. ZS4 - sníh



6. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS1	Vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	SZ1	-Z		
ZS2a	kontejnery	Stálé Standard	SZ1			
ZS2b	stěny	Stálé Standard	SZ1			
ZS2c	zařízení	Stálé Standard	SZ1			
ZS3	užitné Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS4	sníh Sníh	Proměnné Statické	SZ2			Žádný

7. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
Ek, kvazistálá		Lineární - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2a - kontejnery ZS2b - stěny ZS2c - zařízení	1,00 1,00 1,00 1,00
Ek, charakteristická		Lineární - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2a - kontejnery ZS2b - stěny ZS2c - zařízení ZS3 - užitné ZS4 - sníh	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
Ed, návrhová		Lineární - únosnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2a - kontejnery ZS2b - stěny ZS2c - zařízení ZS3 - užitné ZS4 - sníh	1,35 1,35 1,35 1,35 1,50 1,50

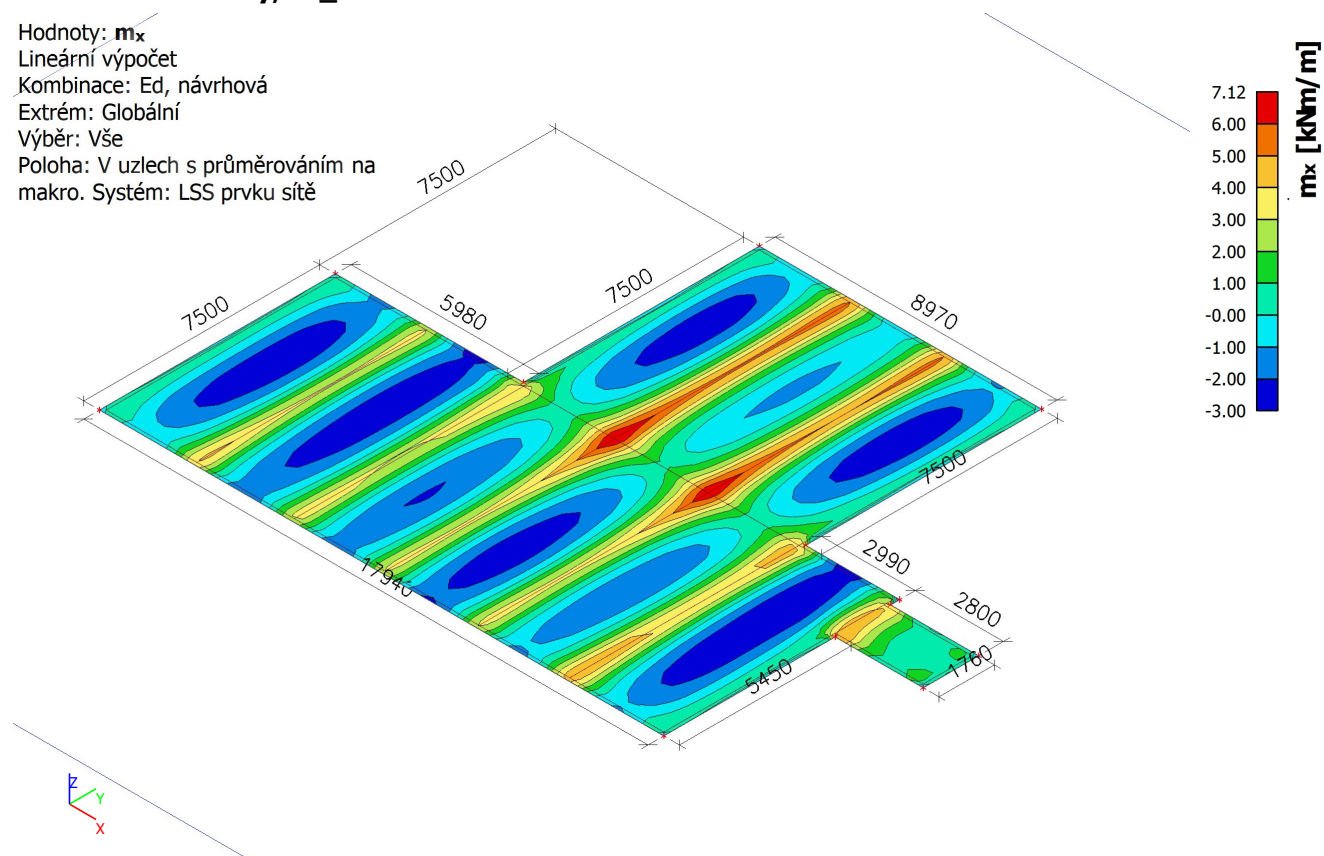
8. Nastavení řešiče

Jméno	SolverSetup1
Zanedbat deformaci od smykové síly (Ay, Az >> A)	x
Počet tloušťek desky do žebra	20
Maximální iterace pro interakci s podloží	20
Max. počet iterací	20
Počet přírůstků	1
Počet řezů na průměrném prutu	10
Krok pro tlak zeminy/vody [m]	0,500
C1x [MN/m ³]	1,0000e-01
C1y [MN/m ³]	1,0000e-01
C1z [MN/m ³]	1,6000e+00
C2x [MN/m]	2,0000e+00
C2y [MN/m]	2,0000e+00
Součinitel pro výztuž	1
Upozornění při maximálním přemístění větším než [mm]	1000,0
Upozornění při maximálním pootočení větším než [mrad]	100,0
Tolerance rovnoběžnosti pro automatický výpočet [deg]	10,00
Poměr délky pole L/beff,max (1 strana) pro automatický výpočet [-]	8,00
Prostý nosník [-]	1,00
Vnitřní pole [-]	0,70
Konec pole [-]	0,85
Konzola [-]	2,00
Poměr přesnosti řešiče	1
Kombinace pro SOILIN	Ek, charakteristická
Teorie ohybu pro výpočet desek/skořepin	Mindlin
Typ řešiče	Přímý
Metoda výpočtu	Picard

9. Výsledky - vnitřní síly

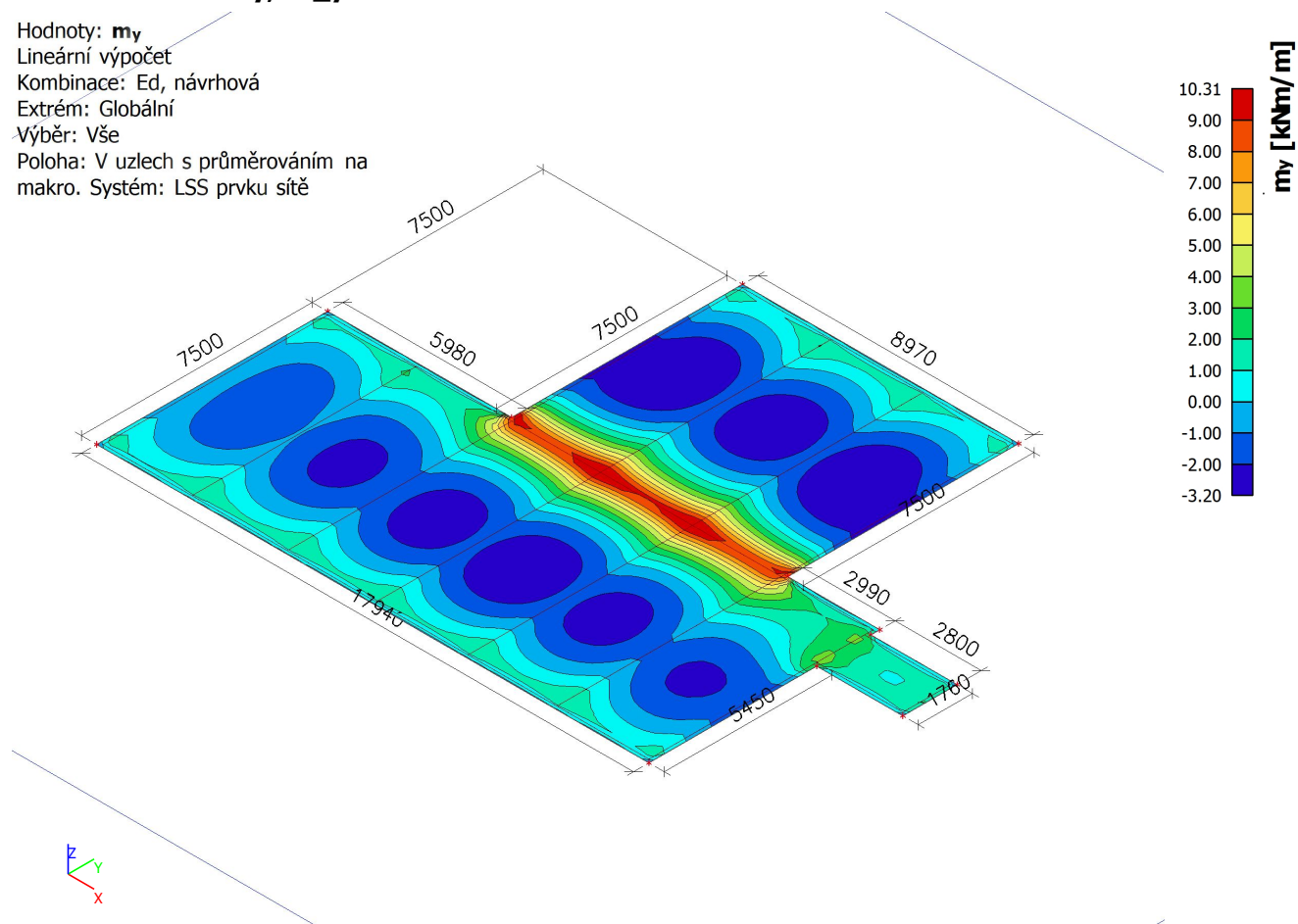
9.1. 2D vnitřní síly; m_x

Hodnoty: m_x
Lineární výpočet
Kombinace: Ed, návrhová
Extrém: Globální
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



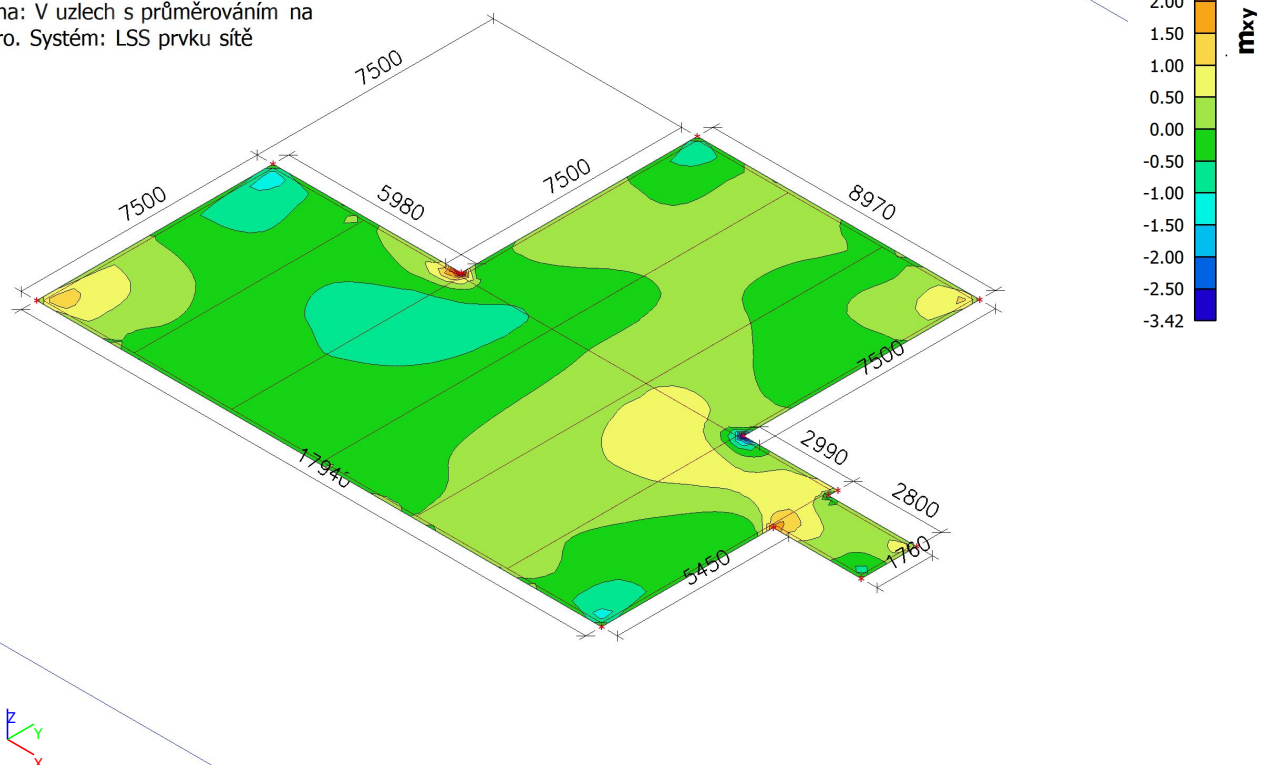
9.2. 2D vnitřní síly; m_y

Hodnoty: m_y
Lineární výpočet
Kombinace: Ed, návrhová
Extrém: Globální
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



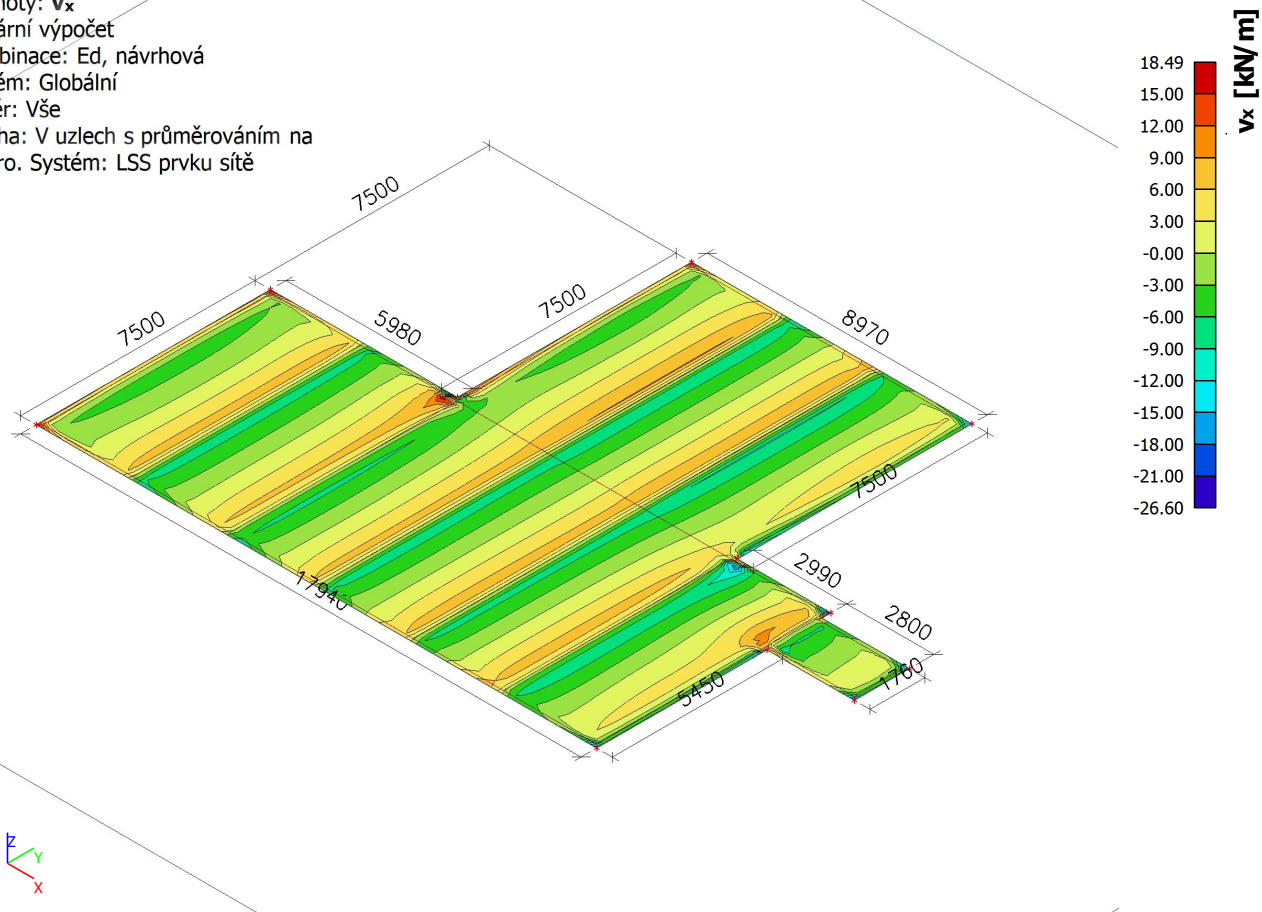
9.3. 2D vnitřní síly; m_{xy}

Hodnoty: m_{xy}
 Lineární výpočet
 Kombinace: Ed, návrhová
 Extrém: Globální
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



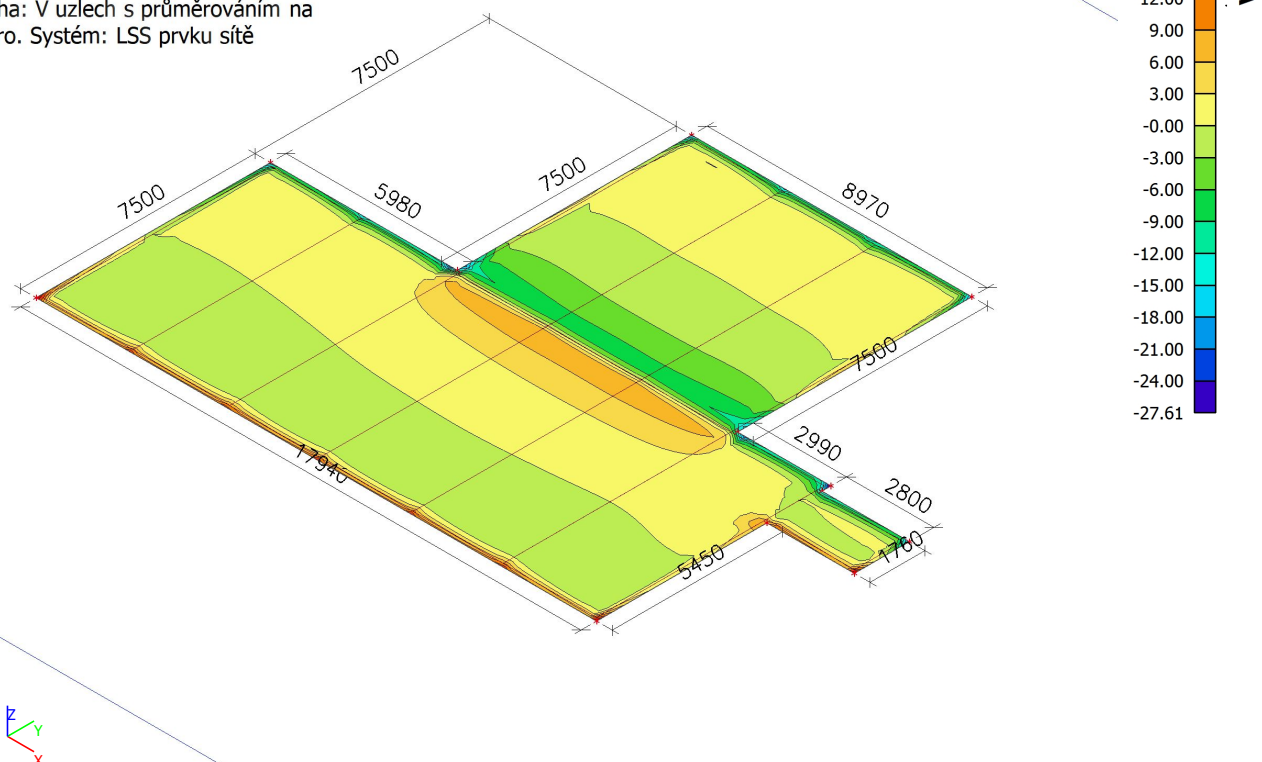
9.4. 2D vnitřní síly; v_x

Hodnoty: v_x
 Lineární výpočet
 Kombinace: Ed, návrhová
 Extrém: Globální
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



