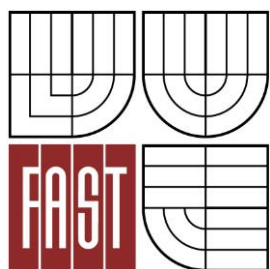




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

P 2.STATICKÝ VÝPOČET

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

STANISLAV KREJČÍ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. IVANA ŠVAŘÍČKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2016

OBSAH

1	Vstupní údaje	
1.1	Parametry návrhu.....	4
1.2	Materiálové charakteristiky	
1.2.1	Beton.....	4
1.2.2	Ocel.....	5
1.3	Krytí výztuže.....	5
2	Geometrie	
2.1	Stropní deska D2	
2.1.1	Deska po obvodě prostě podepřená.....	6
2.1.1.1	Návrh tloušťky desky.....	6
2.1.1.2	Nastavení sítě prvků v programu Scia	7
2.1.2	Deska lokálně podepřená.....	7
2.1.2.1	Návrh tloušťky desky.....	7
2.1.2.2	Nastavení sítě prvků v programu Scia.....	7
2.2	Průvlak R9	
2.2.1	Návrh rozměrů prvku.....	8
2.2.2	Stanovení spolupůsobící šířky.....	8
2.3	Schodiště S1	
2.3.1	Návrh tloušťky schodišťové desky.....	10
2.3.2	Nastavení sítě prvků v programu Scia	10
3	Zatížení	
3.1	Zatížení společné pro Stropní desku D2 a Průvlak R9	
3.1.1	Zatížení stálé.....	10
3.1.1.1	Příčky.....	11
3.1.1.2	Skladby podlah.....	11
3.1.2	Zatížení nahodilé.....	11
3.1.3	Zatížení od schodiště.....	12
3.2	Zatížení Schodiště S1.....	12
3.3	Zatěžovací stavy	
3.3.1	Zatěžovací stavy Deska D2 po obvodě prostě podepřená.....	12
3.3.2	Zatěžovací stavy Deska D2 lokálně podepřená.....	16
3.3.3	Zatěžovací stavy Schodiště S1.....	19
3.4	Kombinace zatížení	
3.4.1	Kombinace pro I.MS.....	20
3.4.1.1	Kombinace pro Desku D2 a průvlak R9.....	20
3.4.1.2	Kombinace pro Schodiště S1.....	20
4	Dimenzování na I. Mezní stav únosnosti	
4.1	Průvlak R9	
4.1.1	Průběh vnitřních sil.....	21
4.1.1.1	Redukce nadpodporových momentů.....	21
4.1.2	Návrh ohybové výztuže.....	22
4.1.3	Návrh smykové výztuže.....	24
4.2	Deska D2 po obvodě prostě podepřená	
4.2.1	Průběh vnitřních sil.....	25
4.2.2	Návrh ohybové výztuže.....	27

4.2.2.1	Dolní povrch desky D2.....	27
4.2.2.2	Horní povrch desky D2.....	32
4.3	Deska D2 lokálně podepřená	
4.3.1	Průběh vnitřních sil.....	34
4.3.2	Návrh ohybové výztuže.....	37
4.3.2.1	Postup návrhu.....	37
4.3.2.2	Návrh ohybové výztuže pro oba směry.....	38
4.3.2.3	Návrh výztuže na řetězové zřícení.....	40
4.3.3	Návrh smykové výztuže.....	40
4.3.3.1	Výztuž na protlačení sloupu.....	40
4.4	Schodiště S1	
4.4.1	Průběh vnitřních sil.....	49
4.4.2	Návrh ohybové výztuže.....	50
4.4.3	Posouzení na II. Mezní stav použitelnosti	50
4.4.4	Průběh vnitřních sil na schodišti s nosníkem.....	52
4.4.5	Návrh ohybové výztuže schodišťové desky.....	54
4.4.6	Návrh ohybové výztuže podestového nosníku.....	55
4.4.7	Návrh smykové výztuže podestového nosníku	56
5	Posouzení	
5.1	Průvlak R9	
5.1.2	Posouzení ohybové výztuže.....	57
5.1.2	Posouzení smykové výztuže.....	58
5.1.3	Výpočet kotevní délky.....	58
5.1.4	Rozdělení materiálu.....	61
5.2	Deska D2 po obvodě prostě podepřená	
5.2.1	Posouzení ohybové výztuže.....	61
5.2.2	Kotevní délky.....	62
5.2.3	Stýkání.....	64
5.3	Deska D2 lokálně podepřená	
5.3.1	Posouzení ohybové výztuže.....	65
5.3.2	Výpočet kotevní délky.....	67
5.4	Schodiště S2	
5.4.1	Posouzení ohybové výztuže.....	71
6	Srovnání výsledků ze Scia s ručním výpočtem	
6.1	Průvlak R9.....	73
6.2	Deska D2 po obvodě prostě podepřená.....	75
	Seznam obrázků	77
	Seznam tabulek	78

1.VSTUPNÍ HODNOTY

1.1 Parametry návrhu

Třída následků (spolehlivosti) :	CC2(RC2) – střední
Třída prostředí :	XC1
Třída konstrukce :	S4

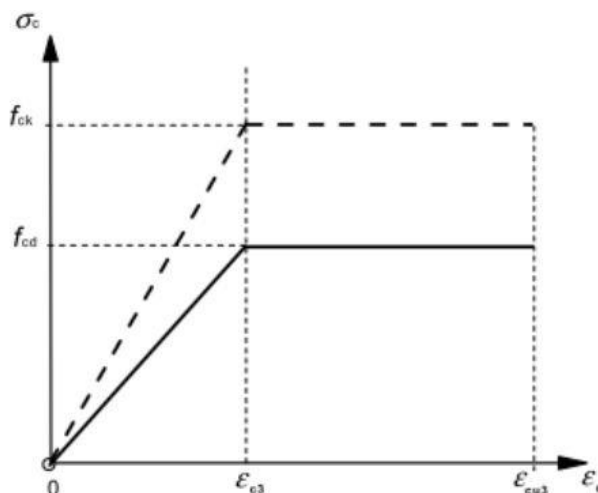
1.2 Materiálové charakteristiky

1.2.1 Beton

V navrhované konstrukci bude použit Beton C 25/30

Charakteristická pevnost betonu v tlaku(válcová/krychelná):	$f_{ck} = 30/37 \text{ MPa}$
Charakteristická průměrná pevnost betonu v tahu :	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
Charakteristická pevnost betonu v tahu :	$f_{ctk,0.05} = 2 \text{ MPa}$
Modul pružnosti betonu :	$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$
Mezní poměrné přetvoření betonu :	$\varepsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$
Frakce kameniva v betonu :	$d_g \leq 16 \text{ mm}$
Součinitel uvažující dlouhodobé účinky na tlak. a tah. pevnost	$\alpha_{cc}, \alpha_{ct} = 1,0$
Návrhová pevnost betonu v tlaku :	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{30}{1,5} = \mathbf{20 \text{ MPa}}$
Návrhová pevnost betonu v tahu :	$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{2}{1,5} = \mathbf{1,333 \text{ MPa}}$

Obr.1 Bilineární pracovní diagram betonu



1.2.2 Ocel

V navrhované konstrukci bude použita ocel třídy B 500B

Charakteristická pevnost oceli v tahu :

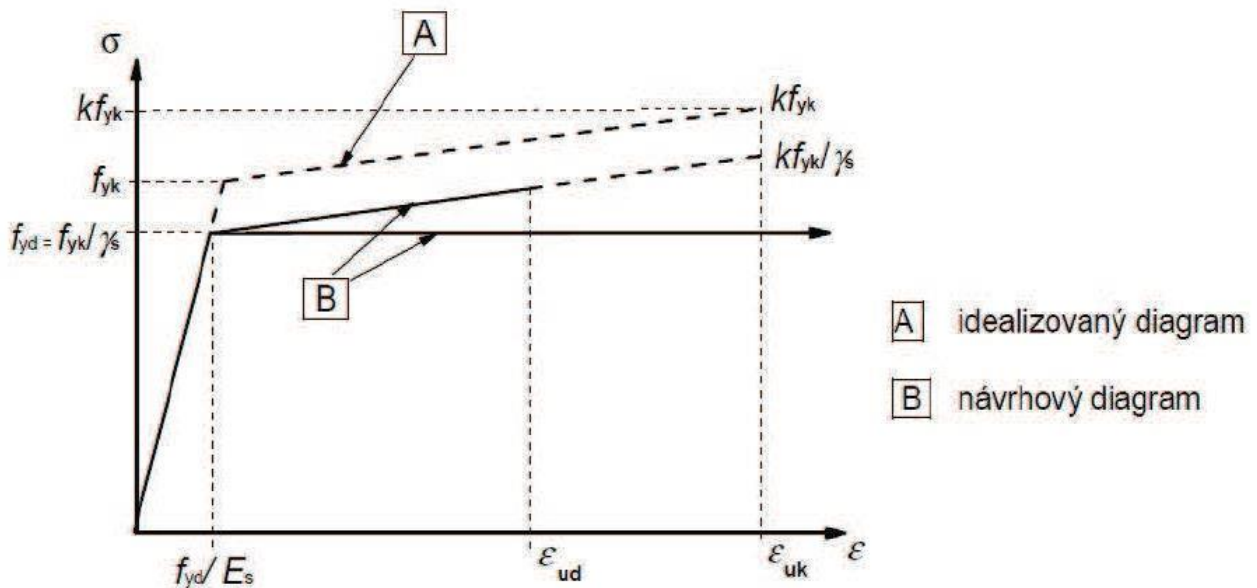
$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti oceli :

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

Návrhová pevnost oceli v tahu : $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,783 \text{ MPa}$

Mezní přetvoření výztuže : $\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,783}{200000} = 2,174 \text{ ‰}$



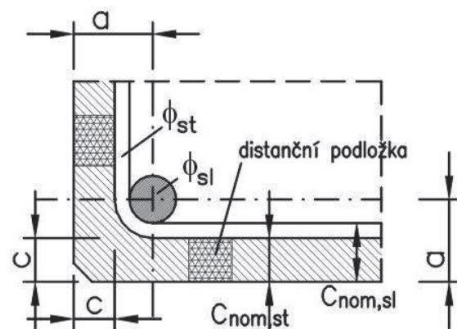
Obr.2 Pracovní diagram betonářské oceli pro tah i tlak

1.2.3 Krytí výztuže

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

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

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$



Obr. 3 Schéma krytí výztuže

Průvlak R9 – pro třídu S4, prostředí XC1

Předpokládaná výztuž :

- pro ohybovou výztuž Ø 22 a Ø 18
- pro smykovou a konstrukční výztuž Ø10

$$c_{min}^{\emptyset 22} = (22; 15 + 0 - 0 - 0; 10mm)$$

$$c_{min}^{\emptyset 10} = (10; 15 + 0 - 0 - 0; 10mm)$$

$$c_{nom,sl} = 22 + 10 = 32$$

$$c_{nom,st} = 15 + 10 = 25$$

$$c_{nom} = \max(c_{nom,st}, c_{nom,sl} - \emptyset_{st})$$

$$c_{nom} = \max(25, 32 - 10 = 22mm) \Rightarrow$$

NÁVRH DISTANČNÍ PODLOŽKY TL. 25 MM

Deska D2 – pro třídu S3, prostředí XC1

Předpokládaná výztuž : $\emptyset 14$

$$c_{min} = \max(10; 15 + 0 - 0 - 0; 10 mm)$$

$$\Delta c_{dev} = 10 mm$$

$$c_{nom} = 15 + 10 = 25 mm \Rightarrow$$

NÁVHR DISTANČNÍ PODLOŽKY TL. 25 MM

Schodiště S1 – pro třídu S4 , prostředí XC1

Předpokládaná výztuž : $\emptyset 10$

$$c_{min} = \max(10; 15 + 0 - 0 - 0; 10 mm)$$

$$\Delta c_{dev} = 10 mm$$

$$c_{nom} = 15 + 10 = 25 mm \Rightarrow$$

NÁVHR DISTANČNÍ PODLOŽKY TL. 25 MM

2 GEOMETRIE

2.1 Stropní deska D2

2.1.1 Deska D2 po obvodě prostě podepřená

- deska spojitá , působící v jednom směru

2.1.1.1 Návrh tloušťky desky

$$\text{Tloušťka } h_s = \frac{1}{35} \div \frac{1}{30} \times L_s$$

$$h_s = \frac{1}{35} \div \frac{1}{30} \times 6 = 0,171 \div 0,2 m \Rightarrow \text{NÁVHR 200 MM}$$

2.1.1.2 Teoretické uložení desky

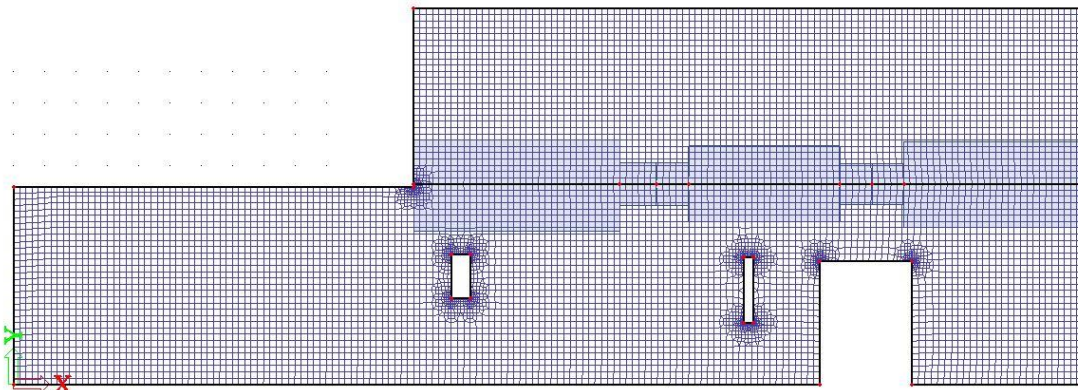
$$a = \min\left(\frac{1}{2} \cdot h; \frac{1}{2} \cdot t\right) = \left(\frac{1}{2} \cdot 200; \frac{1}{2} \cdot 450\right)$$

h – tloušťka prvku

t – uložení prvku

2.1.1.3 Nastavení sítě prvků v programu Scia

- síť byla nastavena na maximální velikost prvku 0,2 m se zjemněním na 0,1 m v okolí otvorů a míst se vznikem momentových špiček v poloměru 1 m.



Obr. 4 Síť prvků Deska D2 po obvodě prostě podepřená

2.1.2 Deska D2 lokálně podepřená

- maximální rozpětí 7,2 m, s volným okrajem

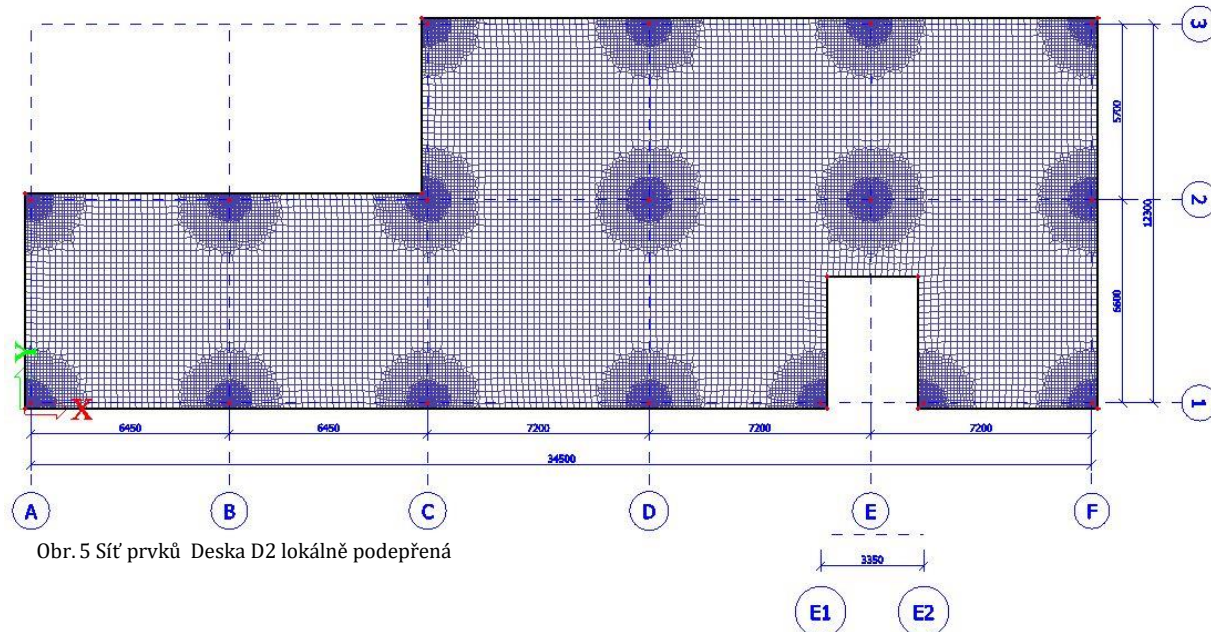
2.1.2.1 Návrh tloušťky

Tloušťka $h_s = 1,1 \times \frac{1}{33} \times L_{max}$

$$h_s = 1,1 \times \frac{1}{33} \times 7,2 = 0,24 \text{ m} \Rightarrow \text{NÁVRH } 250 \text{ MM}$$

2.1.2.2 Nastavení sítě prvků v programu Scia

- síť byla nastavena na maximální velikost prvku 0,2 m se zjemněním na 0,1 m v okolí otvorů a podpor v poloměru 2 m
- konstrukce rozčleněna na sloupové a střední pruhy pomocí průměrovacích pásů.



Obr. 5 Síť prvků Deska D2 lokálně podepřená

2.2 Průvlak R9

- spojitý nosník o 3 polích , prostě podepřený
- celková délka 22,1 m
- největší rozpětí pole 7,75 m

2.2.1. Návrh rozměrů prvku

Výška příčle

$$h_p = \frac{1}{12} \div \frac{1}{10} \times L_s$$

$$h_p = \frac{1}{12} \div \frac{1}{10} \times 7,75 = 0,638 \div 0,775 \text{ m} \Rightarrow \text{NÁVRH } 800 \text{ MM}$$

Šířka příčle

$$b_w = \frac{1}{3} \div \frac{2}{5} \times h_p$$

$$b_w = \frac{1}{3} \div \frac{2}{5} \times 0,8 = 0,27 \div 0,32 \text{ m}$$

Vzhledem k návaznosti na svislé nosné prvky navržena šířka **500 MM**

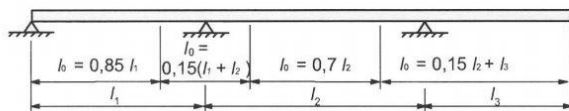
2.2.2 Teoretické uložení desky

$$a = \min \left(\frac{1}{2} \cdot h; \frac{1}{2} \cdot t \right) = \left(\frac{1}{2} \cdot 700; \frac{1}{2} \cdot 450 \right)$$

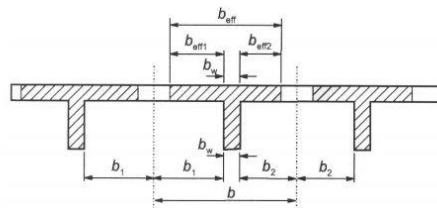
h – tloušťka prvku

t – uložení prvku

2.2.3 Stanovení spolupůsobící šířky



Obr. 7 Spolupůsobící šířka na spojitém nosníku



$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w \leq b$$

$$b_{eff,i} = 0,2b_i + 0,1l_0 \leq 0,2l_0$$

$$b_{eff,i} \leq b_i$$



Obr. 8 Statické schéma průvlastu R9

Spolupůsobící šířka pro oblast I

$$l_0 = 0,85 \times 7,75 = 6,59 \text{ m}$$

$$b_1 = 2,95 \text{ m} \quad b_2 = 2,55 \text{ m}$$

$$b_{eff1} = 0,2 \times 2,95 + 0,1 \times 6,59 = \mathbf{1,249 \text{ m}} \leq 0,2 \times 6,59 = 1,318 \text{ m} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

$$b_{eff1} = 0,2 \times 2,55 + 0,1 \times 6,59 = \mathbf{1,249 \text{ m}} \leq 0,2 \times 6,59 = 1,318 \text{ m} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

$$b_{eff} = 1,249 + 1,169 + 0,4 = 2,818 \text{ m} \leq 5,9 \text{ m} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

Spolupůsobící šířka pro oblast II

$$l_0 = 0,15(7,75 + 6,9) = 2,2 \text{ m}$$

$$b_1 = 2,95 \text{ m} \quad b_2 = 2,55 \text{ m}$$

$$b_{eff2} = 0,2 \times 2,95 + 0,1 \times 2,2 = 0,81 \text{ m} \leq \mathbf{0,44 \text{ m}} \quad \mathbf{NEVYHOVUJE}$$

$$b_{eff2} = 0,2 \times 2,55 + 0,1 \times 2,2 = 0,73 \text{ m} \leq \mathbf{0,44 \text{ m}} \quad \mathbf{NEVYHOVUJE}$$

$$b_{eff} = 0,44 + 0,44 + 0,4 = 1,28 \text{ m} \leq 5,9 \text{ m} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

Spolupůsobící šířka pro oblast III

$$l_0 = 0,7 \times 6,9 = 4,83 \text{ m}$$

$$b_1 = 2,95 \text{ m} \quad b_2 = 2,55 \text{ m}$$

$$b_{eff1} = 0,2 \times 2,95 + 0,1 \times 4,83 = 1,073 \text{ m} \leq \mathbf{0,966 \text{ m}} \quad \mathbf{NEVYHOVUJE}$$

$$b_{eff1} = 0,2 \times 2,55 + 0,1 \times 4,83 = 0,993 \text{ m} \leq \mathbf{0,966 \text{ m}} \quad \mathbf{NEVYHOVUJE}$$

$$b_{eff} = 0,966 + 0,966 + 0,4 = 2,332 \text{ m} \leq 5,9 \text{ m} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

Spolupůsobící šířka pro oblast IV

$$l_0 = 0,15(6,9 + 6,75) = 2,05 \text{ m}$$

$$b_1 = 2,95 \text{ m} \quad b_2 = 2,55 \text{ m}$$

$$b_{eff1} = 0,2 \times 2,95 + 0,1 \times 2,05 = 0,795 \text{ m} \leq \mathbf{0,41 \text{ m}} \quad \mathbf{NEVYHOVUJE}$$

$$b_{eff1} = 0,2 \times 2,55 + 0,1 \times 2,05 = 0,715 \text{ m} \leq \mathbf{0,41 \text{ m}} \quad \mathbf{NEVYHOVUJE}$$

$$b_{eff} = 0,41 + 0,41 + 0,4 = 1,22 \text{ m} \leq 5,9 \text{ m} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

Spolupůsobící šířka pro oblast V

$$l_0 = 0,85 \times 6,75 = 5,74 \text{ m}$$

$$b_1 = 2,95 \text{ m} \quad b_2 = 2,55 \text{ m}$$

$$b_{eff1} = 0,2 \times 2,95 + 0,1 \times 5,74 = 1,164 \text{ m} \leq \mathbf{1,148 \text{ m}} \quad \mathbf{NEVYHOVUJE}$$

$$b_{eff1} = 0,2 \times 2,55 + 0,1 \times 5,74 = \mathbf{1,084 \text{ m}} \leq 1,318 \text{ m} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

$$b_{eff} = 1,148 + 1,084 + 0,4 = 2,632 \text{ m} \leq 5,9 \text{ m} \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

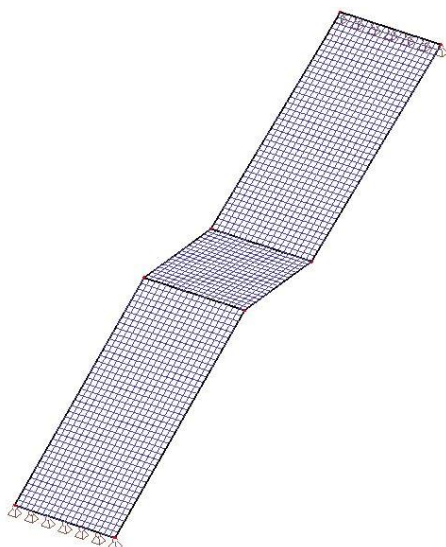
2.3 Schodiště S1

2.3.1 Návrh rozměrů prvků schodiště

- tloušťka ramene $h_R = 150\text{mm}$
- tloušťka mezipodesty $h_P = 150\text{ mm}$
- statické schéma zvoleno jako prostě podepřený 2x zalomený nosník. Vzhledem k nepřesnostem zvoleného modelu bude provedena výztuž u obou okrajů desky

2.3.1 Nastavení sítě prvků v programu Scia

- síť byla nastavena na maximální velikost prvku 0,1 m



Obr. 9 Síť prvků Schodiště S1

3 ZATÍŽENÍ

3.1 Zatížení společné pro stropní desku D2 s průvlakem R9

3.1.1 Zatížení stálé

- vlastní tíha – pomocí Scia Engineering

3.1.1.1 Příčky

Technické údaje	
Název	
Rozměry dílů [mm]	497/140/238
Třída objemové hmotnosti [kg/m^3]	870
Hmotnost [kg/s]	cca 14,4
Pevnost v tlaku	P8/P10
Tloušťka zdiva [mm]	140
Spotřeba [m^2]	8
Hmotnost zdiva včetně omítek [kg/m^2]	182
Vážená laboratorní neprůzvučnost [dB]	44
Požární odolnost	REI 120 DP1, EI 180 DP1
Teplotní odpor zdiva bez omítek R_{s0} [$\text{m}^2\text{K/W}$]	0,51
Součinitel tepelné vodivosti bez omítek λ_{s0} [W/mK]	0,28
Součinitel prostupu tepla bez omítek U_{s0} [$\text{W/m}^2\text{K}$]	1,30

