

|  |                         |                       |   |                           |
|--|-------------------------|-----------------------|---|---------------------------|
| <b>vypracoval</b>  | <b>Zodp. projektant</b> | <b>HIP</b>            | Ing. Ondřej Kika Ph.D.<br>Hutní Osada 20, Zastávka<br>Statika a dynamika staveb,<br>ČKAIT 1006090 |                           |
| <b>Ing. Ondřej Kika</b>  | <b>Ing. Ondřej Kika</b> | <b>Ing. Petr Feld</b> |   |                           |
|  |                         |                       |   |                           |
| <b>Investor :</b> Město Znojmo, Obroková 1/12 66922 Znojmo   |                         |                       | <b>Stupeň</b>   | <b>DSP+DPS</b>            |
| <b>Místo stavby :</b> Dvořákova 2922/16 ,669 02 Znojmo   |                         |                       | <b>Datum</b>  | <b>01/2018</b>            |
| <b>Akce :</b><br><b>Rekonstrukce ledové plochy a čpavkového<br/>Hospodářství zimního stadionu Znojmo</b> |                         |                       | <b>Formát</b>   |                           |
|  |                         |                       | <b>č. zakázky</b>   |                           |
|  |                         |                       | <b>arch. číslo</b>  |                           |
| <b>Část :</b> D.1.12.-2 Betonová deska pod ledovou plochou   |                         |                       |   |                           |
| <b>Název výkresu :</b><br>Technická zpráva se statickým výpočtem   |                         |                       | <b>Měřítko :</b>  | <b>Čísl. výkr.<br/>01</b> |

# **Technická zpráva**

ke statickému posudku

Rekonstrukce ledové plochy a čpavkového hospodářství zimního stadionu

Znojmo - Betonová deska pod ledovou plochou

## **1. Všeobecné údaje**

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>Investor:</b> | Město Znojmo<br>Obroková 1/12 66922 Znojmo |
|------------------|--|

|                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| <b>Projektant části statika:</b> | Ing. Ondřej Kika Ph.D. |
|----------------------------------|------------------------|

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Zodpovědný projektant:</b> | Ing. Ondřej Kika Ph.D.<br>autorizovaný inženýr pro obor Statika a<br>dynamika staveb, ČKAIT 1006090<br>mobil : 724 329 782 |
|-------------------------------|--|

## **2. Účel statického posudku**

Účelem posudku je návrh výztuže a posouzení železobetonové desky pod ledovou plochou na zimním stadionu ve Znojmě.

## **3. Podklady**

Výkresy stavební části zpracované Bc. Bohumil Diatel 01/2018

Použitá literatura a normy:

|                 |   |
|-----------------|---|
| ČSN EN 1991-1-1 | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb |
| ČSN EN 1992-1-1 | Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby                       |
| ČSN EN 1997-1-1 | Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla   |

Použitý software:

Microsoft Office Excel a Word

Scia Engineer

#### 4. Zatížení

Zatížení objektu a posouzení jednotlivých prvků je provedeno podle norem EN. Zatížení je vykresleno v charakteristických hodnotách pro každý zatěžovací stav. Kombinace zatěžovacích stavů jsou provedeny dle ČSN EN. Vnitřní síly na desce jsou vykresleny v příloze statického výpočtu od obálky kombinací na únosnost.

##### Stálé zatížení

- Ochlazení teplotou z  $+20^{\circ}$  na  $-11^{\circ}$   $-31^{\circ}$

##### Užitné zatížení

- Cisterna s vodou, celková hm. = 15 t 150 kN

#### 5. Popis konstrukce

V celé ploše ledové plochy bude provedena železobetonová deska tl. 125 mm z betonu C30/37 XC4, XF1. V desce budou uloženy chladicí potrubí o průměru 27 mm.

Maximální půdorysné rozměry desky budou 60,63 m x 28,60 m.