9.5. 2D vnitřní síly; v_y

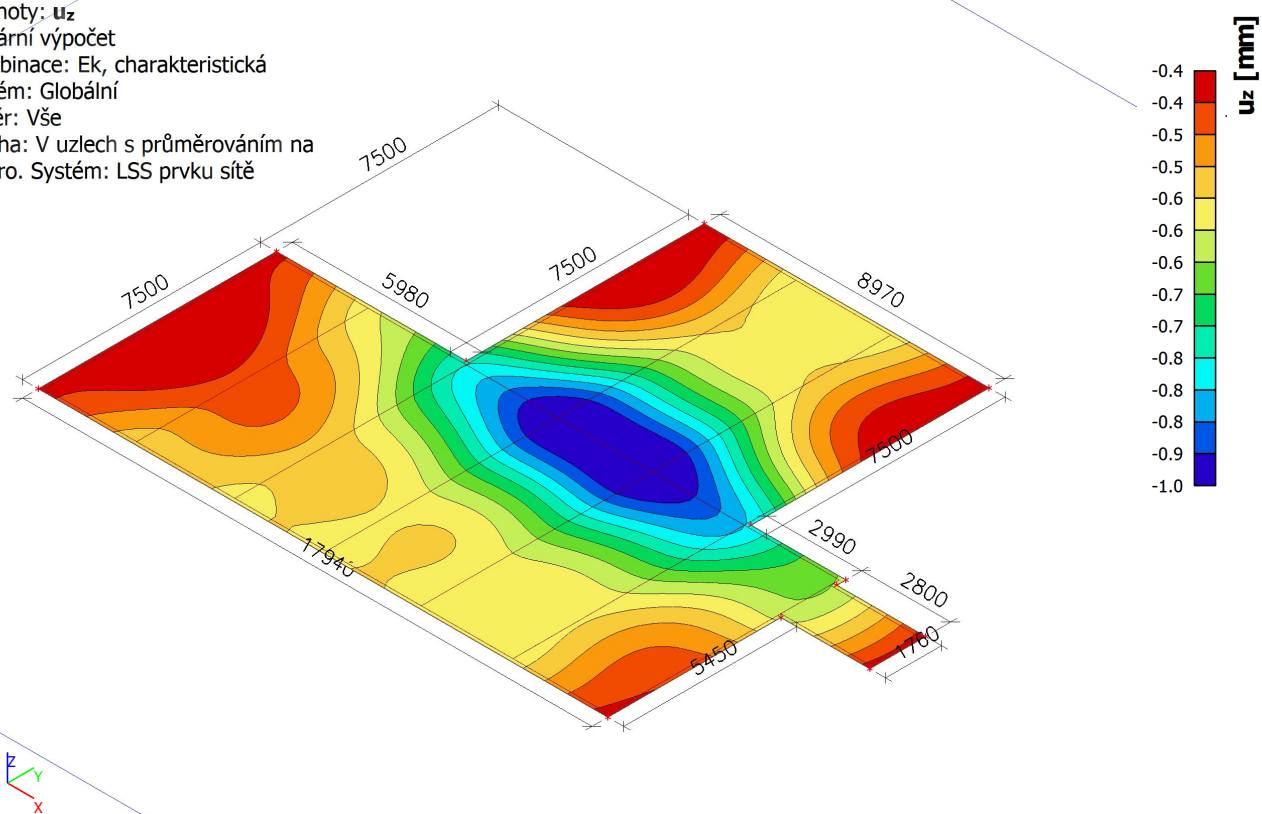
Hodnoty: v_y
Lineární výpočet
Kombinace: Ed, návrhová
Extrém: Globální
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



10. Výsledky - svislá deformace u_z

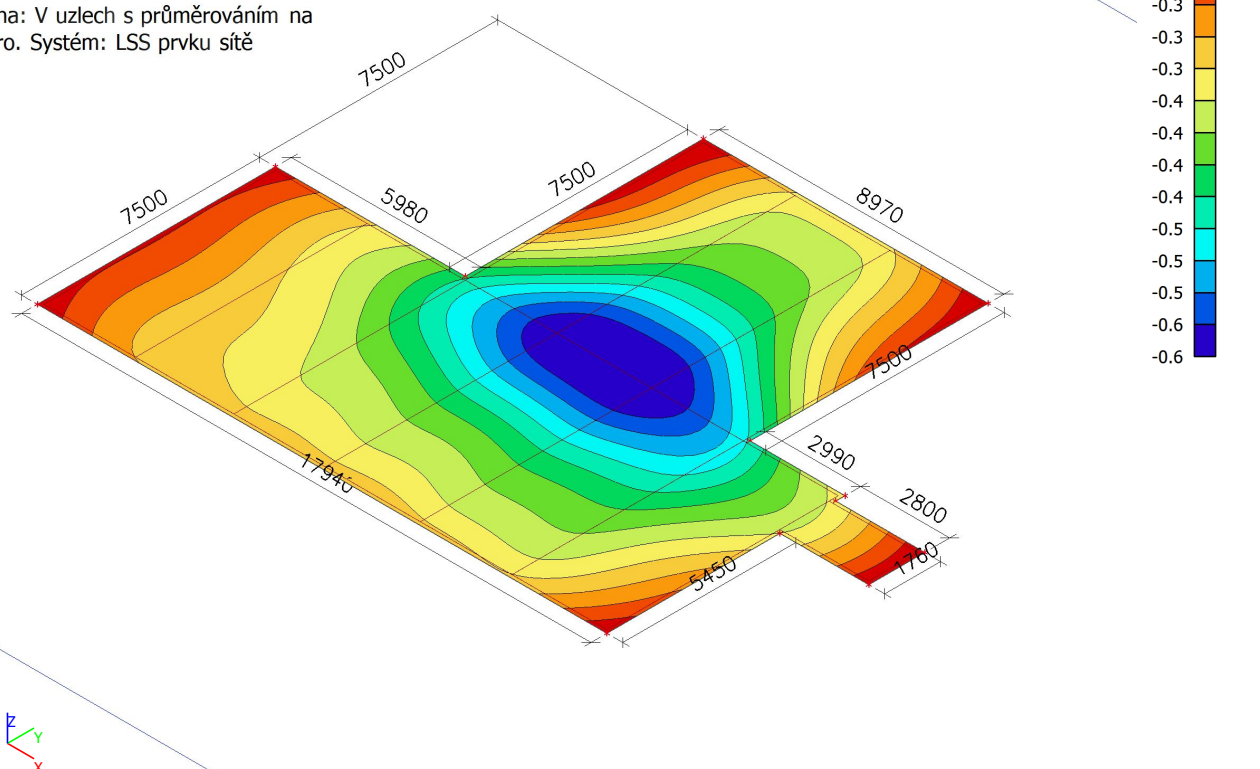
10.1. 2D přemístění; u_z

Hodnoty: u_z
Lineární výpočet
Kombinace: Ek, charakteristická
Extrém: Globální
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



10.2. 2D přemístění; u_z

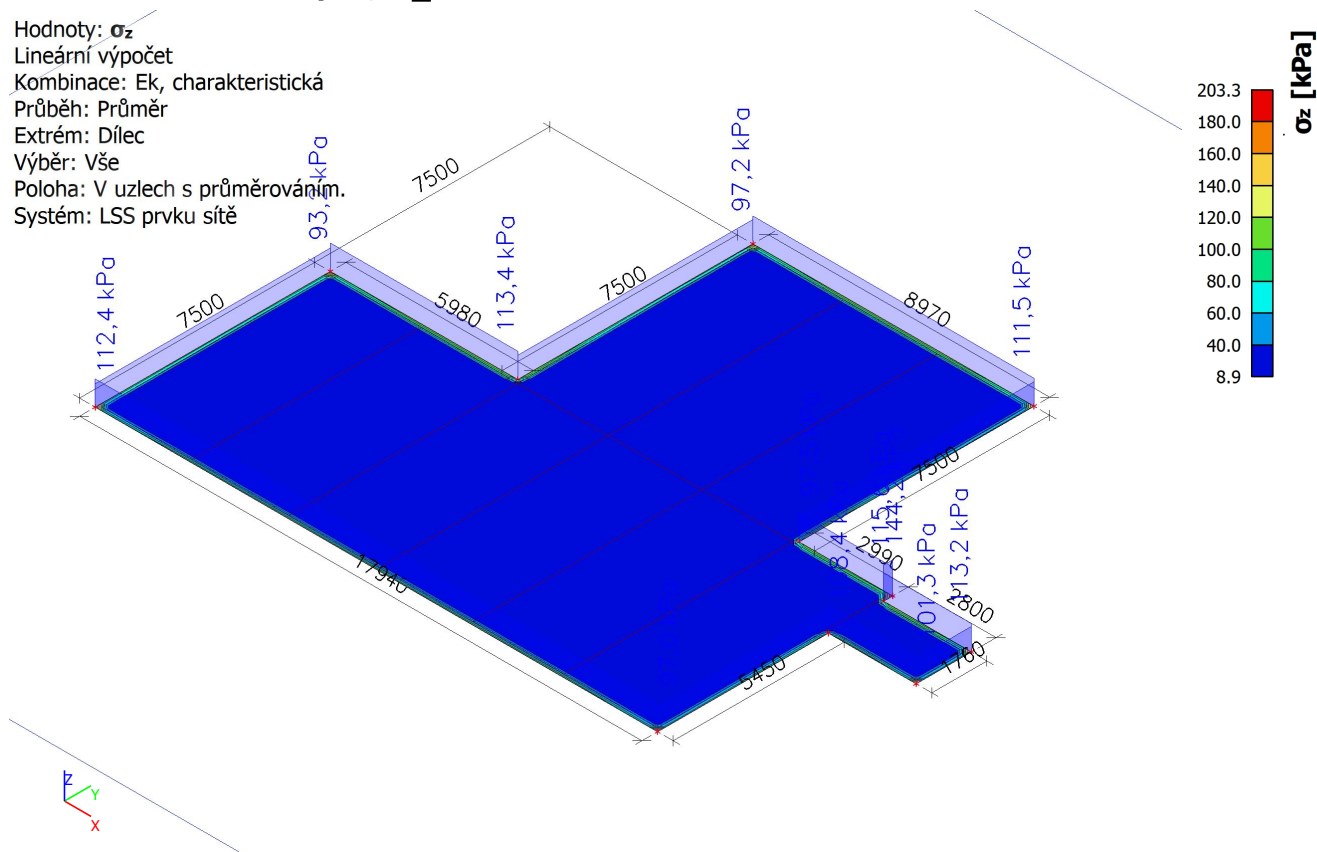
Hodnoty: u_z
Lineární výpočet
Kombinace: Ek, kvazistálá
Extrém: Globální
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



11. Výsledky - kontaktní napětí

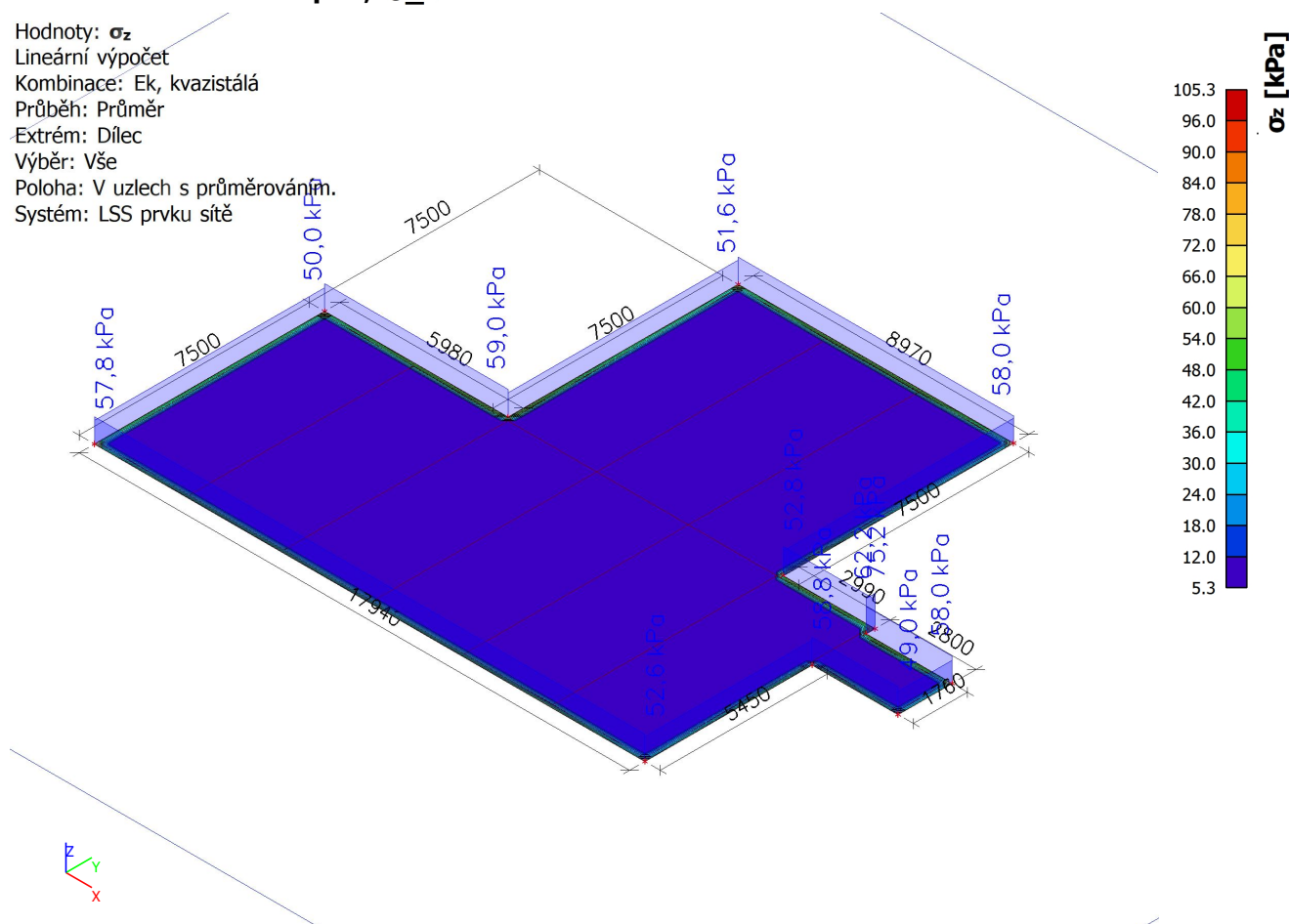
11.1. 2D kontaktní napětí; σ_z

Hodnoty: σ_z
Lineární výpočet
Kombinace: Ek, charakteristická
Průběh: Průměr
Extrém: Dílec
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním.
Systém: LSS prvku sítě



11.2. 2D kontaktní napětí; σ_z

Hodnoty: σ_z
Lineární výpočet
Kombinace: Ek, kvazistálá
Průběh: Průměr
Extrém: Dílec
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním.
Systém: LSS prvku síť



12. Posouzení - 1.MS - únosnost

Posouzení únosnosti základové zeminy

- výpočtem stanovené kontaktní napětí pod základovou deskou $\sigma_z = 113$ kPa (charakteristická kombinace zatížení)

- přitížení v úrovni základové spáry (-1,6m pod terénem) o skladbu zeminové desky a podkladní betony:

$\sigma_{z,1} = 25 \text{ kN/m}^3 \times 0,1 \text{ m} = 2,5 \text{ kPa}$

$\sigma_{z,2} = 20 \text{ kN/m}^3 \times 1,2 \text{ m} = 24 \text{ kPa}$

$\sigma_{z,3} = 25 \text{ kN/m}^3 \times 0,1 \text{ m} = 2,5 \text{ kPa}$

celkem 29 kPa

$\sigma_{z,\text{celkové}} \text{ v úrovni základové spáry} = 113 + 29 = 142 \text{ kPa}$

$\sigma_{z,\text{celkové}} = 142 \text{ kPa} < R_d = 150 \text{ kPa}$ VYHOVUJE

13. Posouzení - 2.MS - sedání

- orientační výpočet sedání plošného základu v hloubce cca 1,6m dle ČSN 73 1001 pro kvazistálou kombinaci zatížení

- v navazujícím stupni PD nutno zkontrolovat s ohledem na upřesnění specifikace vrstev zeminové desky

Soubor nenalezen !

D:\Práce\Práce

leden 2021

Ing. Martin Herka

14. Návrh výztuže základové desky

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

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

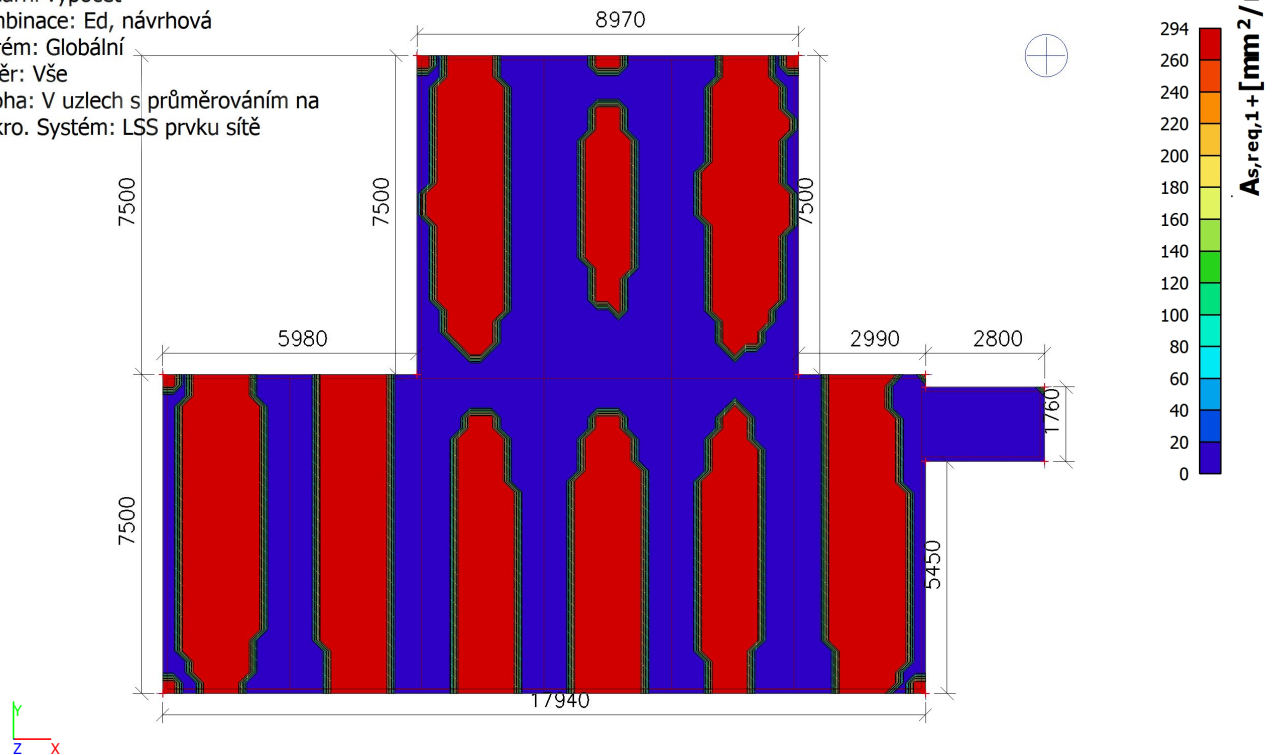
Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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