– v celém objektu použit Porotherm 14 P+D

–konstrukční výška 3 m =>

$$g_k = 3 \times 1,82 = 5,46 \text{ kN/m}$$

3.1.1.2 Skladby podlah

- značení viz. Podklady

Skladba 02

Epotec Teraco

Anhyment

Separační fólie

Izolace Isover

Omítka Porotherm T

tloušťka

[m]

obj. tíha

$\left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^3}\right]$

zatížení

$\left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right]$

0,008

20

0,16

0,05

21

1,05

-

-

-

0,05

1

0,05

0,015

21

0,315

$$\Sigma g_k = 1,575 \text{ kN/m}^2$$

Skladba 06

Keramická dlažba

Anhyment

Separační fólie

Izolace Isover

Omítka Porotherm T

0,005

22

0,11

0,05

21

1,05

-

-

-

0,05

1

0,05

0,015

21

0,315

$$\Sigma g_k = 1,525 \text{ kN/m}^2$$

Skladba 07

Zátěžový koberec

Anhyment

Separační fólie

Izolace Isover

Omítka Porotherm T

-

-

0,01

0,05

21

1,05

-

-

-

0,05

1

0,05

0,015

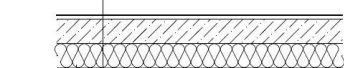
21

0,315

$$\Sigma g_k = 1,415 \text{ kN/m}^2$$

02
- EPOTEC TERACO
- ROZNAŠECÍ VRSTVA – ANHYMENT
- SEPARAČNÍ FOLIE
- AKU. IZOLACE ISOVER TDPT
- NOSNÁ Ž.B. DESKA C25/30
- FILIGRANOVÝ PANEL
- OMÍTKA

tl. 8mm
tl. 50mm
tl. 0,2mm
tl. 50mm
tl. 100mm
tl. 60mm
tl. 15mm



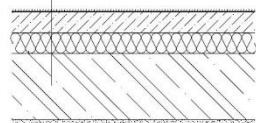
06
- KERAMICKÁ DLAŽBA
- FLEXIBILNÍ LEPIDLO
- TĚSNÍCÍ HMOTA (CERESIT CLS1)
- PENETRAČNÍ NÁTĚR (CERESIT CT17)
- ROZNAŠECÍ VRSTVA – ANHYMENT
- SEPARAČNÍ FOLIE
- AKU. IZOLACE ISOVER TDPT
- NOSNÁ Ž.B. DESKA C25/30
- FILIGRANOVÝ PANEL
- OMÍTKA

tl. 5mm
tl. 2mm
tl. 50mm
tl. 0,2mm
tl. 50mm
tl. 100mm
tl. 60mm
tl. 15mm



07
- ZÁTĚŽOVÝ KOBEREČ
- LEPIDLO NA KOBECCE
- ROZNAŠECÍ VRSTVA – ANHYMENT
- SEPARAČNÍ FOLIE
- AKU. IZOLACE ISOVER TDPT
- NOSNÁ Ž.B. DESKA C25/30
- FILIGRANOVÝ PANEL
- OMÍTKA

tl. 3mm
tl. 1mm
tl. 50mm
tl. 0,2mm
tl. 50mm
tl. 100mm
tl. 60mm
tl. 15mm



Obr. 10 Skladby podlah

3.1.2 Zatížení nahodilé

- uvažováno pouze s užitným zatížením , zatížení od větru zanedbáno

- na navrhované stropní desce jsou tyto prostory s odpovídajícími normovými hodnotami zatížení dle EN 1991-1-1 :

Kancelářské plochy

$$q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

Archiv

$$q_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

Strojovna VZT

$$q_k = 4 \text{ kN/m}^2$$

Technická místnost

$$q_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

Chodba

$$q_k = 5 \text{ kN/m}^2$$

WC

$$q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

3.1.3 Zatížení od schodiště

- toto schodiště není předmětem návrhu , uvažována tloušťka desky 200 mm
- statické schéma jako prostý nosník s posuvnou podporou, zatížen těmito hodnotami :

Stálé zatížení

Vlastní tíha- z programu Scia Engineering

Zábradlí

$$g_k = 0,2 \text{ kN/m}$$

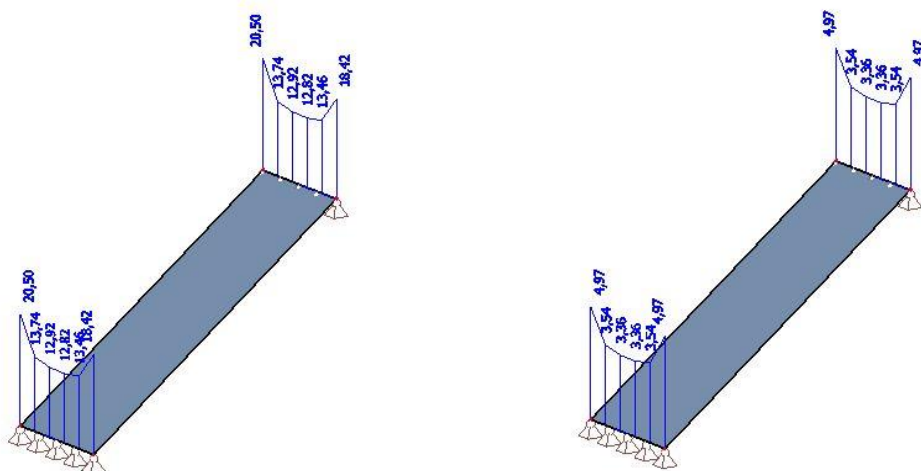
Podlaha (viz. Podklad)

$$g_k = 2,136 \text{ kN/m}^2$$

Nahodilé zatížení (dle EN 1991-1-1)

Schodiště

$$g_k = 3 \text{ kN/m}^2$$



Obr.11 Reakce od Stálého zatížení a Nahodilého zatížení

3.2 Zatížení Schodiště S1

- Statické schéma jako prostý 2x zalomený nosník.
- Návrh tloušťky 200 mm pro schodišťová ramena a mezipodestu.

Stálé zatížení

Vlastní tíha- z programu Scia Engineering

Zábradlí

$$g_k = 0,2 \text{ kN/m}$$

Podlaha (viz. Podklad)

$$g_k = 2,136 \text{ kN/m}^2$$

Nahodilé zatížení (dle EN 1991-1-1)

Schodiště

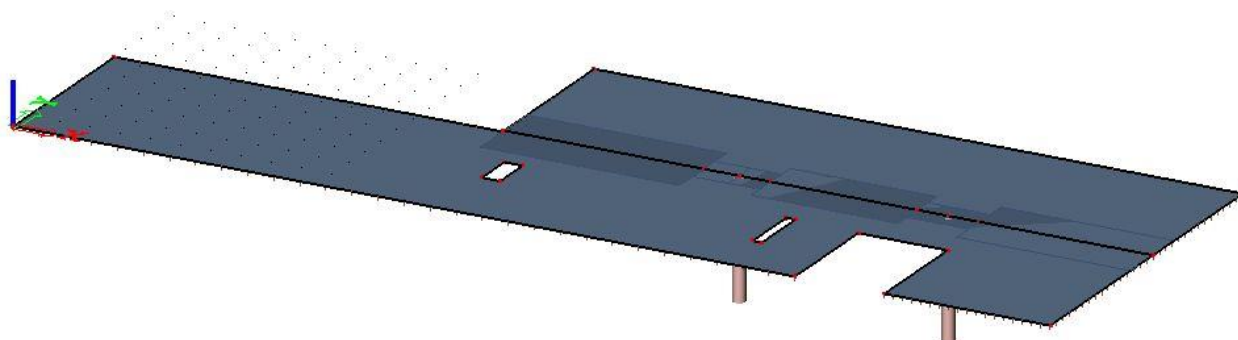
$$g_k = 3 \text{ kN/m}^2$$

3.3 Zatěžovací stavy

3.3.1 Deska D2 po obvodě prostě podepřená

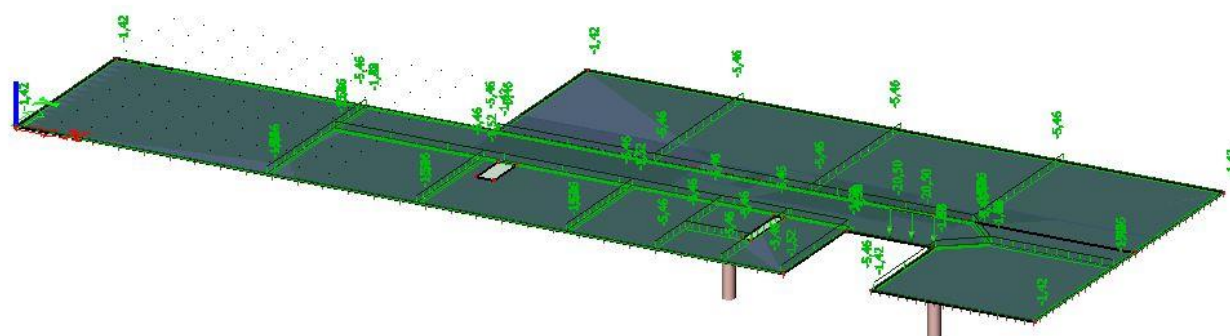
-návrh tloušťky 200 mm

ZS 1 –Vlastní tíha -generuje software



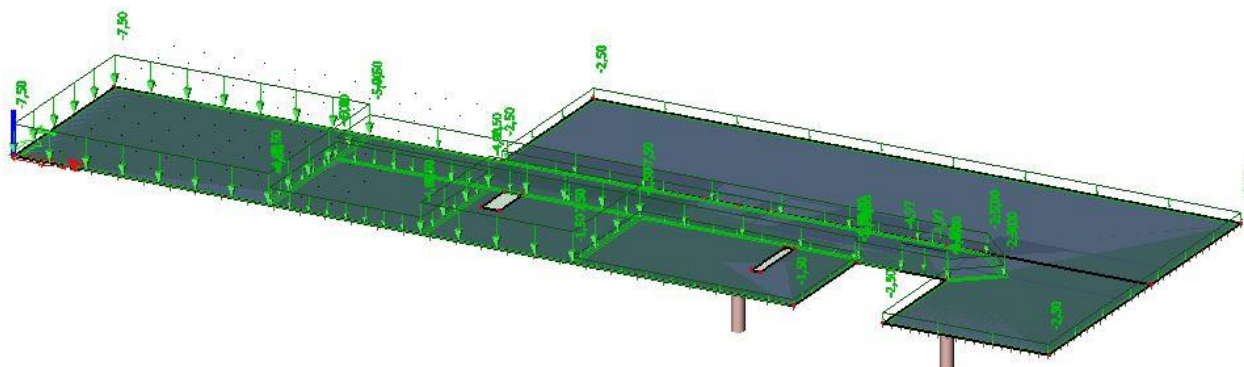
Obr.12 ZS1 Deska D2 po obvodě podepřená

ZS 2 – Ostatní stálé zatížení- podlaha, schodiště, příčky



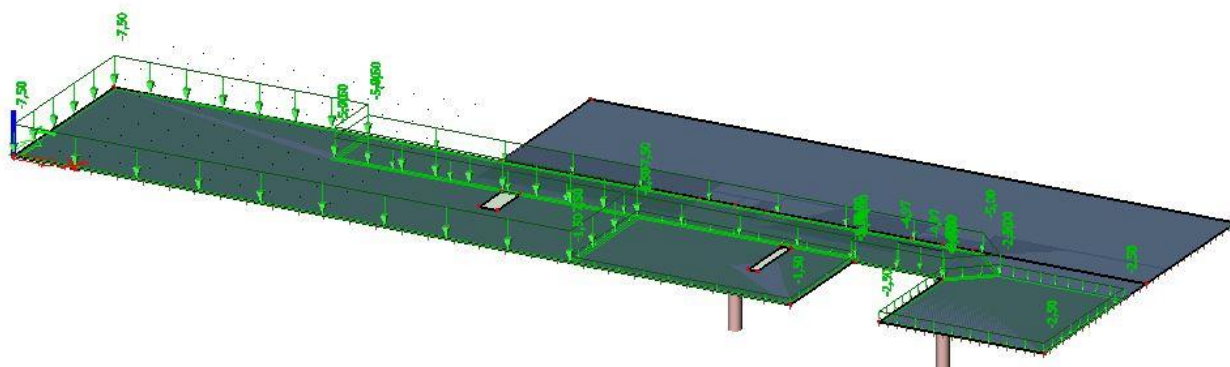
Obr.13 ZS2 Deska D2 po obvodě podepřená

ZS 3- Užitné plné



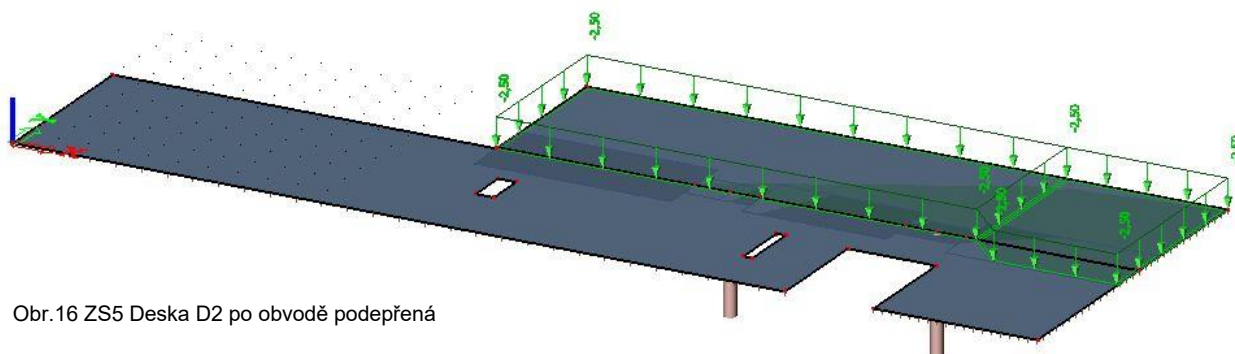
Obr.14 ZS3 Deska D2 po obvodě podepřená

ZS4-Užitné Šach 1



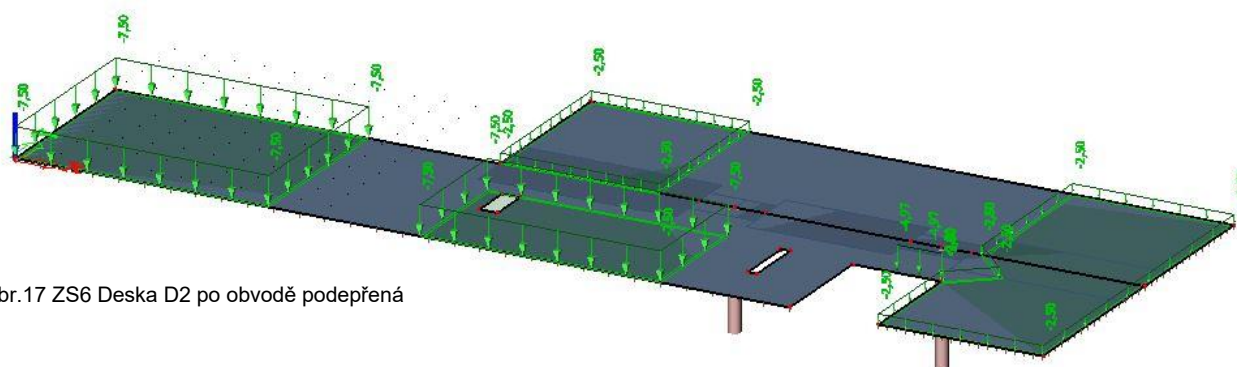
Obr.15 ZS4 Deska D2 po obvodě podepřená

ZS5-Užitné Šach 2



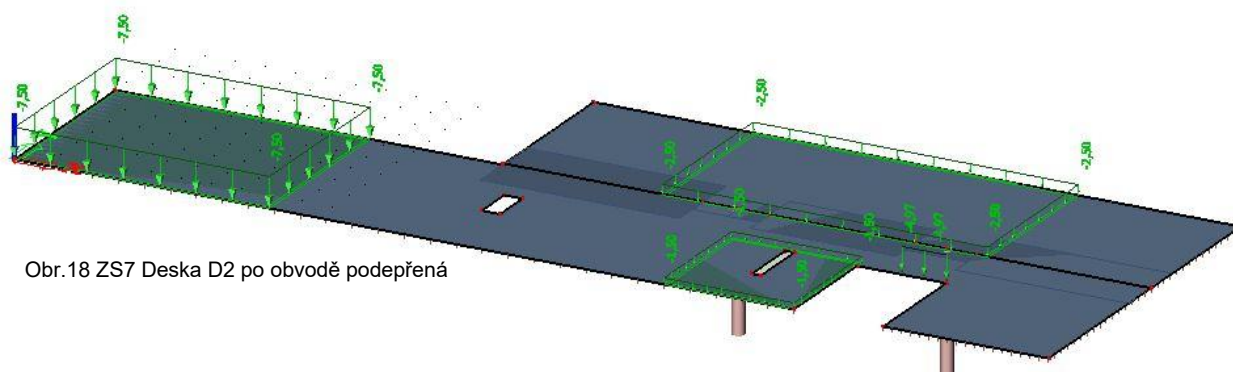
Obr.16 ZS5 Deska D2 po obvodě podepřená

ZS6-Užitné Šach 3



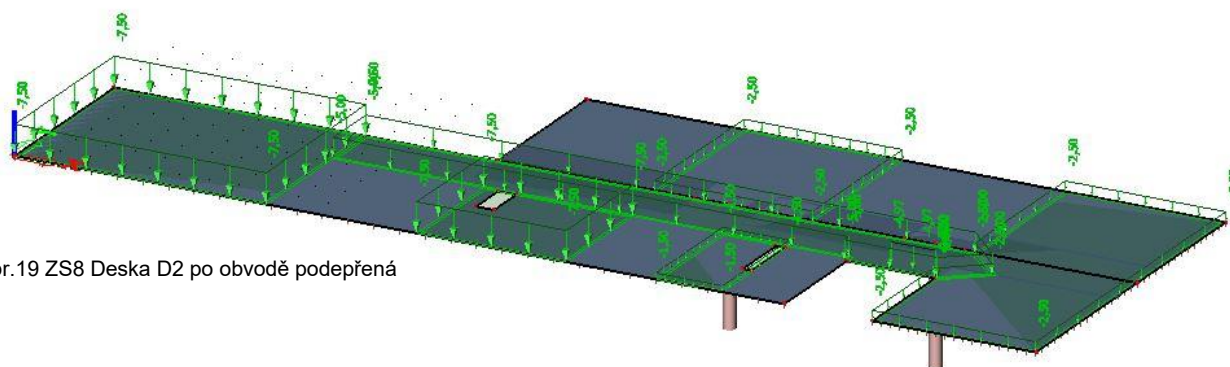
Obr.17 ZS6 Deska D2 po obvodě podepřená

ZS7-Užitné Šach 4



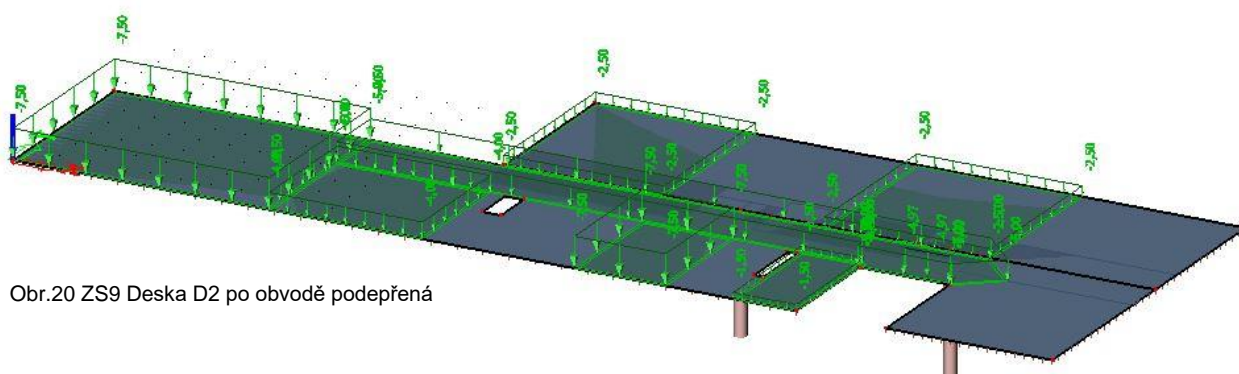
Obr.18 ZS7 Deska D2 po obvodě podepřená

ZS8-Užitné Šach 5



Obr.19 ZS8 Deska D2 po obvodě podepřená

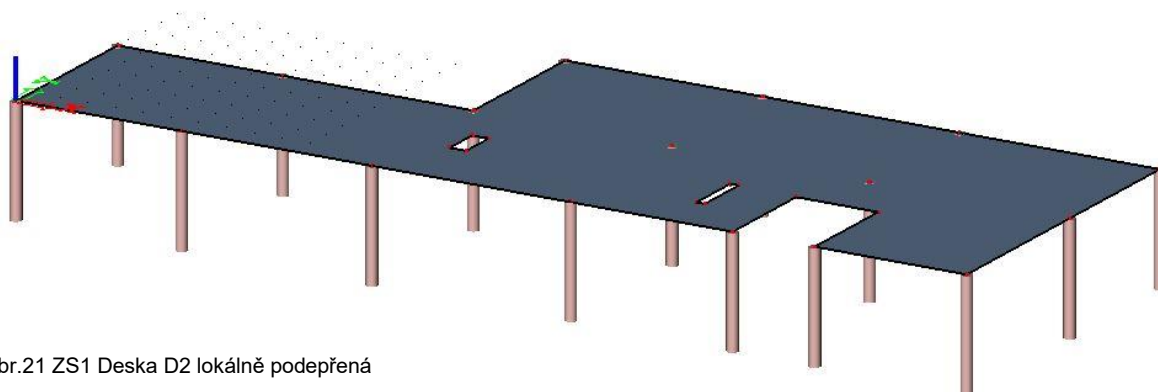
ZS9-Užitné Šach 6



Obr.20 ZS9 Deska D2 po obvodě podepřená

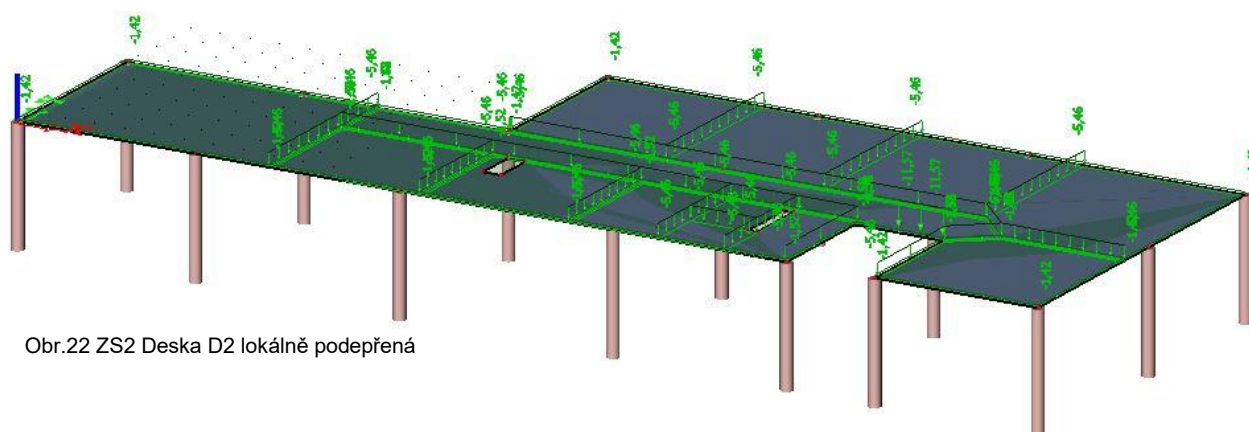
3.3.2 Deska D2 lokálně podepřená -návrh tloušťky 230 mm , podpory kruhové sloupy Ø400 mm