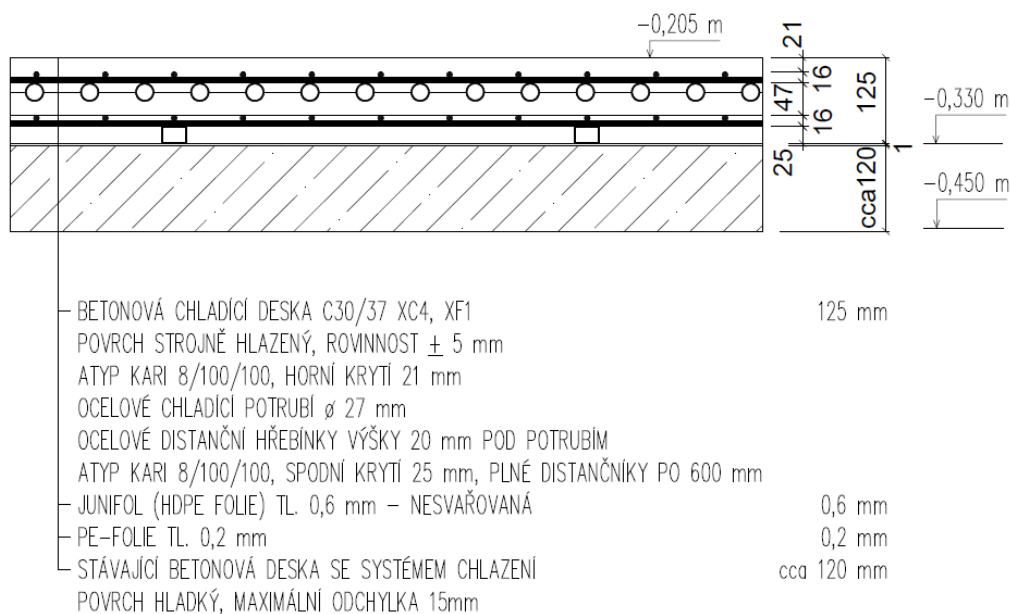
Deska bude betonována bez dilatačních spár v jednom kuse.

Deska bude betonována na stávající železobetonovou desku, od které bude oddělena vrstvami PE-folie. Pod touto deskou se předpokládají ještě dvě podobné desky a pak vrstva zhutněné zeminy. Deformace od bodového zatížení nové desky bude tedy minimální.

Na desce je uvažováno se zatížením od ochlazení z  $+20^{\circ}$  na  $-11^{\circ}$  celsia a dále bodovým zatížením, které vyvodí nákladní automobil s cisternou o maximální váze připadající na nápravu 10 tun a celkové váze 15 tun a od smršťování betonu.

Deska bude vyztužena atypickými KARI sítěmi 8/100/100 (6 m x 2,4 m) při obou površích. KARI sítě mají na každé straně různé přesahy prutů a přesah KARI sítí bude 300 mm v obou směrech. Tloušťka KARI sítí v místech křížení bude 16 mm (2 pruty).

#### SKLADBA LEDOVÉ PLOCHY ZS ZNOJMO



## **6. Použité konstrukční materiály**

|        |                 |       |
|--------|-----------------|-------|
| Beton  | C30/37 XC4, XF1 | deska |
| Výztuž | B500B, KARI     |       |

### **Všeobecné požadavky na použité materiály a výrobky**

Všechny použité materiály musí splňovat požadavky technických norem a příslušné legislativy České republiky.

Všechny výrobky musí být použity v souladu s technickými listy výrobců.

## **7. Všeobecné požadavky na betonové konstrukce**

### **7.1 Výztuž**

Je navržena třídy B 500B typu KARI. Je nutné dodržet předepsanou tloušťku krycí vrstvy. Nosiče výztuže horní zóny musí být dostatečně tuhé, aby výztuž horní zóny nemohla být sešlápnuta.

### **7.2 Betonáž**

Výroba betonu, doprava, ukládání, hutnění a ošetřování musí vyhovovat ČSN EN 206-1. Povrch betonové desky musí být držen v prostředí 100% vlhkosti po dobu alespoň 7 dní, např. zakrytím igelitovou folií nebo postřikem bezprostředně po skončení povrchových úprav betonové konstrukce.

## **8. Všeobecné podmínky provádění rekonstrukcí pozemních staveb**

Při jakémkoli odchýlení při provádění od tohoto projektu je třeba přivolat statika ke konzultaci.

## **9. Bezpečnostní a hygienické předpisy**

Při provádění všech prací na stavbě musí být respektovány bezpečnostní předpisy pro betonářské práce a hygienické předpisy s ohledem na prašnost a hluk, práce v době obvyklého pracovního klidu apod. Všichni pracovníci zhotovitele budou používat pracovní pomůcky a ochranné prostředky ve smyslu platných předpisů.