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

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

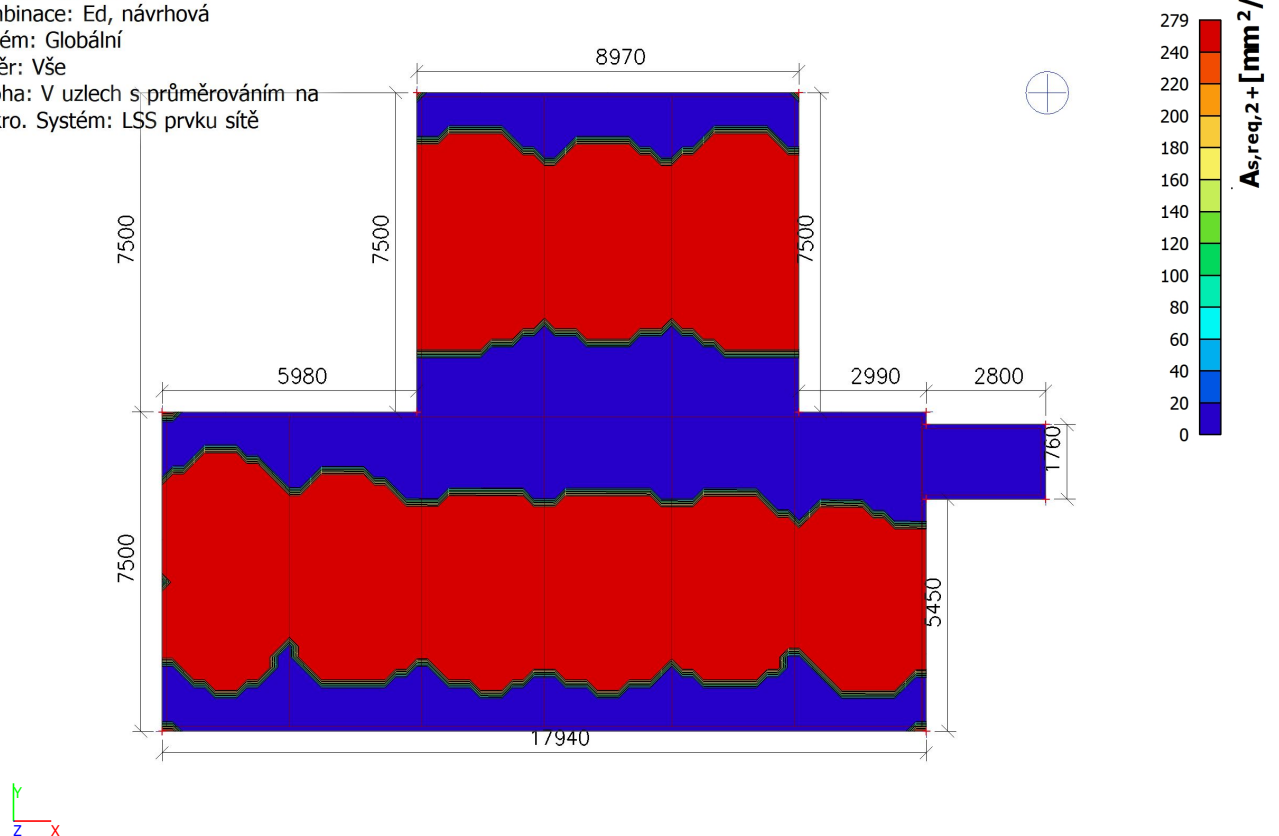
Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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



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

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

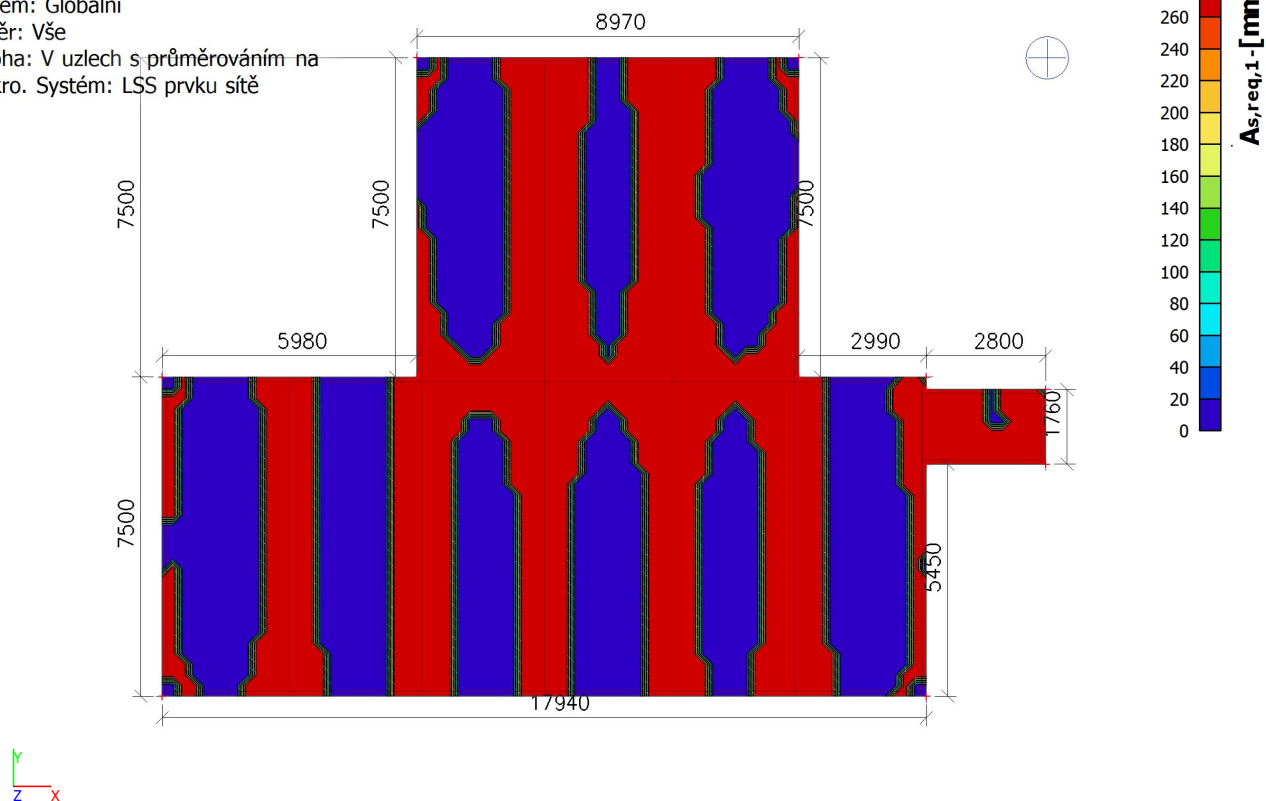
Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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



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

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

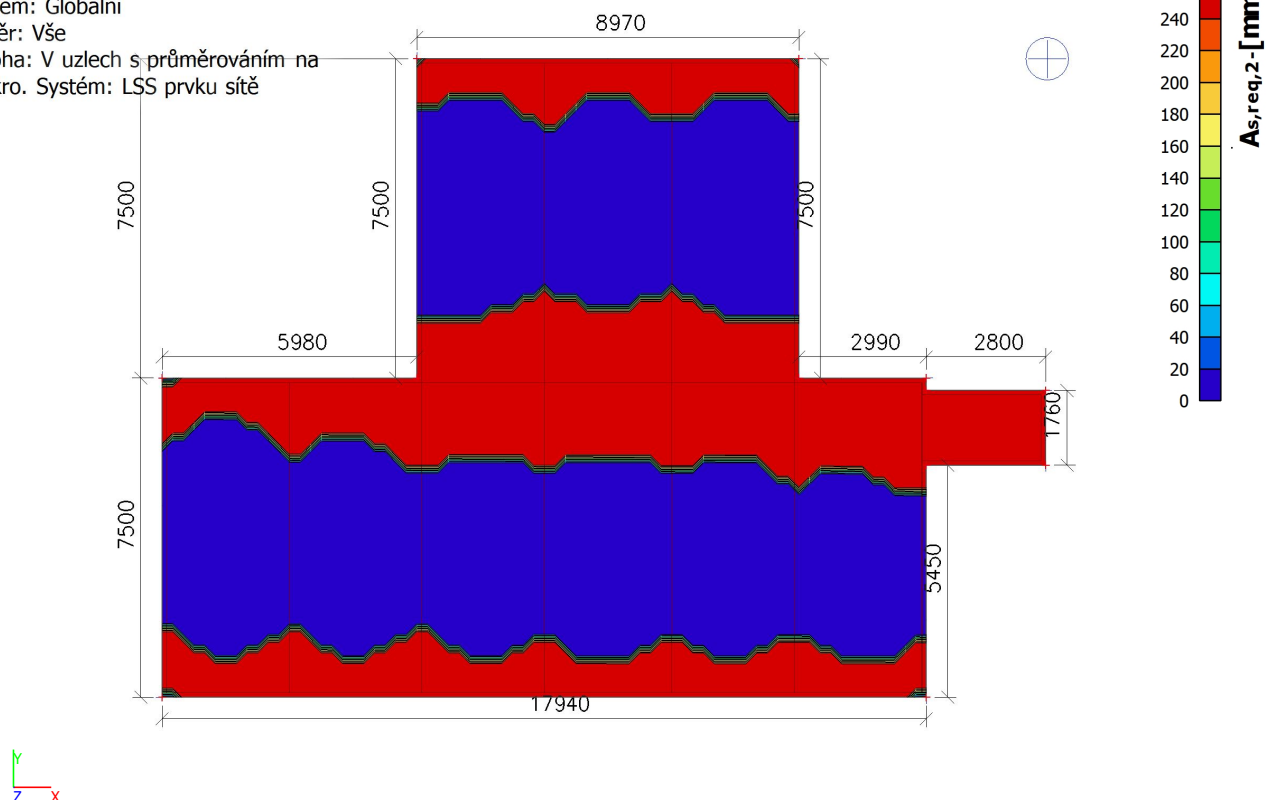
Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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



14.5. Návrh výztuže (MSÚ+MSP); $A_{sw,req}$

Hodnoty: $A_{sw,req}$

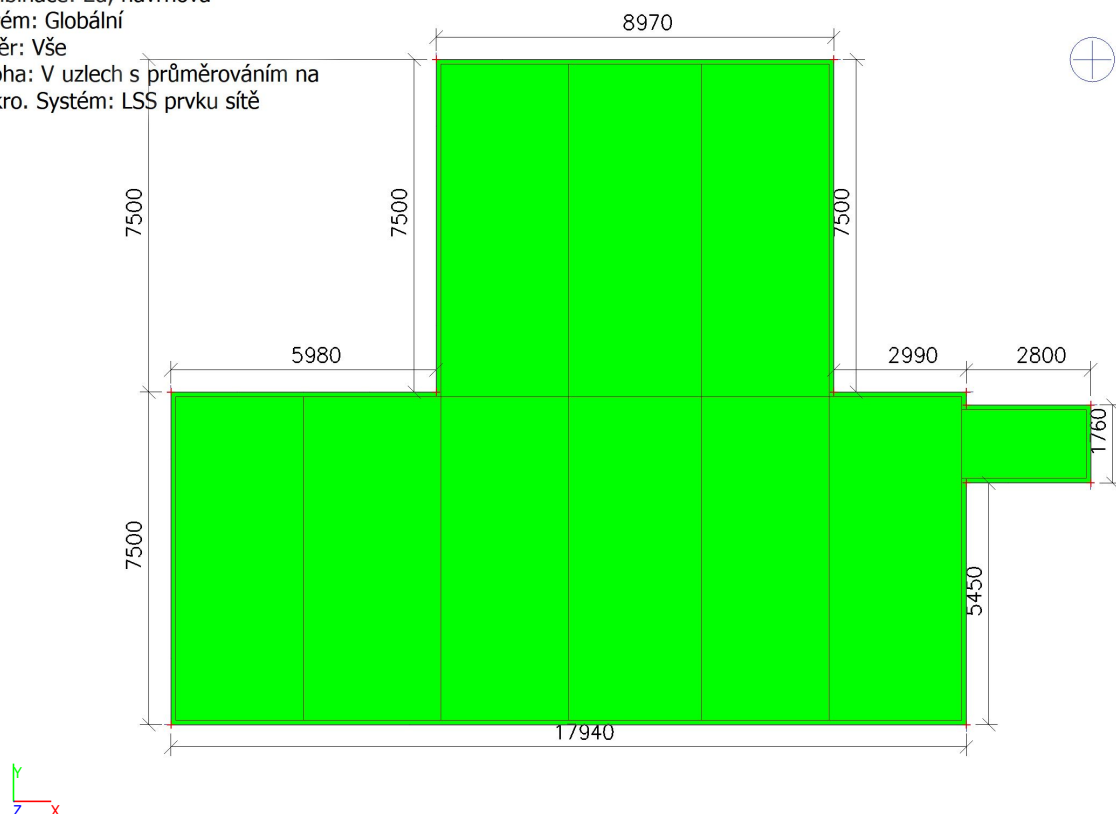
Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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



Konstantní hodnota 0,00
 $A_{sw,req}$ [mm²/m²]

14.6. Návrh výztuže (MSÚ+MSP)

Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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

Deska S1

$h=250$ mm

ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07

Uzel 1926/7266 [X= 16,694, Y=6,215, Z=0,000 m]

Předpoklady návrhu

Výztuž

Podélná: **B 500B**

Horní povrch

[1+] První vrstva (0°)

[2+] Druhá vrstva (90°)

Krytí:

Spodní povrch

[1-] První vrstva (0°)

[2-] Druhá vrstva (90°)

Krytí:

Smyk: **B 500B**

Ø10,0 mm / Hlavní

Ø10,0 mm / Hlavní

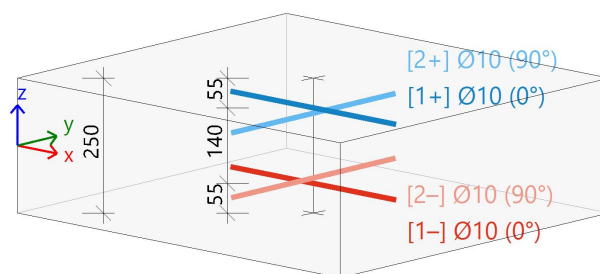
$c_{user} = 50$ mm

Ø10,0 mm / Hlavní

Ø10,0 mm / Hlavní

$c_{user} = 50$ mm

Ø8 mm



Beton:

Materiál: **C30/37**

Konstruční třída: S3 (návrhová životnost 50 let, žádná zvláštní kontrola kvality)

(Table 4.3N)

Podmínky prostředí: XC3 (na staveništi)

(Table 4.1N)

Minimální krytí

(§4.4.1.2)

$$c_{\min} = \max(c_{\min,b}; c_{\min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10)$$
$$= \max(10; 20 + 0 - 0 - 0; 10) = 20 \text{ mm}$$

(4.2)

Nominální krytí

(§4.4.1.1)

$$c_{nom} = c_{\min} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

(4.1)

Vnitřní síly z výpočtu konstrukce

Mezní stav únosnosti

Včetně posunu momentové křivky: ANO

(§9.2.1.3(2))

$$a_l = h \cdot \text{Coeff}_d = 250 \cdot 0.9 = 225 \text{ mm}$$

(§6.2.2(5))

Stav	m_x [kNm/m]	m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	n_x [kN/m]	n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]	v_x [kN/m]	v_y [kN/m]
Ed, návrhová/1	-2,88	1,86	0,77	0,00	0,00	0,00	2,64	1,18
Stav	Klíč kombinace							
Ed, návrhová/1	1.35*ZS1+1.35*ZS2a+1.35*ZS2b+1.50*ZS3+1.50*ZS4+1.35*ZS2c							

Návrh podélné výztuže podle mezního stavu

Mezní stav únosnosti

Směr vrstvy výztuže [$\alpha=90^\circ$]

[2-]: spodní povrch

$$m_{Ed} = 2.1 \text{ kNm/m} \quad | \quad n_{Ed} = 8.1 \text{ kN/m} \quad [\text{Ed, návrhová/1}]$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

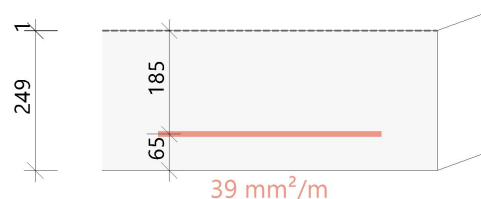
$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 10 \text{ mm} : d_1 = 65 \text{ mm} \rightarrow d = 185 \text{ mm}$$

$$x = 0.6 \text{ mm} \rightarrow z = 185 \text{ mm}$$

$$A_{s,ult} = 39 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\text{tahové})$$

$$\rho = 0.021\%$$



Směr vrstvy výztuže [$\alpha=0^\circ$]

[1+]: horní povrch

$$m_{Ed} = -2.64 \text{ kNm/m} \quad | \quad n_{Ed} = 8.1 \text{ kN/m} \quad [\text{Ed, návrhová/1}]$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

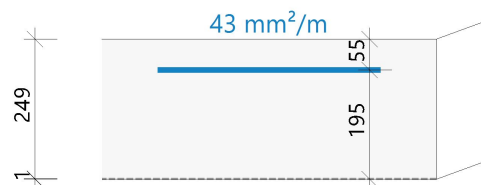
$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 10 \text{ mm} : d_1 = 55 \text{ mm} \rightarrow d = 195 \text{ mm}$$

$$x = 0.7 \text{ mm} \rightarrow z = 195 \text{ mm}$$

$$A_{s,ult} = 43 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\text{tahové})$$

$$\rho = 0.022\%$$



Posudek náhradní diagonály

Směr posudku (extrém) [$\alpha=135^\circ$]

Návrhová normálová síla ve směru náhradní diagonály

$$n_{Ed,sc} = -8.1 \text{ kN} \quad [\text{Ed, návrhová/1}]$$

s plnou výškou průřezu:

$$h = 250 \text{ mm} \rightarrow A_{cc} = h \cdot b = 0.25 \cdot 1000 = 250000 \text{ mm}^2$$

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

Návrhová únosnost náhradní diagonály (v tlaku)

$$n_{Rd,sc} = A_{cc} \cdot \text{Red}_{fcd} \cdot f_{cd} = 250000 \cdot 0.85 \cdot 20 = 4250 \text{ kN}$$

Jedn. pos.

$$UC_{sc} = \frac{\text{abs}(n_{Ed,sc})}{n_{Rd,sc}} = \frac{\text{abs}(-8.1)}{4250} = 0.0019$$

Konstrukční zásady pro podélnou výztuž

Minimální množství hlavní výztuže

Hlavní [2-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \\ \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \end{array} \right\} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 185}{500} \\ 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 185 \end{array} \right\} = 279 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [1+] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \\ \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \end{array} \right\} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 195}{500} \\ 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 195 \end{array} \right\} = 294 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Maximum výztuže

Hlavní [2-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(3))

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

(§8.2(2))

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm}$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [1+] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(3))

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

(§8.2(2))

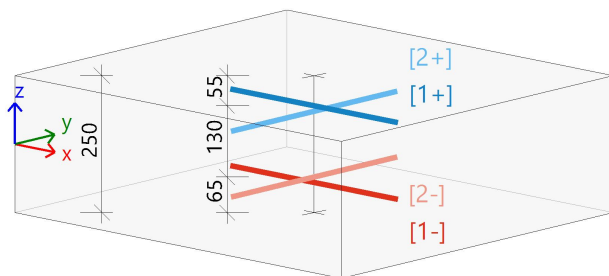
$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm}$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Shrnutí podélné výztuže

	Základní	Přídavná		$A_{s,ult}$ [mm ²]	$\Delta A_{s,serv}$ [mm ²]	$A_{s,min}$ [mm ²]	$A_{s,req}$ [mm ²]	$A_{s,prov}$ [mm ²]	$A_{s,max}$ [mm ²]	Status
		Uživatel	Předpoklád...							
[1+]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	43	---	294	294	524	1671	OK
[2+]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	0	---	---	0	524	---	OK
[1-]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	0	---	---	0	524	---	OK
[2-]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	39	---	279	279	524	1671	OK