ZS1-vlastní tíha
-generuje software



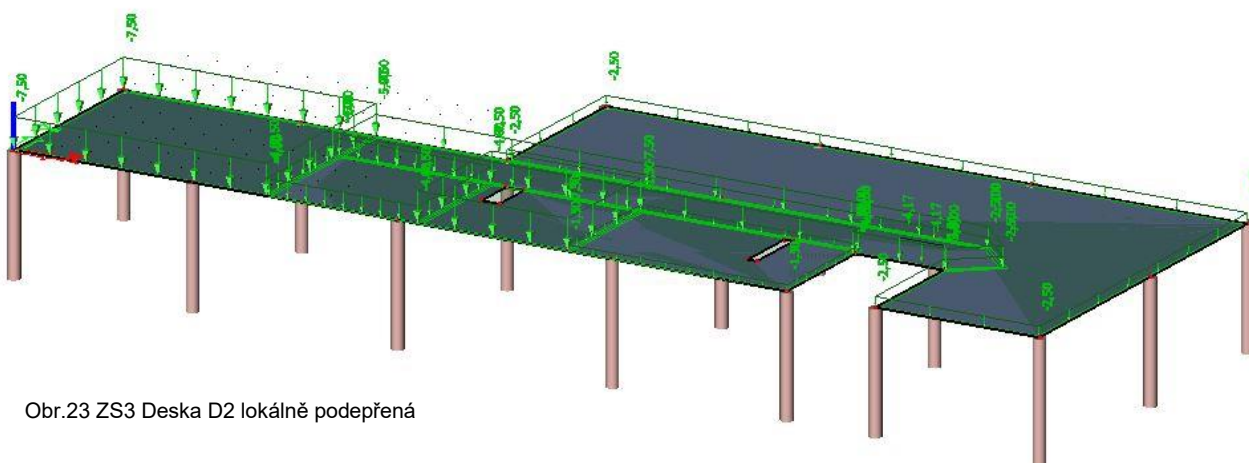
Obr.21 ZS1 Deska D2 lokálně podepřená

ZS2- Ostatní stálé zatížení- podlaha, schodiště, příčky



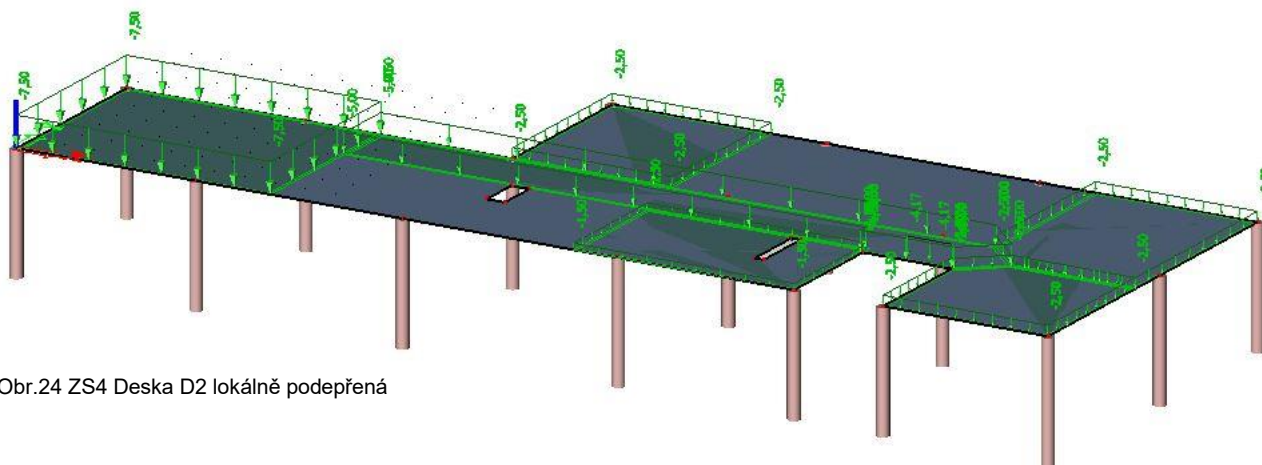
Obr.22 ZS2 Deska D2 lokálně podepřená

ZS3-Užitné plné



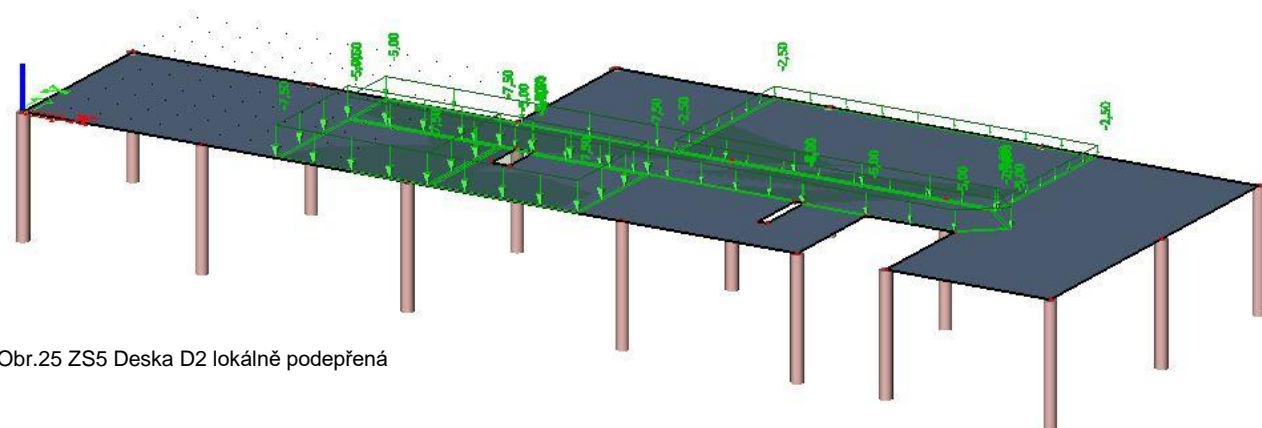
Obr.23 ZS3 Deska D2 lokálně podepřená

ZS4-Užitné Šach 1



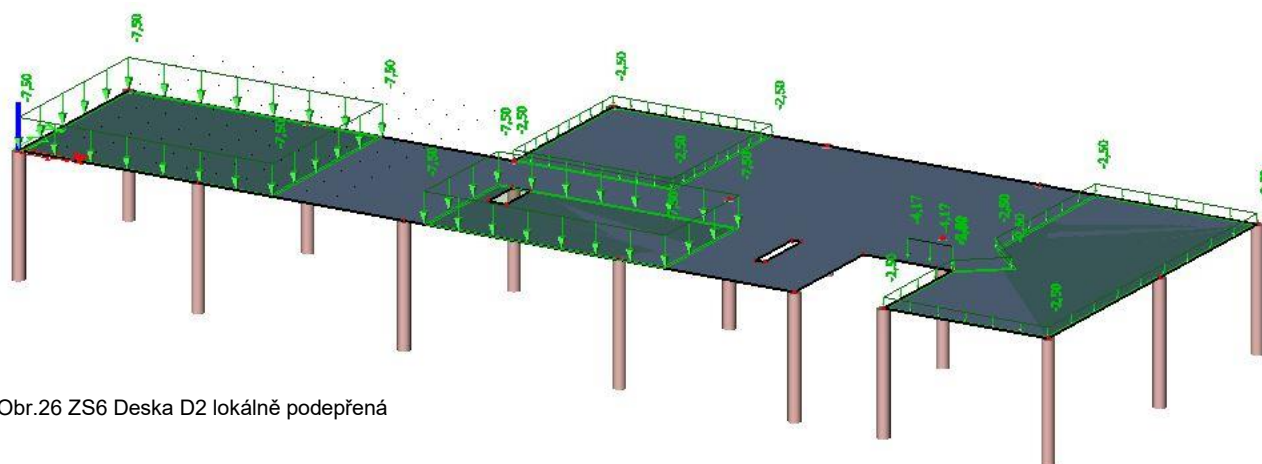
Obr.24 ZS4 Deska D2 lokálně podepřená

ZS5-Užitné Šach 2



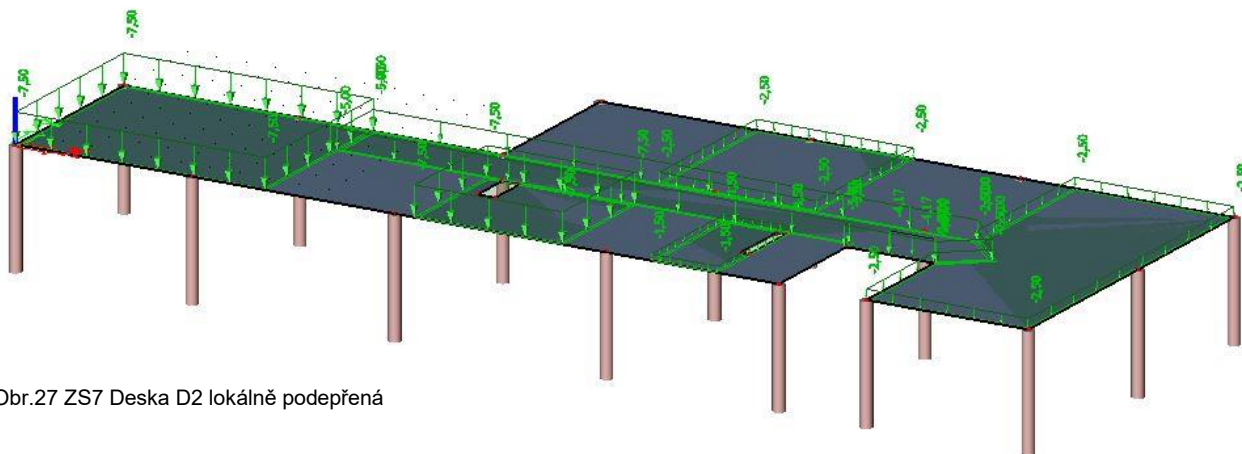
Obr.25 ZS5 Deska D2 lokálně podepřená

ZS6-Užitné Šach 3



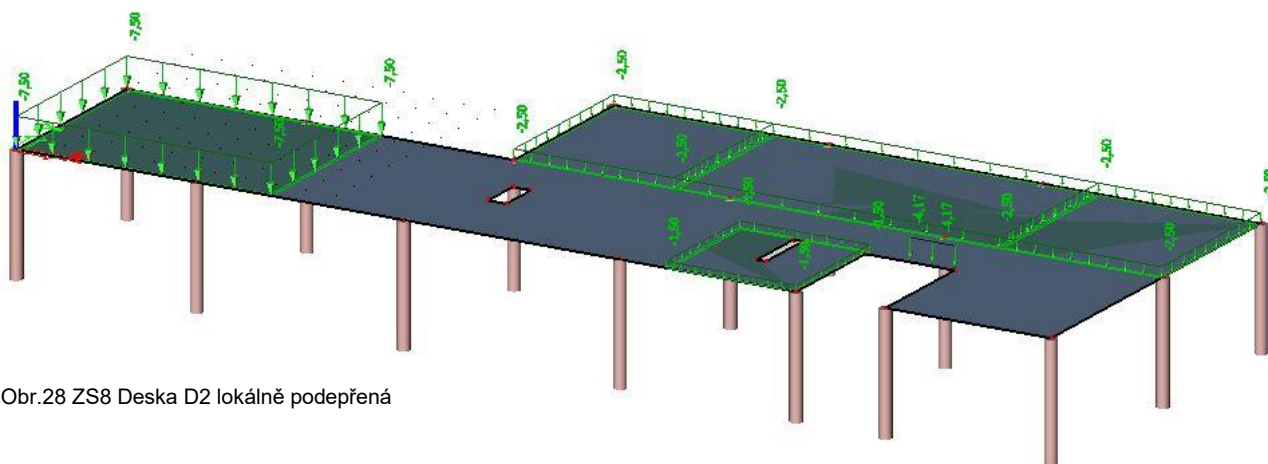
Obr.26 ZS6 Deska D2 lokálně podepřená

ZS7-Užitné Šach 4



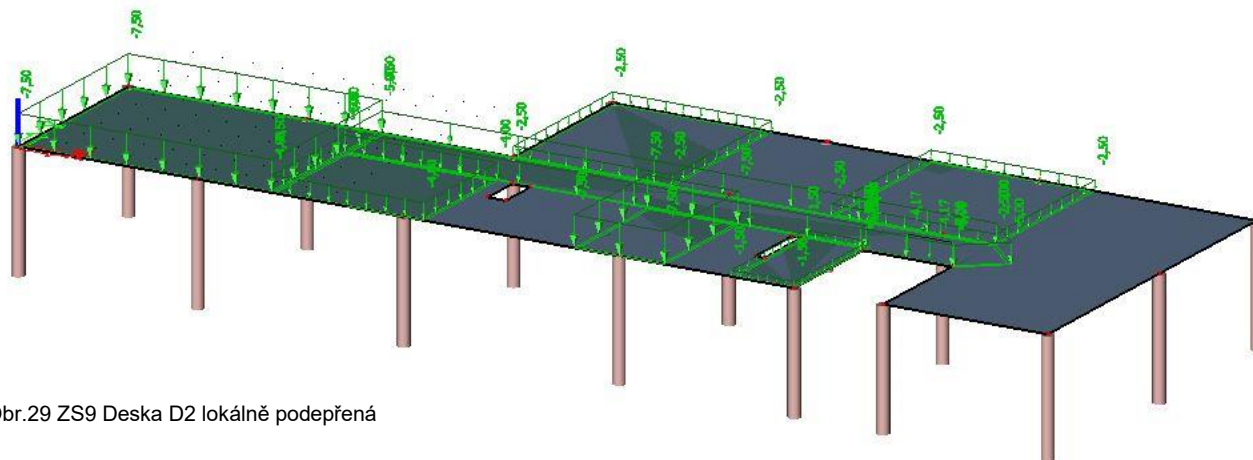
Obr.27 ZS7 Deska D2 lokálně podepřená

ZS8-Užitné Šach 5



Obr.28 ZS8 Deska D2 lokálně podepřená

ZS9-Užitné Šach 6



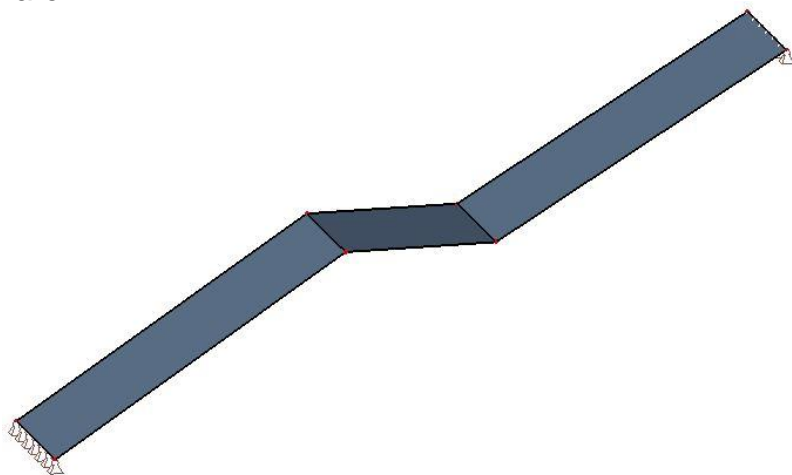
Obr.29 ZS9 Deska D2 lokálně podepřená

3.3.3 Schodiště S1

Tloušťka schodišťové desky a mezipodesty 250 mm

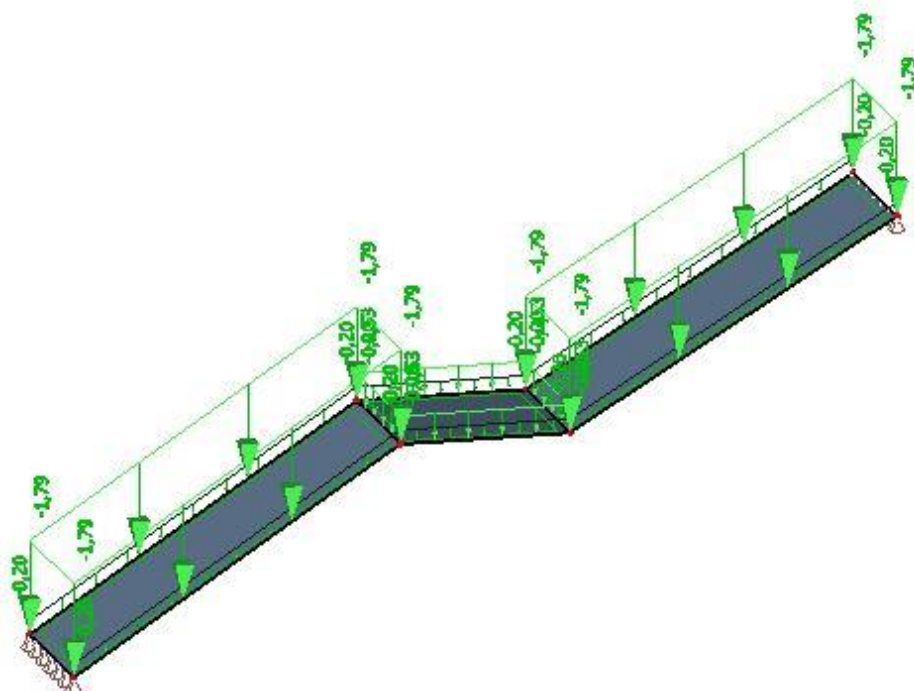
ZS1-vlastní tíha

-generuje software



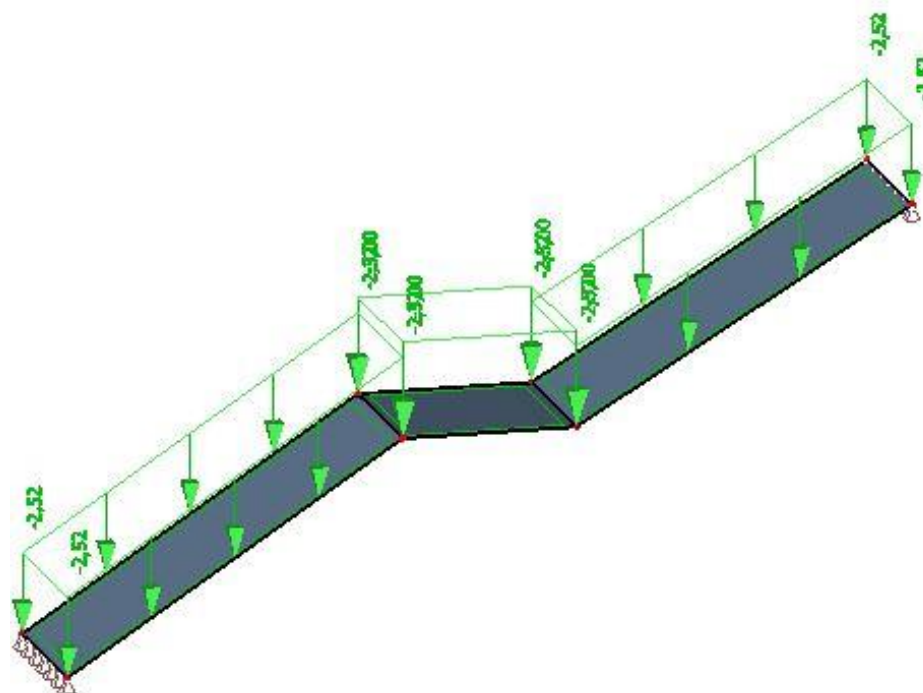
Obr.30 ZS1 Schodiště S1

ZS2-ostatní stálé zatížení-podlaha, stupně, zábradlí



Obr.31 ZS2 Schodiště S1

ZS3-Užitné zatížení



Obr.32 ZS3 Schodiště S1

3.4 Kombinace zatěžovacích stavů

3.4.1 Kombinace pro I.MS

Zatěžovací stavy jsou kombinovány podle rovnice 6.10 dle ČSN EN 1990

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

3.4.1.1 Kombinace pro Desku D2 a průvlak R9

Bylo vytvořeno 9 kombinací zatěžovacích stavů

- CO1 – 1,35x(ZS1 + ZS2)
- CO2 – 1,35x(ZS1 + ZS2) + 1,5xZS3
- CO3 – 1,35x(ZS1 + ZS2) + 1,5xZS4
- CO4 – 1,35x(ZS1 + ZS2) + 1,5xZS5
- CO5 – 1,35x(ZS1 + ZS2) + 1,5xZS6
- CO6 – 1,35x(ZS1 + ZS2) + 1,5xZS7
- CO7 – 1,35x(ZS1 + ZS2) + 1,5xZS8
- CO8 – 1,35x(ZS1 + ZS2) + 1,5xZS9

3.4.1.2 Kombinace pro Schodiště S1

Byla vytvořena 1 kombinace zatěžovacích stavů

- CO2 – 1,35x(ZS1 + ZS2) + 1,5xZS3

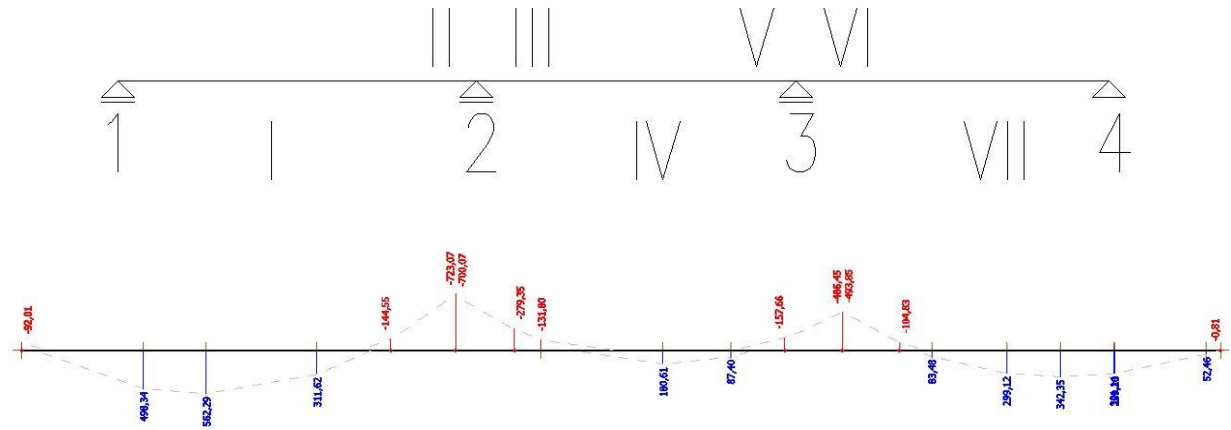
4. DIMENZOVÁNÍ NA I.MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

4.1 Průvlak R9

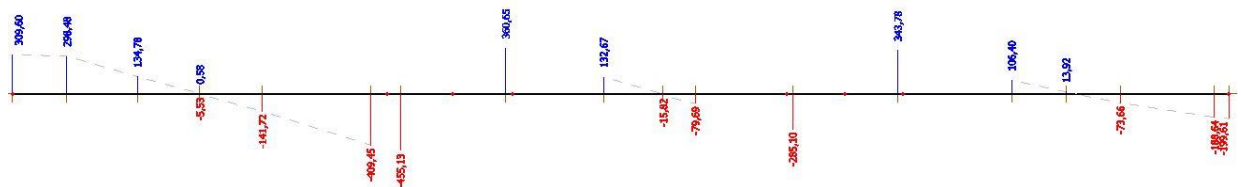
- ze statického hlediska se jedná o spojitý nosník o třech polích prostě uložený na zdivo tloušťky 450 mm
- uvažováno spolupůsobení stropní desky

4.1.1 Průběh vnitřních sil

- hodnoty ohybových momentů a posouvajících sil pro jednotlivé zatěžovací stavy jsou stanoveny pomocí software Scia Engineer 15.1.136



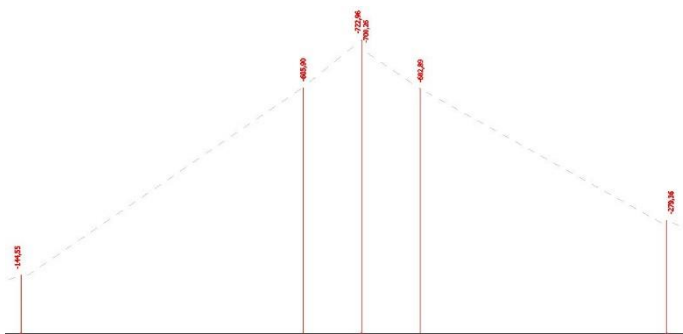
Obr. 33 Obálka ohybových momentů průvlaku R9



Obr. 34 Obálka posouvajících sil průvlaku R9

4.1.1.1 Redukce nadpodporových momentů

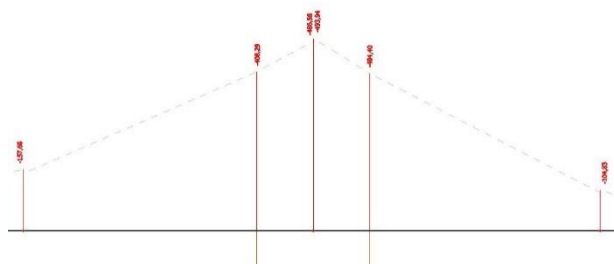
- Redukce provedena nad podporami č. 2 a 3 (viz. Obr.9) k líci podporového sloupu ve vzdálenosti 200 mm od teoretické podpory



Obr. 35 Redukce momentu nad podporou č.2

$$M_{ed}^{II} = -605,9 \text{ kNm}$$

$$M_{ed}^{III} = -602,1 \text{ kNm}$$



$$M_{ed}^V = -408,29 \text{ kNm}$$

$$M_{ed}^{VI} = -404,40 \text{ kNm}$$

Obr. 36 Redukce momentu nad podporou č.3

4.1.2 Návrh ohybové výztuže

Teoretický postup návrhu

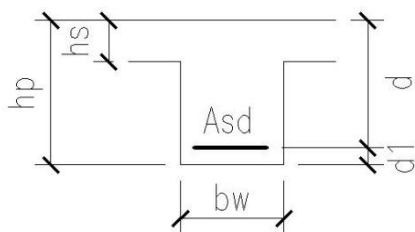
Stanovení účinné výšky d

$$d = h_p - d_1, \quad d_1 = c_{nom} + \phi_{st} + \frac{\phi_{sl}}{2}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

=> **NÁVRH**



Stanovení účinné výšky d

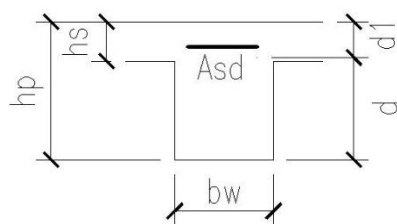
$$d = h_p - d_1$$

$$d_1 = c_{nom,slab} + \phi_{sl,slab}^x + \phi_{sl,slab}^y + \phi_{st} + \frac{\phi_{sl}}{2}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

=> **NÁVRH**



Obr. 37 Poloha nosné výztuže

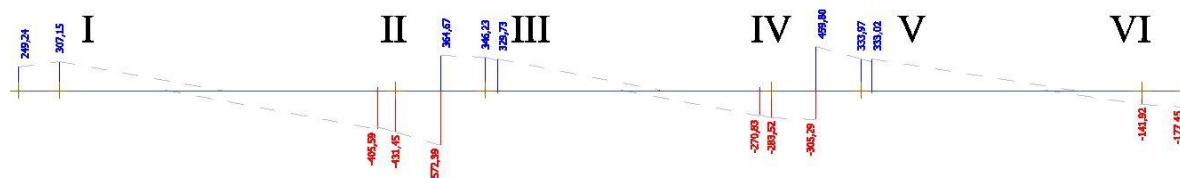
	Oblast I	Oblast II	Oblast III	Oblast IV
Nosná výztuž	$\phi_{sl}= 22 \text{ mm}$	$\phi_{sl}= 22 \text{ mm}$	$\phi_{sl}= 22 \text{ mm}$	$\phi_{sl}= 18 \text{ mm}$
Třmínky	$\phi_{st}= 10 \text{ mm}$	$\phi_{st}= 10 \text{ mm}$	$\phi_{st}= 10 \text{ mm}$	$\phi_{st}= 10 \text{ mm}$
Výztuž v desce	-	$\phi_{sl,slab}^{x,y} = 14 \text{ mm}$	$\phi_{sl,slab}^{x,y} = 14 \text{ mm}$	-
Med	562,49 kN	605,9 kN	602,1 kN	180,73 kN
d1	46	74	74	44
d	754	726	726	756
As	1809	2031	2023	559
NÁVRH	5x ϕ 22	6x ϕ 22	6x ϕ 22	3x ϕ 18
Asd	1901	2281	2281	763

	Oblast V	Oblast VI	Oblast VII
Nosná výztuž	$\phi_{sl}= 22 \text{ mm}$	$\phi_{sl}= 22 \text{ mm}$	$\phi_{sl}= 18 \text{ mm}$
Třmínky	$\phi_{st}= 10 \text{ mm}$	$\phi_{st}= 10 \text{ mm}$	$\phi_{st}= 10 \text{ mm}$
Výztuž v desce	$\phi_{sl,slab}^{x,y} = 14 \text{ mm}$	$\phi_{sl,slab}^{x,y} = 14 \text{ mm}$	-
Med	408,29 kN	404,40 kN	342,06 kN
d1	74	74	44
d	726	726	756
As	1340	1325	1073,8
NÁVRH	4x ϕ 22	4x ϕ 22	5x ϕ 18
Asd	1521	1521	1272

Tab. 1 Návrh ohybové výztuže Průvlak R9

4.1.3 Návrh smykové výztuže

- návrhová hodnota posouvající síly je uvažována ve vzdálenosti d od líce podpory
- po celém průvlaku navrženy třmínky $\phi 10 \text{ mm}$

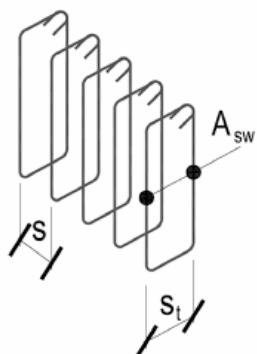


Obr. 38 Obálka posouvajících sil průvlak R9

Teoretický postup návrhu

Smyková únosnost průřezu bez výztuže

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot b_w \cdot d$$



$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sd1}}{b_w \cdot d}; A_{sd1} = \frac{A_{sd}}{2}$$

Obr. 39 Schéma smykové výztuže

$$V_{ed}^I \leq V_{Rd,c}$$

Podmínka minima smykové únosnosti průřezu

$$\min V_{Rd,c} = \vartheta_{\min} \cdot b_w \cdot d; \vartheta_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}}$$

$$\min V_{Rd,c} \leq V_{Rd,c}$$

Podmínka pro posouvající sílu V_{ed}^I

$$V_{ed}^I \leq 0,5 \cdot b_w \cdot d \cdot \vartheta \cdot f_{cd}; \vartheta = 0,6 \cdot (1 - \frac{f_{ck}}{250})$$