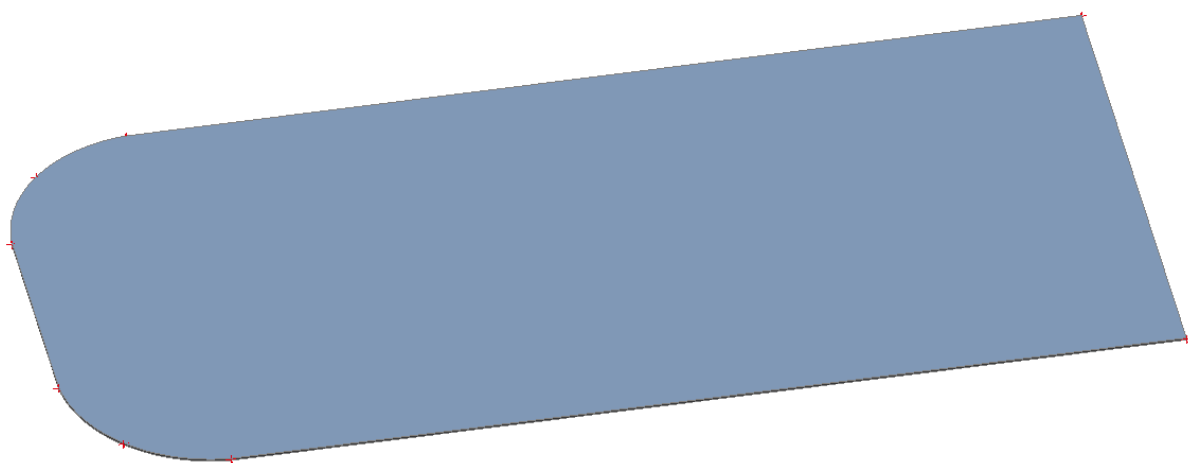
Brno, leden 2018

Ing. Ondřej Kika Ph.D.

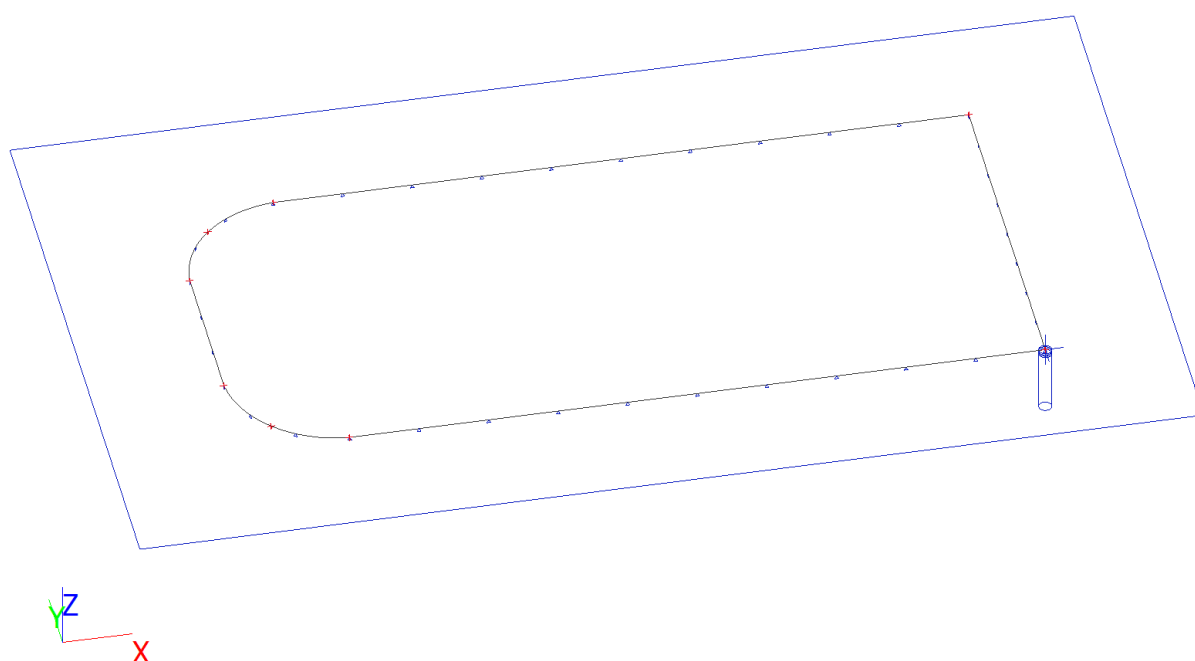
Příloha:        Statický výpočet 9 x A4

# **STATICKÝ VÝPOČET**

## MKP výpočtový model chlazené desky



## Výpočtový model



## Materiály

| Jméno  | Typ   | $\rho$<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Hustota v čerstvém stavu<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | $E_{mod}$<br>[MPa] | $\mu$ | $\alpha$<br>[m/mK] | $f_{c,k,28}$<br>[MPa] | Barva |
|--------|-------|--------------------------------|--|--------------------|-------|--------------------|-----------------------|-------|
| C30/37 | Beton | 2500.0                         | 2600.0   | 3.2800e+04         | 0.2   | 0.00               | 30.00                 |       |