$A_{s,ult}$ - nutná plocha výztuže z návrhu podle MSÚ; $\Delta A_{s,serv}$ - zvětšit nutnou plochu výztuže z návrhu podle MSP; $A_{s,req}$ - nutná plocha výztuže včetně konstrukčních zásad; $A_{s,prov}$ - předpokládaná plocha výztuže (součet uvažovaných základních a přídavných prutů)



[1+] $\phi 10,0/150$
 [2+] $\phi 10,0/150$
 [1-] $\phi 10,0/150$
 [2-] $\phi 10,0/150$

Návrh smykové výztuže

Návrhová smyková síla

$$v_{Ed} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{2.6^2 + 1.2^2} = 2.9 \text{ kN/m [Ed, návrhová/1]}$$

Hlavní síly a rovina deformace

$$m_z = -3 \text{ kNm} \quad | \quad n_z = 0 \text{ kN}$$

$$d = 190 \text{ mm} \quad | \quad z = 190 \text{ mm}$$

Poměr podélné výztuže. (uvažovat, že horní povrch je tažený)

(§6.4.4(1))

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sl,x}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \% \quad \rho_{ly} = \frac{A_{sl,y}}{b \cdot d} = \frac{0}{1000 \cdot 190} = 0 \%$$

$$\rho_l = \min(\rho_{lx}, 0.02) = 0.276 \%$$

Smyková únosnost bez smykové výztuže

Normálové napětí v betonu (kladné pro tlak)

Normálové síly (z MKP): $n_x = 0.0 \text{ kN/m}$ $n_y = 0.0 \text{ kN/m}$ [Ed, návrhová/1]

$$\sigma_{cp,1} = \min\left(\frac{-n_x}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp,2} = \min\left(\frac{-n_y}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp,1} + \sigma_{cp,2}}{2} = \frac{0.00 + 0.00}{2} = 0.00 \text{ MPa}$$

Návrhová smyková únosnost se smykovou výztuží

(§6.4.4(1))

$$k = \min\left(1 + \left(\frac{200}{d}\right)^{\frac{1}{2}}; 2\right) = \min\left(1 + \left(\frac{200}{190}\right)^{\frac{1}{2}}; 2\right) = 2$$

$$C_{Rdc} = 0.12 \quad v_{min} = 0.542 \text{ MPa} \quad k_1 = 0.15$$

$$v_{Rdc} = \max\left(10^6 \cdot \left(C_{Rdc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}\right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot d; 0\right) \quad (6.47)$$

$$= \max\left(10^6 \cdot \left(0.12 \cdot 2 \cdot \left(100 \cdot 2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 30\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0\right) \cdot 0.19; 0\right) = 92.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdcmin} = \max\left(10^6 \cdot (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot d; 0\right) = \max\left(10^6 \cdot (0.542 + 0.15 \cdot 0) \cdot 0.19; 0\right) = 103 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdc} = \max(v_{Rdc}; v_{Rdcmin}) = \max(92.2 \text{ kN/m}; 103 \text{ kN/m}) = 103 \text{ kN/m}$$

Maximální smyková únosnost betonu

Redukční součinitel pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku

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

Úhel náhradní diagonály

$$\theta = \theta_{inp} = 40^\circ, \cot(\theta) = 1.192$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$v_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cot(\theta) + \tan(\theta))} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0.19 \cdot 0.528 \cdot 20.0}{(\cot(40) + \tan(40))} = 986 \text{ kN/m} \quad (6.9)$$

Posouzení smykové únosnosti (bez smykové výztuže)

Posouzení $v_{Rd,max}$

$$v_{Ed} = 2.89 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 986 \text{ kN/m} \quad \text{OK}$$

Posouzení v_{Rdc}

$$v_{Ed} = 2.89 \text{ kN/m} \leq v_{Rdc} = 103 \text{ kN/m} \quad (\text{OK, není požadována žádná smyková výztuž})$$

Shrnutí smykové výztuže

		θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Stav
	Stav	[°]	[kN/m]	[mm ²]	[mm ²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm ² /m ²]	
[+]	Ed, návrhová/1	40,0	2,9	524	0	0,276	103,0	985,8	---	OK

v_{Ed} - návrhová smyková síla, $A_{sl,x/y}$ - tahová podélná výztuž, ρ_l - odpovídající poměr výztuže, $v_{Rd,c}$ - smyková únosnost bez smykové výztuže, $v_{Rd,max}$ - maximální smyková únosnost betonu, $A_{sw,req}$ - nutná smyková výztuž

14.7. Návrh výztuže (MSÚ+MSP)

Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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

Deska S1	h=250 mm
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07	Uzel 2865/10946 [X= 13,953, Y=11,000, Z=0,000 m]

Předpoklady návrhu

Výztuž

Podélná: **B 500B**

Horní povrch

[1+] První vrstva (0°)

Ø10,0 mm / Hlavní

[2+] Druhá vrstva (90°)

Ø10,0 mm / Hlavní

Krytí:

$c_{user} = 50 \text{ mm}$

Spodní povrch

[1-] První vrstva (0°)

Ø10,0 mm / Hlavní

[2-] Druhá vrstva (90°)

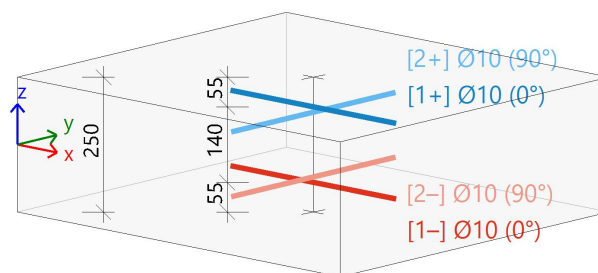
Ø10,0 mm / Hlavní

Krytí:

$c_{user} = 50 \text{ mm}$

Smyk: **B 500B**

Ø8 mm



Beton:

Materiál: **C30/37**

Konstruční třída:

S3 (návrhová životnost 50 let, žádná zvláštní kontrola kvality)

(Table 4.3N)

Podmínky prostředí:

XC3 (na staveništi)

(Table 4.1N)

Minimální krytí

(§4.4.1.2)

$$c_{min} = \max \left(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \right)$$

(4.2)

$$= \max(10; 20 + 0 - 0 - 0; 10) = 20 \text{ mm}$$

Nominální krytí

(§4.4.1.1)

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

(4.1)

Vnitřní síly z výpočtu konstrukce

Mezní stav únosnosti

Včetně posunu momentové křivky: ANO

(§9.2.1.3(2))

$$a_l = h \cdot \text{Coeff}_d = 250 \cdot 0.9 = 225 \text{ mm}$$

(§6.2.2(5))

Stav	m_x [kNm/m]	m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	n_x [kN/m]	n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]	v_x [kN/m]	v_y [kN/m]
Ed, návrhová/1	-2,56	-3,14	-0,39	0,00	0,00	0,00	2,03	-0,22
Stav	Klíč kombinace							
Ed, návrhová/1	1.35*ZS1+1.35*ZS2a+1.35*ZS2b+1.50*ZS3+1.50*ZS4+1.35*ZS2c							

Návrh podélné výztuže podle mezního stavu

Mezní stav únosnosti

Směr vrstvy výztuže [$\alpha=0^\circ$]

[1+]: horní povrch

$$m_{Ed} = -2.43 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 4.16 \text{ kN/m} \text{ [Ed, návrhová/1]}$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

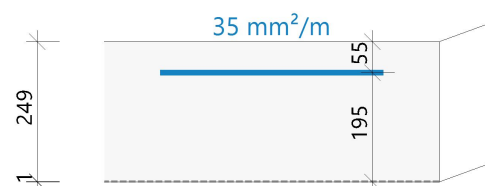
$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 10 \text{ mm} : d_1=55 \text{ mm} \rightarrow d=195 \text{ mm}$$

$$x=0.7 \text{ mm} \rightarrow z=195 \text{ mm}$$

$$A_{s,ult}=35 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (tahové)}$$

$$\rho=0,018\%$$



Směr vrstvy výztuže [$\alpha=90^\circ$]

[2+]: horní povrch

$$m_{Ed} = -3.02 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 4.16 \text{ kN/m} \text{ [Ed, návrhová/1]}$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

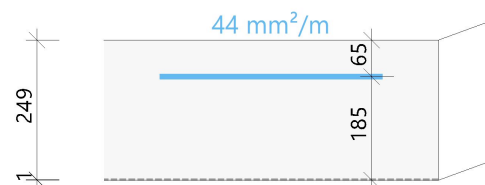
$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 10 \text{ mm} : d_1=65 \text{ mm} \rightarrow d=185 \text{ mm}$$

$$x=1 \text{ mm} \rightarrow z=185 \text{ mm}$$

$$A_{s,ult}=44 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (tahové)}$$

$$\rho=0,024\%$$



Posudek náhradní diagonály

Směr posudku (extrém) [$\alpha=135^\circ$]

Návrhová normálová síla ve směru náhradní diagonály

$$n_{Ed,sc} = -4.16 \text{ kN} \text{ [Ed, návrhová/1]}$$

s plnou výškou průřezu:

$$h=250 \text{ mm} \rightarrow A_{cc} = h \cdot b = 0.25 \cdot 1000 = 250000 \text{ mm}^2$$

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

Návrhová únosnost náhradní diagonály (v tlaku)

$$n_{Rd,sc} = A_{cc} \cdot \text{Red}_{fcd} \cdot f_{cd} = 250000 \cdot 0.85 \cdot 20 = 4250 \text{ kN}$$

Jedn. pos.

$$UC_{sc} = \frac{\text{abs}(n_{Ed,sc})}{n_{Rd,sc}} = \frac{\text{abs}(-4.16)}{4250} = 978 \cdot 10^{-6}$$

Konstrukční zásady pro podélnou výztuž

Minimální množství hlavní výztuže

Hlavní [1+] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \\ \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \end{array} \right\} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 195}{500} \\ 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 195 \end{array} \right\} = 294 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2+] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \\ \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \end{array} \right\} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 185}{500} \\ 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 185 \end{array} \right\} = 279 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Maximum výztuže

Hlavní [1+] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2; s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2+] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

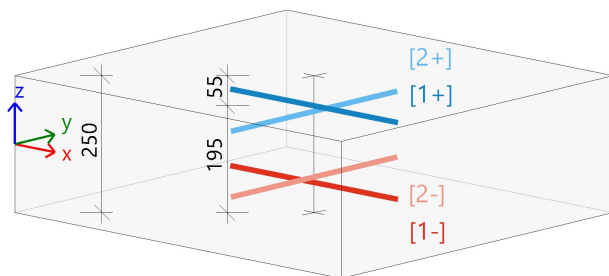
$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2; s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Shrnutí podélné výztuže

	Základní	Přídavná		$A_{s,ult}$ [mm ²]	$\Delta A_{s, serv}$ [mm ²]	$A_{s,min}$ [mm ²]	$A_{s, req}$ [mm ²]	$A_{s, prov}$ [mm ²]	$A_{s, max}$ [mm ²]	Status
		Uživatel	Předpoklád...							
[1+]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	35	---	294	294	524	1671	OK
[2+]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	44	---	279	279	524	1671	OK
[1-]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	0	---	---	0	524	---	OK
[2-]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	0	---	---	0	524	---	OK

$A_{s,ult}$ - nutná plocha výztuže z návrhu podle MSÚ; $\Delta A_{s, serv}$ - zvětšit nutnou plochu výztuže z návrhu podle MSP; $A_{s, req}$ - nutná plocha výztuže včetně konstrukčních zásad; $A_{s, prov}$ - předpokládaná plocha výztuže (součet uvažovaných základních a přídavných prutů)



[1+] $\phi 10,0/150$
 [2+] $\phi 10,0/150$
 [1-] $\phi 10,0/150$
 [2-] $\phi 10,0/150$

Návrh smykové výztuže

Návrhová smyková síla

$$v_{Ed} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{2.0^2 + -0.2^2} = 2.0 \text{ kN/m [Ed, návrhová/1]}$$

Hlavní síly a rovina deformace

$$m_z = -3.3 \text{ kNm} \mid n_z = 0 \text{ kN}$$

$$d = 190 \text{ mm} \mid z = 190 \text{ mm}$$

Poměr podélné výztuže. (uvažovat, že horní povrch je tažený)

(§6.4.4(1))

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sl,x}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \% \quad \rho_{ly} = \frac{A_{sl,y}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \%$$

$$\rho_l = \min\left(\sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}}; 0.02\right) = \min\left(\sqrt{2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 2.76 \cdot 10^{-3}}; 0.02\right) = 0.276 \%$$

Smyková únosnost bez smykové výztuže

Normálové napětí v betonu (kladné pro tlak)

Normálové síly (z MKP): $n_x = 0.0 \text{ kN/m}$ $n_y = 0.0 \text{ kN/m}$ [Ed, návrhová/1]

$$\sigma_{cp,1} = \min\left(\frac{-n_x}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp,2} = \min\left(\frac{-n_y}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp,1} + \sigma_{cp,2}}{2} = \frac{0.00 + 0.00}{2} = 0.00 \text{ MPa}$$

Návrhová smyková únosnost se smykovou výztuží

(§6.4.4(1))

$$k = \min\left(1 + \left(\frac{200}{d}\right)^{\frac{1}{2}}; 2\right) = \min\left(1 + \left(\frac{200}{190}\right)^{\frac{1}{2}}; 2\right) = 2$$

$$C_{Rdc} = 0.12 \quad v_{min} = 0.542 \text{ MPa} \quad k_1 = 0.15$$

$$v_{Rdc} = \max\left(10^6 \cdot \left(C_{Rdc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}\right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot d; 0\right) \quad (6.47)$$

$$= \max\left(10^6 \cdot \left(0.12 \cdot 2 \cdot \left(100 \cdot 2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 30\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0\right) \cdot 0.19; 0\right) = 92.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdcmin} = \max\left(10^6 \cdot \left(v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot d; 0\right) = \max\left(10^6 \cdot \left(0.542 + 0.15 \cdot 0\right) \cdot 0.19; 0\right) = 103 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdc} = \max(v_{Rdc}; v_{Rdcmin}) = \max(92.2 \text{ kN/m}; 103 \text{ kN/m}) = 103 \text{ kN/m}$$

Maximální smyková únosnost betonu

Redukční součinitel pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku

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

Úhel náhradní diagonály

$$\theta = \theta_{inp} = 40^\circ, \cot(\theta) = 1.192$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$v_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cot(\theta) + \tan(\theta))} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0.19 \cdot 0.528 \cdot 20.0}{(\cot(40) + \tan(40))} = 986 \text{ kN/m} \quad (6.9)$$

Posouzení smykové únosnosti (bez smykové výztuže)

Posouzení $v_{Rd,max}$

$$v_{Ed} = 2.04 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 986 \text{ kN/m} \quad \text{OK}$$

Posouzení v_{Rdc}

$$v_{Ed} = 2.04 \text{ kN/m} \leq v_{Rdc} = 103 \text{ kN/m} \quad (\text{OK, není požadována žádná smyková výztuž})$$

Shrnutí smykové výztuže

		θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Stav
	Stav	[°]	[kN/m]	[mm ²]	[mm ²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm ² /m ²]	
[+]	Ed, návrhová/1	40,0	2,0	524	524	0,276	103,0	985,6	---	OK

v_{Ed} - návrhová smyková síla, $A_{sl,x/y}$ - tahová podélná výztuž, ρ_l - odpovídající poměr výztuže, $v_{Rd,c}$ - smyková únosnost bez smykové výztuže, $v_{Rd,max}$ - maximální smyková únosnost betonu, $A_{sw,req}$ - nutná smyková výztuž

14.8. Návrh výztuže (MSÚ+MSP)

Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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

Deska S1	h=250 mm
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07	Uzel 2315/8802 [X= 8,970, Y=7,500, Z=0,000 m]

Předpoklady návrhu

Výztuž

Podélná: **B 500B**

Horní povrch

[1+] První vrstva (0°)

Ø10,0 mm / Hlavní

[2+] Druhá vrstva (90°)

Ø10,0 mm / Hlavní

Krytí:

$c_{user} = 50 \text{ mm}$

Spodní povrch

[1-] První vrstva (0°)

Ø10,0 mm / Hlavní

[2-] Druhá vrstva (90°)

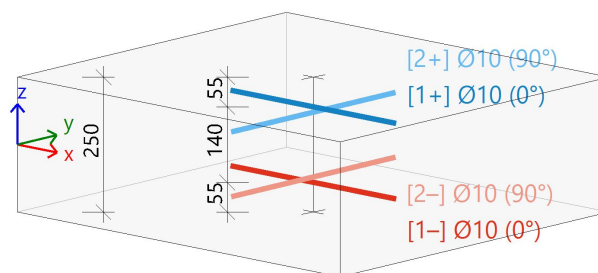
Ø10,0 mm / Hlavní

Krytí:

$c_{user} = 50 \text{ mm}$

Smyk: **B 500B**

Ø8 mm



Beton:

Materiál: **C30/37**

Konstruční třída:

S3 (návrhová životnost 50 let, žádná zvláštní kontrola kvality)

(Table 4.3N)

Podmínky prostředí:

XC3 (na staveništi)

(Table 4.1N)

Minimální krytí

(§4.4.1.2)

$$c_{min} = \max \left(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \right)$$

(4.2)

$$= \max(10; 20 + 0 - 0 - 0; 10) = 20 \text{ mm}$$

Nominální krytí

(§4.4.1.1)

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

(4.1)

Vnitřní síly z výpočtu konstrukce

Mezní stav únosnosti

Včetně posunu momentové křivky: ANO

(§9.2.1.3(2))

$$a_l = h \cdot \text{Coeff}_d = 250 \cdot 0.9 = 225 \text{ mm}$$

(§6.2.2(5))

Stav	m_x [kNm/m]	m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	n_x [kN/m]	n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]	v_x [kN/m]	v_y [kN/m]
Ed, návrhová/1	7,14	10,30	-0,41	0,00	0,00	0,00	0,13	-2,59
Stav	Klíč kombinace							
Ed, návrhová/1	1.35*ZS1+1.35*ZS2a+1.35*ZS2b+1.50*ZS3+1.50*ZS4+1.35*ZS2c							

Návrh podélné výztuže podle mezního stavu

Mezní stav únosnosti

Směr vrstvy výztuže [$\alpha=0^\circ$]

[1-]: spodní povrch

$$m_{Ed} = 7.01 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 4.35 \text{ kN/m} \quad [\text{Ed, návrhová/1}]$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

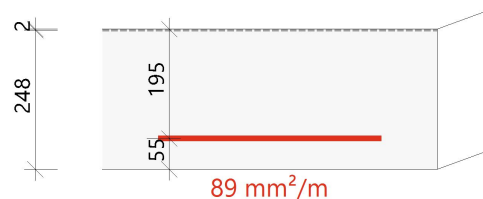
$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 10 \text{ mm} : d_1 = 55 \text{ mm} \rightarrow d = 195 \text{ mm}$$

$$x = 2 \text{ mm} \rightarrow z = 194 \text{ mm}$$

$$A_{s,ult} = 89 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\text{tahové})$$

$$\rho = 0.046\%$$



Směr vrstvy výztuže [$\alpha=90^\circ$]

[2-]: spodní povrch

$$m_{Ed} = 10.2 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 4.35 \text{ kN/m} \quad [\text{Ed, návrhová/1}]$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

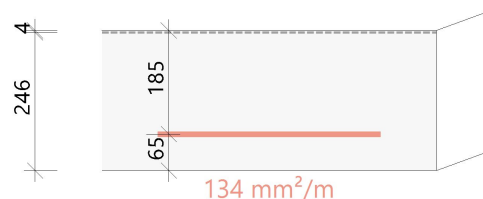
$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\varnothing 10 \text{ mm} : d_1 = 65 \text{ mm} \rightarrow d = 185 \text{ mm}$$

$$x = 4 \text{ mm} \rightarrow z = 184 \text{ mm}$$

$$A_{s,ult} = 134 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\text{tahové})$$

$$\rho = 0.073\%$$



Posudek náhradní diagonály

Směr posudku (extrém) [$\alpha=135^\circ$]