Úhel tlakové diagonály

-zvolen $\cot \theta = 1,5$

Výpočet osové vzdálenosti smykové výztuže

$$s \leq \frac{A_{sw}}{V_{ed}^I} \cdot f_{ywd} \cdot z_c \cdot \cot \theta$$

NÁVRH TŘMÍNKU

	Oblast I	Oblast II	Oblast III	Oblast IV	Oblast V	Oblast VI
V_{ed}	286,6	440,3	356,48	282,32	342,77	145,89
C_{Rdc}	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
k	1,533	1,565	1,565	1,565	1,565	1,552
d	0,654	0,626	0,626	0,626	0,626	0,656
A_{sd1}	9,05	11,41	11,41	7,6	7,6	6,36
ρ_1	3,633	4,557	4,557	3,035	3,035	2,424
$V_{Rd,c}$	102	106	106	92	92	89,1
$V_{ed}^I \leq V_{Rd,c}$	NE	NE	NE	NE	NE	NE
ϑ_{min}	0,333	0,343	0,343	0,343	0,343	0,338
$min V_{Rdc}$	88	86	86	86	86	88,7
$min V_{Rdc} \leq V_{Rd,c}$	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
ϑ	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
$V_{ed}^I \leq 0,5 \cdot b_w \cdot d \cdot \vartheta \cdot f_{cd}$	1112	1127	1127	1127	1127	1181
A_{sw}	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
s	210	140	180	220	180	400

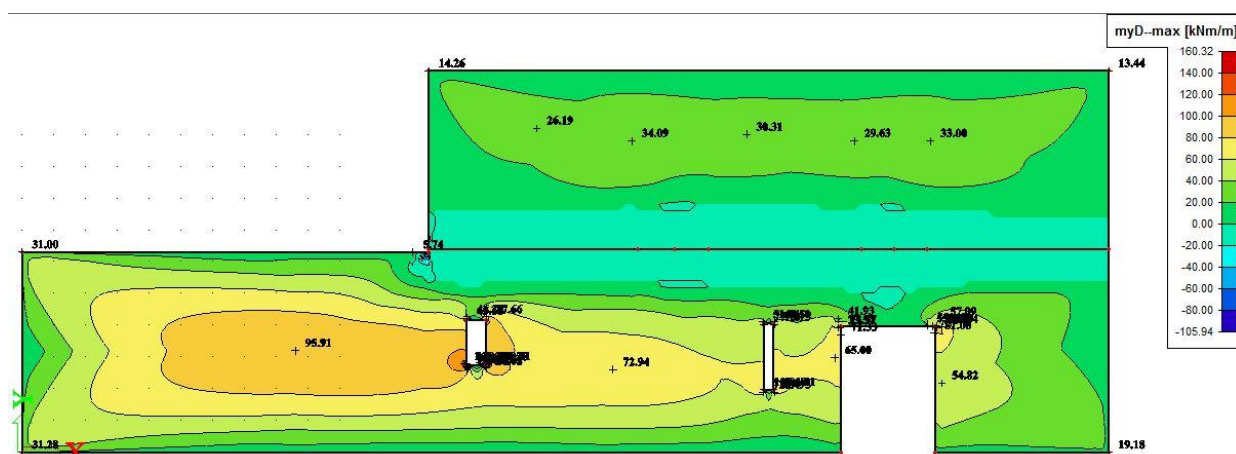
Tab. 2 Návrh smykové výztuže Průvlak R9

4.2 Deska D2 po obvodě prostě podepřená

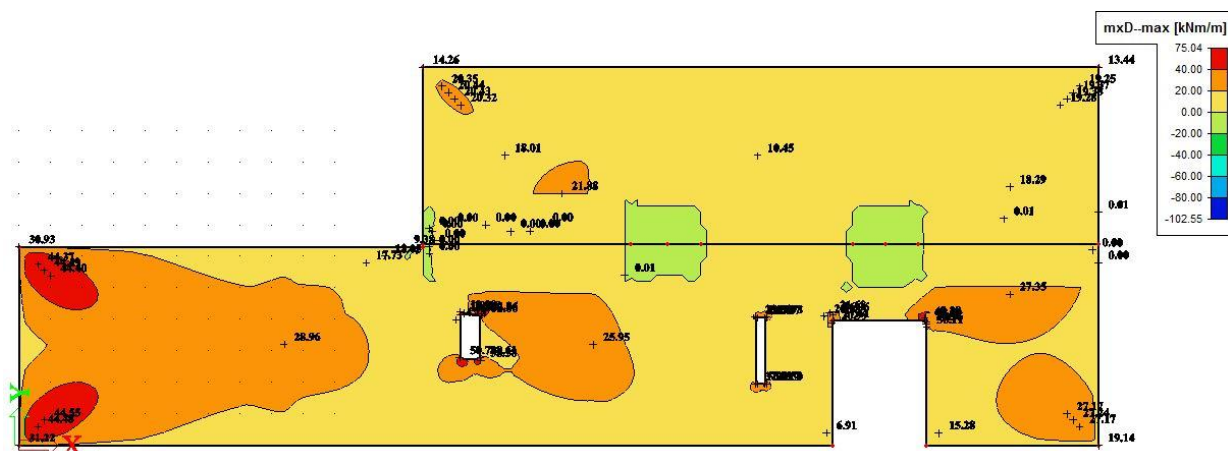
-ze statického hlediska se jedná o spojitou jednostranně pnutou desku na okrajích prostě uloženou s podporovým průvlakem R9 přibližně v polovině rozpětí
-uvažováno spolupůsobení průvlaku s deskou, v oblasti nad průvlakem umístěn průměrovací pás na šířku 2,3 m

4.2.1 Průběh vnitřních sil

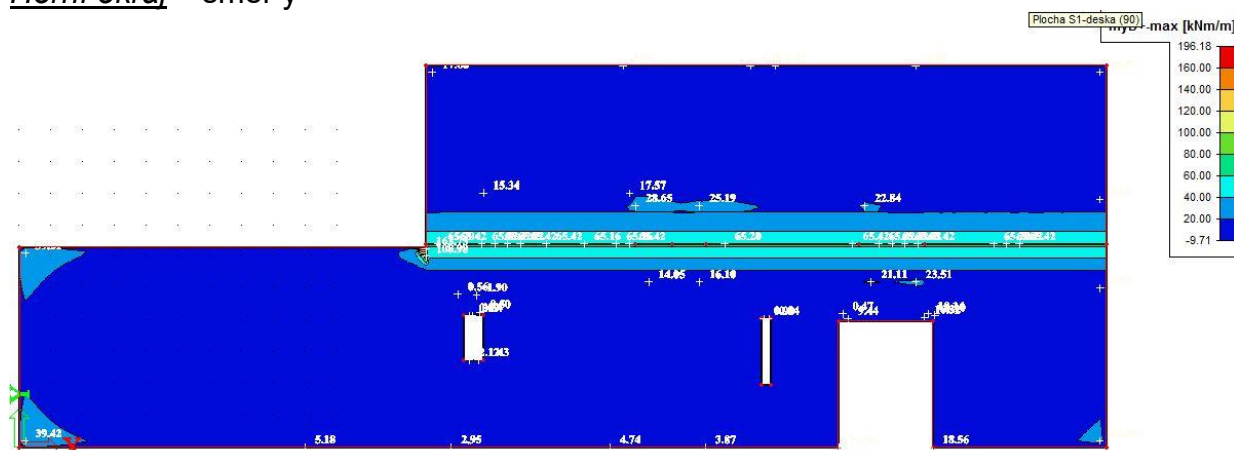
Dolní okraj -směr y



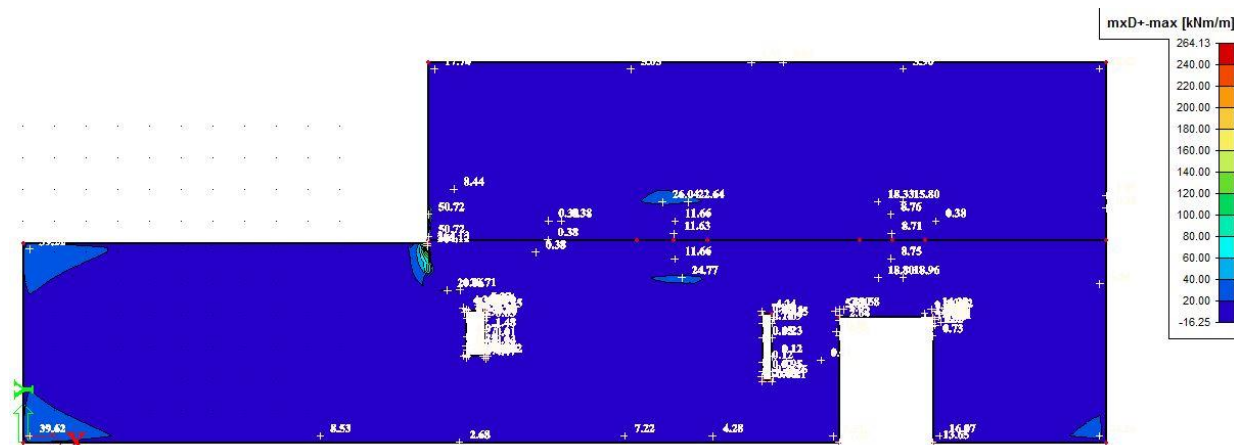
Obr. 40 Průběh ohybových momentů u dolního okraje směr y



Horní okraj – směr y

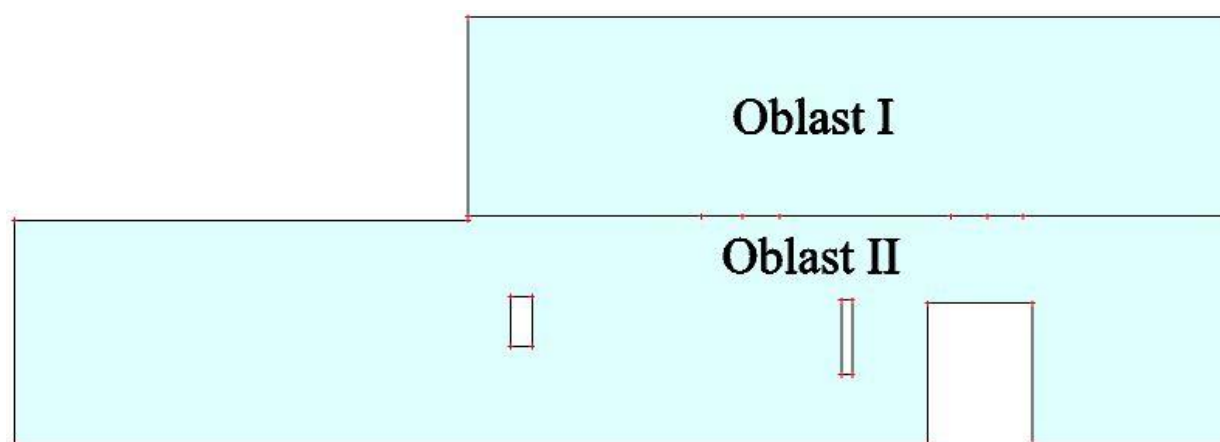


-směr x



Obr. 43 Průběh ohybových momentů u dolního okraje směr x

-pro účely návrhu vzhledem k rozdílným hodnotám ohybových momentů je deska rozdělena na dvě oblasti, Oblast I a II podle prvůlaku R9



Obr. 44 Rozdělení desky D2 na oblasti

4.2.2 Návrh ohybové výztuže

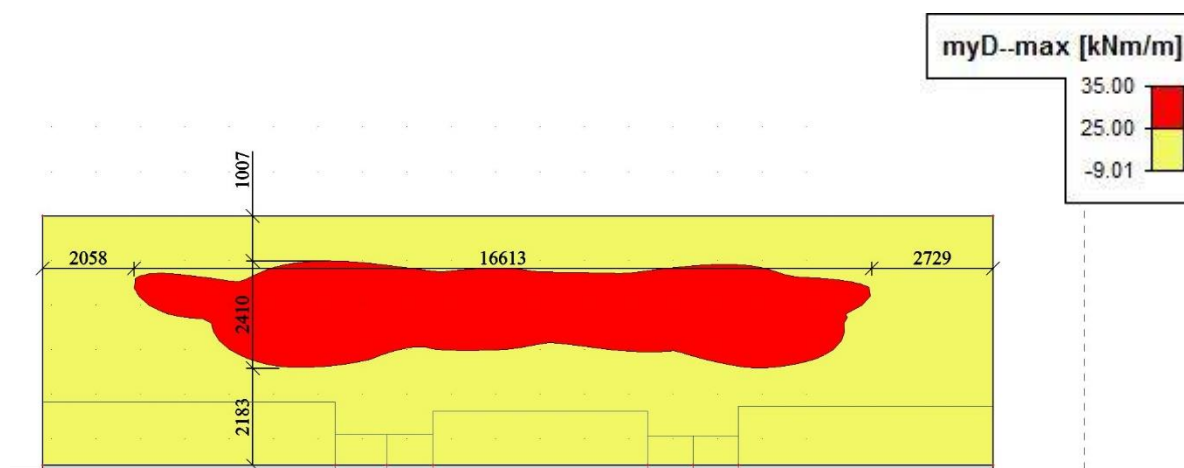
4.2.2.1 Dolní povrch Desky D2

4.2.2.1.1 Oblast I

-návrh $\varnothing 10$ mm, krytí $c_{nom,slab} = 25$ mm, tloušťka desky $h_s = 200$ mm

Směr y

- vzhledem k průběhu ohybových momentů návrh výztuže rozdělen na dvě skupiny:



Obr. 45 Oblast I směr y

Návrh výztuže na moment $M_{ed,oblast I} = 25 \text{ kNm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_s - d_1, \quad d_1 = c_{nom} + \frac{\phi_{sl}}{2}$$

$$d_1 = 25 + \frac{10}{2} = 30 \text{ mm}$$

$$d = 200 - 30 = 170 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}}\right)$$

$$A_s = 1000 \cdot 170 \cdot \frac{20}{434,783} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 25 \cdot 10^6}{1000 \cdot 170^2 \cdot 20}}\right)$$

$$A_s = 345,9 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \text{NÁVRH } \phi 10 \text{ mm po } 200 \text{ mm } (A_{sd} = 3,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)$$

Návrh výztuže na moment $M_{ed,oblast I} = 35 \text{ kNm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_s - d_1, \quad d_1 = c_{nom} + \frac{\phi_{sl}}{2}$$

$$d_1 = 25 + \frac{10}{2} = 30 \text{ mm}$$

$$d = 200 - 30 = 170 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}}\right)$$

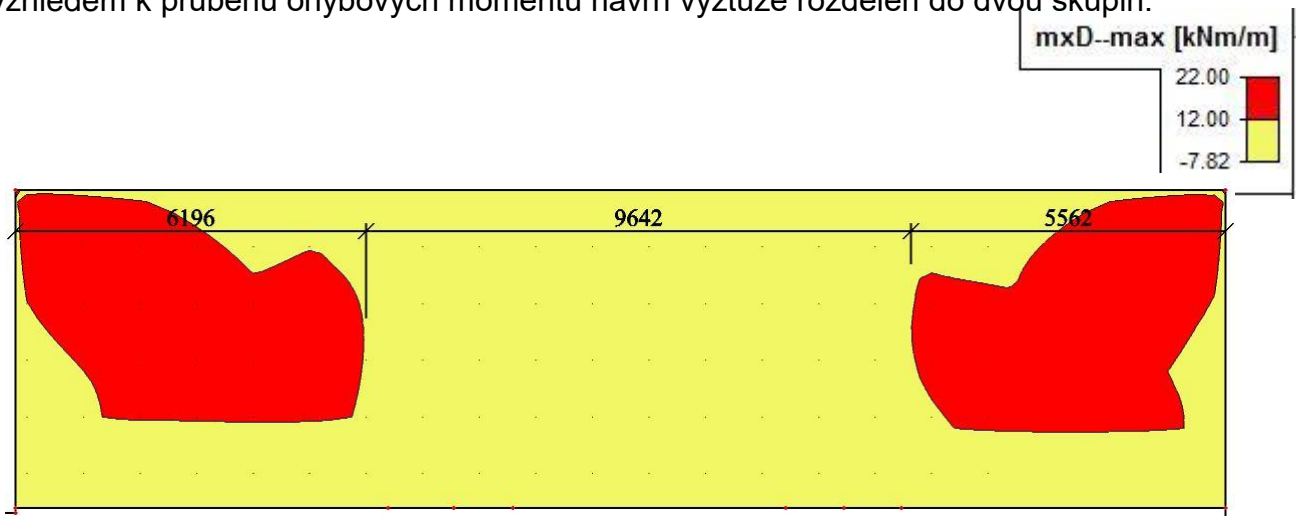
$$A_s = 1000 \cdot 170 \cdot \frac{20}{434,783} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 35 \cdot 10^6}{1000 \cdot 170^2 \cdot 20}}\right)$$

$$A_s = 488,8 \text{ mm}^2 \quad s_{max}$$

$$\Rightarrow \text{NÁVRH } \phi 10 \text{ mm po } 100 \text{ mm } (A_{sd} = 7,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)$$

Směr x

-vzhledem k průběhu ohybových momentů návrh výztuže rozdělen do dvou skupin:



Obr. 46 Oblast I směr x

Návrh výztuže na moment $M_{ed,oblast I} = 22 \text{ kNm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_s - d_1, \quad d_1 = c_{nom} + \phi_{sl,y} + \frac{\phi_{sl,x}}{2}$$

$$d_1 = 25 + 10 + \frac{10}{2} = 40 \text{ mm}$$

$$d = 200 - 40 = 160 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$A_s = 1000 \cdot 160 \cdot \frac{20}{434,783} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 22 \cdot 10^6}{1000 \cdot 160^2 \cdot 20}} \right)$$

$$A_s = 323,4 \text{ mm}^2$$

=> **NÁVRH $\phi 10 \text{ mm po } 150 \text{ mm}$ ($A_{sd} = 5,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)**

Návrh výztuže na moment $M_{ed,oblast I} = 12 \text{ kNm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_s - d_1, \quad d_1 = c_{nom} + \phi_{sl,y} + \frac{\phi_{sl,x}}{2}$$

$$d_1 = 25 + 10 + \frac{10}{2} = 40 \text{ mm}$$

$$d = 200 - 40 = 160 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$A_s = 1000 \cdot 160 \cdot \frac{16,667}{478,261} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 12 \cdot 10^6}{1000 \cdot 160^2 \cdot 16,667}} \right)$$

$$A_s = 159,1 \text{ mm}^2$$

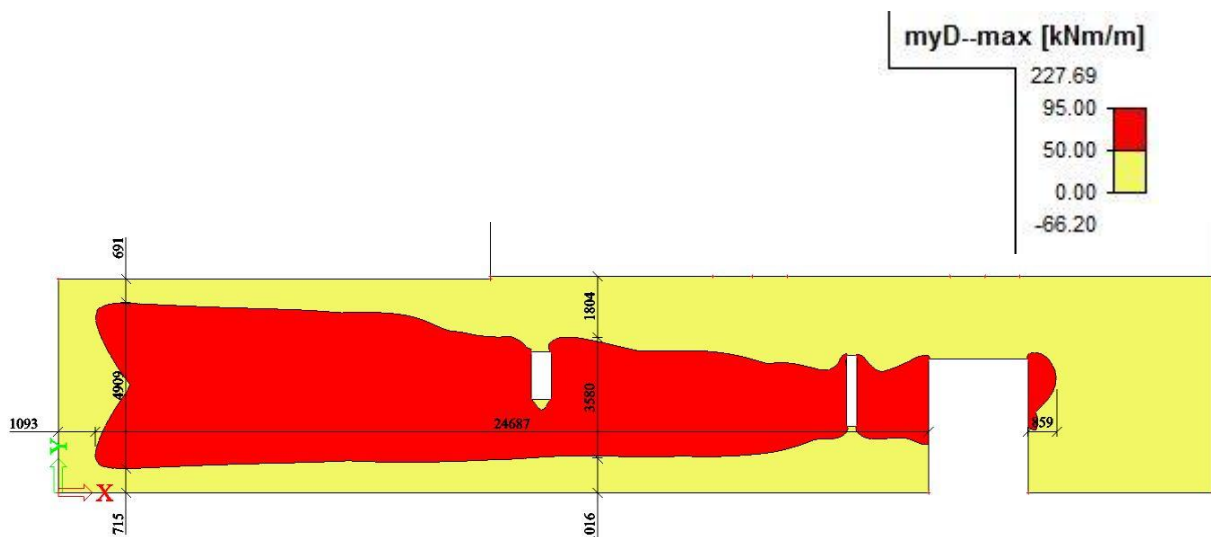
=> **NÁVRH Ø10 mm po 300 mm** ($A_{sd} = 2,62 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)

4.2.2.1.2 Oblast II

-návrh Ø14 mm, krytí $c_{nom,slab} = 25 \text{ mm}$, tloušťka desky $h_s = 200 \text{ mm}$

Směr y

-vzhledem k průběhu ohybových momentů návrh výztuže rozdělen do dvou skupin:



Obr. 47 Oblast II směr y

Návrh výztuže na moment $M_{ed,oblast II} = 50 \text{ kNm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_s - d_1, d_1 = c_{nom} + \frac{\phi_{sl,y}}{2}$$

$$d_1 = 25 + \frac{14}{2} = 32 \text{ mm}$$

$$d = 200 - 32 = 168 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$A_s = 1000 \cdot 168 \cdot \frac{20}{434,783} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 50 \cdot 10^6}{1000 \cdot 168^2 \cdot 20}} \right)$$

$$A_s = 717 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \text{NÁVRH } \varnothing 14 \text{ mm po } 200 \text{ mm } (A_{sd} = 7,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)$$

Návrh výztuže na moment $M_{ed,oblast II} = 95 \text{ kNm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_s - d_1, d_1 = c_{nom} + \frac{\varnothing_{sl,y}}{2}$$

$$d_1 = 25 + \frac{14}{2} = 32 \text{ mm}$$

$$d = 200 - 32 = 168 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}}\right)$$

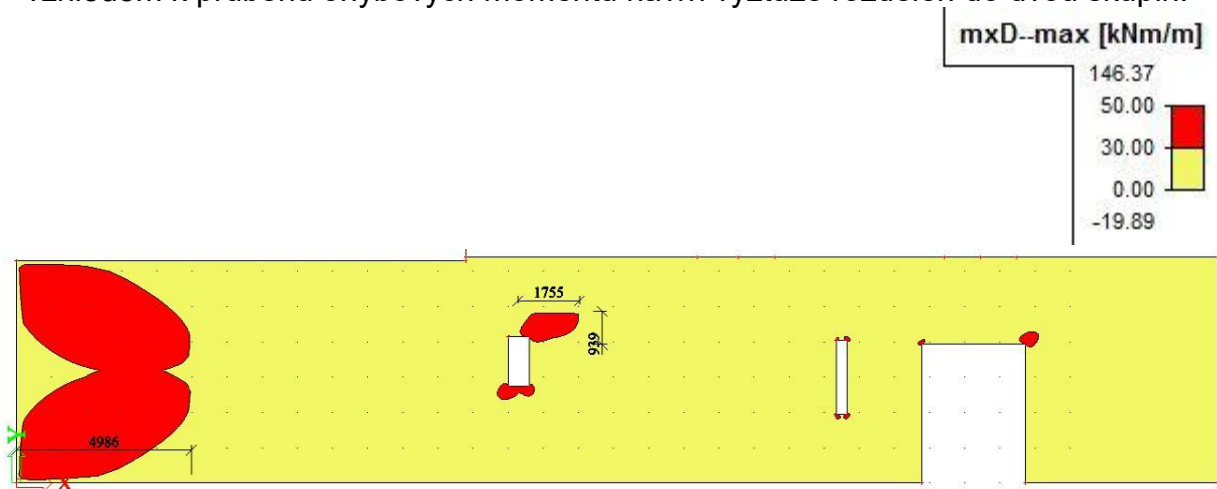
$$A_s = 1000 \cdot 168 \cdot \frac{20}{434,783} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 95 \cdot 10^6}{1000 \cdot 168^2 \cdot 20}}\right)$$

$$A_s = 1433 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \text{NÁVRH } \varnothing 14 \text{ mm po } 100 \text{ mm } (A_{sd} = 15,39 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)$$

Směr x

--vzhledem k průběhu ohybových momentů návrh výztuže rozdělen do dvou skupin:



Obr. 48 Oblast II směr x

Návrh výztuže na moment $M_{ed,oblast II} = 30 \text{ kNm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_s - d_1, d_1 = c_{nom} + \varnothing_{sl,y} + \frac{\varnothing_{sl,x}}{2}$$

$$d_1 = 25 + 14 + \frac{14}{2} = 46 \text{ mm}$$

$$d = 200 - 46 = 154 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$A_s = 1000 \cdot 154 \cdot \frac{20}{434,783} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 30 \cdot 10^6}{1000 \cdot 154^2 \cdot 20}} \right)$$

$$A_s = 463,2 \text{ mm}^2$$

=> **NÁVRH $\varnothing 14 \text{ mm}$ po 300 mm ($A_{sd} = 5,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)**

Návrh výztuže na moment $M_{ed,oblast II} = 50 \text{ kNm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_s - d_1, d_1 = c_{nom} + \varnothing_{sl,y} + \frac{\varnothing_{sl,x}}{2}$$

$$d_1 = 25 + 14 + \frac{14}{2} = 46 \text{ mm}$$

$$d = 200 - 46 = 154 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

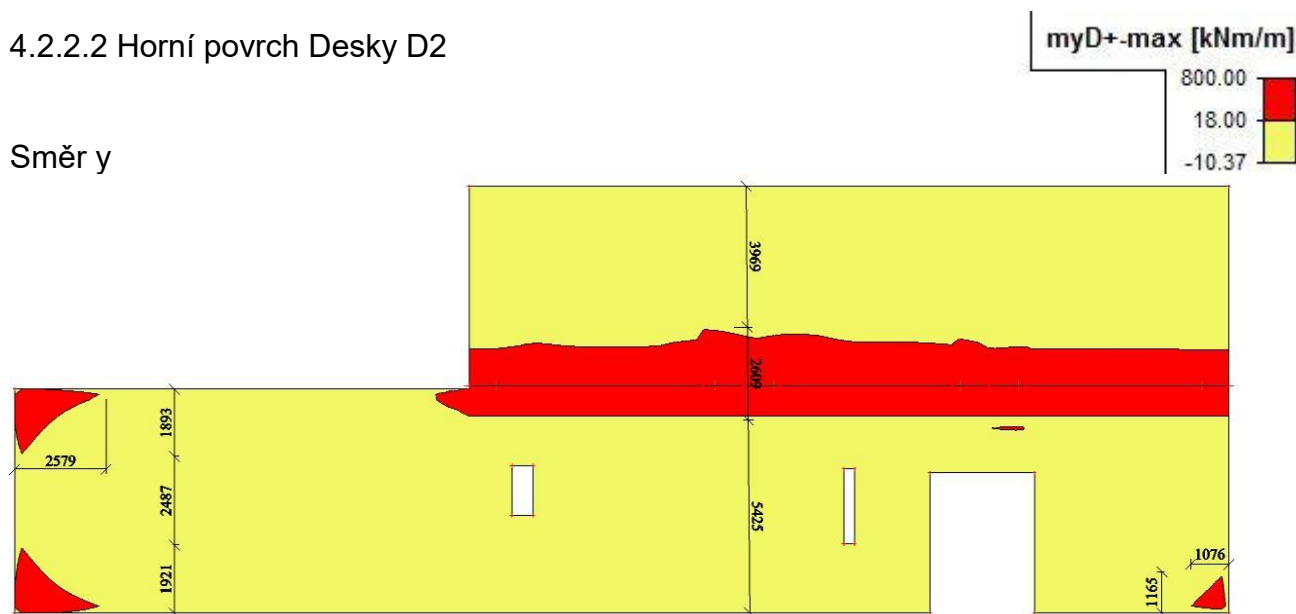
$$A_s = 1000 \cdot 154 \cdot \frac{20}{434,783} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 50 \cdot 10^6}{1000 \cdot 154^2 \cdot 20}} \right)$$

$$A_s = 791 \text{ mm}^2$$

=> **NÁVRH $\varnothing 14 \text{ mm}$ po 150 mm ($A_{sd} = 10,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)**

