



|  |  |  |  |              |
|--|--|--|--|--------------|
| VEDOUcí PROJEKTU   | ING. JAROSLAV LACINA   |  | <br>Ptašínského 10, 602 00 Brno<br>Telefon: 541 432 611<br>E-mail: amberg@amberg.cz |              |
| ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT  | ING. VLASTIMIL HORÁK   |  |  |              |
| VYPRACOVAL   | ING. MÁRIA TARBAJOVÁ   |  |  |              |
| KONTROLOVAL  | ING. VLASTIMIL HORÁK   |  |  |              |
| KRAJ: JIHMORAVSKÝ  |  | MÚ: BRNO – STŘED   | DATUM  | 10/2020      |
| INVESTOR (ZADAVATEL): TECHNICKÉ SÍŤ BRNO, a.s., BARVÍŘSKÁ 5, 602 00 BRNO |  |  | ZMĚNA  |              |
| NÁZEV  | <b>Rekonstrukce šachty Š12<br/>včetně jámové tůně</b><br><br><b>S002 OCELOVÉ KONSTRUKCE A LEZNÍ ODDĚLENÍ</b> |  | FORMÁT   | A4           |
| NÁZEV OBJEKTU  |  |  | MĚŘÍTKO  |              |
|  |  |  | STUPEŇ   | DSP+PDPS     |
|  |  |  | ČÍS. ZAKÁZKY   | B 291-4/1    |
| NÁZEV PŘÍLOHY  | <b>STATICKÝ VÝPOČET</b>  | ARCHIVNÍ ČÍS.  | 300  |              |
|  |  | ČÍS. SOUPRAVY  | ČÍS. PŘÍLOHY   |              |
|  |  |  |  | <b>C.2.7</b> |

Objednatel:

**Technické sítě Brno, a.s.**  
**Barvířská 5**  
**602 00 Brno**

**REKONSTRUKCE ŠACHTY Š12 VČETNĚ JÁMOVÉ TŮNĚ**  
**SO02 Ocelové konstrukce a lezní oddělení**

## **C.2.7 Statický výpočet**

---

Dokumentace pro stavební povolení  
Dokumentace pro provádění stavby

**Dodatečné kotvení**

**Obsah:**

|           |  |          |
|-----------|--|----------|
| <b>1.</b> | <b>ÚVOD.....</b>   | <b>3</b> |
| <b>2.</b> | <b>POUŽITÉ PODKLADY .....</b>  | <b>3</b> |
| 2.1       | Předchozí stupně projektové dokumentace a související projekty ..... | 3        |
| 2.2       | Použité předpisy a normy.....  | 3        |
| <b>3.</b> | <b>VLASTNOSTI BETONU OSTĚNÍ ŠACHTY .....</b>                         | <b>3</b> |
| <b>4.</b> | <b>MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY .....</b>                             | <b>4</b> |
| <b>5.</b> | <b>ZATÍŽENÍ.....</b>   | <b>4</b> |
| 5.1       | Zatížení vlastnou tíhou .....  | 4        |
| 5.2       | Zatížení stálé .....   | 4        |
| 5.3       | Zatížení proměnné .....  | 5        |
| 5.4       | Kombinace zatížení dle ČSN EN 1990 Eurokód .....                     | 5        |
| <b>6.</b> | <b>DODATEČNÉ KOTVENÍ .....</b>                                       | <b>6</b> |
| 6.1       | Výpočetní model – posouzení konzoly I360 .....                       | 6        |
| 6.2       | Výpočetní model – posouzení kotvení .....                            | 9        |

## 1. ÚVOD

Předmětem tohoto stavebního objektu je podepření hlavních nosníků lezního oddělení dodatečným kotvením. Stavba se nachází uvnitř primárního kolektoru města Brna – technologická galerie TG11 je umístěna pod šachtou Š12, která se nachází na volném prostranství před FN U svaté Anny mezi ulicemi Vodní, Leitnerova a Hybešova.

Stávající hlavní nosníky lezního oddělení I 360 jsou pokryté zrezlou vrstvou převážně v místech uložení do ostění kolektoru. Projektantem byly navrženy 4 pojistné konzoly kotvené do ostění těsně pod stávajícími hlavními nosníky, aby bylo vyloučené zřícení celého lezního oddělení.