Návrhová normálová síla ve směru náhradní diagonály

$$n_{Ed,sc} = -4.35 \text{ kN} \quad [\text{Ed, návrhová/1}]$$

s plnou výškou průřezu:

$$h = 250 \text{ mm} \rightarrow A_{cc} = h \cdot b = 0.25 \cdot 1000 = 250000 \text{ mm}^2$$

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

Návrhová únosnost náhradní diagonály (v tlaku)

$$n_{Rd,sc} = A_{cc} \cdot \text{Red}_{fcd} \cdot f_{cd} = 250000 \cdot 0.85 \cdot 20 = 4250 \text{ kN}$$

Jedn. pos.

$$UC_{sc} = \frac{\text{abs}(n_{Ed,sc})}{n_{Rd,sc}} = \frac{\text{abs}(-4.35)}{4250} = 0.001$$

Konstrukční zásady pro podélnou výztuž

Minimální množství hlavní výztuže

Hlavní [1-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \right\} = \text{Max} \left\{ \frac{0.26 \cdot 2.9 \cdot 1000 \cdot 195}{500} \right\} = 294 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \right\} = \text{Max} \left\{ \frac{0.26 \cdot 2.9 \cdot 1000 \cdot 185}{500} \right\} = 279 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Maximum výztuže

Hlavní [1-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2; s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

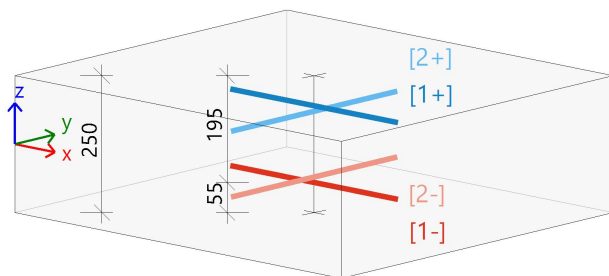
$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2; s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Shrnutí podélné výztuže

	Základní	Přídavná		$A_{s,ult}$ [mm ²]	$\Delta A_{s,serv}$ [mm ²]	$A_{s,min}$ [mm ²]	$A_{s,req}$ [mm ²]	$A_{s,prov}$ [mm ²]	$A_{s,max}$ [mm ²]	Status
		Uživatel	Předpoklád...							
[1+]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	0	---	---	0	524	---	OK
[2+]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	0	---	---	0	524	---	OK
[1-]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	89	---	294	294	524	1671	OK
[2-]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	134	---	279	279	524	1671	OK

$A_{s,ult}$ - nutná plocha výztuže z návrhu podle MSÚ; $\Delta A_{s,serv}$ - zvětšit nutnou plochu výztuže z návrhu podle MSP; $A_{s,req}$ - nutná plocha výztuže včetně konstrukčních zásad; $A_{s,prov}$ - předpokládaná plocha výztuže (součet uvažovaných základních a přídavných prutů)



[1+] $\phi 10,0/150$
 [2+] $\phi 10,0/150$
 [1-] $\phi 10,0/150$
 [2-] $\phi 10,0/150$

Návrh smykové výztuže

Návrhová smyková síla

$$v_{Ed} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{0.1^2 + -2.6^2} = 2.6 \text{ kN/m [Ed, návrhová/1]}$$

Hlavní síly a rovina deformace

$$m_z = 10 \text{ kNm} \mid n_z = 0 \text{ kN}$$

$$d = 190 \text{ mm} \mid z = 189 \text{ mm}$$

Poměr podélné výztuže. (uvažovat, že spodní povrch je tažený)

(§6.4.4(1))

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sl,x}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \% \quad \rho_{ly} = \frac{A_{sl,y}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \%$$

$$\rho_l = \min\left(\sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}}; 0.02\right) = \min\left(\sqrt{2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 2.76 \cdot 10^{-3}}; 0.02\right) = 0.276 \%$$

Smyková únosnost bez smykové výztuže

Normálové napětí v betonu (kladné pro tlak)

Normálové síly (z MKP): $n_x = 0.0 \text{ kN/m}$ $n_y = 0.0 \text{ kN/m}$ [Ed, návrhová/1]

$$\sigma_{cp,1} = \min\left(\frac{-n_x}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp,2} = \min\left(\frac{-n_y}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp,1} + \sigma_{cp,2}}{2} = \frac{0.00 + 0.00}{2} = 0.00 \text{ MPa}$$

Návrhová smyková únosnost se smykovou výztuží

(§6.4.4(1))

$$k = \min\left(1 + \left(\frac{200}{d}\right)^{\frac{1}{2}}; 2\right) = \min\left(1 + \left(\frac{200}{190}\right)^{\frac{1}{2}}; 2\right) = 2$$

$$C_{Rdc} = 0.12 \quad v_{min} = 0.542 \text{ MPa} \quad k_1 = 0.15$$

$$v_{Rdc} = \max\left(10^6 \cdot \left(C_{Rdc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}\right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot d; 0\right) \quad (6.47)$$

$$= \max\left(10^6 \cdot \left(0.12 \cdot 2 \cdot \left(100 \cdot 2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 30\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0\right) \cdot 0.19; 0\right) = 92.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdcmin} = \max\left(10^6 \cdot \left(v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot d; 0\right) = \max\left(10^6 \cdot \left(0.542 + 0.15 \cdot 0\right) \cdot 0.19; 0\right) = 103 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdc} = \max(v_{Rdc}; v_{Rdcmin}) = \max(92.2 \text{ kN/m}; 103 \text{ kN/m}) = 103 \text{ kN/m}$$

Maximální smyková únosnost betonu

Redukční součinitel pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku

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

Úhel náhradní diagonály

$$\theta = \theta_{inp} = 40^\circ, \cot(\theta) = 1.192$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$v_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cot(\theta) + \tan(\theta))} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0.189 \cdot 0.528 \cdot 20.0}{(\cot(40) + \tan(40))} = 981 \text{ kN/m} \quad (6.9)$$

Posouzení smykové únosnosti (bez smykové výztuže)

Posouzení $v_{Rd,max}$

$$v_{Ed} = 2.6 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 981 \text{ kN/m} \quad \text{OK}$$

Posouzení v_{Rdc}

$$v_{Ed} = 2.6 \text{ kN/m} \leq v_{Rdc} = 103 \text{ kN/m} \quad (\text{OK, není požadována žádná smyková výztuž})$$

Shrnutí smykové výztuže

	θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Stav
Stav	[°]	[kN/m]	[mm ²]	[mm ²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm ² /m ²]	
[-] Ed, návrhová/1	40,0	2,6	524	524	0,276	103,0	980,6	---	OK

v_{Ed} - návrhová smyková síla, $A_{sl,x/y}$ - tahová podélná výztuž, ρ_l - odpovídající poměr výztuže, $v_{Rd,c}$ - smyková únosnost bez smykové výztuže, $v_{Rd,max}$ - maximální smyková únosnost betonu, $A_{sw,req}$ - nutná smyková výztuž

14.9. Návrh výztuže (MSÚ+MSP)

Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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

Deska S1	h=250 mm
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07	Uzel 2315/8802 [X= 8,970, Y=7,500, Z=0,000 m]

Předpoklady návrhu

Výztuž

Podélná: **B 500B**

Horní povrch

[1+] První vrstva (0°)

[2+] Druhá vrstva (90°)

Krytí:

Ø10,0 mm / Hlavní

Ø10,0 mm / Hlavní

$c_{user} = 50 \text{ mm}$

Spodní povrch

[1-] První vrstva (0°)

[2-] Druhá vrstva (90°)

Krytí:

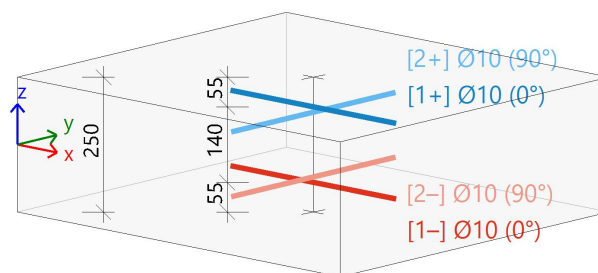
Ø10,0 mm / Hlavní

Ø10,0 mm / Hlavní

$c_{user} = 50 \text{ mm}$

Smyk: **B 500B**

Ø8 mm



Beton:

Materiál: **C30/37**

Konstruční třída:

S3 (návrhová životnost 50 let, žádná zvláštní kontrola kvality)

(Table 4.3N)

Podmínky prostředí:

XC3 (na staveništi)

(Table 4.1N)

Minimální krytí

(§4.4.1.2)

$$c_{min} = \max \left(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \right)$$

(4.2)

$$= \max \left(10; 20 + 0 - 0 - 0; 10 \right) = 20 \text{ mm}$$

Nominální krytí

(§4.4.1.1)

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

(4.1)

Vnitřní síly z výpočtu konstrukce

Mezní stav únosnosti

Včetně posunu momentové křivky: ANO

(§9.2.1.3(2))

$$a_j = h \cdot \text{Coeff}_d = 250 \cdot 0.9 = 225 \text{ mm}$$

(§6.2.2(5))

Stav	m_x [kNm/m]	m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	n_x [kN/m]	n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]	v_x [kN/m]	v_y [kN/m]
Ed, návrhová/1	7,14	10,30	-0,41	0,00	0,00	0,00	0,13	-2,59
Stav	Klíč kombinace							
Ed, návrhová/1	1.35*ZS1+1.35*ZS2a+1.35*ZS2b+1.50*ZS3+1.50*ZS4+1.35*ZS2c							

Návrh podélné výztuže podle mezního stavu

Mezní stav únosnosti

Směr vrstvy výztuže [$\alpha=0^\circ$]

[1-]: spodní povrch

$$m_{Ed} = 7.01 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 4.35 \text{ kN/m} \quad [\text{Ed, návrhová/1}]$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_C = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

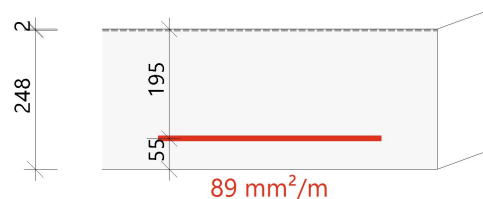
$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_S = 1.15)$$

$$\varnothing 10 \text{ mm} : d_1 = 55 \text{ mm} \rightarrow d = 195 \text{ mm}$$

$$x = 2 \text{ mm} \rightarrow z = 194 \text{ mm}$$

$$A_{s,ult} = 89 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\text{tahové})$$

$$\rho = 0.046\%$$



Směr vrstvy výztuže [$\alpha=90^\circ$]

[2-]: spodní povrch

$$m_{Ed} = 10.2 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 4.35 \text{ kN/m} \quad [\text{Ed, návrhová/1}]$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_C = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

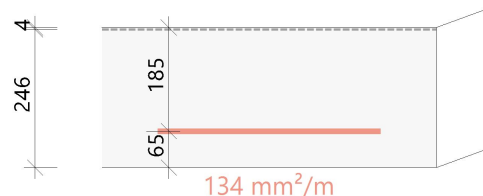
$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_S = 1.15)$$

$$\varnothing 10 \text{ mm} : d_1 = 65 \text{ mm} \rightarrow d = 185 \text{ mm}$$

$$x = 4 \text{ mm} \rightarrow z = 184 \text{ mm}$$

$$A_{s,ult} = 134 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\text{tahové})$$

$$\rho = 0.073\%$$



Posudek náhradní diagonály

Směr posudku (extrém) [$\alpha=135^\circ$]

Návrhová normálová síla ve směru náhradní diagonály

$$n_{Ed,sc} = -4.35 \text{ kN} \quad [\text{Ed, návrhová/1}]$$

s plnou výškou průřezu:

$$h = 250 \text{ mm} \rightarrow A_{cc} = h \cdot b = 0.25 \cdot 1000 = 250000 \text{ mm}^2$$

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

Návrhová únosnost náhradní diagonály (v tlaku)

$$n_{Rd,sc} = A_{cc} \cdot \text{Red}_{fcd} \cdot f_{cd} = 250000 \cdot 0.85 \cdot 20 = 4250 \text{ kN}$$

Jedn. pos.

$$UC_{sc} = \frac{\text{abs}(n_{Ed,sc})}{n_{Rd,sc}} = \frac{\text{abs}(-4.35)}{4250} = 0.001$$

Konstrukční zásady pro podélnou výztuž

Minimální množství hlavní výztuže

Hlavní [1-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \\ \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \end{array} \right\} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 195}{500} \\ 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 195 \end{array} \right\} = 294 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \\ \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \end{array} \right\} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 185}{500} \\ 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 185 \end{array} \right\} = 279 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Maximum výztuže

Hlavní [1-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2; s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

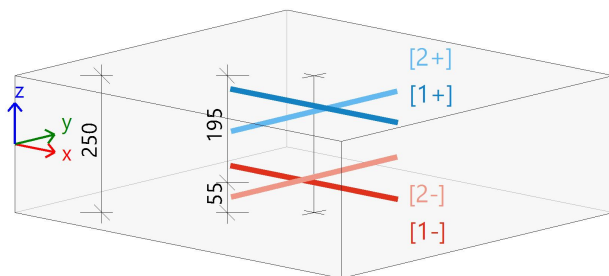
$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2; s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Shrnutí podélné výztuže

	Základní	Přídavná		$A_{s,ult}$ [mm ²]	$\Delta A_{s,serv}$ [mm ²]	$A_{s,min}$ [mm ²]	$A_{s,req}$ [mm ²]	$A_{s,prov}$ [mm ²]	$A_{s,max}$ [mm ²]	Status
		Uživatel	Předpoklád...							
[1+]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	0	---	---	0	524	---	OK
[2+]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	0	---	---	0	524	---	OK
[1-]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	89	---	294	294	524	1671	OK
[2-]	φ10,0/150	bez výztuže	bez výztuže	134	---	279	279	524	1671	OK

$A_{s,ult}$ - nutná plocha výztuže z návrhu podle MSÚ; $\Delta A_{s,serv}$ - zvětšit nutnou plochu výztuže z návrhu podle MSP; $A_{s,req}$ - nutná plocha výztuže včetně konstrukčních zásad; $A_{s,prov}$ - předpokládaná plocha výztuže (součet uvažovaných základních a přídavných prutů)



[1+] $\phi 10,0/150$
 [2+] $\phi 10,0/150$
 [1-] $\phi 10,0/150$
 [2-] $\phi 10,0/150$

Návrh smykové výztuže

Návrhová smyková síla

$$v_{Ed} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{0.1^2 + -2.6^2} = 2.6 \text{ kN/m [Ed, návrhová/1]}$$

Hlavní síly a rovina deformace

$$m_z = 10 \text{ kNm} \mid n_z = 0 \text{ kN}$$

$$d = 190 \text{ mm} \mid z = 189 \text{ mm}$$

Poměr podélné výztuže. (uvažovat, že spodní povrch je tažený)

(§6.4.4(1))

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sl,x}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \% \quad \rho_{ly} = \frac{A_{sl,y}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \%$$

$$\rho_l = \min\left(\sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}}; 0.02\right) = \min\left(\sqrt{2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 2.76 \cdot 10^{-3}}; 0.02\right) = 0.276 \%$$

Smyková únosnost bez smykové výztuže

Normálové napětí v betonu (kladné pro tlak)

Normálové síly (z MKP): $n_x = 0.0 \text{ kN/m}$ $n_y = 0.0 \text{ kN/m}$ [Ed, návrhová/1]

$$\sigma_{cp,1} = \min\left(\frac{-n_x}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp,2} = \min\left(\frac{-n_y}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp,1} + \sigma_{cp,2}}{2} = \frac{0.00 + 0.00}{2} = 0.00 \text{ MPa}$$

Návrhová smyková únosnost se smykovou výztuží

(§6.4.4(1))

$$k = \min\left(1 + \left(\frac{200}{d}\right)^{\frac{1}{2}}; 2\right) = \min\left(1 + \left(\frac{200}{190}\right)^{\frac{1}{2}}; 2\right) = 2$$

$$C_{Rdc} = 0.12 \quad v_{min} = 0.542 \text{ MPa} \quad k_1 = 0.15$$

$$v_{Rdc} = \max\left(10^6 \cdot \left(C_{Rdc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}\right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot d; 0\right) \quad (6.47)$$

$$= \max\left(10^6 \cdot \left(0.12 \cdot 2 \cdot \left(100 \cdot 2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 30\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0\right) \cdot 0.19; 0\right) = 92.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdcmin} = \max\left(10^6 \cdot \left(v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot d; 0\right) = \max\left(10^6 \cdot \left(0.542 + 0.15 \cdot 0\right) \cdot 0.19; 0\right) = 103 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdc} = \max(v_{Rdc}; v_{Rdcmin}) = \max(92.2 \text{ kN/m}; 103 \text{ kN/m}) = 103 \text{ kN/m}$$

Maximální smyková únosnost betonu

Redukční součinitel pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku

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

Úhel náhradní diagonály

$$\theta = \theta_{inp} = 40^\circ, \cot(\theta) = 1.192$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$v_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cot(\theta) + \tan(\theta))} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0.189 \cdot 0.528 \cdot 20.0}{(\cot(40) + \tan(40))} = 981 \text{ kN/m} \quad (6.9)$$

Posouzení smykové únosnosti (bez smykové výztuže)

Posouzení $v_{Rd,max}$

$$v_{Ed} = 2.6 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 981 \text{ kN/m} \quad \text{OK}$$

Posouzení v_{Rdc}

$$v_{Ed} = 2.6 \text{ kN/m} \leq v_{Rdc} = 103 \text{ kN/m} \quad (\text{OK, není požadována žádná smyková výztuž})$$

Shrnutí smykové výztuže

		θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Stav
	Stav	[°]	[kN/m]	[mm ²]	[mm ²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm ² /m ²]	
[-]	Ed, návrhová/1	40,0	2,6	524	524	0,276	103,0	980,6	---	OK

v_{Ed} - návrhová smyková síla, $A_{sl,x/y}$ - tahová podélná výztuž, ρ_l - odpovídající poměr výztuže, $v_{Rd,c}$ - smyková únosnost bez smykové výztuže, $v_{Rd,max}$ - maximální smyková únosnost betonu, $A_{sw,req}$ - nutná smyková výztuž

15. Posouzení výztuže základové desky

15.1. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); As,prov,1+

Hodnoty: **Reinf_{Prov,1+}**

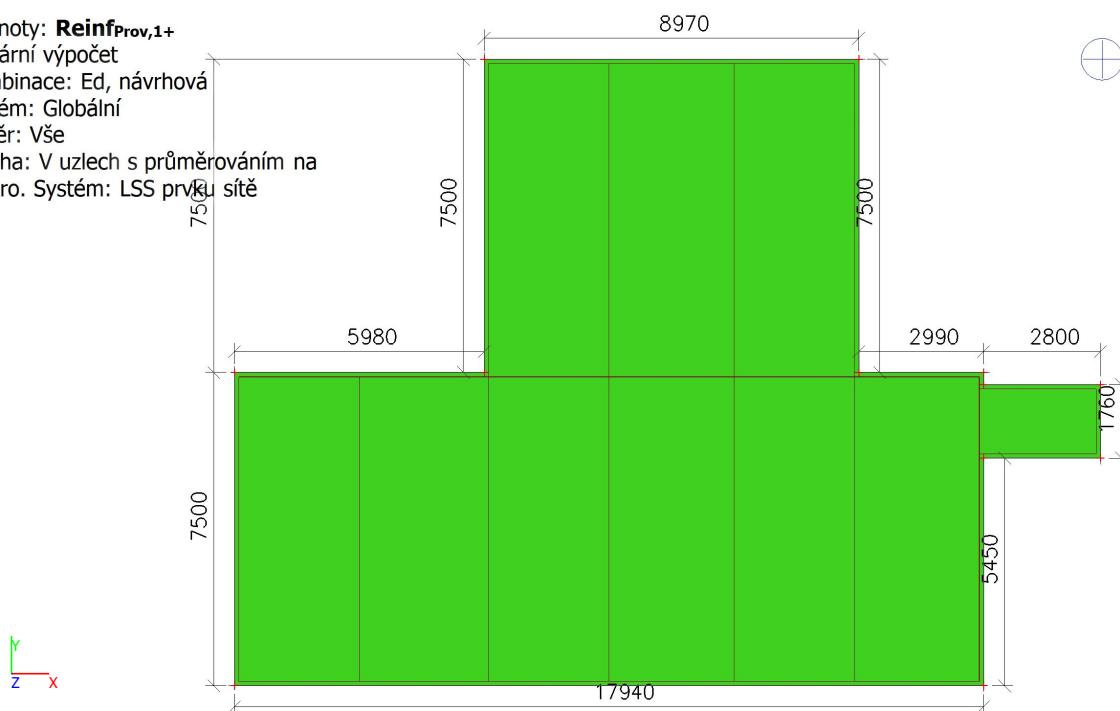
Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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