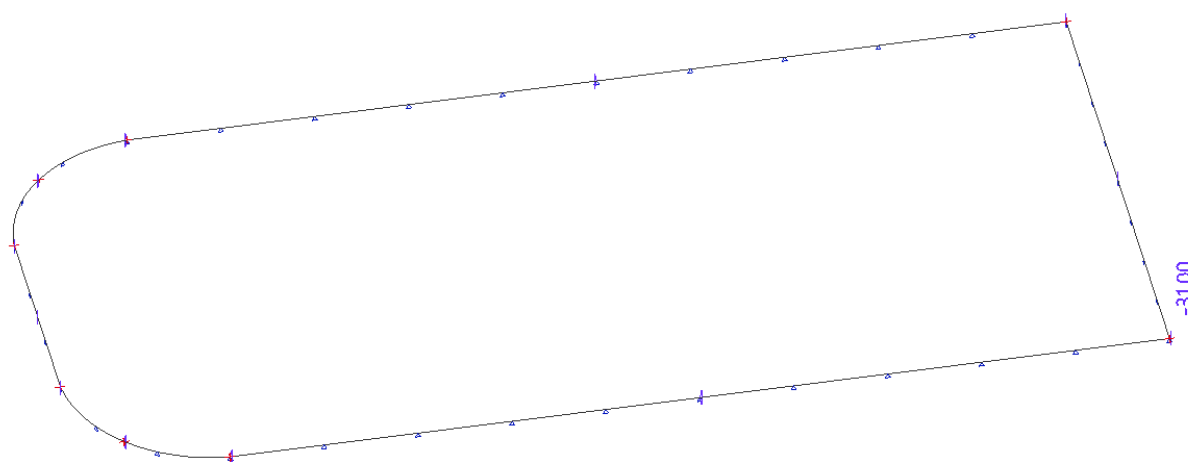
## Zatěžovací stavy

| Jméno | Popis               | Typ působení          | Skupina zatížení | Směr | Působení   | Řídící zat. stav |
|-------|---------------------|-----------------------|------------------|------|------------|------------------|
|       | Spec                | Typ zatížení          |                  |      |            |                  |
| ZS1   | vlastní tíha        | Stálé<br>Vlastní tíha | SZ1              | -Z   |            |                  |
| ZS2   | teplota<br>Standard | Proměnné<br>Statické  | SZ2              |      | Krátkodobé | Žádný            |
| ZS3   | nakladní automobil  | Stálé<br>Standard     | SZ1              |      |            |                  |
| ZS4   | smršťování          | Stálé<br>Standard     | SZ1              |      |            |                  |

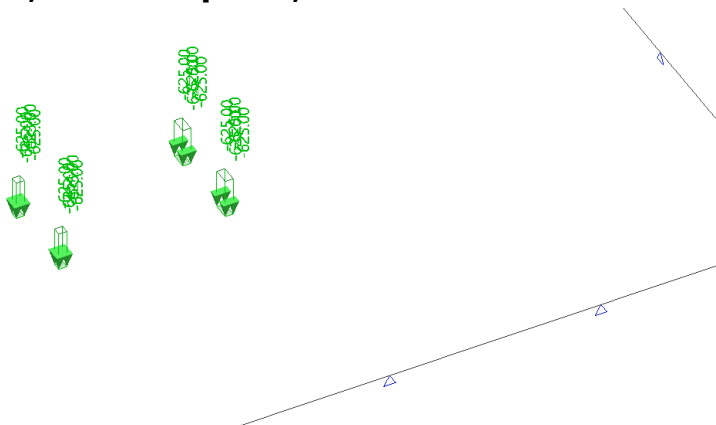
## Kombinace

| Jméno | Popis | Typ                 | Zatěžovací stavy         | Souč.<br>[-] |
|-------|-------|---------------------|--------------------------|--------------|
| CO1   |       | Lineární - únosnost | ZS1 - vlastní tíha       | 1.35         |
|       |       |                     | ZS2 - teplota            | 1.00         |
|       |       |                     | ZS3 - nakladní automobil | 1.50         |
|       |       |                     | ZS4 - smršťování         | 1.00         |