4.2.2.2 Horní povrch Desky D2

Směr y



Obr. 49 Ohybové momenty u horního povrchu směr y

Návrh výztuže na moment $M_{ed} = 40 \text{ kNm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_s - d_1, d_1 = c_{nom} + \frac{\phi_{sl,y}}{2}$$

$$d_1 = 25 + \frac{10}{2} = \mathbf{30 \text{ mm}}$$

$$d = 200 - 32 = \mathbf{170 \text{ mm}}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$A_s = 1000 \cdot 170 \cdot \frac{20}{434,783} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 40 \cdot 10^6}{1000 \cdot 170^2 \cdot 20}} \right)$$

$$A_s = 561 \text{ mm}^2$$

=> **NÁVRH $\phi 14 \text{ mm po } 300 \text{ mm}$** ($A_{sd} = 5,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)
 (dovyztužení k $\phi 10 \text{ mm po } 300 \text{ mm}$ ($A_{sd} = 2,62 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$))

Návrh výztuže na moment $M_{ed} = 65 \text{ kNm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_s - d_1, d_1 = c_{nom} + \frac{\phi_{sl,y}}{2}$$

$$d_1 = 25 + \frac{14}{2} = \mathbf{32 \text{ mm}}$$

$$d = 200 - 32 = \mathbf{168 \text{ mm}}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

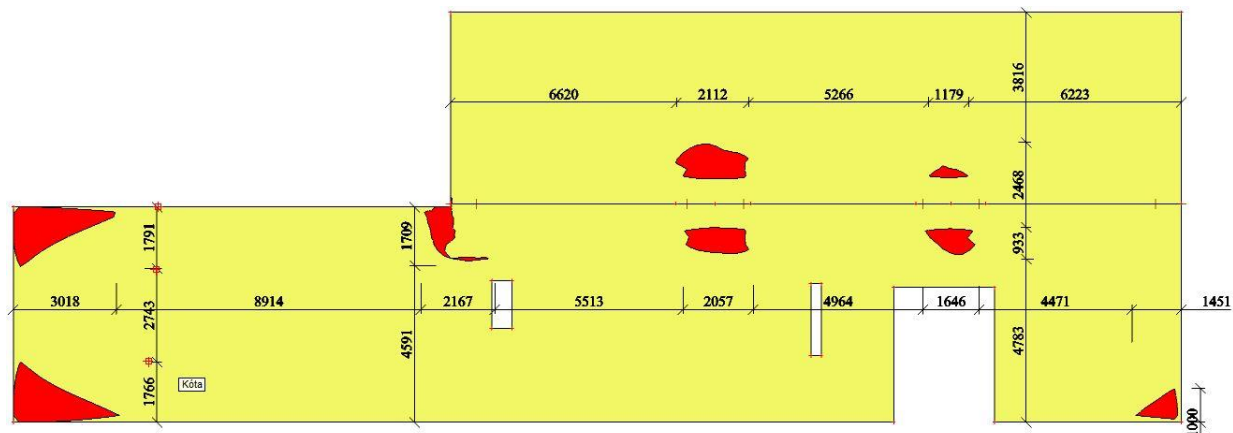
$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$A_s = 1000 \cdot 168 \cdot \frac{20}{434,783} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 65 \cdot 10^6}{1000 \cdot 168^2 \cdot 20}} \right)$$

$$A_s = 948 \text{ mm}^2$$

=> **NÁVRH $\phi 14 \text{ mm po } 150 \text{ mm}$** ($A_{sd} = 10,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)

Směr x



Obr. 50 Ohybové momenty u horního povrchu směr x

Návrh výztuže na moment $M_{ed} = 40 \text{ kNm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_s - d_1, \quad d_1 = c_{nom} + \phi_{sl,y} + \frac{\phi_{sl,x}}{2}$$

$$d_1 = 25 + 10 + \frac{10}{2} = 40 \text{ mm}$$

$$d = 200 - 40 = 160 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$A_s = 1000 \cdot 160 \cdot \frac{20}{434,783} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 40 \cdot 10^6}{1000 \cdot 160^2 \cdot 20}} \right)$$

$$A_s = 599 \text{ mm}^2$$

=> **NÁVRH $\phi 14 \text{ mm po } 300 \text{ mm}$ ($A_{sd} = 5,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)**
 (dovyztužení k $\phi 10 \text{ mm po } 300 \text{ mm}$ ($A_{sd} = 2,62 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$))

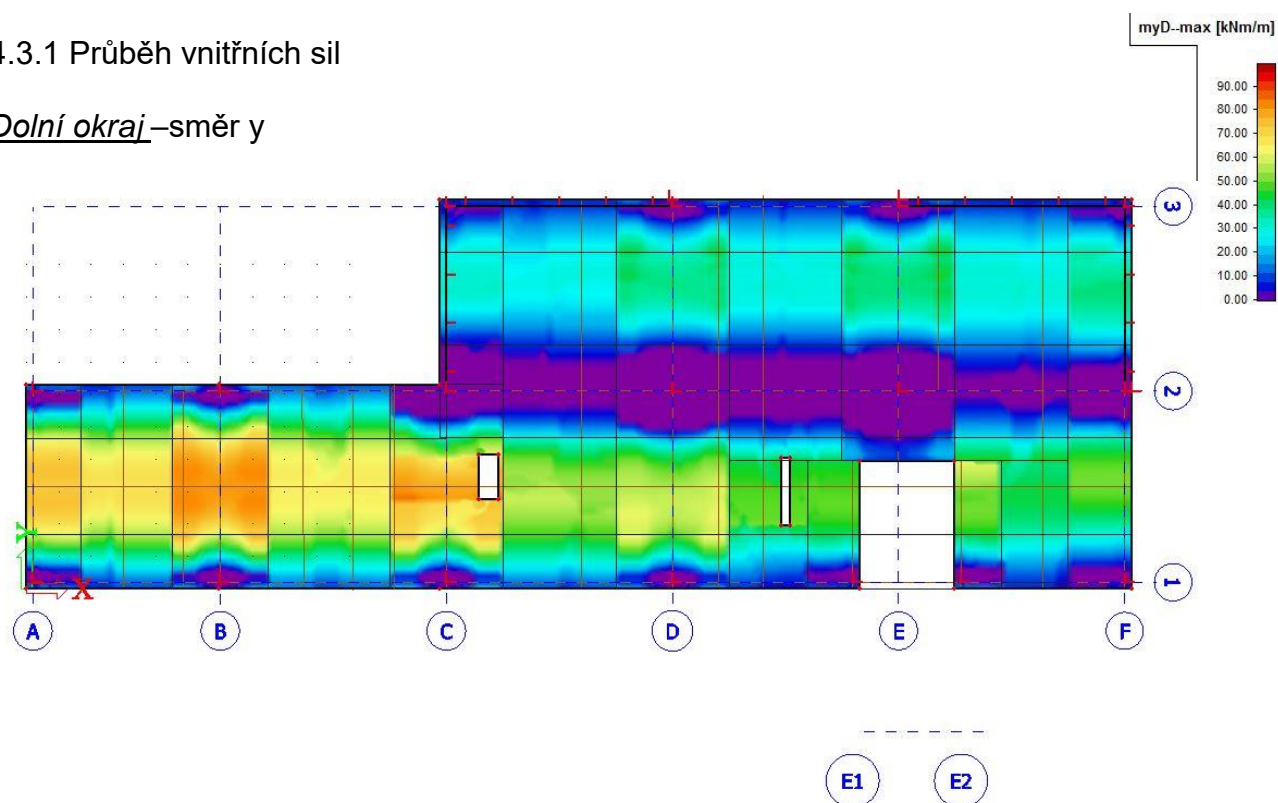
4.3 Deska D2 lokálně podepřená

-ze statického hlediska se jedná o desku působící ve dvou směrech lokálně podepřenou kruhovými sloupy $\phi 400 \text{ mm}$ (schéma viz. 4.1.2.3)

-tloušťka desky $h_s = 250 \text{ mm}$

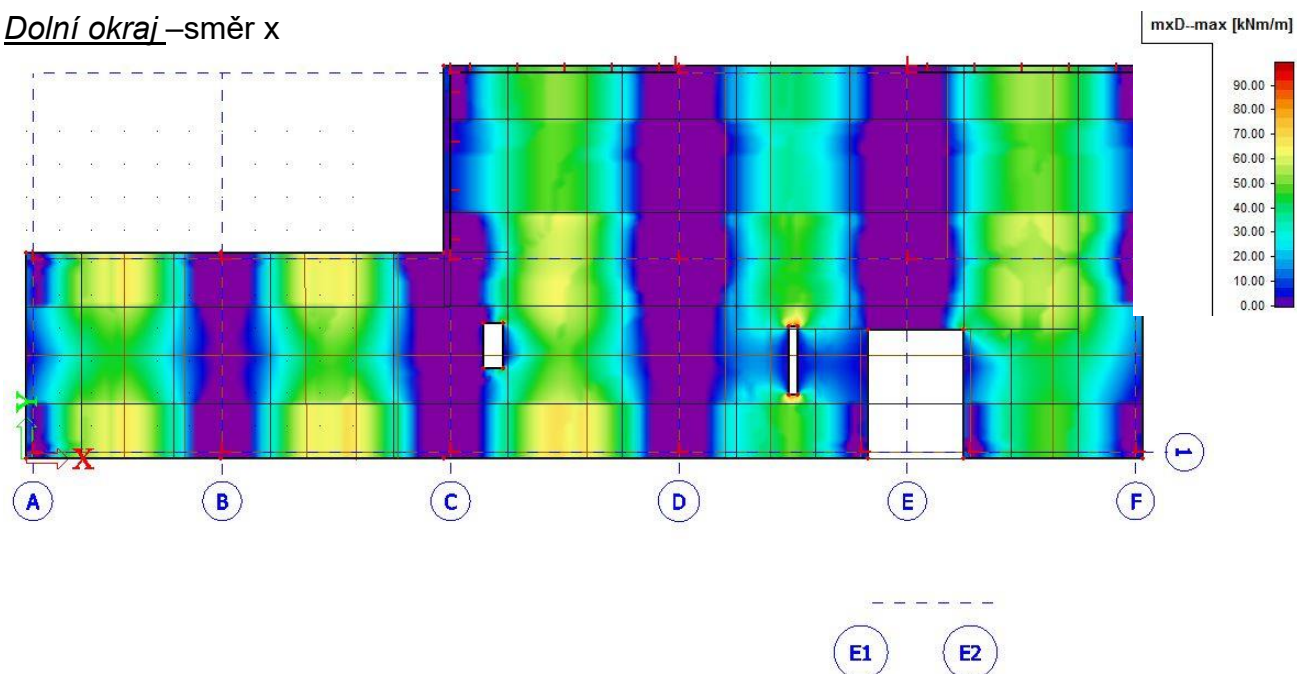
4.3.1 Průběh vnitřních sil

Dolní okraj –směr y



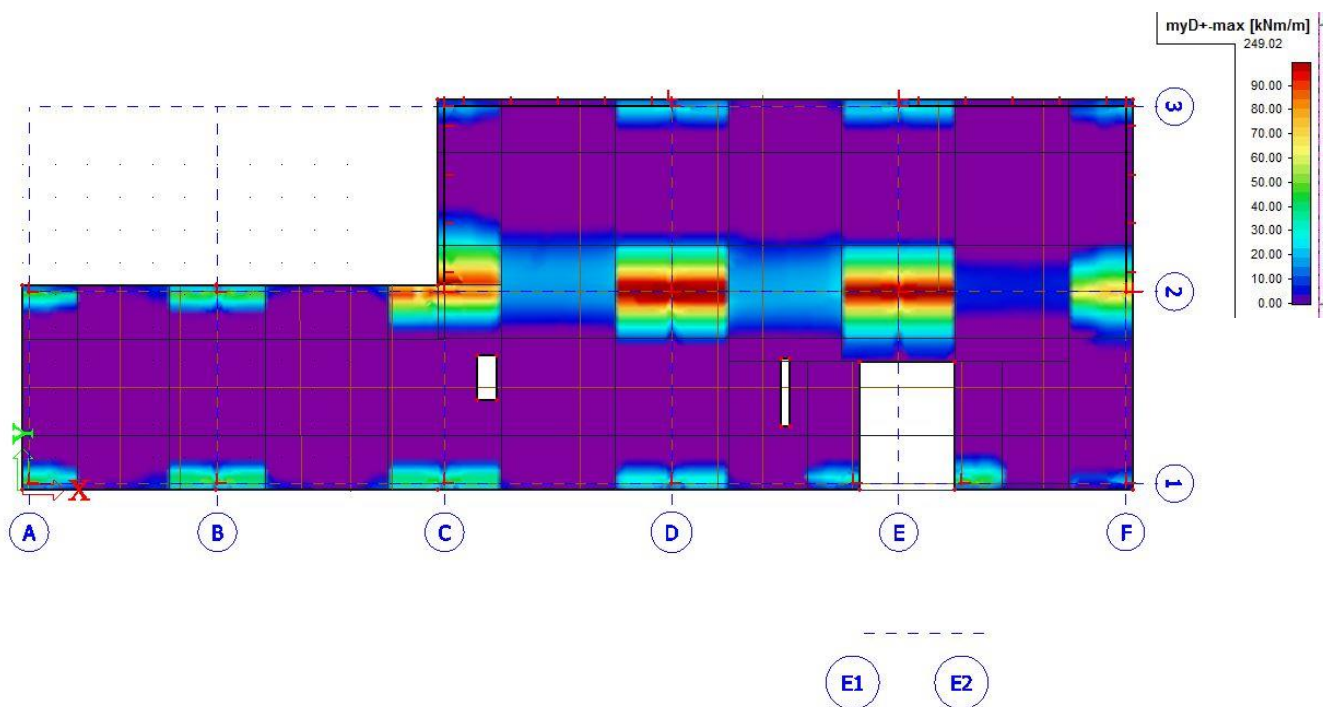
Obr. 51 Ohybové momenty u dolního okraje směr y

Dolní okraj –směr x



Obr. 52 Ohybové momenty u dolního okraje směr x

Horní okraj –směr y



Obr. 53 Ohybové momenty u horního okraje směr y

Horní okraj –směr x



Obr. 54 Ohybové momenty u horního okraje směr x

4.3.2 Návrh ohybové výztuže

- návrh výztuže $\varnothing 10 \text{ mm}$ a $\varnothing 16 \text{ mm}$ pro oba směry

4.3.2.1 Teoretický postup návrhu

Výpočet účinné výšky d

$$d = h_p - d_1 ; d_1 = c_{nom} + (\varnothing_{sl,x}) + \frac{\varnothing_{sl,y}}{2}$$

Výpočet minimální nutné výztuže A_s

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

4.3.2.2 Návrh výztuže pro oba směry

OHYB NAD SLOUPY			Ozn.	Med (kNm)	Ast, min	ϕ	rozteč ,min(mm)	rozteč, návrh	Ast
Směr X mxD+	Řada sloupů A	1	1	42,8	457,8	10	170	120	654
		2	2	43,07	460,8	10	170	120	654
		3	3	0	0,0				
	Řada sloupů B	1	4	127,08	1452,6	16	135	120	1676
		2	5	128,12	1465,5	16	135	120	1676
		3	6	0	0,0				
	Řada sloupů C	1	7	127,1	1452,9	16	135	120	1676
		2	8	136,8	1574,1	16	125	120	1676
		3	9	33,9	371,1	10	210	180	436
	Řada sloupů D	1	10	103,61	1166,3	16	170	160	1257
		2	11	160,97	1883,9	16	105	100	2011
		3	12	91,37	1020,6	16	195	160	1257
	Řada sloupů E	1	13	0	0,0				
		2	14	153,78	1790,5	16	110	100	2011
		3	15	95,44	1068,8	16	185	180	1117
	Řada sloupů F	1	16	23,21	245,6	10	300	160	491
		2	17	42,58	455,4	10	170	160	491
		3	18	38,69	412,9	10	190	160	491
	Řada sloupů E1	1	19	26,49	280,8	10	270	180	436
		2	20	0	0,0				
		3	21	0	0,0				
	Řada sloupů E2	1	22	32,73	348,2	10	220	120	654
		2	23	0	0,0				
		3	24	0	0,0				
Směr Y myD+	Řada sloupů 1	A	25	51,66	583,4	10	130	120	654
		B	26	37,45	419,3	10	185	120	654
		C	27	30,67	342,0	10	220	120	654
		D	28	30,91	344,7	10	220	160	491
		E	29	0	0,0				
		F	30	22,51	249,8	10	300	160	491
		E1	31	36,18	404,7	10	190	180	436
		E2	32	51,74	584,3	10	130	120	654
	Řada sloupů 2	A	33	51,43	580,7	10	130	120	654
		B	34	50,03	564,4	10	130	120	654
		C	35	100,55	1232,8	16	160	120	1676
		D	36	131,71	1655,3	16	120	100	2011
		E	37	118,32	1470,9	16	135	100	2011
		F	38	78,15	942,3	16	210	160	1257
	Řada sloupů 3	A	39		0,0				
		B	40		0,0				
		C	41	15,94	176,2	10	400	180	436
		D	42	27,14	302,0	10	250	160	491
		E	43	28,94	322,3	10	240	180	436
		F	44	23,24	258,0	10	300	160	436

OHYB V POLI			Ozn.	Med (kNm)	Ast, min	ϕ	rozteč ,min (mm)	rozteč .návrh(m m)	Ast
Směr X	Sloupový průh mxD+	B 1-2	48	16,46	174	10	400	200	393
		C 1-2	49	29,95	318	10	240	200	393
		D 1-2	50	33,33	355	10	210	200	393
		D 2-3	51	35,34	376	10	200	200	393
		E 2-3	52	35,12	374	10	200	200	393
	Střední pruh mxD-	A-B 1-2	57	45,49	487	10	160	100	785
		B-C 1-2	58	45,63	489	10	160	100	785
		C-D 1-2	59	53,05	571	10	135	100	462
		C-D 2-3	60	49,41	530	10	145	100	462
		D-E 2-3	61	32,78	349	10	220	200	436
		E-F 2-3	62	49,91	536	10	145	100	785
		D-E(1) 1-2	63	22,11	234	10	300	100	785
		E(2)-F 1-2	64	47,32	507	10	150	100	785
		A-B 1	65	64,38	697	10	110	100	785
		A-B 2	66	64,36	697	10	110	100	785
		B-C 1	67	61,08	660	10	115	100	785
		B-C 2	68	62,54	676	10	115	100	785
		C-D 1	69	65,92	714	10	105	100	785
		C-D 2	70	59,69	645	10	120	100	785
		C-D 3	71	52,77	568	10	135	100	785
		D-E 2	72	44,22	473	10	165	100	785
		D-E 3	73	36,9	393	10	210	200	393
		E-F 2	74	55,5	598	10	130	100	785
		E-F 3	75	55,15	594	10	130	100	785
		D-E(1) 1	76	42,18	451	10	170	100	785
		E(2)-F 1	77	47,69	512	10	150	100	785
Směr Y	Sloupový průh myD+	2 C-D	78	16,63	184	10	400	200	393
		2 D-E	79	16,8	186	10	400	200	393
		2 E-F	80	6,28	69	10	400	200	393
	Střední pruh myD-	1-2 A	81	78,58	948	16	210	180	1117
		1-2 A-B	82	71,66	860	16	230	180	1117
		1-2 B	83	87,09	1057	16	190	180	1117
		1-2 B-C	84	68,66	822	16	240	180	1117
		1-2 C	85	75,07	903	16	220	180	1117
		1-2 C-D	86	52,81	597	10	130	100	785
		1-2 D	87	52,37	592	10	130	100	785
		2-3 C	88	30,79	343	10	220	200	393
		2-3 C-D	89	25,61	285	10	270	200	393
		2-3 D	90	34,5	386	10	210	200	393
		2-3 D-E	91	29,35	327	10	230	200	393
		2-3 E	92	43,33	487	10	1žé	100	785
		2-3 E-F	93	29,88	333	10	230	200	393
		2-3 F	94	39,9	447	10	170	100	785

Směr Y	Střední pruh myD-	1-2 D-E(1)	95	47,66	537	10	140	100	785
		1-2 E(1)	96	47,13	531	10	140	100	785
		1-2 E(2)-F	97	43,84	493	10	155	100	785
		1-2 E(2)	98	55,37	627	10	120	100	785
		1-2 F	99	50,08	565	10	135	100	785

Tab. 3 a 4 Návrh ohybové výztuže Deska D2 lokálně podepřená

4.3.2.3 Návrh výztuže proti řetězovému zřícení

Stanovení zatížení

$$f = \max(\sum q_k; 2 \cdot \sum g_k) = \max(7,5; 2 \cdot 7,33) \text{ kN}$$

Stanovení maximální návrhové síly

$$N_{ed,x} = \frac{f \cdot L_y \cdot L_{x,n}}{2,5} = \frac{14,66 \cdot 6,6 \cdot 7,2}{2,5} = 278,65 \text{ kN}$$

$$N_{ed,y} = \frac{f \cdot L_x \cdot L_{y,n}}{2,5} = \frac{14,66 \cdot 7,2 \cdot 5,7}{2,5} = 240,66 \text{ kN}$$

Stanovení nutné minimální plochy výztuže

$$A_{st} = \frac{N_{ed}}{f_{yd}} = \frac{278,65 \cdot 10^3}{434,783} = 540,18 \text{ mm}^2$$

NÁVRH 3x Ø16 mm ($A_{sd} = 6,03 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)

4.3.3 Návrh smykové výztuže

4.3.3.1 Výztuž na protlačení sloupu

Vnitřní sloup D2

$$V_{ed} = 839,53 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = 19,68 \text{ kN}$$

1.kontrolní obvod u_1

Účinná výška

$$d = \frac{d_y + d_x}{2} = \frac{201 + 217}{2} = 209 \text{ mm}$$

Úhel tlakové diagonály

$$\theta = \tan^{-1} \frac{1}{2} = 26,6^\circ$$

$$u_1 = 2\pi r = 2\pi \left(2d + \frac{D}{2} \right) = 2\pi \left(2 \cdot 0,209 + \frac{0,4}{2} \right) = 3,883 \text{ m}$$

Součinitel β

$$\beta = 1 + 0,6 \cdot \pi \cdot \frac{e}{D + 4d} ; e = \frac{M_{ed}}{V_{ed}} = \frac{19,68}{839,53} = 0,0234$$
$$\beta = 1 + 0,6 \cdot \pi \cdot \frac{0,0234}{0,4 + 4 \cdot 0,209} = 1,019$$

Maximální smykové napětí

$$v_{ed1} = \beta \cdot \frac{V_{ed}}{u_1 \cdot d} = 1,019 \cdot \frac{839,53}{3,883 \cdot 0,209} = 1054 \text{ kPa}$$

Omezení smykové odolnosti těsně kolem sloupu

$$u_0 = 2\pi r = 2 \cdot \pi \cdot 0,2 = 1,256 \text{ m}$$

$$v = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,6 \left(1 - \frac{30}{250} \right) = 0,528$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,528 \cdot 30 \cdot 10^3 = 7920 \text{ kPa}$$

$$v_{ed0} = \beta \cdot \frac{V_{ed}}{u_0 \cdot d} = 1,038 \cdot \frac{839,53}{1,256 \cdot 0,209} = 3670 \text{ kPa}$$

$$v_{ed0} \leq v_{Rd,max}$$

$$3670 \leq 7920 \text{ kPa} \gg \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení 1.kontrolního obvodu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{209}} = \mathbf{1,978}$$

$$\rho_{1,x} = \rho_{1,y} = \frac{A_s}{b \cdot d} ; b = D + 6d = 400 + 6 \cdot 209 = \mathbf{1654 \text{ mm}}$$

$$\rho_{1,x} = \rho_{1,y} = \frac{2011}{1654 \cdot 209} = \mathbf{5,817 \cdot 10^{-3}}$$

$$v_{Rd,c} = 0,12 \cdot 1,978 \cdot (100 \cdot 5,817 \cdot 10^{-3} \cdot 30)^{\frac{1}{3}} = 0,618 \text{ MPa} = \mathbf{618 \text{ kPa}}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,978^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0,506 \text{ MPa} = \mathbf{533 \text{ kPa}}$$

$$v_{min} \leq v_{Rd,c}$$

$$\mathbf{533 \leq 618 \text{ kPa} \gg \text{VYHOVUJE}}$$

$$v_{ed1} \leq v_{Rd,c}$$

$$1054 \text{ kPa} \leq 618 \text{ kPa} \gg \mathbf{NEVYHOVUJE}$$

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

$$v_{Rd.cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + 1,5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,ef} \cdot \frac{\sin \alpha}{d \cdot u_1}$$

$$f_{ywd,ef} = 250 + 0,25d = 250 + 0,25 \cdot 209 = \mathbf{302,25 \text{ MPa}}$$

$$f_{ywd,ef} < f_{yd} \gg \mathbf{302,25 < 434,783 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

$$s_r \leq 0,75d = 0,75 \cdot 209 = 149,75 \text{ mm} \gg \mathbf{NÁVRH 140 \text{ mm}}$$

$$A_{sw} = \frac{v_{Rd.cs} - 0,75 \cdot v_{Rd,c}}{1,5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot f_{ywd,ef} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha} = \frac{(1054 - 0,75 \cdot 618) \cdot 10^3}{1,5 \cdot \frac{0,209}{0,14} \cdot 302,25 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{3,883 \cdot 0,209} \cdot \sin 90}$$

$$A_{sw} = 7,098 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\mathbf{NÁVRH 8x\varnothing 10 \text{ mm na 1 kontrolní obvod} (A_{swd} = 12,64 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)}$$

$$v_{Rd.cs} = 0,75 \cdot 618 \cdot 10^3 + 1,5 \cdot \frac{209}{140} \cdot 12,64 \cdot 10^{-4} \cdot 302,25 \cdot 10^6 \cdot \frac{\sin 90}{0,209 \cdot 3,883}$$

$$v_{Rd.cs} = 1516 \text{ kPa} \geq 1270 \text{ kPa} = v_{ed1} \quad \gg \text{ **VYHOVUJE** }$$