Statický výpočet řeší posouzení podepření hlavních nosníků lezního oddělení podpůrnými konzolami.

## 2. POUŽITÉ PODKLADY

### 2.1 Předchozí stupně projektové dokumentace a související projekty

1. Pasport stavební části primárního kolektoru, Amberg Engineering Brno, a.s. 12/2009
2. Pasport ocelových konstrukcí primárního kolektoru, Amberg Engineering Brno, a.s. 11/2009

### 2.2 Použité předpisy a normy

ČSN EN 1990 (73 002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1990 (73 002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí ZMĚNA A1

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 1993-1-1 (731401) Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část-1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

## 3. VLASTNOSTI BETONU OSTĚNÍ ŠACHTY

V rámci průzkumných prací (viz [1]) byla vytipována místa, ve kterých byly provedeny jádrové vrty do betonu ostění. Vývrty byly poté zkoumány v laboratořích Ústavu technologie a stavebních hmot na VUT Brno.

V předmětném úseku rekonstrukce byl proveden jádrový vrt do ostění ve 4. PP šachty Š12. Z odebraného vývrtů byla patrna vyšší přítomnost trhlin (ať již

pracovní, technologické popř. způsobené vylomením fragmentu betonu). Byly vyrobeny 2 zkušební tělesa tvaru válce. Třída betonu byla stanovena na **C 9/12,5**.

| vzorek | průměr tělesa | délka tělesa | hmotn. vzorku | objem. hmotn.            | síla   | pevnost vzorku | štíhlost prvku | opravný souč. | přev. souč.  | válcová pevnost | přev. souč. | krych. pevnost |
|--------|---------------|--------------|---------------|--------------------------|--------|----------------|----------------|---------------|--------------|-----------------|-------------|----------------|
|        | d             | L            | m             | $\rho$                   | F      | $f_0$          | i              | $k_{c,cy}$    | $k_{přm,cy}$ | $f_{c,cyl}$     | $k_{cy,cu}$ | $f_{c,cube}$   |
|        | [ mm ]        | [ mm ]       | [ g ]         | [ kg · m <sup>-3</sup> ] | [ kN ] | [ MPa ]        | [ - ]          | [ - ]         | [ - ]        | [ MPa ]         | [ - ]       | [ MPa ]        |
| 1      | 72,16         | 86,96        | 769,8         | 2165                     | 82,4   | 20,1           | 1,205          | 0,901         | 0,935        | 17,0            | 1,25        | 21,3           |
| 2      | 72,14         | 85,25        | 746,5         | 2142                     | 67,6   | 16,5           | 1,182          | 0,897         | 0,935        | 13,9            | 1,25        | 17,4           |

*Tabulka 1: Vlastnosti betonu ostění*

## 4. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

### Válcovaná výztuž

S235JR dle EN 10025-2

## 5. ZATÍŽENÍ

Zatížení je určeno dle zásad ČSN EN 1991 a jejich částí.

### 5.1 Zatížení vlastnou tíhou

Vlastní tíha – generovaná automaticky, součinitel  $\gamma_f = 1,35$

### 5.2 Zatížení stálé

Součinitel  $\gamma_f = 1,35$

| Zatížení od:  | Hmotnost [kg]   |
|---|-----------------|
| Nosníky podesty lezního oddělení pro patro Š12-1                    | 2532,69         |
| Nosníky podesty lezního oddělení pro patro Š12-2                    | 1438,27         |
| Nosníky podesty lezního oddělení pro patro Š12-3                    | 1488,33         |
| Nosníky podesty lezního oddělení pro patro Š12-4                    | 1438,27         |
| Nosníky podesty lezního oddělení pro patro Š12-5                    | 2033,80         |
| Rezerva 5 % (Osvětlení, spoje, vybavení)                            | 446,57          |
| Nové ocelové nosníky lezního oddělení                               | 300,04          |
| Svislé nosníky lezního oddělení v šachtě Š12                        | 3015,68         |
| Kabelové lávky v šachtě Š12   | 3976,20         |
| Kompozitní rošty podest lezního oddělení                            | 1635,66         |
| Trubkové a kompozitní zábradlí podest lezního oddělení v šachtě Š12 | 440,97          |
| Ocelové žebříky v šachtě Š12  | 348,40          |
| <b>CELKEM</b>   | <b>19094,88</b> |