### ZS2 / zatížení teplotou – konstantní ochlazení desky z +20 na -11 stupňů

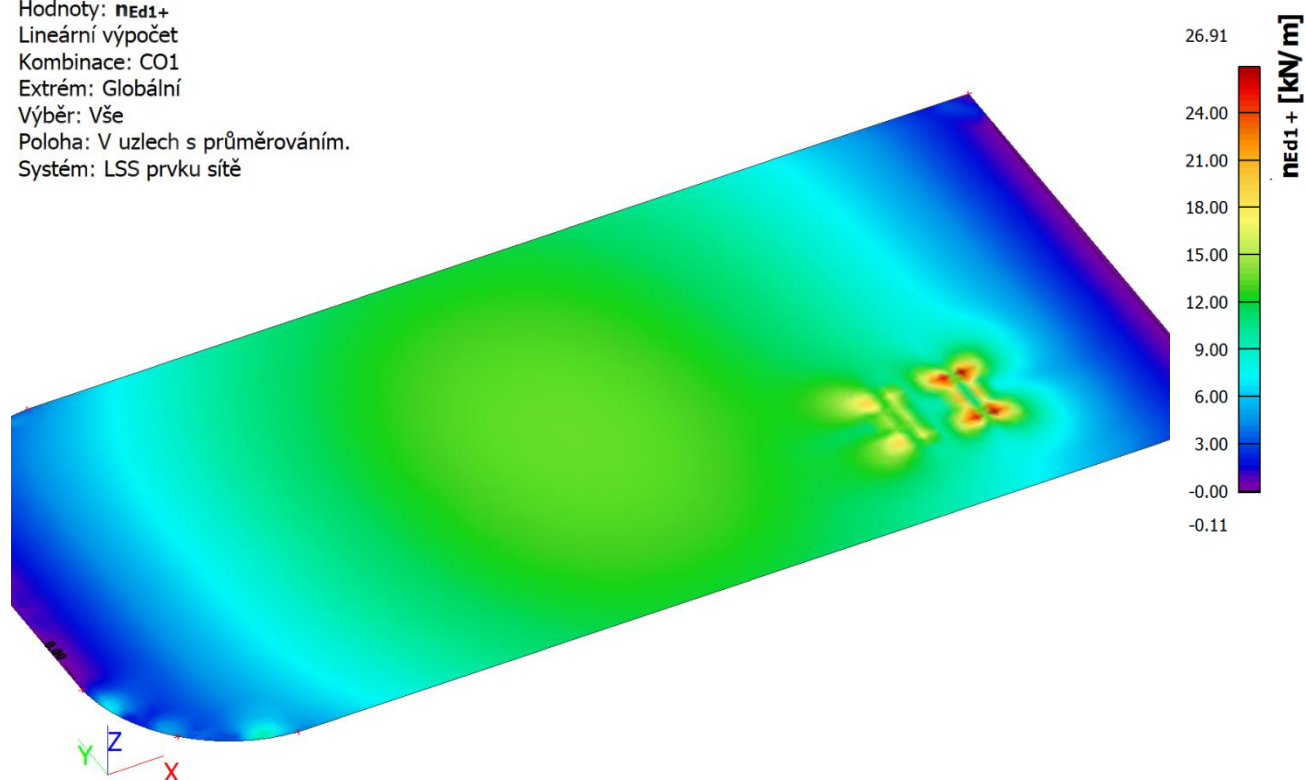


### ZS3 / Zatížení nákladním automobilem, 10t na nápravu, celkem 15 t



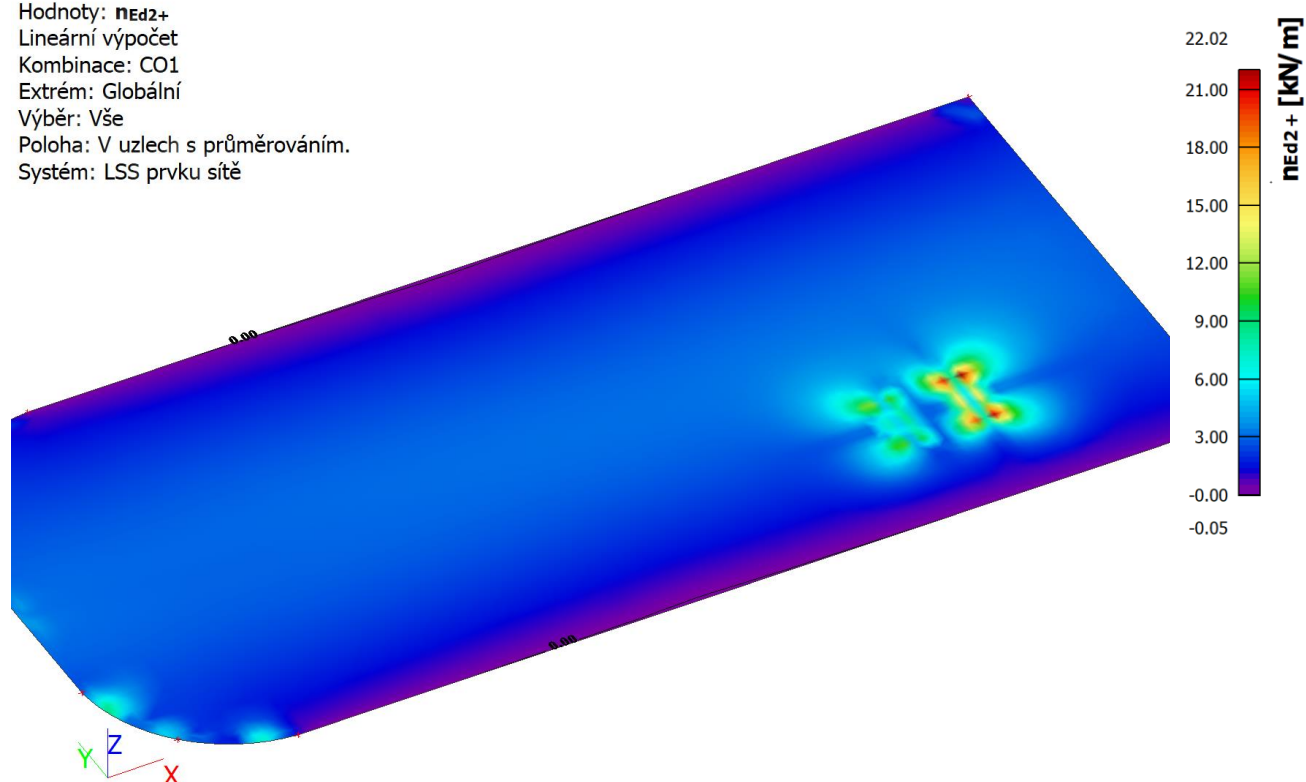
## Vnitřní síly 2D; nEd,1+

Hodnoty:  $n_{Ed1+}$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: CO1  
 Extrém: Globální  
 Výběr: Vše  
 Poloha: V uzlech s průměrováním.  
 Systém: LSS prvku sítě



## Vnitřní síly 2D; nEd,2+

Hodnoty:  $n_{Ed2+}$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: CO1  
 Extrém: Globální  
 Výběr: Vše  
 Poloha: V uzlech s průměrováním.  
 Systém: LSS prvku sítě





## Návrh výztuže 2D (MSÚ)

Lineární výpočet

Kombinace: CO1

Extrém: Globální

Výběr: Vše

Poloha: V těžištích. Systém: LSS prvku sítě

|                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| <b>Deska S1</b>             | <b>OBDÉL (1000.0; 125.0)</b>       |
| ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07 | Uzel 1/0 [X=29.9m, Y=-11.1m, Z=0m] |

## Design assumptions

### Výztuž

Podélná: **B 500B**

Horní povrch

[1+] První vrstva (0°) Ø8 mm / Hlavní

[2+] Druhá vrstva (90°) Ø8 mm / Hlavní

Krytí:  $c_{nom} = 30$  mm

Spodní povrch

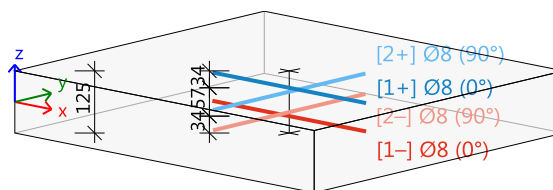
[1-] První vrstva (0°) Ø8 mm / Hlavní

[2-] Druhá vrstva (90°) Ø8 mm / Hlavní

Krytí:  $c_{nom} = 30$  mm

Smyk: **B 500B**

Ø8 mm



### Beton:

Materiál: **C30/37**

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

(Table 4.3N)

Podmínky prostředí: XC3 (na staveništi)

(Table 4.1N)

Minimální krytí

(§4.4.1.2)

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

$$= \max(8; 20 + 0 - 0 - 0; 10) = 20 \text{ mm} \quad (4.2)$$

Nominální krytí