Vzdálenost 1.řady smykové výztuže od líce sloupu

$$0,3 \cdot d \leq x \leq 0,5 \cdot d = 0,0567 \leq x \leq 0,0945 \quad \gg \gg \quad \text{NÁVRH } x = 0,09 \text{ m}$$

Délka obvodů jednotlivých smykových výztuží

$$\begin{aligned} \check{Z}_1 &= 2\pi r_1 = 2\pi \left(\frac{D}{2} + x \right) = 2\pi \left(\frac{0,4}{2} + 0,09 \right) = 1,822 \text{ m} \\ \check{Z}_2 &= 2\pi r_2 = 2\pi \left(\frac{D}{2} + x + S_r \right) = 2\pi \left(\frac{0,4}{2} + 0,09 + 0,14 \right) = 2,702 \text{ m} \\ \check{Z}_3 &= 2\pi r_3 = 2\pi \left(\frac{D}{2} + x + 2 \cdot S_r \right) = 2\pi \left(\frac{0,4}{2} + 0,09 + 2 \cdot 0,14 \right) = 3,58 \text{ m} \\ \check{Z}_4 &= 2\pi r_4 = 2\pi \left(\frac{D}{2} + x + 3 \cdot S_r \right) = 2\pi \left(\frac{0,4}{2} + 0,09 + 3 \cdot 0,14 \right) = 4,461 \text{ m} \\ S_{t1} &= \frac{\check{Z}_1}{16} = \frac{1,822}{16} = 0,114 \text{ m} \\ S_{t2} &= \frac{\check{Z}_2}{16} = \frac{2,702}{16} = 0,169 \text{ m} \\ S_{t3} &= \frac{\check{Z}_3}{16} = \frac{3,580}{16} = 0,224 \text{ m} \\ S_{t4} &= \frac{\check{Z}_4}{16} = \frac{4,461}{16} = 0,279 \text{ m} \end{aligned}$$

$$S_t \leq 1,5 \cdot d = 283,5 \text{ mm} \quad \gg \text{ **VYHOVUJE** }$$

2.kontrolní obvod u_2

$$u_2 = 2\pi r = 2\pi \left(4d + \frac{D}{2} \right) = 2\pi \left(4 \cdot 0,209 + \frac{0,4}{2} \right) = 6,51 \text{ m}$$

Maximální smykové napětí

$$v_{ed2} = \beta \cdot \frac{V_{ed}}{u_2 \cdot d} = 1,038 \cdot \frac{839,53}{6,51 \cdot 0,209} = 617,03 \text{ kPa}$$

$$v_{ed2} \leq v_{Rd,c}$$

$$617,03 \text{ kPa} \leq 618 \text{ kPa} \gg \text{ **VYHOVUJE** }$$

Kontrolní obvod u_{out}

$$u_{out} = \frac{\beta \cdot V_{ed}}{v_{Rd,c} \cdot d} = \frac{1,019 \cdot 839,53 \cdot 10^3}{618 \cdot 10^3 \cdot 0,209} = 6,62 \text{ m}$$

$$r_{out} = \frac{u_{out}}{2\pi} = \frac{6,62}{2\pi} = \mathbf{1,054\ m}$$

$$r_{out} - 6 \cdot S_r - x \leq 1,5 \cdot d = \mathbf{0,124 \leq 0,283\ m} \quad \gg \text{VYHOVUJE}$$

Vnitřní sloup E2

$$V_{ed} = 728,52\ kN$$

$$M_{ed} = 12,66\ kN$$

1.kontrolní obvod u_1

Účinná výška

$$d = \frac{d_y + d_x}{2} = \frac{201 + 2017}{2} = \mathbf{209\ mm}$$

Úhel tlakové diagonály

$$\theta = \tan^{-1} \frac{1}{2} = \mathbf{26,6^\circ}$$

$$u_1 = 2\pi r = 2\pi \left(2d + \frac{D}{2} \right) = 2\pi \left(2 \cdot 0,209 + \frac{0,4}{2} \right) = \mathbf{3,883\ m}$$

Součinitel β

$$\beta = 1 + 0,6 \cdot \pi \cdot \frac{e}{D + 4d} ; e = \frac{M_{ed}}{V_{ed}} = \frac{19,68}{728,52} = 0,027$$

$$\beta = 1 + 0,6 \cdot \pi \cdot \frac{0,027}{0,4 + 4 \cdot 0,209} = \mathbf{1,022}$$

Maximální smykové napětí

$$v_{ed1} = \beta \cdot \frac{V_{ed}}{u_1 \cdot d} = 1,022 \cdot \frac{728,52}{3,883 \cdot 0,209} = \mathbf{917\ kPa}$$

Omezení smykové odolnosti těsně kolem sloupu

$$u_0 = 2\pi r = 2 \cdot \pi \cdot 0,2 = \mathbf{1,256\ m}$$

$$v = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,6 \left(1 - \frac{30}{250} \right) = \mathbf{0,528}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,528 \cdot 30 \cdot 10^3 = \mathbf{7920\ kPa}$$

$$v_{ed0} = \beta \cdot \frac{V_{ed}}{u_0 \cdot d} = 1,022 \cdot \frac{728,52}{1,256 \cdot 0,209} = \mathbf{2836 \text{ kPa}}$$

$$v_{ed0} \leq v_{Rd,max}$$

$$\mathbf{2836 \leq 7920 \text{ kPa} \gg \text{VYHOVUJE}}$$

Posouzení 1.kontrolního obvodu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = \mathbf{0,12}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{209}} = \mathbf{1,978}$$

$$\rho_{1,x} = \rho_{1,y} = \frac{A_s}{b \cdot d} ; b = D + 6d = 400 + 6 \cdot 209 = \mathbf{1654 \text{ mm}}$$

$$\rho_{1,x} = \rho_{1,y} = \frac{2011}{1654 \cdot 209} = \mathbf{5,817 \cdot 10^{-3}}$$

$$v_{Rd,c} = 0,12 \cdot 1,978 \cdot (100 \cdot 5,817 \cdot 10^{-3} \cdot 30)^{\frac{1}{3}} = 0,618 \text{ MPa} = \mathbf{618 \text{ kPa}}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,978^{\frac{3}{2}} \cdot 25^{\frac{1}{2}} = 0,506 \text{ MPa} = \mathbf{533 \text{ kPa}}$$

$$v_{min} \leq v_{Rd,c}$$

$$\mathbf{533 \leq 618 \text{ kPa} \gg \text{VYHOVUJE}}$$

$$v_{ed1} \leq v_{Rd,c}$$

$$\mathbf{917 \text{ kPa} \leq 618 \text{ kPa} \gg \text{NEVYHOVUJE}}$$

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

$$v_{Rd.cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + 1,5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,ef} \cdot \frac{\sin \alpha}{d \cdot u_1}$$

$$f_{ywd,ef} = 250 + 0,25d = 250 + 0,25 \cdot 209 = \mathbf{302,25 \text{ MPa}}$$

$$f_{ywd,ef} < f_{yd} \quad \gg \quad \mathbf{302,25 < 434,783 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

$$s_r \leq 0,75d = 0,75 \cdot 209 = 149 \text{ mm} \quad \gg \quad \mathbf{NÁVRH \text{ } 140 \text{ mm}}$$

$$A_{sw} = \frac{v_{Rd.cs} - 0,75 \cdot v_{Rd,c}}{1,5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot f_{ywd,ef} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha} = \frac{(917 - 0,75 \cdot 618) \cdot 10^3}{1,5 \cdot \frac{0,209}{0,14} \cdot 302,25 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{3,883 \cdot 0,209} \cdot \sin 90}$$

$$A_{sw} = 5,44 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\mathbf{NÁVRH \text{ } 16x\varnothing 10 \text{ mm na 1 kontrolní obvod } (A_{swd} = 12,64 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)}$$

$$v_{Rd.cs} = 0,75 \cdot 618 \cdot 10^3 + 1,5 \cdot \frac{209}{140} \cdot 12,64 \cdot 10^{-4} \cdot 302,25 \cdot 10^6 \cdot \frac{\sin 90}{0,209 \cdot 3,883}$$

$$v_{Rd.cs} = 1518 \text{ kPa} \geq 917 \text{ kPa} = v_{ed1} \quad \gg \quad \mathbf{VYHOVUJE}$$

Vzdálenost 1.řady smykové výztuže od líce sloupu

$$0,3 \cdot d \leq x \leq 0,5 \cdot d = 0,0567 \leq x \leq 0,0945 \quad \gg \gg \quad \mathbf{NÁVRH \text{ } x = 0,09 \text{ m}}$$

Délka obvodů jednotlivých smykových výztuží

$$\check{z}_1 = 2\pi r_1 = 2\pi \left(\frac{D}{2} + x \right) = 2\pi \left(\frac{0,4}{2} + 0,09 \right) = 1,822 \text{ m}$$

$$\check{z}_2 = 2\pi r_2 = 2\pi \left(\frac{D}{2} + x + s_r \right) = 2\pi \left(\frac{0,4}{2} + 0,09 + 0,14 \right) = 2,702 \text{ m}$$

$$\check{z}_3 = 2\pi r_3 = 2\pi \left(\frac{D}{2} + x + 2 \cdot s_r \right) = 2\pi \left(\frac{0,4}{2} + 0,09 + 2 \cdot 0,14 \right) = 3,58 \text{ m}$$

$$\check{z}_4 = 2\pi r_4 = 2\pi \left(\frac{D}{2} + x + 3 \cdot s_r \right) = 2\pi \left(\frac{0,4}{2} + 0,09 + 3 \cdot 0,14 \right) = 4,461 \text{ m}$$

$$s_{t1} = \frac{\check{z}_1}{16} = \frac{1,822}{16} = 0,114 \text{ m}$$

$$s_{t2} = \frac{\check{z}_2}{16} = \frac{2,702}{16} = 0,169 \text{ m}$$

$$s_{t3} = \frac{\check{z}_3}{16} = \frac{3,580}{16} = 0,224 \text{ m}$$

$$s_{t4} = \frac{\check{z}_4}{16} = \frac{4,461}{16} = 0,279 \text{ m}$$

$$s_t \leq 1,5 \cdot d = 283,5 \text{ mm} \quad \gg \text{ VYHOVUJE}$$

2.kontrolní obvod u_2

$$u_2 = 2\pi r = 2\pi \left(4d + \frac{D}{2}\right) = 2\pi \left(4 \cdot 0,209 + \frac{0,4}{2}\right) = \mathbf{6,51\ m}$$

Maximální smykové napětí

$$v_{ed2} = \beta \cdot \frac{V_{ed}}{u_2 \cdot d} = 1,022 \cdot \frac{728,52}{6,51 \cdot 0,209} = \mathbf{547,22\ kPa}$$

$$v_{ed3} \leq v_{Rd,c}$$

$$547,22\ kPa \leq 618\ kPa \gg \mathbf{VYHOVUJE}$$

Kontrolní obvod u_{out}

$$u_{out} = \frac{\beta \cdot V_{ed}}{v_{Rd,c} \cdot d} = \frac{1,022 \cdot 728,52 \cdot 10^3}{618 \cdot 10^3 \cdot 0,209} = \mathbf{5,76\ m}$$

$$r_{out} = \frac{u_{out}}{2\pi} = \frac{5,76}{2\pi} = \mathbf{0,917\ m}$$

$$r_{out} - 6 \cdot S_r - x \leq 1,5 \cdot d = \mathbf{0,058 \leq 0,283\ m} \gg \mathbf{VYHOVUJE}$$

	Sloup A1 , A2 , F1 , F3, C3, E(1) , E(2)	Sloup B1, B2 , C1 ,D3, F2	Sloup C2
V_{ed} kN	180	470	661
d mm	215	209	209
u_1 mm	990	1816	2724
β	1,5	1,4	1,4
v_{ed1} kPa	1330	1734	1625
u_0 m	0,314	0,628	0,942
v	0,528	0,528	0,528
$v_{Rd,max}$ kPa	7920	7920	7920
v_{ed0} kPa	4114	5013	5180
	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
$C_{Rd,c}$	0,12	0,12	0,12
k	1,964	1,978	1,978
ρ_1	1,8	5,817	5,817
$v_{Rd,c}$ kPa	413	594	594
v_{min} kPa	528	506	506
	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
$f_{ywd,ef}$ MPa	303,75	302,25	302,25
s_r mm	140	140	140
A_{sw} mm	111	346	299,9
	NÁVRH VÝZTUŽE 4Ø10(474 mm)	NÁVRH VÝZTUŽE 8Ø10(632 mm)	NÁVRH VÝZTUŽE 12Ø10(948 mm)
u_2	1,67	6510	4,88
v_{ed2}	752	483	907
$v_{ed2} \leq v_{Rd,c}$	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
A_{sw}	183	-	-
	-	-	-
u_3	-	-	-
v_{ed3}	-	-	-
$v_{ed3} \leq v_{Rd,c}$	-	-	-
Délka obvodů jednotlivých smykových výztuží			
\bar{z}_1 m	0,456	0,911	1,368
\bar{z}_2 m	0,676	1,361	2,028
\bar{z}_3 m	0,895	1,79	2,685
s_{t1} m	0,114	0,114	0,114
s_{t2} m	0,169	0,169	0,169
s_{t3} m	0,224	0,224	0,224
$s_t \leq 1,5 \cdot d$	0,283	0,283	0,283
u_{out} m	2,51	4,8	5,59
r_{out} m	0,55	0,84	1,25
$\leq 1,5 \cdot d$	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

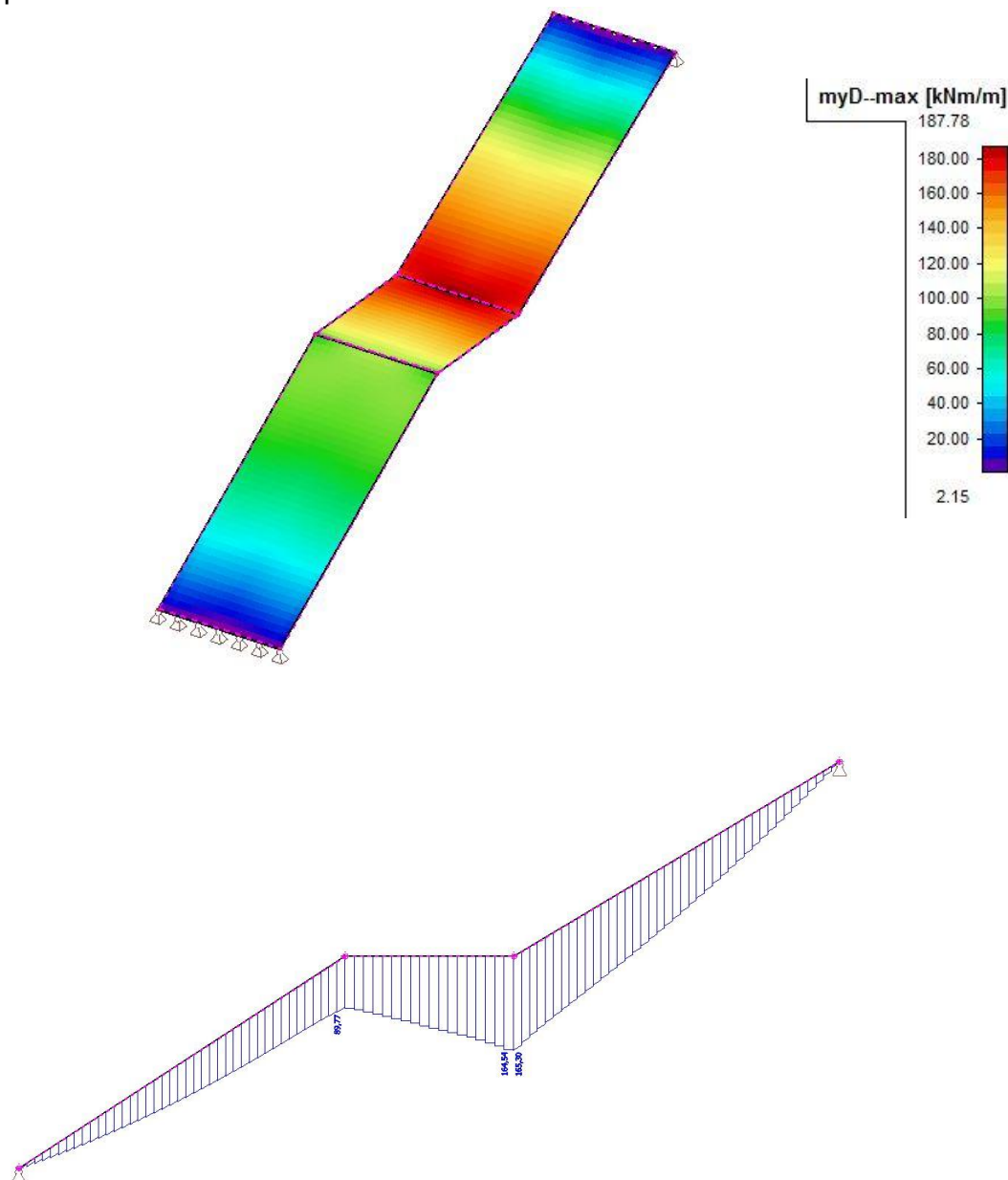
Tab. 5 Návrh smykové výztuže Deska D2 lokálně podepřená

4.4 Schodiště S1

4.4.1. Průběh vnitřních sil

-hodnoty ohybových momentů a posouvajících sil pro jednotlivé zatěžovací stavy jsou stanoveny pomocí software Scia Engineer 15.1.136

Návrh z podkladů



Obr. 55 Ohybové momenty Schodiště S1

4.4.2 Návrh ohybové výztuže

-tloušťka desky $h_s = 200\text{mm}$ v celé délce, návrh výztuže $\varnothing 14\text{ mm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_p - d_1, d_1 = c_{nom} + \frac{\varnothing_{sl}}{2}$$

$$d_1 = 25 + \frac{20}{2} = 35\text{ mm}$$

$$d = 200 - 35 = 165\text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}}\right)$$

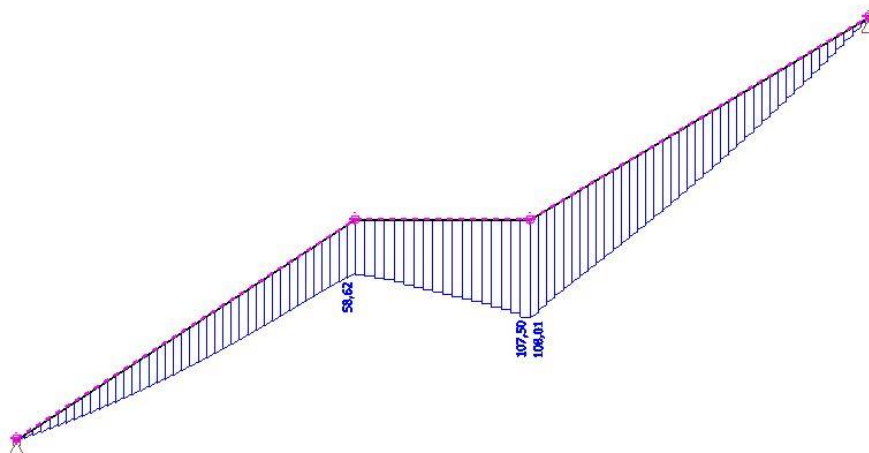
$$A_s = 1000 \cdot 165 \cdot \frac{16,667}{478,261} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 165,3 \cdot 10^6}{1000 \cdot 165^2 \cdot 16,667}}\right)$$

$$A_s = 2754\text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \text{NÁVRH } \varnothing 20 \text{ po } 110\text{ mm } (A_{sd} = 28,56 \cdot 10^{-4}\text{ m}^2)$$

4.4.3 Posouzení na II. Mezní stav použitelnosti

Použity hodnoty vnitřních sil z charakteristické kombinační rovnice 6.14 (viz 3.4.2)



Obr. 56 Ohybové momenty Schodiště S1 pro II.MS

Výsledný krátkodobý průhyb byl získán přepočtem momentu setrvačnosti ideálního průřezu s navrženou výztuží

Plocha ideálního průřezu

$$A_i = A_c + \alpha_e A_s, \quad \alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{31} = 6,452, \quad A_c = b \cdot h = 1 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ m}$$

$$A_i = 0,2 + 6,452 \cdot 28,56 \cdot 10^{-4}$$

$$A_i = 0,218 \text{ m}^2$$

-vzdálenost těžiště ideálního průřezu od těžiště betonového průřezu

$$t_i = \frac{\alpha_e \cdot A_s \cdot a_s}{A_i}, \quad a_s = \frac{h}{2} - d_1 = \frac{0,2}{2} - 0,035 = 0,065$$

$$t_i = \frac{6,452 \cdot 28,56 \cdot 10^{-4} \cdot 0,065}{0,218}$$

$$t_i = 5,494 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

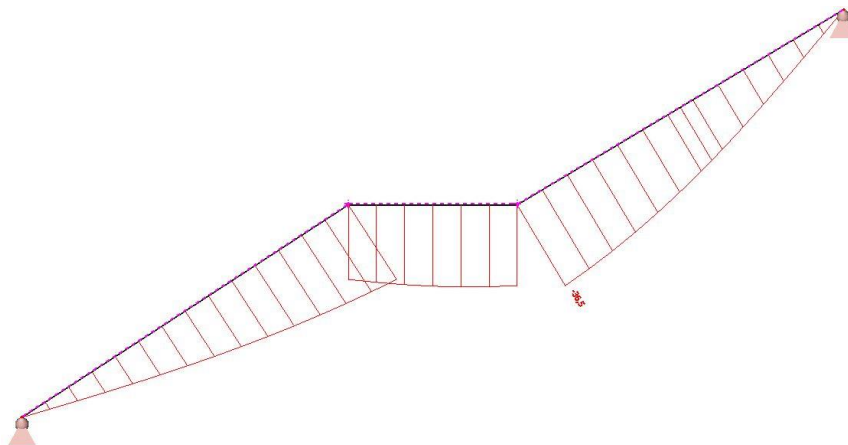
Moment setrvačnosti ideálního průřezu

$$I_i = I_c + A_c \cdot t_i^2 + \alpha_e \cdot A_s \cdot (a_s - t_i)^2$$

$$I_i = \frac{1}{12} \cdot 1 \cdot 0,2^3 + 1 \cdot 0,2 \cdot 5,494 \cdot 10^{-3} + 6,452 \cdot 28,56 \cdot 10^{-4} \cdot (0,065 - 5,494 \cdot 10^{-3})^2$$

$$I_i = 7,38 \cdot 10^{-4}$$

Průhyb schodiště s navrženou výztuží v mm



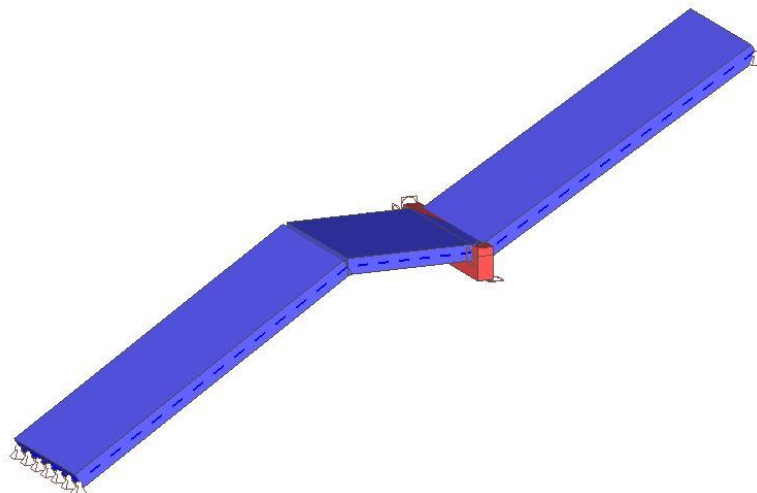
Obr. 57 Průhyb Schodiště S1

Výsledný krátkodobý průhyb bez vzniku trhlin

$$u_z = 36,5 \text{ mm} \leq u_{lim} = \frac{l}{500} = \frac{8,75}{500} = 17,5 \text{ mm} \gg \text{NEVYHOVUJE}$$

Konstrukce nevyhoví na krátkodobý průhyb bez vlivu vzniku trhlin, proto navrhuji podestový nosník v místě největšího zjištěného průhybu a sníženou tl. desky $h_s = 150 \text{ mm}$

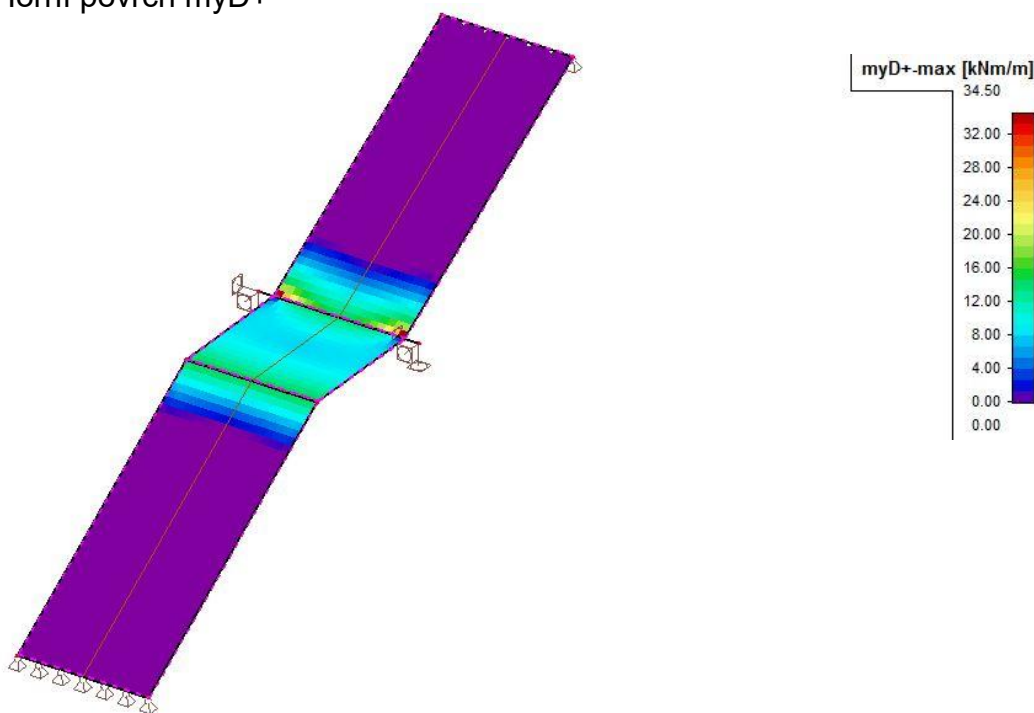
Rozměry podestového nosníku $b \times h = 350 \times 200 \text{ mm}$