Reinf_{Prov,1+}

φ10,0/150

15.2. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); As,prov,2+

Hodnoty: **Reinf_{Prov,2+}**

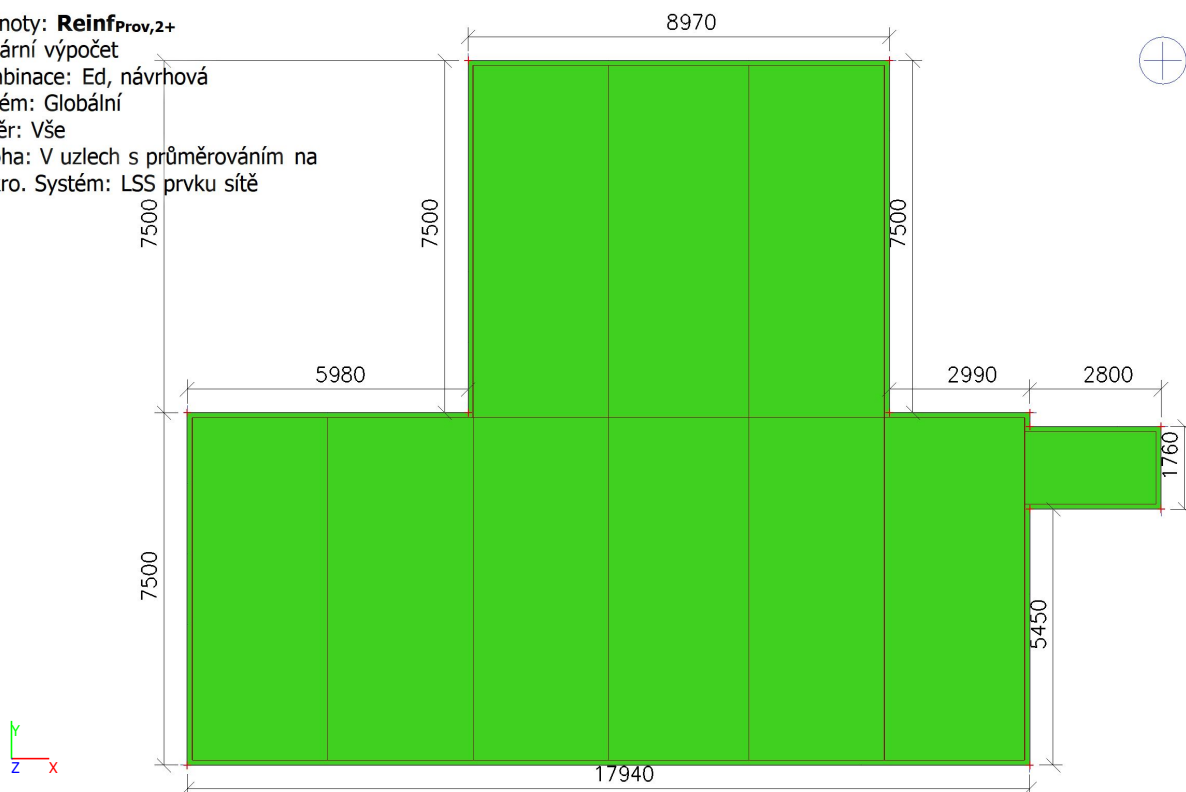
Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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



Reinf_{Prov,2+}

φ10,0/150

15.3. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); As,prov,1-

Hodnoty: **Reinf_{Prov,1-}**

Lineární výpočet

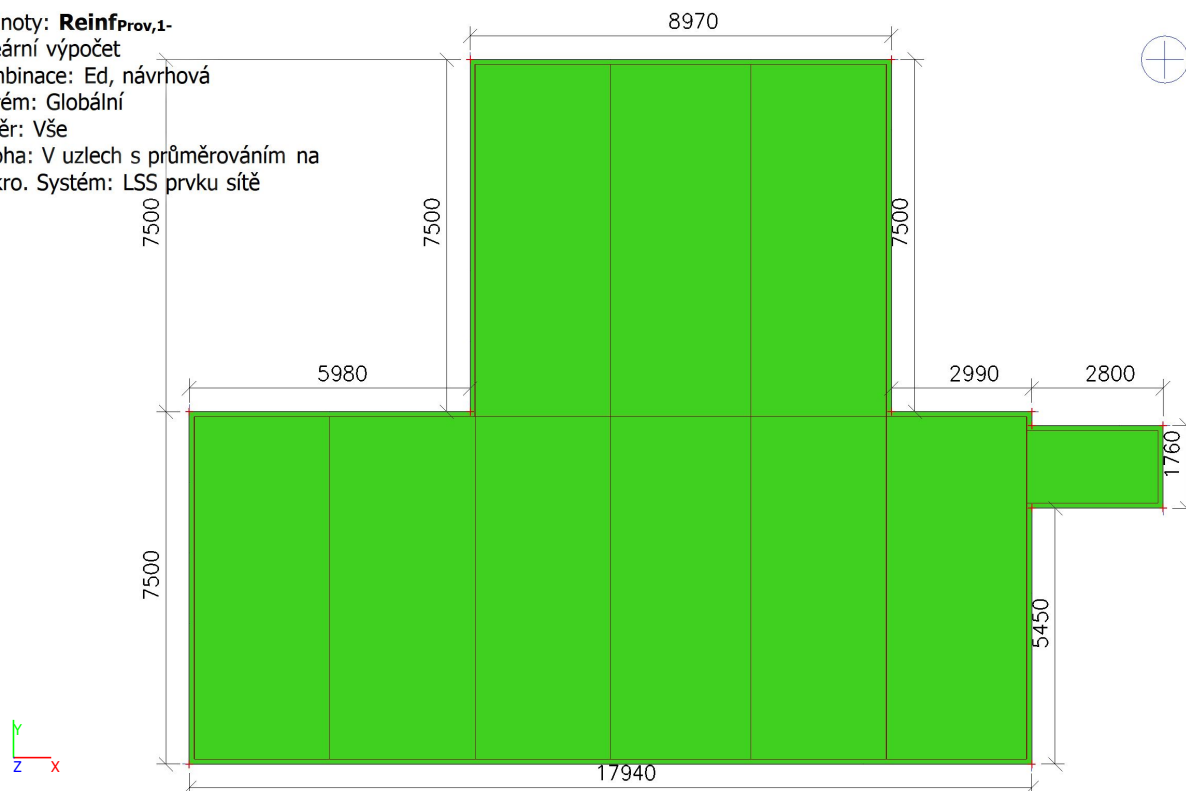
Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na

makro. Systém: LSS prvku sítě



Reinf_{Prov,1-}

φ10,0/150

15.4. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); As,prov,2-

Hodnoty: **Reinf_{Prov,2-}**

Lineární výpočet

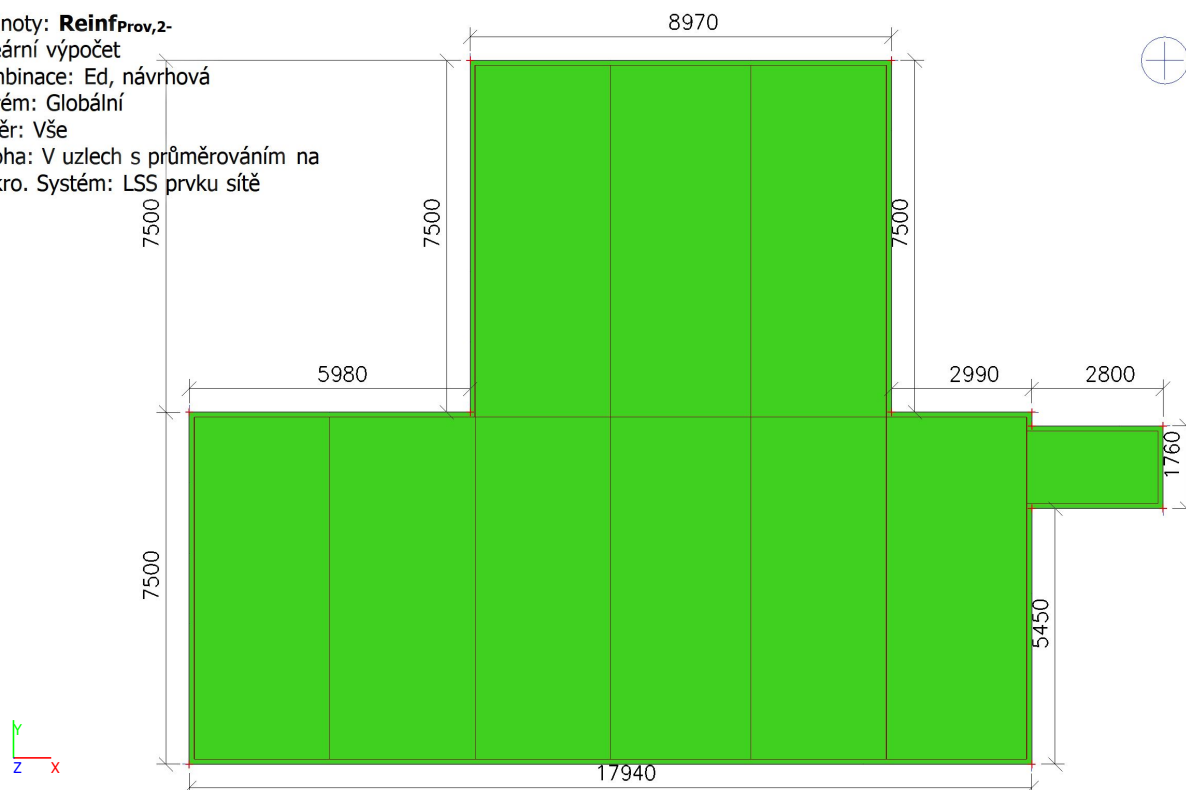
Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním na

makro. Systém: LSS prvku sítě



Reinf_{Prov,2-}

φ10,0/150

15.5. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); As,prov,1+

Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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

Deska S1

h=250 mm

ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07

Uzel 1/0 [X= 0,000, Y=0,000, Z=0,000 m]

Předpoklady návrhu

Výztuž

Podélná: **B 500B**

Horní povrch

[1+] První vrstva (0°)

Ø10,0 mm / Hlavní

[2+] Druhá vrstva (90°)

Ø10,0 mm / Hlavní

Krytí:

c_{user} = 50 mm

Spodní povrch

[1-] První vrstva (0°)

Ø10,0 mm / Hlavní

[2-] Druhá vrstva (90°)

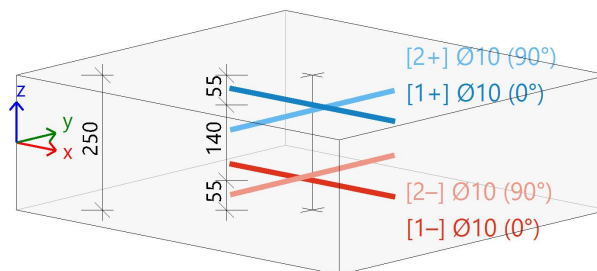
Ø10,0 mm / Hlavní

Krytí:

c_{user} = 50 mm

Smyk: **B 500B**

Ø8 mm



Beton:

Materiál: **C30/37**

Konstruční třída:

S3 (návrhová životnost 50 let, žádná zvláštní kontrola kvality)

(Table 4.3N)

Podmínky prostředí:

XC3 (na staveništi)

(Table 4.1N)

Minimální krytí

(§4.4.1.2)

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10)$$

(4.2)

$$= \max(10; 20 + 0 - 0 - 0; 10) = 20 \text{ mm}$$

Nominální krytí

(§4.4.1.1)

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

(4.1)

Vnitřní síly z výpočtu konstrukce

Mezní stav únosnosti

Včetně posunu momentové křivky: ANO

(§9.2.1.3(2))

$$a_l = h \cdot \text{Coeff}_d = 250 \cdot 0.9 = 225 \text{ mm}$$

(§6.2.2(5))

Stav	m _x [kNm/m]	m _y [kNm/m]	m _{xy} [kNm/m]	n _x [kN/m]	n _y [kN/m]	n _{xy} [kN/m]	v _x [kN/m]	v _y [kN/m]
Ed, návrhová/1	-1,23	-1,36	1,13	0,00	0,00	0,00	18,48	19,38
Stav	Klíč kombinace							
Ed, návrhová/1	1.35*ZS1+1.35*ZS2a+1.35*ZS2b+1.50*ZS3+1.50*ZS4+1.35*ZS2c							

Návrh podélné výztuže podle mezního stavu

Mezní stav únosnosti

Směr vrstvy výztuže [α=0°]

[1+]: horní povrch

$$m_{Ed} = -0.878 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 11.9 \text{ kN/m} \text{ [Ed, návrhová/1]}$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

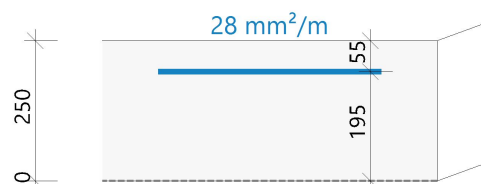
$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\text{Ø10 mm} : d_1 = 55 \text{ mm} \rightarrow d = 195 \text{ mm}$$

$$x = 0.01 \text{ mm} \rightarrow z = 195 \text{ mm}$$

$$A_{s,ult} = 28 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (tahové)}$$

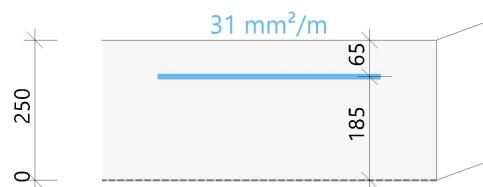
$$\rho = 0.014\%$$



Směr vrstvy výztuže [$\alpha=90^\circ$]

[2+]: horní povrch

$m_{Ed} = -1 \text{ kNm/m}$ | $n_{Ed} = 11.9 \text{ kN/m}$ [Ed, návrhová/1]
 $f_{cd} = 20 \text{ [MPa]}$ ($\gamma_c = 1.5$, $\alpha_{cc} = 1$)
 $f_{yd} = 435 \text{ [MPa]}$ ($\gamma_s = 1.15$)
 $\emptyset 10 \text{ mm} : d_1=65 \text{ mm} \rightarrow d=185 \text{ mm}$
 $x=0.1 \text{ mm} \rightarrow z=185 \text{ mm}$
 $A_{s,ult}=31 \text{ mm}^2/\text{m}$ (tahové)
 $\rho=0,017\%$



Posudek náhradní diagonály

Směr posudku (extrém) [$\alpha=135^\circ$]

Návrhová normálová síla ve směru náhradní diagonály

$n_{Ed,sc} = -11.9 \text{ kN}$ [Ed, návrhová/1]

s plnou výškou průřezu:

$h=250 \text{ mm} \rightarrow A_{cc} = h \cdot b = 0.25 \cdot 1000 = 250000 \text{ mm}^2$

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

Návrhová únosnost náhradní diagonály (v tlaku)

$n_{Rd,sc} = A_{cc} \cdot \text{Red}_{fcd} \cdot f_{cd} = 250000 \cdot 0.85 \cdot 20 = 4250 \text{ kN}$

Jedn. pos.

$$UC_{sc} = \frac{\text{abs}(n_{Ed,sc})}{n_{Rd,sc}} = \frac{\text{abs}(-11.9)}{4250} = 0.0028$$

Konstrukční zásady pro podélnou výztuž

Minimální množství hlavní výztuže

Hlavní [1+] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \\ \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \end{array} \right\} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 195}{500} \\ 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 195 \end{array} \right\} = 294 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2+] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \\ \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \end{array} \right\} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 185}{500} \\ 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 185 \end{array} \right\} = 279 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Maximum výztuže

Hlavní [1+] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5 \cdot 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2+] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{A_{s,max}} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů vyztuže

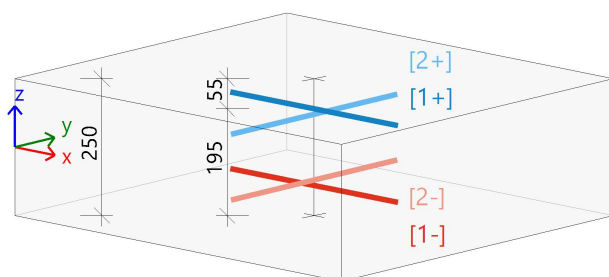
$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5 \cdot 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Shrnutí podélné vyztuže

	Základní	Přídavná		$A_{s,ult}$	$\Delta A_{s,ser}$	$A_{s,min}$	$A_{s,req}$	$A_{s,prov}$	$A_{s,max}$	Status
		Uživatel	Předpoklád...	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	
[1+]	$\phi 10,0/150$	bez vyztuže	bez vyztuže	28	---	294	294	524	1671	OK
[2+]	$\phi 10,0/150$	bez vyztuže	bez vyztuže	31	---	279	279	524	1671	OK
[1-]	$\phi 10,0/150$	bez vyztuže	bez vyztuže	0	---	---	0	524	---	OK
[2-]	$\phi 10,0/150$	bez vyztuže	bez vyztuže	0	---	---	0	524	---	OK

$A_{s,ult}$ - nutná plocha vyztuže z návrhu podle MSÚ; $\Delta A_{s,ser}$ - zvětšit nutnou plochu vyztuže z návrhu podle MSP; $A_{s,req}$ - nutná plocha vyztuže včetně konstrukčních zásad; $A_{s,prov}$ - předpokládaná plocha vyztuže (součet uvažovaných základních a přídavných prutů)



[1+] $\phi 10,0/150$
[2+] $\phi 10,0/150$
[1-] $\phi 10,0/150$
[2-] $\phi 10,0/150$

Návrh smykové vyztuže

Návrhová smyková síla

$$V_{Ed} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{18.5^2 + 19.4^2} = 26.8 \text{ kN/m} \quad [Ed, \text{ návrhová}/1]$$

Hlavní síly a rovina deformace

$$m_z = -2.4 \text{ kNm} \mid n_z = 0 \text{ kN}$$

$$d = 190 \text{ mm} \mid z = 190 \text{ mm}$$

Poměr podélné vyztuže. (uvažovat, že horní povrch je tažený)

(§6.4.4(1))

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sl,x}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \% \quad \rho_{ly} = \frac{A_{sl,y}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \%$$

$$\rho_l = \min\left(\sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}}; 0.02\right) = \min\left(\sqrt{2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 2.76 \cdot 10^{-3}}; 0.02\right) = 0.276 \%$$

Smyková únosnost bez smykové vyztuže

Normálové napětí v betonu (kladné pro tlak)

Normálové síly (z MKP): $n_x = 0.0 \text{ kN/m}$ $n_y = 0.0 \text{ kN/m}$ [Ed, návrhová/1]

$$\sigma_{cp,1} = \min\left(\frac{-n_x}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (§6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp,2} = \min\left(\frac{-n_y}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (§6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp,1} + \sigma_{cp,2}}{2} = \frac{0.00 + 0.00}{2} = 0.00 \text{ MPa}$$