(§4.4.1.1)

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm} \quad (4.1)$$

## Vnitřní síly

### Originální založený na MKP, kritický

Včetně posunu momentové křivky: ANO

(§9.2.1.3(2))

$$a_l = h \cdot \text{Coeff}_d = 125 \cdot 0.9 = 113 \text{ mm}$$

(§6.2.2(5))

Tabulka vnitřních sil

| Stav  | $m_x$<br>[kNm/m] | $m_y$<br>[kNm/m] | $m_{xy}$<br>[kNm/m] | $n_x$<br>[kN/m] | $n_y$<br>[kN/m] | $n_{xy}$<br>[kN/m] | $v_x$<br>[kN/m] | $v_y$<br>[kN/m] |
|-------|------------------|------------------|---------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| CO1/1 | -0.1             | -0.3             | 0.0                 | 2.7             | 0.0             | 0.2                | 0.0             | -1.0            |

Tabulka kombinací

| Stav  | Klíč kombinace                  |
|-------|---------------------------------|
| CO1/1 | 1.35*ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS3 + ZS4 |

## Návrh podélné výztuže

### Materiálové charakteristiky

Součinitel spolehlivosti pro materiály:  $\gamma_c = 1.5$   $\gamma_s = 1.15$

(Table 2.1N)

Beton: **C30/37** (Bilineární pracovní diagram)

Návrhová hodnota pevnosti betonu

(§3.1.6)

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa} \quad (3.15)$$

Výztuž **B 500B** (Bilineární s nakloněnou horní větví)

Výpočtová pevnost výztuže

(§3.2.7)

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ MPa}$$

### Staticky nutná výztuž

#### Posudek náhradní diagonály

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

Návrhová normálová síla ve směru náhradní diagonály

$$n_{Ed,sc} = -0.161 \text{ kN [CO1/1]}$$

s tlačnou zónou:

$$x = 0.2 \text{ mm} \rightarrow A_{cc} = x \cdot b = 0.22 \cdot 1000 = 221 \text{ mm}^2$$