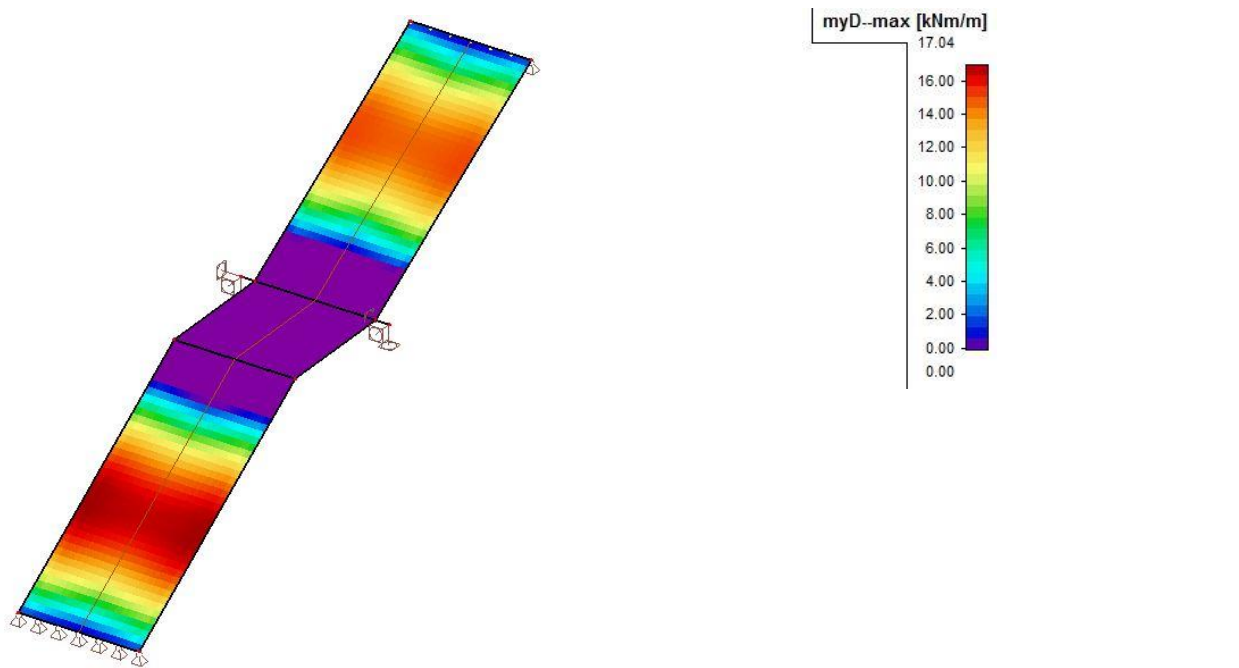
Obr. 58 Model schodiště s podestovým nosníkem

4.4.4 Průběh vnitřních sil na schodišti s trámem

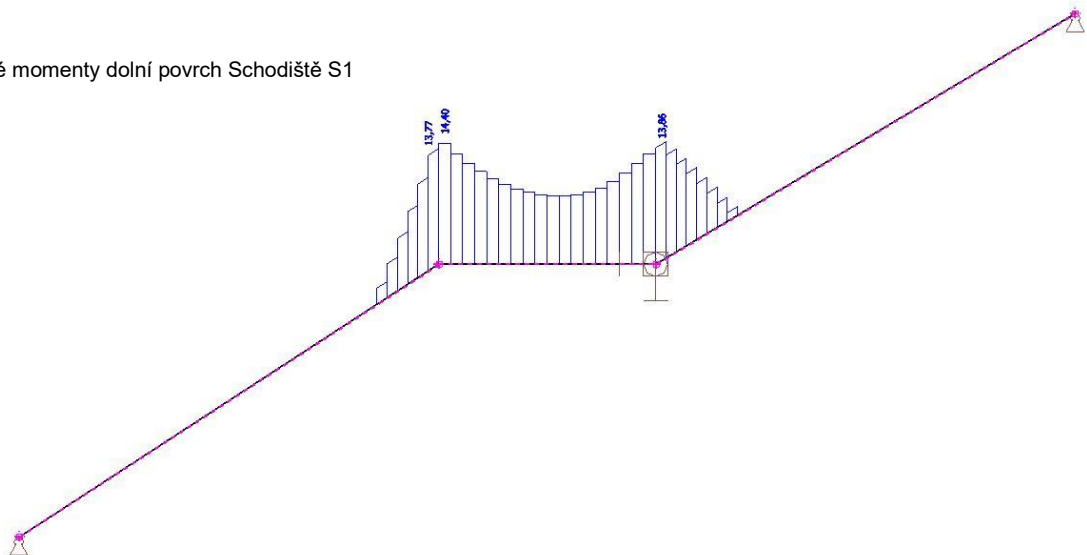
Horní povrch myD+



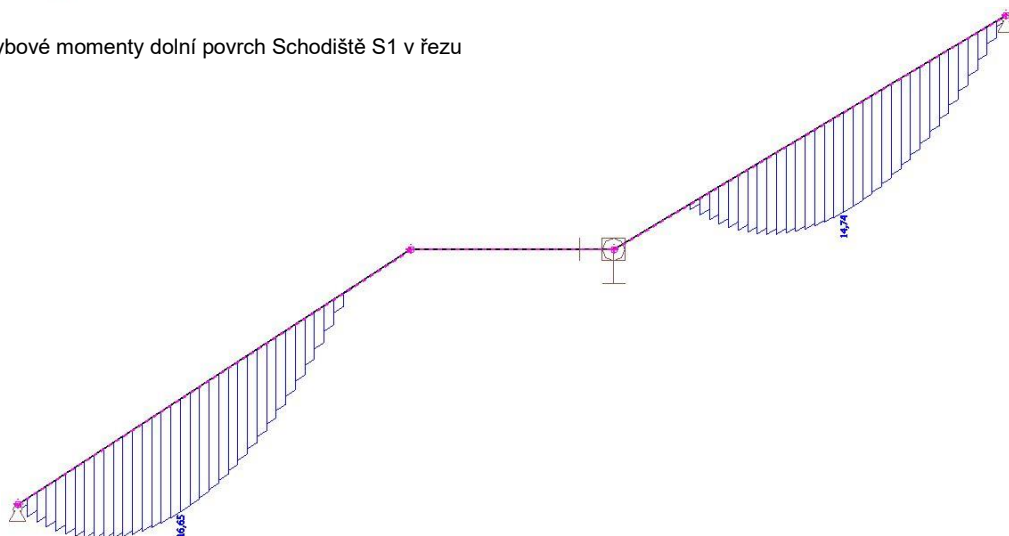
Obr. 59 Ohybové momenty horní povrch Schodiště S1



Obr. 60 Ohybové momenty dolní povrch Schodiště S1



Obr. 61 Ohybové momenty dolní povrch Schodiště S1 v řezu



Obr. 62 Ohybové momenty dolní povrch Schodiště S1 v řezu

4.4.5 Návrh ohybové výztuže schodišťové desky

4.4.5.1 Návrh ohybové výztuže schodišťových ramen

-návrhový moment

-tloušťka desky $h_s = 150 \text{ mm}$ v celé délce, návrh výztuže $\emptyset 10 \text{ mm}$, návrhový moment z výsledků programu Scia Engineering $M_{ed} = +14,3 \text{ kNm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_p - d_1, \quad d_1 = c_{nom} + \frac{\emptyset_{sl}}{2}$$

$$d_1 = 25 + \frac{10}{2} = 30 \text{ mm}$$

$$d = 150 - 30 = 120 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}}\right)$$

$$A_s = 1000 \cdot 120 \cdot \frac{20}{434,783} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 14,3 \cdot 10^6}{1000 \cdot 120^2 \cdot 20}}\right)$$

$$A_s = 281,3 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \text{NÁVRH } \emptyset 10 \text{ po } 200 \text{ mm } (A_{sd} = 3,93 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)$$

4.4.5.2 Návrh ohybové výztuže podestového nosníku

-tloušťka desky $h_s = 150 \text{ mm}$ v celé délce, návrh výztuže $\emptyset 10 \text{ mm}$, návrhový moment z výsledků programu Scia Engineering $M_{ed} = -13,45 \text{ kNm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_p - d_1, \quad d_1 = c_{nom} + \frac{\emptyset_{sl}}{2}$$

$$d_1 = 25 + \frac{10}{2} = 30 \text{ mm}$$

$$d = 150 - 30 = 120 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}}\right)$$

$$A_s = 1000 \cdot 120 \cdot \frac{20}{434,783} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,45 \cdot 10^6}{1000 \cdot 120^2 \cdot 20}}\right)$$

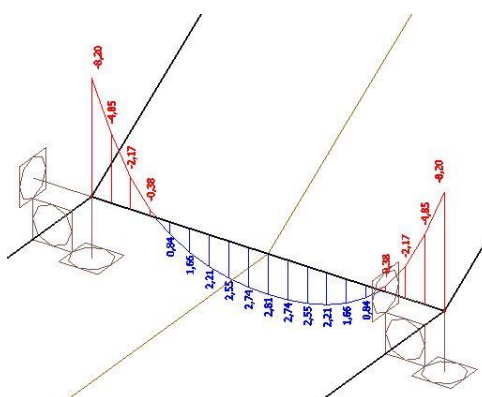
$$A_s = 269 \text{ mm}^2$$

=>**NÁVRH $\varnothing 10$ po 200 mm** ($A_{sd} = 3,93 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$)

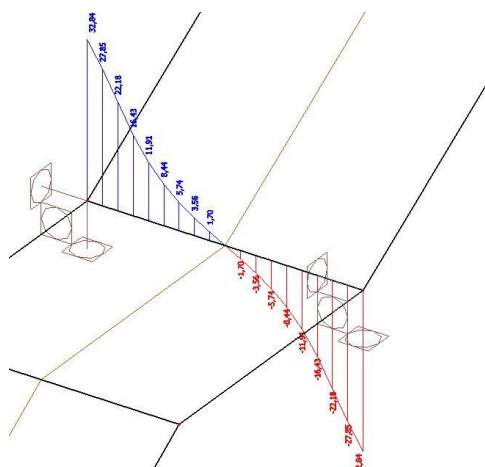
4.4.6 Návrh ohybové výztuže podestového nosníku

4.4.6.1 Průběh vnitřních sil na podestovém nosníku

Moment M_{yd}



Posouvající síla V_z



Obr. 63 a 64 Vnitřní síly Podestový nosník

4.4.6.2 Návrh ohybové výztuže

- návrh výztuže $\varnothing 10 \text{ mm}$, $M_{ed} = -14,07 \text{ kNm}$

Stanovení účinné výšky d

$$d = h_p - d_1 \quad , \quad d_1 = c_{nom} + \frac{\varnothing_{sl}}{2} + \varnothing_{slabx} + \varnothing_{slaby}$$

$$d_1 = 25 + \frac{10}{2} + 10 + 10 = \mathbf{50 \text{ mm}}$$

$$d = 350 - 50 = 300 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže pro návrhový moment

$$A_s = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}}\right)$$

$$A_s = 200 \cdot 300 \cdot \frac{20}{434,783} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 14,07 \cdot 10^6}{200 \cdot 300^2 \cdot 20}}\right)$$

$$A_s = 110 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \text{NÁVRH } 2\emptyset 10 \text{ } (A_{sd} = 1,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)$$

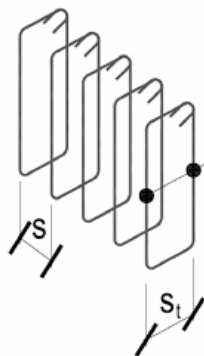
4.4.6.3 Návrh smykové výztuže

-návrh smykové výztuže $\emptyset 10 \text{ mm}$, účinná výška $d = 300 \text{ mm}$

-posouvající síla pro tuto oblast $V_{ed} = 16,43 \text{ kN}$

Smyková únosnost průřezu bez výztuže

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot b_w \cdot d$$



$$C_{Rd,c} = \frac{A_{sw}}{C_{Rd,c}} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{300}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{300}} = 1,816 \leq 2$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sd}}{b_w \cdot d} ; A_{sd} = 1,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\rho_1 = \frac{1,57 \cdot 10^{-4}}{0,2 \cdot 0,3} = 2,617 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Obr. 65 Schéma smykové výztuže

$$V_{Rd,c} = 0,12 \cdot 1,816 \cdot (100 \cdot 2,617 \cdot 10^{-3} \cdot 30)^{\frac{1}{3}} \cdot 0,2 \cdot 0,3$$

$$V_{Rd,c} = 0,026 \text{ MN} = 26 \text{ kN}$$

$$V_{ed} \leq V_{Rd,c}$$

$$16,43 \leq 20 \text{ kN} \gg \text{NENÍ NUTNÝ NÁVRH}$$

Návrh smykové výztuže dle konstrukčních zásad

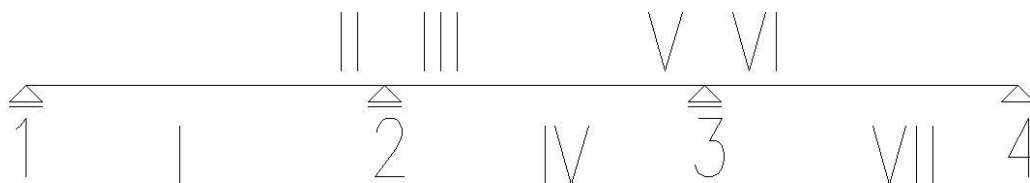
$$s \leq \min(0,75 \cdot d; 400 \text{ mm}) = \min(225, 400 \text{ mm})$$

NÁVRH DVOUSTŘÍŽNÝ TŘMÍNEK $\emptyset 10 \text{ MM PO } 225 \text{ MM}$

5. POSOUZENÍ

5.1 Průvlak R9

5.1.1 Posouzení ohybové výztuže



Obr. 66 Schéma Průvlaku R9

Postup posouzení

Posouzení minimální plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d \geq 0,0013 \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{sd} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b_{eff,1} \cdot \mu \cdot f_{cd}} \quad ; \quad x = \frac{A_{sd} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b_w \cdot \mu \cdot f_{cd}}$$

Posouzení přetvoření výztuže

$$\varepsilon_s = \frac{(d - x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu3}$$

Posouzení únosnosti

$$M_{Rd} = A_{sd} \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{0,8 \cdot x}{2} \right)$$

	Oblast I	Oblast II	Oblast III	Oblast IV	Oblast V	Oblast VI	Oblast VII
$M_{ed}(kNm)$	562,49	605,9	602,1	180,73	408,29	404,4	342,06
$d(mm)$	754	726	726	756	726	726	756
$A_{sd}(mm^2)$	1901	2281	2281	763	1521	1521	1272
$A_{s,min1}(mm^2)$	569	547	547	570	547	547	570
$A_{s,min2}(mm^2)$	490	470	470	490	470	470	490
$A_{s,max}(mm^2)$	16000						
$A_{s,min} \leq A_{sd} \leq A_{s,max}$	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
$\chi(mm)$	18,3	124	124	9	83	83	13,1
$\varepsilon_s(‰)$	140,1	17	17	291	27	27	198
$\varepsilon_{yd}(‰)$	2,17						
$\varepsilon_s \geq \varepsilon_{yd}$	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
$M_{Rd}(kNm)$	617,37	670,8	670,8	249,6	478	478	415,2
$M_{Rd} \geq M_{Ed}$	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
A_{sd}	5xØ 22	6xØ 22	6xØ 22	3xØ 18	4xØ 22	4xØ 22	5xØ 18
$s_{min}(mm)$	26,4	26,4	26,4	21,6	26,4	26,4	21,6
$s(mm)$	80	60	60	188	114	114	85

Tab. 6 Posouzení ohybové výztuže Průvlak R9

5.1.2 Posouzení smykové výztuže

-viz. 4.1.3 Návrh smykové výztuže

5.1.3 Kotevní délky

Kotevní délka spodní výztuž Oblast I

Návrhová hodnota napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = 3 \text{ MPa}$$

Napětí ve výztuži v místě kotvení

$\sigma_{sd} = 434,783 \text{ MPa}$ – maximální hodnota napětí ve výtuži

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{434,783}{3} = 797 \text{ mm}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \phi)}{\phi} = 1 - \frac{0,15(35 - 22)}{22} = 0,911; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,911 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 797 = 726 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 730 \text{ mm}$

Kotevní délka horní výztuž Oblast II , III , V , VI

Návrhová hodnota napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = \mathbf{2,1 \text{ MPa}}$$

Napětí ve výztuži v místě kotvení

$\sigma_{sd} = 434,783 \text{ MPa}$ – maximální hodnota napětí ve výtuži

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{22}{4} \cdot \frac{434,783}{2,1} = \mathbf{1139 \text{ mm}}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1139 = 1139 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 1140 \text{ mm}$

Kotevní délka spodní výztuž Oblast IV a VII

Návrhová hodnota napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = \mathbf{3 \text{ MPa}}$$

Napětí ve výztuži v místě kotvení

$\sigma_{sd} = 434,783 \text{ MPa}$ – maximální hodnota napětí ve výtuži

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{18}{4} \cdot \frac{434,783}{3} = \mathbf{652 \text{ mm}}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(35 - 18)}{18} = 0,85; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 797 = 554 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 560 \text{ mm}$

Kotevní délka spodní výztuž krajní podpora 1

Návrhová hodnota napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = \mathbf{3 \text{ MPa}}$$

Napětí ve výztuži v místě kotvení

$$\sigma_{sd} = \frac{F_E}{A_s} = \frac{V_{ed} \cdot a_1/z}{A_s} = \frac{298,48 \cdot 0,510/(0,9 \cdot 0,754)}{7,6 \cdot 10^{-4}} = 295,16 \text{ MPa}$$

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{22}{4} \cdot \frac{295,16}{3} = \mathbf{541 \text{ mm}}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$
$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$
$$l_{bd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 541 = 541 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 550 \text{ mm}$

Kotevní délka spodní výztuž krajní podpora 4

Návrhová hodnota napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = \mathbf{3 \text{ MPa}}$$

Napětí ve výztuži v místě kotvení

$$\sigma_{sd} = \frac{F_E}{A_s} = \frac{V_{ed} \cdot a_1/z}{A_s} = \frac{188,64 \cdot 0,51/(0,9 \cdot 0,756)}{5,09 \cdot 10^{-4}} = 277,793 \text{ MPa}$$

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{18}{4} \cdot \frac{277,8}{3} = \mathbf{417 \text{ mm}}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$
$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$
$$l_{bd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 417 = 417 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 420 \text{ mm}$

5.1.4 Rozdělení materiálu

Posun čáry ohybových momentů

$$a_1 = 0,5 \cdot z(\cot \theta - \cot \alpha) = 0,5 \cdot 0,9 \cdot 0,756 \cdot (1,5 - 0) \\ a_1 = \mathbf{0,510\ m}$$

$$F_{ed} = \frac{M_{ed}}{z}$$

Viz. Výkres č. 1 PŘÍLOHY P 3.1

5.2 Deska D2 po obvodě prostě podepřená

5.2.1 Posouzení ohybové výztuže

Postup posouzení

Posouzení minimální plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d \geq 0,0013 \cdot b \cdot d \\ A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{sd} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b_{eff,1} \cdot \mu \cdot f_{cd}} \quad ; \quad x = \frac{A_{sd} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b_w \cdot \mu \cdot f_{cd}}$$

Posouzení přetvoření výztuže

$$\varepsilon_s = \frac{(d - x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu3}$$

Posouzení únosnosti

$$M_{Rd} = A_{sd} \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{0,8 \cdot x}{2} \right)$$

	Oblast I				Oblast II			
	Skupina I		Skupina II		Skupina I		Skupina II	
	Směr X	Směr Y	Směr X	Směr Y	Směr X	Směr Y	Směr X	Směr Y
$M_{ed}(kNm)$	12	25	22	35	30	50	50	95
$d(mm)$	160	170	160	170	154	168	154	154
$A_{sd}(mm^2)$	262	357	524	714	513	770	1026	1539
$A_{s,min1}(mm^2)$	241	256	241	256	232	253	232	253
$A_{s,min2}(mm^2)$	208	221	208	221	200	218	200	218
$A_{s,max}(mm^2)$	800							
$A_{s,min} \leq A_{sd} \leq A_{s,max}$	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
$\chi(mm)$	7,1	9,7	14,2	19,4	14	21	28	42
$\varepsilon_s(‰)$	75	58	36	27	35	25	16	11
$\varepsilon_{yd}(‰)$	2,17							
$\varepsilon_s \geq \varepsilon_{yd}$	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
$M_{Rd}(kNm)$	17,9	25,8	35,2	50,4	31,3	52,9	65,8	101,2
$M_{Rd} \geq M_{Ed}$	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
A_{sd}	Ø 10 po 300	Ø 10 po 200	Ø 10 po 150	Ø 10 po 100	Ø 14 po 300	Ø 14 po 200	Ø 14 po 150	Ø 14 po 100
s_{max}	400	300	400	300	400	300	400	300

Tab. 7 Posouzení ohybové výztuže Deska D2 po obvodě podepřená

5.2.2 Výpočet kotevní délky

Kotevní délka spodní výztuž Oblast I

Návrhová hodnota napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = 3 \text{ MPa}$$

Napětí ve výztuži v místě kotvení

$\sigma_{sd} = 434,783 \text{ MPa}$ – maximální hodnota napětí ve výtuži

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{434,783}{3} = 144,928 \text{ mm}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \phi)}{\phi} = 1 - \frac{0,15(25 - 10)}{10} = 0,775; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,775 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 144,928 = 112,21 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 285 \text{ mm}$

Kotevní délka spodní výztuž Oblast II

Návrhová hodnota napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = 3 \text{ MPa}$$

Napětí ve výztuži v místě kotvení

$$\sigma_{sd} = 434,783 \text{ MPa} - \text{maximální hodnota napětí ve výtuži}$$

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{14}{4} \cdot \frac{434,783}{3} = 507 \text{ mm}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(25 - 14)}{14} = 0,85; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 507 = 429 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 430 \text{ mm}$

Kotevní délka spodní výztuž Oblast nad průvlakem R9

Návrhová hodnota napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = 2,1 \text{ MPa}$$

Napětí ve výztuži v místě kotvení

$$\sigma_{sd} = 434,783 \text{ MPa} - \text{maximální hodnota napětí ve výtuži}$$

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{14}{4} \cdot \frac{434,783}{2,1} = 724,6 \text{ mm}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(25 - 14)}{14} = 0,85; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 724,6 = 616 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 620 \text{ mm}$

5.2.3 Stykování výztuže

Oblast I

Přesahová délka

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{brqd} ; \alpha_1 = 1 ; \alpha_2 = 0,775 ; \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1 ; l_{brqd} = 443 \text{ mm}$$

$$\alpha_6 = \left(\frac{\rho_1}{25}\right)^{0,5} ; \rho_1 = 100\% - \text{procento styků v oblasti A}$$

$$\alpha_6 = \left(\frac{100}{25}\right)^{0,5} = 2 \leq 1,5$$

$$l_0 = 1 \cdot 0,775 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 285 = 428 \text{ mm}$$

NÁVRH $l_0 = 430 \text{ mm}$

Oblast II

Přesahová délka

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{brqd} ; \alpha_1 = 1 ; \alpha_2 = 0,85 ; \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1 ; l_{brqd} = 480 \text{ mm}$$

$$\alpha_6 = \left(\frac{\rho_1}{25}\right)^{0,5} ; \rho_1 = 100\% - \text{procento styků v oblasti A}$$

$$\alpha_6 = \left(\frac{100}{25}\right)^{0,5} = 2 \leq 1,5$$

$$l_0 = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 430 = 645 \text{ mm}$$

NÁVRH $l_0 = 650 \text{ mm}$

5.3 Deska D2 lokálně podepřená

5.3.1 Posouzení ohybové výztuže

OHYB NAD SLOUPY			Ozn.	Astd	Ast, min1	Ast, min2	As,max	rozteč návrh	d (mm)	b (mm)	X (mm)	Z _c (mm)	Med (kNm)	Mrd (kNm)
Směr X mxD+	Řada sloupů A	1	1	654	332	286	10000	120	220	1000	17,8	211,1	42,8	60,0
		2	2	654	332	286	10000	120	220	1000	17,8	211,1	43,1	60,0
		3	3											
	Řada sloupů B	1	4	1676	327	282	10000	120	217	1000	45,5	194,2	127,1	141,5
		2	5	1676	327	282	10000	120	217	1000	45,5	194,2	128,1	141,5
		3	6											
	Řada sloupů C	1	7	1676	327	282	10000	120	217	1000	45,5	194,2	127,1	141,5
		2	8	1676	327	282	10000	120	217	1000	45,5	194,2	136,8	141,5
		3	9	436	332	286	10000	180	220	1000	11,8	214,1	33,9	40,6
	Řada sloupů D	1	10	1257	327	282	10000	160	217	1000	34,2	199,9	103,6	109,3
		2	11	2011	327	282	10000	100	217	1000	54,6	189,7	161,0	165,8
		3	12	1257	327	282	10000	160	217	1000	34,2	199,9	91,4	109,3
	Řada sloupů E	1	13											
		2	14	2011	327	282	10000	100	217	1000	54,6	189,7	153,8	165,8
		3	15	1117	327	282	10000	180	217	1000	30,4	201,8	95,4	98,0
	Řada sloupů F	1	16	491	332	286	10000	160	220	1000	13,3	213,3	23,2	45,5
		2	17	491	332	286	10000	160	220	1000	13,3	213,3	42,6	45,5
		3	18	491	332	286	10000	160	220	1000	13,3	213,3	38,7	45,5
	Řada sloupů E1	1	19	436	332	286	10000	180	220	1000	11,8	214,1	26,5	40,6
		2	20											
		3	21				10000							
	Řada sloupů E2	1	22	654	332	286	10000	120	220	1000	17,8	211,1	32,7	60,0
		2	23											
		3	24											
Směr Y myD+	Řada sloupů 1	A	25	654	317	273	10000	120	210	1000	17,8	201,1	51,7	57,2
		B	26	654	317	273	10000	120	210	1000	17,8	201,1	37,5	57,2
		C	27	654	317	273	10000	120	210	1000	17,8	201,1	30,7	57,2
		D	28	491	317	273	10000	160	210	1000	13,3	203,3	30,9	43,4
		E	29											
		F	30	491	317	273	10000	160	210	1000	13,3	203,3	22,5	43,4
		E1	31	436	317	273	10000	180	210	1000	11,8	204,1	36,2	38,7
		E2	32	654	317	273	10000	120	210	1000	17,8	201,1	51,7	57,2
	Řada sloupů 2	A	33	654	317	273	10000	120	210	1000	17,8	201,1	51,4	57,2
		B	34	654	317	273	10000	120	210	1000	17,8	201,1	50,0	57,2
		C	35	1676	303	261	10000	120	201	1000	45,5	178,2	100,6	129,9
		D	36	2011	303	261	10000	100	201	1000	54,6	173,7	131,7	151,9
		E	37	2011	303	261	10000	100	201	1000	54,6	173,7	118,3	151,9
		F	38	1257	303	261	10000	160	201	1000	34,2	183,9	78,2	100,5
	Řada sloupů 3	A	39		0									
		B	40											
		C	41	436	317	273	10000	180	210	1000	11,8	204,1	15,9	38,7
		D	42	491	317	273	10000	160	210	1000	13,3	203,3	27,1	43,4
		E	43	436	317	273	10000	180	210	1000	11,8	204,1	28,9	38,7
		F	44	436	317	273	10000	160	210	1000	11,8	204,1	23,2	38,7