*Tabulka 2: Stále zatížení lezního oddělení*

Rozpočítání na 1 konzolu:  $190,95 \text{ kN} / 4 = \mathbf{47,74 \text{ kN}}$

### 5.3 Zatížení proměnné

Součinitel  $\gamma_q = 1,50$

Ve výpočtu bylo uvažované s prítížením 50% celkové pochozí plochy lezního oddělení zatížením - Kategorie B: Shromažďovací plochy  $q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$

Pochozí plocha lezního oddělení:  $90,87 \text{ m}^2$

Rozpočítání na 1 konzolu:  $90,87 / 2 / 4 * 3 = 34,08 \text{ kN}$

### 5.4 Kombinace zatížení dle ČSN EN 1990 Eurokód

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} \cdot G_{k_j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q_i} \cdot Q_{k_i}$$

$$\gamma_{G_j} = 1,35$$

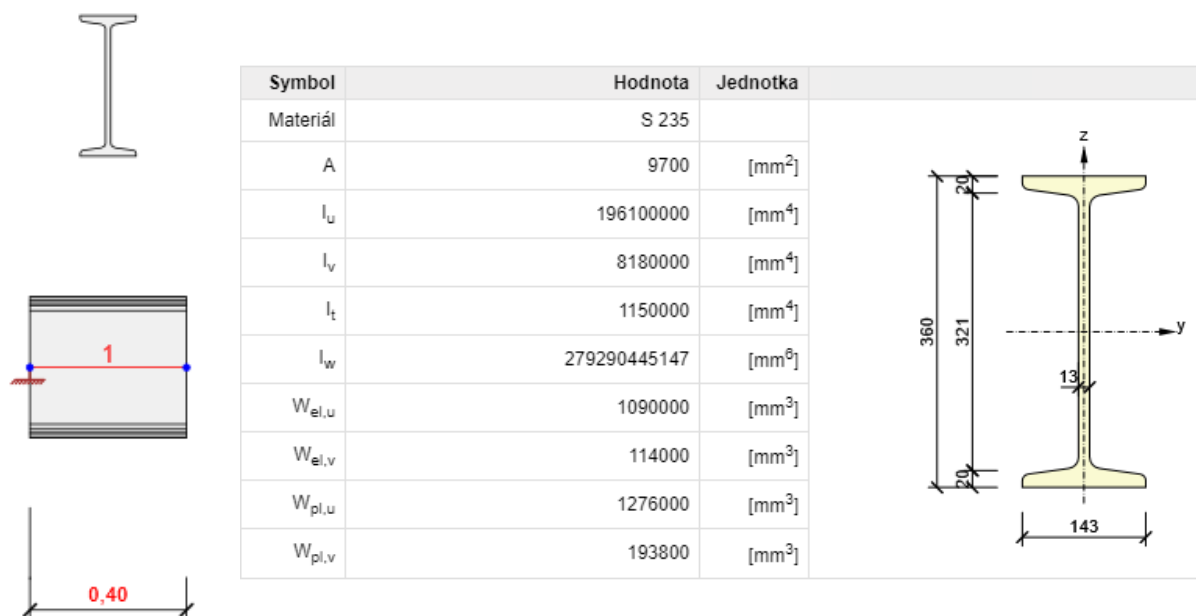
$$\gamma_{Q_i} = 1,50$$

## 6. DODATEČNÉ KOTVENÍ

### 6.1 Výpočetní model – posouzení konzoly I360

Dva hlavní nosníky lezního oddělení budou podepřeny konzolami I 360 délky 0,4 m a kotveny do ostění pomocí kotev M30. Posouzení tohoto kotvení je obsaženo v kapitole 6.2. Detailní schéma dodatečného kotvení, včetně výpisů viz. příloha C.2.6.

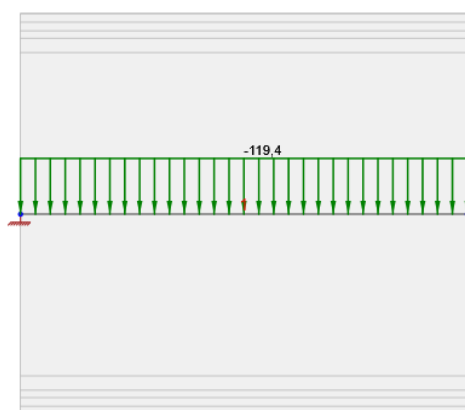
Pro výpočet byl použit prutový model. Bylo uvažováno s jednostranným vetknutím. Výpočet byl proveden v programu Idea Statica.