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

Návrhová únosnost náhradní diagonály (v tlaku)

$$n_{Rd,sc} = A_{cc} \cdot \text{Red}_{fcd} \cdot f_{cd} = 221 \cdot 0.85 \cdot 20 = 3.75 \text{ kN}$$

Jedn. pos.

$$UC_{sc} = \frac{\text{abs}(n_{Ed,sc})}{n_{Rd,sc}} = \frac{\text{abs}(-0.161)}{3.75} = 0.0429$$

## Konstrukční zásady pro podélnou výztuž

### Minimální plocha výztuže

Hlavní [1-] (tlak)

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{\max,slab} = \min(\text{Coeff}_{s_{\max,slab,A}} \cdot h; \text{Coeff}_{s_{\max,slab,B}}) = \min(2 \cdot 125; 300) = 250 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } 99.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{\max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{250} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 8^2 = 201 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tlak)

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{\max,slab} = \min(\text{Coeff}_{s_{\max,slab,A}} \cdot h; \text{Coeff}_{s_{\max,slab,B}}) = \min(2 \cdot 125; 300) = 250 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } 99.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{\max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{250} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 8^2 = 201 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [1+] (tlak)

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{\max,slab} = \min(\text{Coeff}_{s_{\max,slab,A}} \cdot h; \text{Coeff}_{s_{\max,slab,B}}) = \min(2 \cdot 125; 300) = 250 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } 99.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{\max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{250} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 8^2 = 201 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2+] (tlak)

Minimální plocha z maximální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{\max,slab} = \min(\text{Coeff}_{s_{\max,slab,A}} \cdot h; \text{Coeff}_{s_{\max,slab,B}}) = \min(2 \cdot 125; 300) = 250 \text{ mm} \quad (\text{ČSN } 99.3.1.1(3))$$

$$A_{s,min} = \frac{b}{s_{\max,slab}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{250} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 8^2 = 201 \text{ mm}^2/\text{m}$$

## Maximální plocha výztuže

Hlavní [1-] (tlak)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 125000 = 5000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2; s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 8; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{8 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 8^2 = 1117 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2-] (tlak)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 125000 = 5000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2; s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 8; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{8 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 8^2 = 1117 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [1+] (tlak)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 125000 = 5000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2; s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 8; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{8 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 8^2 = 1117 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Hlavní [2+] (tlak)

Maximální plocha z procenta vyztužení

$$A_{s,max} = \text{Coeff}_{Asmax} \cdot A_c = 0.04 \cdot 125000 = 5000 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (§9.2.1.1(3))$$

Maximální plocha z minimální vzdálenosti prutů výztuže

$$s_{min,lim} = \max(k_1 \cdot \phi; d_g + k_2; s_{lb,min}) = \max(1.2 \cdot 8; 32 + 5; 20) = 37 \text{ mm} \quad (§8.2(2))$$

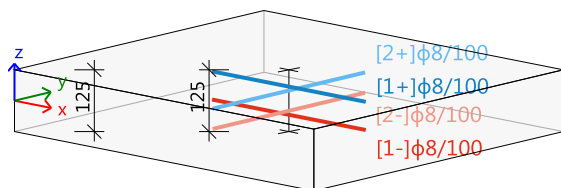
$$A_{s,max} = \frac{b}{\phi + s_{min,lim}} \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1000}{8 + 37} \cdot 0.25 \cdot 3.14 \cdot 8^2 = 1117 \text{ mm}^2/\text{m}$$

## Longitudinal reinforcement - Summary

Předpokládána:

| Vrstva     | Základní<br>[mm <sup>2</sup> /m] | Přídavná<br>[mm <sup>2</sup> /m] | Stav  | A <sub>s,req</sub><br>[mm <sup>2</sup> /m] | A <sub>s,prov</sub><br>[mm <sup>2</sup> /m] | A <sub>s,min</sub><br>[mm <sup>2</sup> /m] | A <sub>s,max</sub><br>[mm <sup>2</sup> /m] | Stav |
|------------|----------------------------------|----------------------------------|-------|--|---|--|--|------|
| Horní [1+] | φ8/100 (503)                     | bez výztuže (0)                  | CO1/1 | 0  | 503   | 201  | 1117                                       | OK   |
| Horní [2+] | φ8/100 (503)                     | bez výztuže (0)                  | CO1/1 | 0  | 503   | 201  | 1117                                       | OK   |
| Dolní [1-] | φ8/100 (503)                     | bez výztuže (0)                  | CO1/1 | 0  | 503   | 201  | 1117                                       | OK   |
| Dolní [2-] | φ8/100 (503)                     | bez výztuže (0)                  | CO1/1 | 0  | 503   | 201  | 1117                                       | OK   |