Návrhová smyková únosnost se smykovou výztuží

(§6.4.4(1))

$$k = \min \left(1 + \left(\frac{200}{d} \right)^{\frac{1}{2}} ; 2 \right) = \min \left(1 + \left(\frac{200}{190} \right)^{\frac{1}{2}} ; 2 \right) = 2$$

$$C_{Rdc} = 0.12 \quad v_{min} = 0.542 \text{ MPa} \quad k_1 = 0.15$$

$$v_{Rdc} = \max \left(10^6 \cdot \left(C_{Rdc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot d ; 0 \right) \quad (6.47)$$

$$= \max \left(10^6 \cdot \left(0.12 \cdot 2 \cdot \left(100 \cdot 2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0 \right) \cdot 0.19 ; 0 \right) = 92.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdmin} = \max \left(10^6 \cdot \left(v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot d ; 0 \right) = \max \left(10^6 \cdot \left(0.542 + 0.15 \cdot 0 \right) \cdot 0.19 ; 0 \right) = 103 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdc} = \max(v_{Rdc}; v_{Rdmin}) = \max(92.2 \text{ kN/m}; 103 \text{ kN/m}) = 103 \text{ kN/m}$$

Maximální smyková únosnost betonu

Redukční součinitel pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku

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

Úhel náhradní diagonály

$$\theta = \theta_{inp} = 40^\circ, \cot(\theta) = 1.192$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$v_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cotg(\theta) + \tg(\theta))} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0.19 \cdot 0.528 \cdot 20.0}{(\cotg(40) + \tg(40))} = 986 \text{ kN/m} \quad (6.9)$$

Posouzení smykové únosnosti (bez smykové výztuže)

Posouzení $v_{Rd,max}$

$$v_{Ed} = 26.8 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 986 \text{ kN/m} \quad \text{OK}$$

Posouzení v_{Rdc}

$$v_{Ed} = 26.8 \text{ kN/m} \leq v_{Rdc} = 103 \text{ kN/m} \quad (\text{OK, není požadována žádná smyková výztuž})$$

Shrnutí smykové výztuže

		θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Stav
	Stav	[°]	[kN/m]	[mm ²]	[mm ²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm ² /m ²]	
[+]	Ed, návrhová/1	40,0	26,8	524	524	0,276	103,0	986,2	---	OK

v_{Ed} - návrhová smyková síla, $A_{sl,x/y}$ - tahová podélná výztuž, ρ_l - odpovídající poměr výztuže, $v_{Rd,c}$ - smyková únosnost bez smykové výztuže, $v_{Rd,max}$ - maximální smyková únosnost betonu, $A_{sw,req}$ - nutná smyková výztuž

15.6. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,prov,2+}$

Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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

Deska S1

h=250 mm

ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07

Uzel 1/0 [X= 0,000, Y=0,000, Z=0,000 m]

Předpoklady návrhu

Výztuž

Podélná: **B 500B**

Horní povrch

[1+] První vrstva (0°)

Ø10,0 mm / Hlavní

[2+] Druhá vrstva (90°)

Ø10,0 mm / Hlavní

Krytí:

c_{user} = 50 mm

Spodní povrch

[1-] První vrstva (0°)

Ø10,0 mm / Hlavní

[2-] Druhá vrstva (90°)

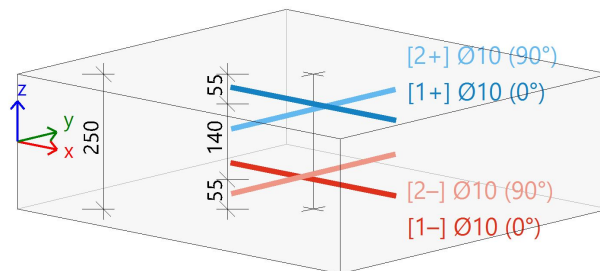
Ø10,0 mm / Hlavní

Krytí:

c_{user} = 50 mm

Smyk: **B 500B**

Ø8 mm



Beton:

Materiál: **C30/37**

Konstruční třída:

S3 (návrhová životnost 50 let, žádná zvláštní kontrola kvality)

(Table 4.3N)

Podmínky prostředí:

XC3 (na staveništi)

(Table 4.1N)

Minimální krytí

(§4.4.1.2)

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10)$$
$$= \max(10; 20 + 0 - 0 - 0; 10) = 20 \text{ mm}$$

(4.2)

Nominální krytí

(§4.4.1.1)

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

(4.1)

Vnitřní síly z výpočtu konstrukce

Mezní stav únosnosti

Včetně posunu momentové křivky: ANO

(§9.2.1.3(2))

$$a_l = h \cdot \text{Coeff}_d = 250 \cdot 0.9 = 225 \text{ mm}$$

(§6.2.2(5))

Stav	m _x [kNm/m]	m _y [kNm/m]	m _{xy} [kNm/m]	n _x [kN/m]	n _y [kN/m]	n _{xy} [kN/m]	v _x [kN/m]	v _y [kN/m]
Ed, návrhová/1	-1,23	-1,36	1,13	0,00	0,00	0,00	18,48	19,38
Stav	Klíč kombinace							
Ed, návrhová/1	1.35*ZS1+1.35*ZS2a+1.35*ZS2b+1.50*ZS3+1.50*ZS4+1.35*ZS2c							

Návrh podélné výztuže podle mezního stavu

Mezní stav únosnosti

Směr vrstvy výztuže [α=0°]

[1+]: horní povrch

$$m_{Ed} = -0.878 \text{ kNm/m} \mid n_{Ed} = 11.9 \text{ kN/m} \text{ [Ed, návrhová/1]}$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

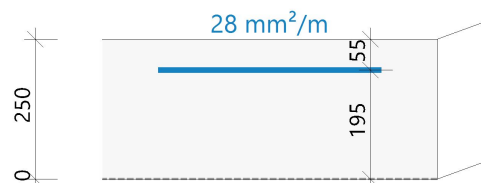
$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\text{Ø10 mm} : d_1 = 55 \text{ mm} \rightarrow d = 195 \text{ mm}$$

$$x = 0.01 \text{ mm} \rightarrow z = 195 \text{ mm}$$

$$A_{s,ult} = 28 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ (tahové)}$$

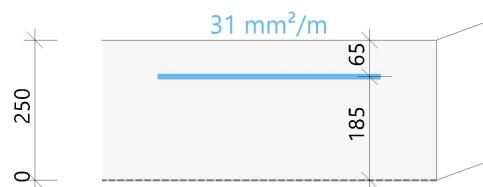
$$\rho = 0.014\%$$



Směr vrstvy výztuže [$\alpha=90^\circ$]

[2+]: horní povrch

$m_{Ed} = -1 \text{ kNm/m}$ | $n_{Ed} = 11.9 \text{ kN/m}$ [Ed, návrhová/1]
 $f_{cd} = 20 \text{ [MPa]}$ ($\gamma_c = 1.5$, $\alpha_{cc} = 1$)
 $f_{yd} = 435 \text{ [MPa]}$ ($\gamma_s = 1.15$)
 $\emptyset 10 \text{ mm} : d_1=65 \text{ mm} \rightarrow d=185 \text{ mm}$
 $x=0.1 \text{ mm} \rightarrow z=185 \text{ mm}$
 $A_{s,ult}=31 \text{ mm}^2/\text{m}$ (tahové)
 $\rho=0,017\%$



Posudek náhradní diagonály

Směr posudku (extrém) [$\alpha=135^\circ$]

Návrhová normálová síla ve směru náhradní diagonály

$n_{Ed,sc} = -11.9 \text{ kN}$ [Ed, návrhová/1]

s plnou výškou průřezu:

$h=250 \text{ mm} \rightarrow A_{cc} = h \cdot b = 0.25 \cdot 1000 = 250000 \text{ mm}^2$

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

Návrhová únosnost náhradní diagonály (v tlaku)

$n_{Rd,sc} = A_{cc} \cdot Red_{fcd} \cdot f_{cd} = 250000 \cdot 0.85 \cdot 20 = 4250 \text{ kN}$

Jedn. pos.

$$UC_{sc} = \frac{\text{abs}(n_{Ed,sc})}{n_{Rd,sc}} = \frac{\text{abs}(-11.9)}{4250} = 0.0028$$

Konstrukční zásady pro podélnou výztuž

Minimální množství hlavní výztuže

Hlavní [1+] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \\ \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \end{array} \right\} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 195}{500} \\ 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 195 \end{array} \right\} = 294 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2+] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \\ \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \end{array} \right\} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 185}{500} \\ 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 185 \end{array} \right\} = 279 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } §9.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Maximum výztuže

Hlavní [1+] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5 \cdot 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2+] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{A_{s,max}} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů vyztužení

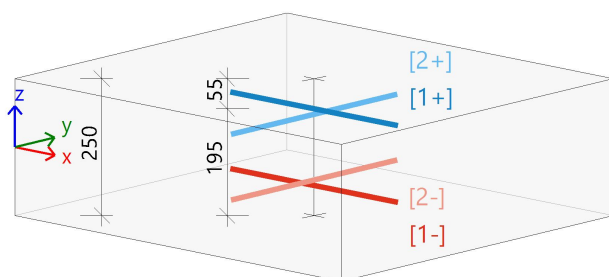
$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5 \cdot 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Shrnutí podélné vyztuže

	Základní	Přídavná		$A_{s,ult}$	$\Delta A_{s,ser}$	$A_{s,min}$	$A_{s,req}$	$A_{s,prov}$	$A_{s,max}$	Status
		Uživatel	Předpoklád...	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	
[1+]	$\phi 10,0/150$	bez vyztuže	bez vyztuže	28	---	294	294	524	1671	OK
[2+]	$\phi 10,0/150$	bez vyztuže	bez vyztuže	31	---	279	279	524	1671	OK
[1-]	$\phi 10,0/150$	bez vyztuže	bez vyztuže	0	---	---	0	524	---	OK
[2-]	$\phi 10,0/150$	bez vyztuže	bez vyztuže	0	---	---	0	524	---	OK

$A_{s,ult}$ - nutná plocha vyztuže z návrhu podle MSÚ; $\Delta A_{s,ser}$ - zvětšit nutnou plochu vyztuže z návrhu podle MSP; $A_{s,req}$ - nutná plocha vyztuže včetně konstrukčních zásad; $A_{s,prov}$ - předpokládaná plocha vyztuže (součet uvažovaných základních a přídavných prutů)



[1+] $\phi 10,0/150$
[2+] $\phi 10,0/150$
[1-] $\phi 10,0/150$
[2-] $\phi 10,0/150$

Návrh smykové vyztuže

Návrhová smyková síla

$$V_{Ed} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{18.5^2 + 19.4^2} = 26.8 \text{ kN/m} \quad [Ed, \text{ návrhová}/1]$$

Hlavní síly a rovina deformace

$$m_z = -2.4 \text{ kNm} \mid n_z = 0 \text{ kN}$$

$$d = 190 \text{ mm} \mid z = 190 \text{ mm}$$

Poměr podélné vyztuže. (uvažovat, že horní povrch je tažený)

(§6.4.4(1))

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sl,x}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \% \quad \rho_{ly} = \frac{A_{sl,y}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \%$$

$$\rho_l = \min\left(\sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}}; 0.02\right) = \min\left(\sqrt{2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 2.76 \cdot 10^{-3}}; 0.02\right) = 0.276 \%$$

Smyková únosnost bez smykové vyztuže

Normálové napětí v betonu (kladné pro tlak)

Normálové síly (z MKP): $n_x = 0.0 \text{ kN/m}$ $n_y = 0.0 \text{ kN/m}$ [Ed, návrhová/1]

$$\sigma_{cp,1} = \min\left(\frac{-n_x}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (§6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp,2} = \min\left(\frac{-n_y}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (§6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp,1} + \sigma_{cp,2}}{2} = \frac{0.00 + 0.00}{2} = 0.00 \text{ MPa}$$

Návrhová smyková únosnost se smykovou výztuží

(§6.4.4(1))

$$k = \min \left(1 + \left(\frac{200}{d} \right)^{\frac{1}{2}}; 2 \right) = \min \left(1 + \left(\frac{200}{190} \right)^{\frac{1}{2}}; 2 \right) = 2$$

$$C_{Rdc} = 0.12 \quad v_{\min} = 0.542 \text{ MPa} \quad k_1 = 0.15$$

$$v_{Rdc} = \max \left(10^6 \cdot \left(C_{Rdc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot d; 0 \right) \quad (6.47)$$

$$= \max \left(10^6 \cdot \left(0.12 \cdot 2 \cdot \left(100 \cdot 2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0 \right) \cdot 0.19; 0 \right) = 92.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdcmin} = \max \left(10^6 \cdot \left(v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot d; 0 \right) = \max \left(10^6 \cdot \left(0.542 + 0.15 \cdot 0 \right) \cdot 0.19; 0 \right) = 103 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdc} = \max(v_{Rdc}; v_{Rdcmin}) = \max(92.2 \text{ kN/m}; 103 \text{ kN/m}) = 103 \text{ kN/m}$$

Maximální smyková únosnost betonu

Redukční součinitel pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku

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

Úhel náhradní diagonály

$$\theta = \theta_{inp} = 40^\circ, \cot(\theta) = 1.192$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$v_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cotg(\theta) + \tg(\theta))} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0.19 \cdot 0.528 \cdot 20.0}{(\cotg(40) + \tg(40))} = 986 \text{ kN/m} \quad (6.9)$$

Posouzení smykové únosnosti (bez smykové výztuže)

Posouzení $v_{Rd,max}$

$$v_{Ed} = 26.8 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 986 \text{ kN/m} \quad \text{OK}$$

Posouzení v_{Rdc}

$$v_{Ed} = 26.8 \text{ kN/m} \leq v_{Rdc} = 103 \text{ kN/m} \quad (\text{OK, není požadována žádná smyková výztuž})$$

Shrnutí smykové výztuže

		θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Stav
	Stav	[°]	[kN/m]	[mm ²]	[mm ²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm ² /m ²]	
[+]	Ed, návrhová/1	40,0	26,8	524	524	0,276	103,0	986,2	---	OK

v_{Ed} - návrhová smyková síla, $A_{sl,x/y}$ - tahová podélná výztuž, ρ_l - odpovídající poměr výztuže, v_{Rdc} - smyková únosnost bez smykové výztuže, $v_{Rd,max}$ - maximální smyková únosnost betonu, $A_{sw,req}$ - nutná smyková výztuž

15.7. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,prov,1}$ -

Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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

Deska S1

h=250 mm

ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07

Uzel 2278/5 [X= 0,498, Y=0,000, Z=0,000 m]

Předpoklady návrhu

Výztuž

Podélná: **B 500B**

Horní povrch

[1+] První vrstva (0°)

Ø10,0 mm / Hlavní

[2+] Druhá vrstva (90°)

Ø10,0 mm / Hlavní

Krytí:

c_{user} = 50 mm

Spodní povrch

[1-] První vrstva (0°)

Ø10,0 mm / Hlavní

[2-] Druhá vrstva (90°)

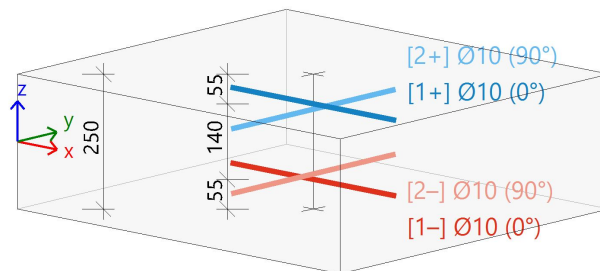
Ø10,0 mm / Hlavní

Krytí:

c_{user} = 50 mm

Smyk: **B 500B**

Ø8 mm



Beton:

Materiál: **C30/37**

Konstruční třída:

S3 (návrhová životnost 50 let, žádná zvláštní kontrola kvality)

(Table 4.3N)

Podmínky prostředí:

XC3 (na staveništi)

(Table 4.1N)

Minimální krytí

(§4.4.1.2)

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10)$$
$$= \max(10; 20 + 0 - 0 - 0; 10) = 20 \text{ mm}$$

(4.2)

Nominální krytí

(§4.4.1.1)

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

(4.1)

Vnitřní síly z výpočtu konstrukce

Mezní stav únosnosti

Včetně posunu momentové křivky: ANO

(§9.2.1.3(2))

$$a_l = h \cdot \text{Coeff}_d = 250 \cdot 0.9 = 225 \text{ mm}$$

(§6.2.2(5))

Stav	m _x [kNm/m]	m _y [kNm/m]	m _{xy} [kNm/m]	n _x [kN/m]	n _y [kN/m]	n _{xy} [kN/m]	v _x [kN/m]	v _y [kN/m]
Ed, návrhová/1	0,85	1,14	1,19	0,00	0,00	0,00	8,77	8,01
Stav	Klíč kombinace							
Ed, návrhová/1	1.35*ZS1+1.35*ZS2a+1.35*ZS2b+1.50*ZS3+1.50*ZS4+1.35*ZS2c							

Návrh podélné výztuže podle mezního stavu

Mezní stav únosnosti

Směr vrstvy výztuže [α=0°]

[1-]: spodní povrch

$$m_{Ed} = 0.476 \text{ kNm/m} \quad | \quad n_{Ed} = 12.5 \text{ kN/m} \quad [Ed, \text{ návrhová}/1]$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

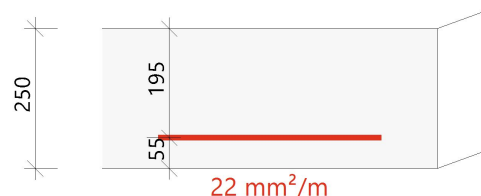
$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\text{Ø}10 \text{ mm} : d_1 = 55 \text{ mm} \rightarrow d = 195 \text{ mm}$$

$$x = -0.1 \text{ mm} \rightarrow z = 176 \text{ mm}$$

$$A_{s,ult} = 22 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\text{tahové})$$

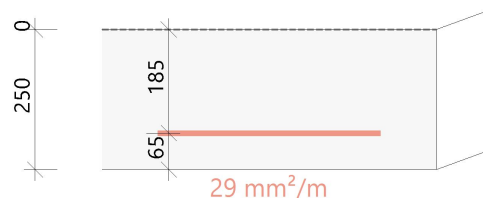
$$\rho = 0.011\%$$



Směr vrstvy výztuže [$\alpha=90^\circ$]

[2-]: spodní povrch

$m_{Ed} = 0.767 \text{ kNm/m}$ | $n_{Ed} = 12.5 \text{ kN/m}$ [Ed, návrhová/1]
 $f_{cd} = 20 \text{ [MPa]}$ ($\gamma_c = 1.5$, $\alpha_{cc} = 1$)
 $f_{yd} = 435 \text{ [MPa]}$ ($\gamma_s = 1.15$)
 $\emptyset 10 \text{ mm} : d_1 = 65 \text{ mm} \rightarrow d = 185 \text{ mm}$
 $x = 0.005 \text{ mm} \rightarrow z = 185 \text{ mm}$
 $A_{s,ult} = 29 \text{ mm}^2/\text{m}$ (tahové)
 $\rho = 0.016\%$



Posudek náhradní diagonály

Směr posudku (extrém) [$\alpha=135^\circ$]

Návrhová normálová síla ve směru náhradní diagonály

$n_{Ed,sc} = -12.5 \text{ kN}$ [Ed, návrhová/1]

s plnou výškou průřezu:

$h = 250 \text{ mm} \rightarrow A_{cc} = h \cdot b = 0.25 \cdot 1000 = 250000 \text{ mm}^2$

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

Návrhová únosnost náhradní diagonály (v tlaku)

$n_{Rd,sc} = A_{cc} \cdot \text{Red}_{fcd} \cdot f_{cd} = 250000 \cdot 0.85 \cdot 20 = 4250 \text{ kN}$

Jedn. pos.

$$UC_{sc} = \frac{\text{abs}(n_{Ed,sc})}{n_{Rd,sc}} = \frac{\text{abs}(-12.5)}{4250} = 0.003$$

Konstrukční zásady pro podélnou výztuž

Minimální množství hlavní výztuže

Hlavní [1-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \\ \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \end{array} \right\} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 195}{500} \\ 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 195 \end{array} \right\} = 294 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm}$$