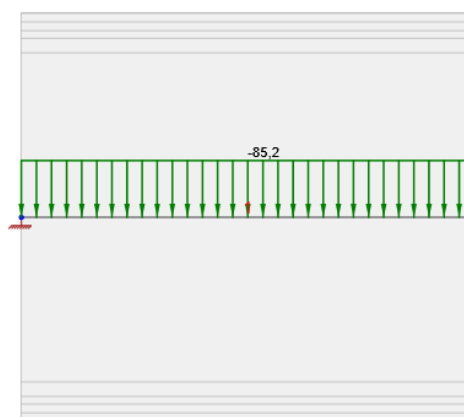
Obrázek 1: Schéma konstrukce, parametre

#### 6.1.1 Zatížení

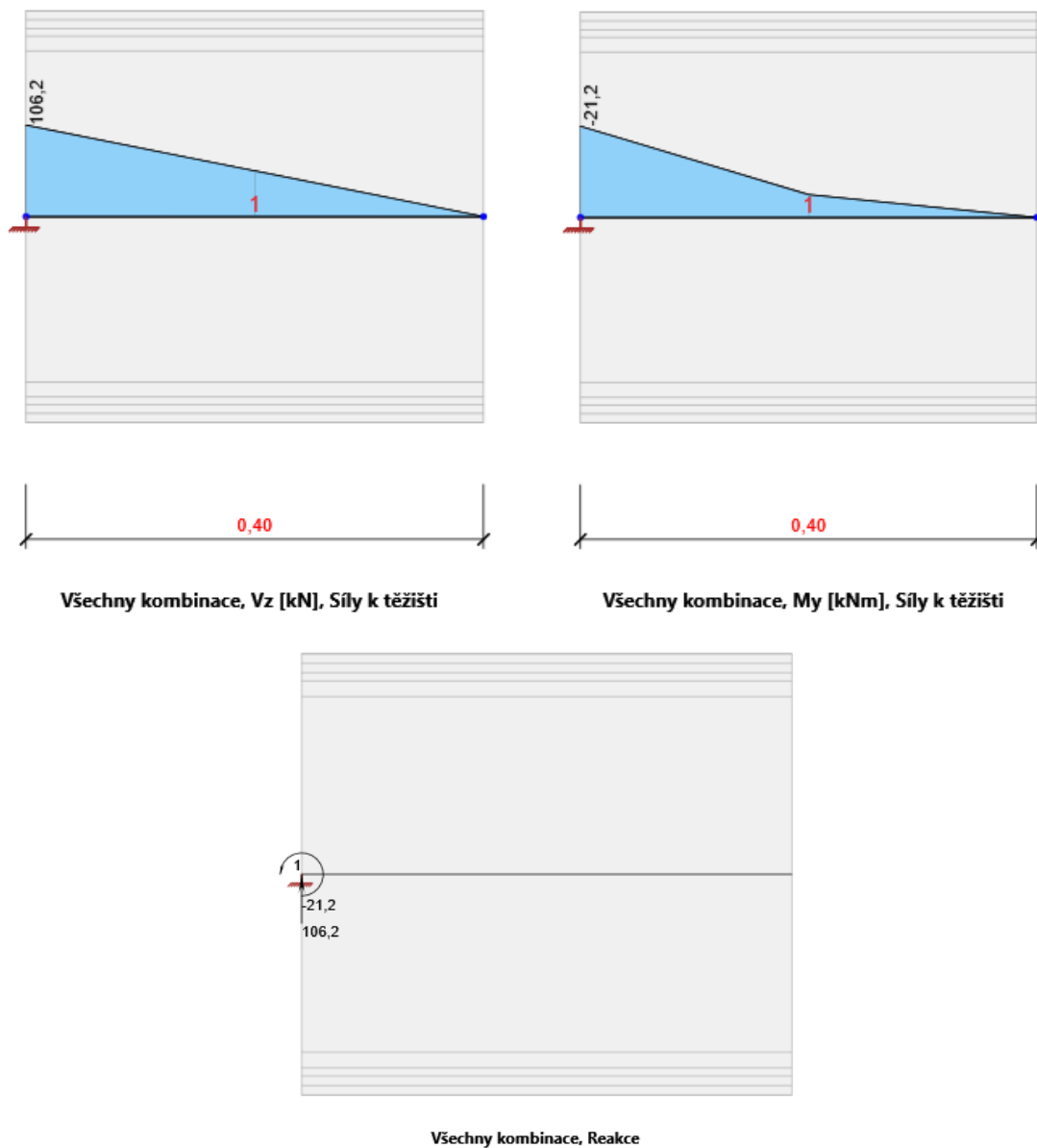
- Stále



- Proměnné



### 6.1.2 Vnitřní síly, Reakce



Obrázek 2: Vnitřní síly působící na konstrukci

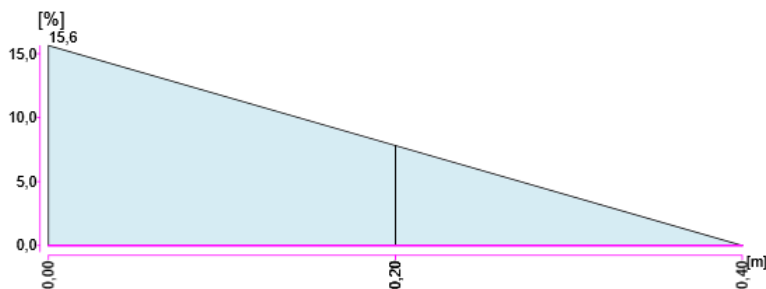
### 6.1.3 Posouzení ocelových prvků

Souhrnná tabulka

| Průřez | Kombinace | Posudek                   | Využití | Status   |
|--------|-----------|---------------------------|---------|----------|
| I360   | MSÚZ      | Posudek únosnosti         | 15,6 %  | VYHOVUJE |
| I360   | MSÚZ      | Posudek vzpěrné únosnosti | 7,1 %   | VYHOVUJE |