Tab. 8 Posouzení ohybové výztuže Deska D2 lokálně podepřená

OHYB V POLI			Ozn.	Astd	Ast, min1	Ast, min2	Ast,max	rozteč návrh	d (mm)	b (mm)	X (mm)	Z _c (mm)	Med (kNm)	Mrd (kNm)
Směr X	Sloupový průh mxD+	B 1-2	48	393	332	286	10000	200	220	1000	10,7	214,7	16,5	36,7
		C 1-2	49	393	332	286	10000	200	220	1000	10,7	214,7	30,0	36,7
		D 1-2	50	393	332	286	10000	200	220	1000	10,7	214,7	33,3	36,7
		D 2-3	51	393	332	286	10000	200	220	1000	10,7	214,7	35,3	36,7
		E 2-3	52	393	332	286	10000	200	220	1000	10,7	214,7	35,1	36,7
	Střední pruh mxD-	A-B 1-2	57	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	45,5	71,4
		B-C 1-2	58	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	45,6	71,4
		C-D 1-2	59	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	53,1	71,4
		C-D 2-3	60	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	49,4	71,4
		D-E 2-3	61	436	332	286	10000	200	220	1000	11,8	214,1	32,8	40,6
		E-F 2-3	62	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	49,9	71,4
		D-E(1) 1-2	63	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	22,1	71,4
		E(2)-F 1-2	64	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	47,3	71,4
		A-B 1	65	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	64,4	71,4
		A-B 2	66	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	64,4	71,4
		B-C 1	67	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	61,1	71,4
		B-C 2	68	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	62,5	71,4
		C-D 1	69	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	65,9	71,4
		C-D 2	70	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	59,7	71,4
		C-D 3	71	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	52,8	71,4
		D-E 2	72	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	44,2	71,4
		D-E 3	73	393	332	286	10000	200	220	1000	10,7	214,7	32,1	36,7
		E-F 2	74	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	55,5	71,4
		E-F 3	75	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	55,2	71,4
		D-E(1) 1	76	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	42,2	71,4
		E(2)-F 1	77	785	332	286	10000	100	220	1000	21,3	209,3	47,7	71,4
Směr Y	Sloupový průh myD+	2 C-D	78	393	303	261	10000	200	201	1000	10,7	195,7	16,6	33,4
		2 D-E	79	393	303	261	10000	200	201	1000	10,7	195,7	16,8	33,4
		2 E-F	80	393	303	261	10000	200	201	1000	10,7	195,7	6,3	33,4
	Střední pruh myD-	1-2 A	81	1117	303	261	10000	180	201	1000	30,4	185,8	78,6	90,2
		1-2 A-B	82	1117	303	261	10000	180	201	1000	30,4	185,8	71,7	90,2
		1-2 B	83	1117	303	261	10000	180	201	1000	30,4	185,8	87,1	90,2
		1-2 B-C	84	1117	303	261	10000	180	201	1000	30,4	185,8	68,7	90,2
		1-2 C	85	1117	303	261	10000	180	201	1000	30,4	185,8	75,1	90,2
		1-2 C-D	86	785	303	261	10000	100	201	1000	21,3	190,3	52,8	65,0
		1-2 D	87	785	303	261	10000	100	201	1000	21,3	190,3	52,4	65,0
		2-3 C	88	393	303	261	10000	200	201	1000	10,7	195,7	30,8	33,4
		2-3 C-D	89	393	303	261	10000	200	201	1000	10,7	195,7	25,6	33,4
		2-3 D	90	393	303	261	10000	200	201	1000	10,7	195,7	31,8	33,4
		2-3 D-E	91	393	303	261	10000	200	201	1000	10,7	195,7	29,4	33,4
		2-3 E	92	785	303	261	10000	100	201	1000	21,3	190,3	43,3	65,0
		2-3 E-F	93	393	303	261	10000	200	201	1000	10,7	195,7	29,9	33,4
		2-3 F	94	785	303	261	10000	100	201	1000	21,3	190,3	39,9	65,0
		1-2 D-E(1)	95	785	303	261	10000	100	201	1000	21,3	190,3	47,7	65,0
		1-2 E(1)	96	785	303	261	10000	100	201	1000	21,3	190,3	47,1	65,0
		1-2 E(2)-F	97	785	303	261	10000	100	201	1000	21,3	190,3	43,8	65,0
		1-2 E(2)	98	785	303	261	10000	100	201	1000	21,3	190,3	55,4	65,0
		1-2 F	99	785	303	261	10000	100	201	1000	21,3	190,3	50,1	65,0

Tab. 9 Posouzení ohybové výztuže Deska D2 lokálně podepřená

5.3.2 Výpočet kotevní délky

Kotevní délka spodní výztuž Ø10 pro směr x

Návrhová hodnota napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = 3 \text{ MPa}$$

Napětí ve výztuži v místě kotvení

$$\sigma_{sd} = 434,783 \text{ MPa} - \text{maximální hodnota napětí ve výtuži}$$

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{10 \cdot 434,783}{4 \cdot 3} = 362 \text{ mm}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$
$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(25 - 10)}{10} = 0,775; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$
$$l_{bd} = 1 \cdot 0,775 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 362 = 281 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 285 \text{ mm}$

Kotevní délka spodní výztuž Ø10 pro směr y při Ø16 ve směru x

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$
$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(41 - 10)}{10} = 0,535; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$
$$l_{bd} = 1 \cdot 0,535 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 362 = 194 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 200 \text{ mm}$

Kotevní délka spodní výztuž Ø10 pro směr y při Ø10 ve směru x

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$
$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(35 - 10)}{10} = 0,625; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$
$$l_{bd} = 1 \cdot 0,625 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 362 = 227 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 230 \text{ mm}$

Kotevní délka spodní výztuž Ø16 pro směr x

Návrhová hodnota napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = 3 \text{ MPa}$$

Napětí ve výztuži v místě kotvení

$\sigma_{sd} = 434,783 \text{ MPa}$ – maximální hodnota napětí ve výtuži

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{16}{4} \cdot \frac{434,783}{3} = 580 \text{ mm}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(25 - 16)}{16} = 0,915; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,915 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 580 = 531 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 540 \text{ mm}$

Kotevní délka spodní výztuž Ø16 pro směr y při Ø10 ve směru x

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(35 - 16)}{16} = 0,822; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,822 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 580 = 477 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 480 \text{ mm}$

Kotevní délka spodní výztuž Ø16 pro směr y při Ø16 ve směru x

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(41 - 16)}{16} = 0,766; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,766 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 580 = 444 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 450 \text{ mm}$

Kotevní délka horní výztuž Ø10 pro směr x

Návrhová hodnota napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = 2,1 \text{ MPa}$$

Napětí ve výztuži v místě kotvení

$$\sigma_{sd} = 434,783 \text{ MPa} - \text{maximální hodnota napětí ve výtuži}$$

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{10}{4} \cdot \frac{434,783}{2,1} = 518 \text{ mm}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$
$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(25 - 10)}{10} = 0,775; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$
$$l_{bd} = 1 \cdot 0,775 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 518 = 401 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 410 \text{ mm}$

Kotevní délka horní výztuž Ø10 pro směr y při Ø16 ve směru x

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$
$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(41 - 10)}{10} = 0,535; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$
$$l_{bd} = 1 \cdot 0,535 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 518 = 277 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 280 \text{ mm}$

Kotevní délka horní výztuž Ø10 pro směr y při Ø10 ve směru x

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$
$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(35 - 10)}{10} = 0,625; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$
$$l_{bd} = 1 \cdot 0,625 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 518 = 324 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 330 \text{ mm}$

Kotevní délka horní výztuž Ø16 pro směr x

Návrhová hodnota napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = 2,1 \text{ MPa}$$

Napětí ve výztuži v místě kotvení

$$\sigma_{sd} = 434,783 \text{ MPa} - \text{maximální hodnota napětí ve výtuži}$$

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{16 \cdot 434,783}{4 \cdot 2,1} = 828 \text{ mm}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(25 - 16)}{16} = 0,915; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,915 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 828 = 758 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 760 \text{ mm}$

Kotevní délka horní výztuž Ø16 pro směr y při Ø10 ve směru x

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(35 - 16)}{16} = 0,822; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,822 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 828 = 681 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 690 \text{ mm}$

Kotevní délka horní výztuž Ø16 pro směr y při Ø16 ve směru x

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$

$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(41 - 16)}{16} = 0,766; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$

$$l_{bd} = 1 \cdot 0,766 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 828 = 634 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 690 \text{ mm}$

5.4 Schodiště S2

5.4.1. Posouzení ohybové výztuže

Posouzení minimální plochy výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 1 \cdot 0,12 = \mathbf{1,81 \cdot 10^{-4} m^2}$$
$$\geq 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,12 = 1,56 \cdot 10^{-4} m^2$$
$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_{sd} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot \mu \cdot f_{cd}} = \frac{3,93 \cdot 10^{-4} \cdot 434,783}{0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 20} = 0,011 m$$

Posouzení přetvoření výztuže

$$\varepsilon_s = \frac{(d - x)}{x} \cdot \varepsilon_{cu3} = \frac{(0,12 - 0,011)}{0,011} \cdot 0,0035 = \mathbf{0,035} \geq \varepsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$$

Posouzení únosnosti

$$M_{Rd} = A_{sd} \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{0,8 \cdot x}{2} \right) = 3,93 \cdot 10^{-4} \cdot 434,783 \cdot \left(0,12 - \frac{0,8 \cdot 0,011}{2} \right)$$
$$\mathbf{M_{Rd} = 19,75 kNm} \geq M_{Ed} = 14,3 kNm$$

5.4.2 Výpočet kotevní délky

Kotevní délka při spodním povrchu

Návrhová hodnota napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = \mathbf{3 MPa}$$

Napětí ve výztuži v místě kotvení

$\sigma_{sd} = 434,783 MPa$ – maximální hodnota napětí ve výtuži

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{434,783}{3} = \mathbf{362 mm}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$
$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(25 - 10)}{10} = 0,775; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$
$$l_{bd} = 1 \cdot 0,775 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 362 = 281 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 290 \text{ mm}$

Kotevní délka při horním povrchu

Návrhová hodnota napětí v soudržnosti

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = 2,1 \text{ MPa}$$

Napětí ve výztuži v místě kotvení

$\sigma_{sd} = 434,783 \text{ MPa}$ – maximální hodnota napětí ve výtuži

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{10}{4} \cdot \frac{434,783}{2,1} = 518 \text{ mm}$$

Návrhová kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{brqd}$$
$$\alpha_1 = 1; \alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c_d - \emptyset)}{\emptyset} = 1 - \frac{0,15(25 - 10)}{10} = 0,775; \alpha_3 = 1; \alpha_4 = 1; \alpha_5 = 1$$
$$l_{bd} = 1 \cdot 0,775 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 518 = 402 \text{ mm}$$

NÁVRH KOTEVNÍ DÉLKY $l_{bd} = 410 \text{ mm}$

6 Srovnání výsledků ze Scia Engineering s ručním výpočtem

6.1 Průvlak R9

- ze statického hlediska se jedná o spojitý nosník o 3 polích . Srovnání jsem provedl pro ZS 1 – vlastní tíha metodou třímomentových rovnic.

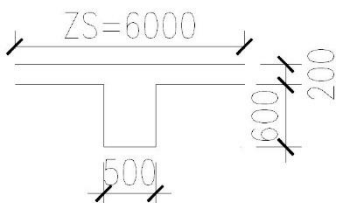
Výpočet zatížení na nosník f_d
-objemová tíha betonu $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Zatěžovací šířka ZS = 6000 mm



$$f_d = (0,5 \cdot 0,6 + 0,2 \cdot 2,8) \cdot 25$$

$$f_d = 37,5 \text{ kN/m}$$



Obr. 67 Zatěžovací šířka

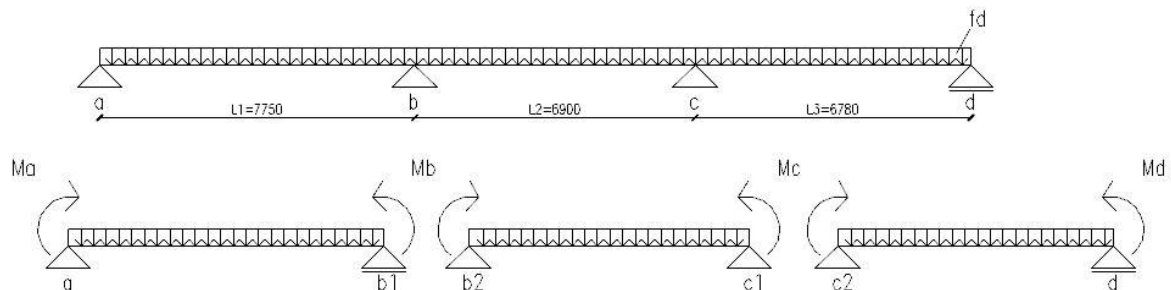
Obecný tvar třímomentových rovnic

Podpora b

$$M_a \cdot \beta_{ba} + M_b \cdot (\alpha_{ba} + \alpha_{bc}) + M_c \cdot \beta_{bc} + \varphi_{bc} + \varphi_{ba} = 0$$

Podpora c

$$M_b \cdot \beta_{cb} + M_c \cdot (\alpha_{cb} + \alpha_{cd}) + M_d \cdot \beta_{cd} + \varphi_{cd} + \varphi_{cb} = 0$$



Obr. 68 Statické schéma Průvlak R9

$$\varphi_{ab} = \varphi_{ba} = \frac{1}{24} \cdot \frac{f_d \cdot L_1^3}{EI} = \frac{1}{24} \cdot \frac{37,5 \cdot 7,75^3 \cdot 10^3}{EI} = 727319,34/EI$$

$$\varphi_{bc} = \varphi_{cb} = \frac{1}{24} \cdot \frac{f_d \cdot L_2^3}{EI} = \frac{1}{24} \cdot \frac{37,5 \cdot 6,9^3 \cdot 10^3}{EI} = 513295,313/EI$$

$$\varphi_{cd} = \varphi_{dc} = \frac{1}{24} \cdot \frac{f_d \cdot L_3^3}{EI} = \frac{1}{24} \cdot \frac{37,5 \cdot 6,78^3 \cdot 10^3}{EI} = 486977,738/EI$$

$$\alpha_{bc} = \alpha_{cb} = \frac{L_2}{3 \cdot EI} = \frac{6,9}{3 \cdot EI} = 2,3/EI \quad \alpha_{ba} = \alpha_{ab} = \frac{L_1}{3 \cdot EI} = \frac{7,75}{3 \cdot EI} = 2,583/EI$$

$$\beta_{bc} = \beta_{cb} = \frac{L_2}{6 \cdot EI} = \frac{6,9}{6 \cdot EI} = 1,15/EI \quad \alpha_{dc} = \alpha_{cd} = \frac{L_3}{3 \cdot EI} = \frac{6,78}{3 \cdot EI} = 2,26/EI$$

$$\beta_{cd} = \beta_{dc} = \frac{L_3}{6 \cdot EI} = \frac{6,78}{6 \cdot EI} = 1,13/EI$$

Podpora b

$$M_a \cdot \beta_{ba} + M_b \cdot (\alpha_{ba} + \alpha_{bc}) + M_c \cdot \beta_{bc} + \varphi_{bc} + \varphi_{ba} \\ 0 - \beta_{ba} + M_b \cdot (2,583 + 2,26) + M_c \cdot 1,15/EI + 513295,313/EI + 727319,34/EI = 0$$

Podpora c

$$M_b \cdot 1,15/EI + M_c \cdot (2,3/EI + 2,26/EI) + 0 - \beta_{ca} + 486977,738/EI + 513295,313/EI = 0$$

Z rovnice pro podporu b vyjádříme M_c

$$M_c = -4,246 \cdot M_b - 1078795,35$$

Dosadíme do rovnice pro podporu c a dostaneme hodnotu M_b

$$1,15M_b - 19,362M_b - 4919306,798 + 1000273,051 = 0$$

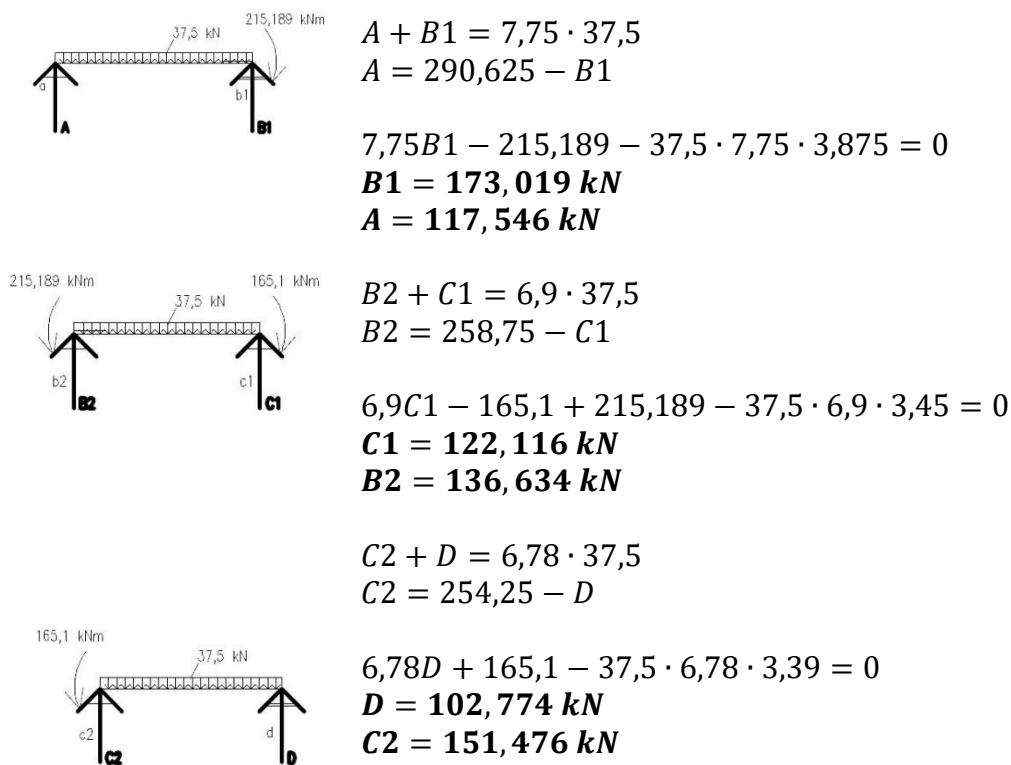
$$-18,212M_b - 3919033,747 = 0$$

$$\mathbf{M_b = -215,189 \text{ kNm}}$$

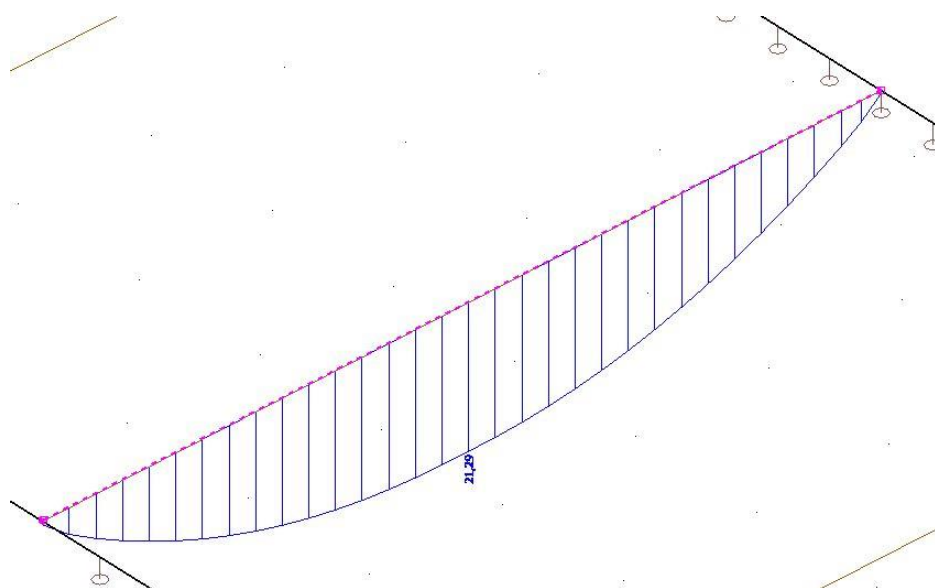
Zpětným dosazením dopočteme zbývající M_c

$$\mathbf{M_c = -165,1 \text{ kNm}}$$

Výpočet vnitřních sil



Obr. 69 Výpočet vnitřních sil Průvlak R9



Obr. 73 Vnitřní síly Deska D2 –výpočet dle Scia Engineer

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1 Bilineární pracovní diagram betonu	4
Obr.2 Pracovní diagram betonářské oceli pro tah i tlak	5
Obr. 3 Schéma krytí výztuže	5
Obr. 4 Sít prvků Deska D2 po obvodě prostě podepřená	7
Obr. 5 Deska D2 lokálně podepřená	7
Obr. 6 Průvlak R9	8
Obr. 7 Spolupůsobící šířka na spojitém nosníku	8
Obr. 8 Statické schéma průvlaku R9	9
Obr. 9 Sít prvků Schodiště S1	10
Obr. 10 Skladby podlah	11
Obr.11 Reakce od Stálého zatížení a Nahodilého zatížení	12
Obr.12 ZS1 Deska D2 po obvodě podepřená	13
Obr.13 ZS2 Deska D2 po obvodě podepřená	13
Obr.14 ZS3 Deska D2 po obvodě podepřená	13
Obr.15 ZS4 Deska D2 po obvodě podepřená	14
Obr.16 ZS5 Deska D2 po obvodě podepřená	14
Obr.17 ZS6 Deska D2 po obvodě podepřená	14
Obr.18 ZS7 Deska D2 po obvodě podepřená	15
Obr.19 ZS8 Deska D2 po obvodě podepřená	15
Obr.20 ZS9 Deska D2 po obvodě podepřená	15
Obr.21 ZS1 Deska D2 lokálně podepřená	16
Obr.22 ZS2 Deska D2 lokálně podepřená	16
Obr.23 ZS3 Deska D2 lokálně podepřená	16
Obr.24 ZS4 Deska D2 lokálně podepřená	17
Obr.25 ZS5 Deska D2 lokálně podepřená	17
Obr.26 ZS6 Deska D2 lokálně podepřená	17
Obr.27 ZS7 Deska D2 lokálně podepřená	18
Obr.28 ZS8 Deska D2 lokálně podepřená	18
Obr.29 ZS9 Deska D2 lokálně podepřená	18
Obr.30 ZS1 Schodiště S1	19
Obr.31 ZS2 Schodiště S1	19
Obr.32 ZS3 Schodiště S1	20
Obr. 33 Obálka ohybových momentů průvlaku R9	21
Obr. 34 Obálka posouvajících sil průvlaku R9	21
Obr. 35 Redukce momentu nad podporou č.2	21
Obr. 36 Redukce momentu nad podporou č.3	22
Obr. 37 Poloha nosné výztuže	22
Obr. 38 Obálka posouvajících sil průvlaku R9	23
Obr. 39 Schéma smykové výztuže	24
Obr. 40 Průběh ohybových momentů u dolního okraje směr y	25
Obr. 41 Průběh ohybových momentů u dolního okraje směr x	26
Obr. 42 Průběh ohybových momentů u horního okraje směr y	26
Obr. 43 Průběh ohybových momentů u dolního okraje směr x	26
Obr. 44 Rozdělení desky D2 na oblasti	27
Obr. 45 Oblast I směr y	27

Obr. 46 Oblast I směr x	29
Obr. 47 Oblast II směr y	29
Obr. 48 Oblast II směr x	31
Obr. 49 Ohybové momenty u horního povrchu směr	32
Obr. 50 Ohybové momenty u horního povrchu směr x	34
Obr. 51 Ohybové momenty u dolního okraje směr y	35
Obr. 52 Ohybové momenty u dolního okraje směr x	35
Obr. 53 Ohybové momenty u horního okraje směr y	36
Obr. 54 Ohybové momenty u horního okraje směr x	36
Obr. 55 Ohybové momenty Schodiště S1	49
Obr. 56 Ohybové momenty Schodiště S1 pro II.MS	50
Obr. 57 Průhyb Schodiště S1	51
Obr. 58 Model schodiště s podestovým nosníkem	52
Obr. 59 Ohybové momenty horní povrch Schodiště S1	52
Obr. 60 Ohybové momenty dolní povrch Schodiště S1	53
Obr. 61 Ohybové momenty horní povrch Schodiště S1 v řezu	53
Obr. 62 Ohybové momenty dolní povrch Schodiště S1 v řezu	54
Obr. 63 Vnitřní síly Podestový nosník	55
Obr. 64 Vnitřní síly Podestový nosník	55
Obr. 65 Schéma smykové výztuže	56
Obr. 66 Schéma Průvlaku R9	57
Obr. 67 Zatěžovací šířka	73
Obr. 68 Statické schéma Průvlak R9	73
Obr. 69 Výpočet vnitřních sil Průvlak R9	74
Obr. 70 Vnitřní síly Průvlak R9 –ruční ověření	75
Obr. 71 Vnitřní síly Průvlak R9 –výpočet dle Scia Engineer	75
Obr. 72 Vnitřní síly Deska D2 –ruční ověření	75
Obr. 73 Vnitřní síly Deska D2 –výpočet dle Scia Engineer	76

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Návrh ohybové výztuže Průvlak R9	23
Tab. 2 Návrh smykové výztuže Průvlak R9	25
Tab. 3 Návrh ohybové výztuže Deska D2 lokálně podepřená	38
Tab. 4 Návrh ohybové výztuže Deska D2 lokálně podepřená	39
Tab. 5 Návrh smykové výztuže Deska D2 lokálně podepřená	48
Tab. 6 Posouzení smykové Deska D2 lokálně podepřená	58
Tab. 7 Posouzení ohybové výztuže Deska D2 po obvodě podepřená	62
Tab. 8 Posouzení ohybové výztuže Deska D2 lokálně podepřená	65
Tab. 9 Posouzení ohybové výztuže Deska D2 lokálně podepřená	66