(ČSN §9.3.1.1(3))

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \\ \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \end{array} \right\} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 185}{500} \\ 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 185 \end{array} \right\} = 279 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm}$$

(ČSN §9.3.1.1(3))

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Maximum výztuže

Hlavní [1-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m}$$

(§9.2.1.1(3))

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5 \cdot 20) = 37 \text{ mm}$$

(§8.2(2))

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{A_{s,max}} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\S 9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů vyztuže

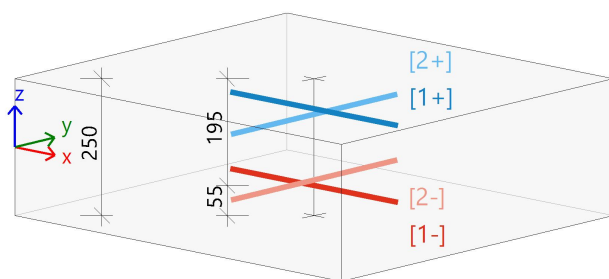
$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5 \cdot 20) = 37 \text{ mm} \quad (\S 8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Shrnutí podélné vyztuže

	Základní	Přídavná		A _{s,ult}	ΔA _{s,serv}	A _{s,min}	A _{s,req}	A _{s,prov}	A _{s,max}	Status
		Uživatel	Předpoklád...	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	
[1+]	φ10,0/150	bez vyztuže	bez vyztuže	0	---	---	0	524	---	OK
[2+]	φ10,0/150	bez vyztuže	bez vyztuže	0	---	---	0	524	---	OK
[1-]	φ10,0/150	bez vyztuže	bez vyztuže	22	---	294	294	524	1671	OK
[2-]	φ10,0/150	bez vyztuže	bez vyztuže	29	---	279	279	524	1671	OK

A_{s,ult} - nutná plocha vyztuže z návrhu podle MSÚ; ΔA_{s,serv} - zvětšit nutnou plochu vyztuže z návrhu podle MSP; A_{s,req} - nutná plocha vyztuže včetně konstrukčních zásad; A_{s,prov} - předpokládaná plocha vyztuže (součet uvažovaných základních a přídavných prutů)



[1+] φ10,0/150
[2+] φ10,0/150
[1-] φ10,0/150
[2-] φ10,0/150

Návrh smykové vyztuže

Návrhová smyková síla

$$v_{Ed} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{8.8^2 + 8.0^2} = 11.9 \text{ kN/m} \quad [\text{Ed, návrhová/1}]$$

Hlavní síly a rovina deformace

$$m_z = 2.2 \text{ kNm} \quad | \quad n_z = 0 \text{ kN}$$

$$d = 190 \text{ mm} \quad | \quad z = 190 \text{ mm}$$

Poměr podélné vyztuže. (uvažovat, že spodní povrch je tažený)

(§6.4.4(1))

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sl,x}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \% \quad \rho_{ly} = \frac{A_{sl,y}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \%$$

$$\rho_l = \min\left(\sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}}; 0.02\right) = \min\left(\sqrt{2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 2.76 \cdot 10^{-3}}; 0.02\right) = 0.276 \%$$

Smyková únosnost bez smykové vyztuže

Normálové napětí v betonu (kladné pro tlak)

Normálové síly (z MKP): $n_x = 0.0 \text{ kN/m}$ $n_y = 0.0 \text{ kN/m}$ [Ed, návrhová/1]

$$\sigma_{cp,1} = \min\left(\frac{-n_x}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp,2} = \min\left(\frac{-n_y}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp,1} + \sigma_{cp,2}}{2} = \frac{0.00 + 0.00}{2} = 0.00 \text{ MPa}$$

Návrhová smyková únosnost se smykovou výztuží

(§6.4.4(1))

$$k = \min \left(1 + \left(\frac{200}{d} \right)^{\frac{1}{2}}; 2 \right) = \min \left(1 + \left(\frac{200}{190} \right)^{\frac{1}{2}}; 2 \right) = 2$$

$$C_{Rdc} = 0.12 \quad v_{\min} = 0.542 \text{ MPa} \quad k_1 = 0.15$$

$$v_{Rdc} = \max \left(10^6 \cdot \left(C_{Rdc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot d; 0 \right) \quad (6.47)$$

$$= \max \left(10^6 \cdot \left(0.12 \cdot 2 \cdot \left(100 \cdot 2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0 \right) \cdot 0.19; 0 \right) = 92.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdcmin} = \max \left(10^6 \cdot \left(v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot d; 0 \right) = \max \left(10^6 \cdot \left(0.542 + 0.15 \cdot 0 \right) \cdot 0.19; 0 \right) = 103 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdc} = \max(v_{Rdc}; v_{Rdcmin}) = \max(92.2 \text{ kN/m}; 103 \text{ kN/m}) = 103 \text{ kN/m}$$

Maximální smyková únosnost betonu

Redukční součinitel pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku

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

Úhel náhradní diagonály

$$\theta = \theta_{inp} = 40^\circ, \cot(\theta) = 1.192$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$v_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cotg(\theta) + \tg(\theta))} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0.19 \cdot 0.528 \cdot 20.0}{(\cotg(40) + \tg(40))} = 986 \text{ kN/m} \quad (6.9)$$

Posouzení smykové únosnosti (bez smykové výztuže)

Posouzení $v_{Rd,max}$

$$v_{Ed} = 11.9 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 986 \text{ kN/m} \quad \text{OK}$$

Posouzení v_{Rdc}

$$v_{Ed} = 11.9 \text{ kN/m} \leq v_{Rdc} = 103 \text{ kN/m} \quad (\text{OK, není požadována žádná smyková výztuž})$$

Shrnutí smykové výztuže

		θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Stav
	Stav	[°]	[kN/m]	[mm ²]	[mm ²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm ² /m ²]	
[-]	Ed, návrhová/1	40,0	11,9	524	524	0,276	103,0	986,4	---	OK

v_{Ed} - návrhová smyková síla, $A_{sl,x/y}$ - tahová podélná výztuž, ρ_l - odpovídající poměr výztuže, v_{Rdc} - smyková únosnost bez smykové výztuže, $v_{Rd,max}$ - maximální smyková únosnost betonu, $A_{sw,req}$ - nutná smyková výztuž

15.8. Posouzení výztuže (MSÚ+MSP); $A_{s,prov,2-}$

Lineární výpočet

Kombinace: Ed, návrhová

Extrém: Globální

Výběr: Vše

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

Deska S1

h=250 mm

ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07

Uzel 2278/5 [X= 0,498, Y=0,000, Z=0,000 m]

Předpoklady návrhu

Výztuž

Podélná: **B 500B**

Horní povrch

[1+] První vrstva (0°)

Ø10,0 mm / Hlavní

[2+] Druhá vrstva (90°)

Ø10,0 mm / Hlavní

Krytí:

$c_{user} = 50$ mm

Spodní povrch

[1-] První vrstva (0°)

Ø10,0 mm / Hlavní

[2-] Druhá vrstva (90°)

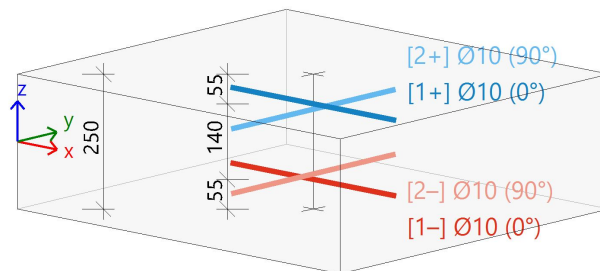
Ø10,0 mm / Hlavní

Krytí:

$c_{user} = 50$ mm

Smyk: **B 500B**

Ø8 mm



Beton:

Materiál: **C30/37**

Konstruční třída:

S3 (návrhová životnost 50 let, žádná zvláštní kontrola kvality)

(Table 4.3N)

Podmínky prostředí:

XC3 (na staveništi)

(Table 4.1N)

Minimální krytí

(§4.4.1.2)

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10)$$
$$= \max(10; 20 + 0 - 0 - 0; 10) = 20 \text{ mm}$$

(4.2)

Nominální krytí

(§4.4.1.1)

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

(4.1)

Vnitřní síly z výpočtu konstrukce

Mezní stav únosnosti

Včetně posunu momentové křivky: ANO

(§9.2.1.3(2))

$$a_l = h \cdot \text{Coeff}_d = 250 \cdot 0.9 = 225 \text{ mm}$$

(§6.2.2(5))

Stav	m_x [kNm/m]	m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	n_x [kN/m]	n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]	v_x [kN/m]	v_y [kN/m]
Ed, návrhová/1	0,85	1,14	1,19	0,00	0,00	0,00	8,77	8,01
Stav	Klíč kombinace							
Ed, návrhová/1	1.35*ZS1+1.35*ZS2a+1.35*ZS2b+1.50*ZS3+1.50*ZS4+1.35*ZS2c							

Návrh podélné výztuže podle mezního stavu

Mezní stav únosnosti

Směr vrstvy výztuže [$\alpha=0^\circ$]

[1-]: spodní povrch

$$m_{Ed} = 0.476 \text{ kNm/m} \quad | \quad n_{Ed} = 12.5 \text{ kN/m} \quad [\text{Ed, návrhová/1}]$$

$$f_{cd} = 20 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1)$$

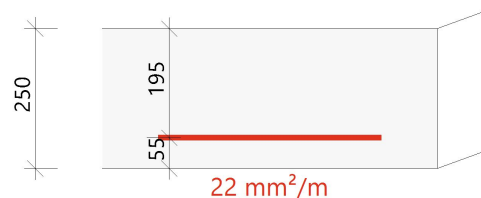
$$f_{yd} = 435 \text{ [MPa]} \quad (\gamma_s = 1.15)$$

$$\text{Ø10 mm} : d_1 = 55 \text{ mm} \rightarrow d = 195 \text{ mm}$$

$$x = -0.1 \text{ mm} \rightarrow z = 176 \text{ mm}$$

$$A_{s,ult} = 22 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\text{tahové})$$

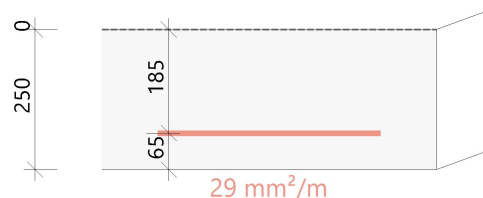
$$\rho = 0.011\%$$



Směr vrstvy výztuže [$\alpha=90^\circ$]

[2-]: spodní povrch

$m_{Ed} = 0.767 \text{ kNm/m}$ | $n_{Ed} = 12.5 \text{ kN/m}$ [Ed, návrhová/1]
 $f_{cd} = 20 \text{ [MPa]}$ ($\gamma_c = 1.5$, $\alpha_{cc} = 1$)
 $f_{yd} = 435 \text{ [MPa]}$ ($\gamma_s = 1.15$)
 $\emptyset 10 \text{ mm} : d_1=65 \text{ mm} \rightarrow d=185 \text{ mm}$
 $x=0.005 \text{ mm} \rightarrow z=185 \text{ mm}$
 $A_{s,ult}=29 \text{ mm}^2/\text{m}$ (tahové)
 $\rho=0.016\%$



Posudek náhradní diagonály

Směr posudku (extrém) [$\alpha=135^\circ$]

Návrhová normálová síla ve směru náhradní diagonály

$n_{Ed,sc} = -12.5 \text{ kN}$ [Ed, návrhová/1]

s plnou výškou průřezu:

$h=250 \text{ mm} \rightarrow A_{cc} = h \cdot b = 0.25 \cdot 1000 = 250000 \text{ mm}^2$

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

Návrhová únosnost náhradní diagonály (v tlaku)

$n_{Rd,sc} = A_{cc} \cdot \text{Red}_{fcd} \cdot f_{cd} = 250000 \cdot 0.85 \cdot 20 = 4250 \text{ kN}$

Jedn. pos.

$$UC_{sc} = \frac{\text{abs}(n_{Ed,sc})}{n_{Rd,sc}} = \frac{\text{abs}(-12.5)}{4250} = 0.003$$

Konstrukční zásady pro podélnou výztuž

Minimální množství hlavní výztuže

Hlavní [1-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \\ \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \end{array} \right\} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 195}{500} \\ 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 195 \end{array} \right\} = 294 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm}$$

(ČSN §9.3.1.1(3))

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tah)

Minimální plocha z procenta vyztužení

(§9.2.1.1(1))

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeff}_{Asmin,2} \cdot \frac{f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} \\ \text{Coeff}_{Asmin,1} \cdot b_t \cdot d \end{array} \right\} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \cdot \frac{2.9 \cdot 1000 \cdot 185}{500} \\ 1.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 \cdot 185 \end{array} \right\} = 279 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (9.1N)$$

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{max,slab} = \min(\text{Coeff}_{smax,slab,A} \cdot h; \text{Coeff}_{smax,slab,B}) = \min(2 \cdot 250; 300) = 300 \text{ mm}$$

(ČSN §9.3.1.1(3))

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{300} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 262 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Maximum výztuže

Hlavní [1-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m}$$

(§9.2.1.1(3))

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5 \cdot 20) = 37 \text{ mm}$$

(§8.2(2))

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tah)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{A_{s,max}} \cdot A_c = 0.04 \cdot 250000 = 10000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\S 9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů vyztuže

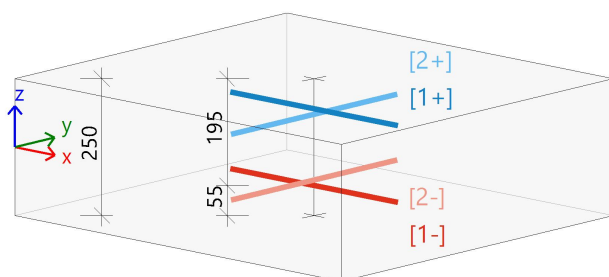
$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2 \cdot s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 10; 32 + 5 \cdot 20) = 37 \text{ mm} \quad (\S 8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{10 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 1671 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Shrnutí podélné vyztuže

	Základní	Přídavná		A _{s,ult}	ΔA _{s,serv}	A _{s,min}	A _{s,req}	A _{s,prov}	A _{s,max}	Status
		Uživatel	Předpoklád...	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	
[1+]	φ10,0/150	bez vyztuže	bez vyztuže	0	---	---	0	524	---	OK
[2+]	φ10,0/150	bez vyztuže	bez vyztuže	0	---	---	0	524	---	OK
[1-]	φ10,0/150	bez vyztuže	bez vyztuže	22	---	294	294	524	1671	OK
[2-]	φ10,0/150	bez vyztuže	bez vyztuže	29	---	279	279	524	1671	OK

A_{s,ult} - nutná plocha vyztuže z návrhu podle MSÚ; ΔA_{s,serv} - zvětšit nutnou plochu vyztuže z návrhu podle MSP; A_{s,req} - nutná plocha vyztuže včetně konstrukčních zásad; A_{s,prov} - předpokládaná plocha vyztuže (součet uvažovaných základních a přídavných prutů)



[1+] φ10,0/150
[2+] φ10,0/150
[1-] φ10,0/150
[2-] φ10,0/150

Návrh smykové vyztuže

Návrhová smyková síla

$$v_{Ed} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{8.8^2 + 8.0^2} = 11.9 \text{ kN/m} \quad [\text{Ed, návrhová/1}]$$

Hlavní síly a rovina deformace

$$m_z = 2.2 \text{ kNm} \quad | \quad n_z = 0 \text{ kN}$$

$$d = 190 \text{ mm} \quad | \quad z = 190 \text{ mm}$$

Poměr podélné vyztuže. (uvažovat, že spodní povrch je tažený)

(§6.4.4(1))

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sl,x}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \% \quad \rho_{ly} = \frac{A_{sl,y}}{b \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 190} = 0.276 \%$$

$$\rho_l = \min\left(\sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}}; 0.02\right) = \min\left(\sqrt{2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 2.76 \cdot 10^{-3}}; 0.02\right) = 0.276 \%$$

Smyková únosnost bez smykové vyztuže

Normálové napětí v betonu (kladné pro tlak)

Normálové síly (z MKP): $n_x = 0.0 \text{ kN/m}$ $n_y = 0.0 \text{ kN/m}$ [Ed, návrhová/1]

$$\sigma_{cp,1} = \min\left(\frac{-n_x}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp,2} = \min\left(\frac{-n_y}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.0}{0.25}; 0.2 \cdot 20 \cdot 10^6\right) = 0.00 \text{ MPa} \quad (\S 6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp,1} + \sigma_{cp,2}}{2} = \frac{0.00 + 0.00}{2} = 0.00 \text{ MPa}$$

Návrhová smyková únosnost se smykovou výztuží

(§6.4.4(1))

$$k = \min \left(1 + \left(\frac{200}{d} \right)^{\frac{1}{2}} ; 2 \right) = \min \left(1 + \left(\frac{200}{190} \right)^{\frac{1}{2}} ; 2 \right) = 2$$

$$C_{Rdc} = 0.12 \quad v_{min} = 0.542 \text{ MPa} \quad k_1 = 0.15$$

$$v_{Rdc} = \max \left(10^6 \cdot \left(C_{Rdc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot d ; 0 \right) \quad (6.47)$$

$$= \max \left(10^6 \cdot \left(0.12 \cdot 2 \cdot \left(100 \cdot 2.76 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0 \right) \cdot 0.19 ; 0 \right) = 92.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdmin} = \max \left(10^6 \cdot \left(v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot d ; 0 \right) = \max \left(10^6 \cdot \left(0.542 + 0.15 \cdot 0 \right) \cdot 0.19 ; 0 \right) = 103 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdc} = \max(v_{Rdc}; v_{Rdmin}) = \max(92.2 \text{ kN/m}; 103 \text{ kN/m}) = 103 \text{ kN/m}$$

Maximální smyková únosnost betonu

Redukční součinitel pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku

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

Úhel náhradní diagonály

$$\theta = \theta_{inp} = 40^\circ, \cot(\theta) = 1.192$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$v_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cotg(\theta) + \tg(\theta))} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0.19 \cdot 0.528 \cdot 20.0}{(\cotg(40) + \tg(40))} = 986 \text{ kN/m} \quad (6.9)$$

Posouzení smykové únosnosti (bez smykové výztuže)

Posouzení $v_{Rd,max}$

$$v_{Ed} = 11.9 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 986 \text{ kN/m} \quad \text{OK}$$

Posouzení v_{Rdc}

$$v_{Ed} = 11.9 \text{ kN/m} \leq v_{Rdc} = 103 \text{ kN/m} \quad (\text{OK, není požadována žádná smyková výztuž})$$

Shrnutí smykové výztuže

		θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Stav
	Stav	[°]	[kN/m]	[mm ²]	[mm ²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm ² /m ²]	
[-]	Ed, návrhová/1	40,0	11,9	524	524	0,276	103,0	986,4	---	OK

v_{Ed} - návrhová smyková síla, $A_{sl,x/y}$ - tahová podélná výztuž, ρ_l - odpovídající poměr výztuže, $v_{Rd,c}$ - smyková únosnost bez smykové výztuže, $v_{Rd,max}$ - maximální smyková únosnost betonu, $A_{sw,req}$ - nutná smyková výztuž

16. Závěr

Je navržena železobetonová základová deska tl. 250mm z betonu C 30/37-XF4. Betonářská výztuž z oceli B 500B - svařované sítě KARI 10/150/150 při horním i dolním povrchu s krytím 50mm.

Během provádění zemních prací budou geotechnikem stavby ověřeny předpoklady geotechnických podmínek, v případě rozporu bude návrh a posouzení podlahové desky upraven. Zhotovitel monolitické podlahové desky odpovídá za kvalitu provedení betonové konstrukce.

Dotazy doplňující technické informace směřujte na projektanta průmyslové podlahy:

HCE – Herka Consulting Engineering

Ing. Martin Herka

mob. : +420 728 880 600

e-mail: martinherka@gmail.com

V Brně, březen 2021

Ing. Martin Herka