A<sub>s,req</sub> - nutná výztuž včetně konstrukčních zásad, A<sub>s,prov</sub> - uživatelem předpokládaná podélná výztuž (základní + přídavná), A<sub>s,min</sub> - minimální výztuž z konstrukčních zásad, A<sub>s,max</sub> - maximální výztuž z konstrukčních zásad, Stav - posouzení zda A<sub>s,req</sub> < A<sub>s,prov</sub> a A<sub>s,prov</sub> < A<sub>s,max</sub>



[1+] φ8/100 (A<sub>s</sub> = 503 mm<sup>2</sup>)  
 [2+] φ8/100 (A<sub>s</sub> = 503 mm<sup>2</sup>)  
 [1-] φ8/100 (A<sub>s</sub> = 503 mm<sup>2</sup>)  
 [2-] φ8/100 (A<sub>s</sub> = 503 mm<sup>2</sup>)

## Návrh smykové výztuže

Návrhová smyková síla:

$$V_{Ed} = 1.0 \text{ kN/m [CO1/1]} \quad (d = 87 \text{ mm}, z = 86.9 \text{ mm})$$

### Smyková únosnost bez smykové výztuže

Poměr podélné výztuže.

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sl,x}}{b \cdot d} = \frac{0}{1000 \cdot 87} = 0 \quad \rho_{ly} = \frac{A_{sl,y}}{b \cdot d} = \frac{0}{1000 \cdot 87} = 0$$
$$\rho_1 = \min(\rho_{ly}, 0.02) = 0$$

Vliv normálových síl:

$$\sigma_{cp,1} = \min\left(\frac{-n_{Ed,x}}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-2679}{0.125}; 0.2 \cdot 20\right) = 0.0 \text{ MPa} \quad (§6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp,2} = \min\left(\frac{-n_{Ed,y}}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-0.955}{0.125}; 0.2 \cdot 20\right) = 0.0 \text{ MPa} \quad (§6.2.2(1))$$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp,1} + \sigma_{cp,2}}{2} = \frac{-21430.5 + 7.6}{2} = 0.0 \text{ MPa}$$

Návrhová smyková únosnost se smykovou výztuží

(§6.4.4(1))

$$k = \min\left(1 + \left(\frac{200}{d}\right)^{\frac{1}{2}}; 2\right) = \min\left(1 + \left(\frac{200}{87}\right)^{\frac{1}{2}}; 2\right) = 2$$

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

$$v_{Rdc} = \max\left(10^6 \cdot \left(C_{Rdc} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck}\right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot d; 0\right) \quad (6.47)$$

$$= \max\left(10^6 \cdot \left(0.12 \cdot 2 \cdot \left(100 \cdot 0 \cdot 30\right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot -0.0107\right) \cdot 0.087; 0\right) = 0 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdmin} = \max\left(10^6 \cdot \left(v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot d; 0\right) = \max\left(10^6 \cdot \left(0.542 + 0.15 \cdot -0.0107\right) \cdot 0.087; 0\right) = 47 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rdc} = \max(v_{Rdc}; v_{Rdmin}) = \max(0 \text{ kN/m}; 47 \text{ kN/m}) = 47 \text{ kN/m}$$

### Maximální smyková únosnost betonu

Redukční součinitel pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku

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

Úhel náhradní diagonály

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

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cotg(\theta) + \tg(\theta))} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0.0869 \cdot 0.528 \cdot 20.0}{(\cotg(40) + \tg(40))} = 452 \text{ kN/m} \quad (6.9)$$

### Posouzení smykové únosnosti (bez smykové výztuže)

Posouzení  $v_{Rd,max}$

$$V_{Ed} = 1.03 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 452 \text{ kN/m} \quad \text{OK}$$

Posouzení  $v_{Rdc}$

$$V_{Ed} = 1.03 \text{ kN/m} \leq v_{Rdc} = 47 \text{ kN/m} \quad (\text{OK, není požadována žádná smyková výztuž})$$

## Shear reinforcement - Summary

| Výztuž | Typ $\theta$ | $\theta$ [°] | Stav  | $v_{Ed}$<br>[kN/m] | $v_{Rdc}$<br>[kN/m] | $v_{Rd,max}$<br>[kN/m] | $A_{sw,req}$<br>[mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ] |
|--------|--------------|--------------|-------|--------------------|---------------------|------------------------|--|
| Smyk   | Uživatel     | 40           | CO1/1 | 1.0                | 47.0                | 451.9                  | 0 (bez výztuže)                                    |

$\theta$  - úhel náhradní diagonály,  $v_{Rdc}$  - smyková únosnost bez smykové výztuže,  $v_{Rd,max}$  - maximální smyková únosnost betonu,  $A_{sw,req}$  - nutná smyková výztuž

Ing. Ondřej Kika Ph.D.