| I360   | MSPCh     | Průhyb                    | 3,7 %   | VYHOVUJE |

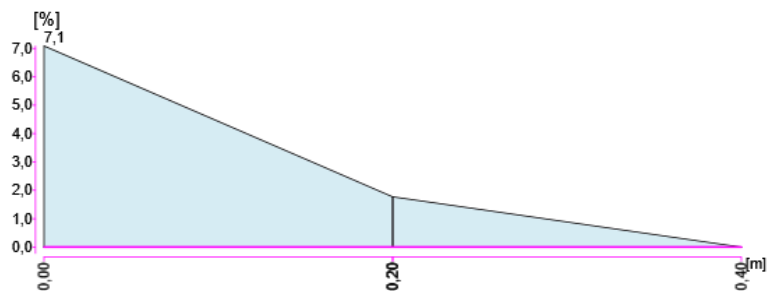


- Posudek únosnosti



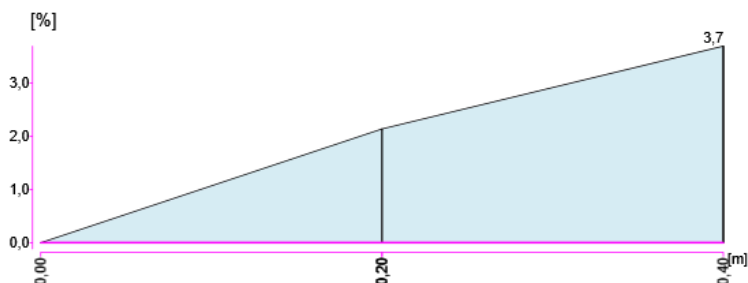
| Průřez | Kombinace | Posudek                 | Využití | Status   |
|--------|-----------|-------------------------|---------|----------|
| I360   | MSÚZ      | Posudek na ohyb. moment | 7,1 %   | VYHOVUJE |
| I360   | MSÚZ      | Posudek smyku           | 15,6 %  | VYHOVUJE |

- Posudek vzpěrné únosnosti



| Průřez | Kombinace | Posudek              | Využití | Status   |
|--------|-----------|----------------------|---------|----------|
| I360   | MSÚZ      | Posouzení na klopení | 7,1 %   | VYHOVUJE |

- Průhyb

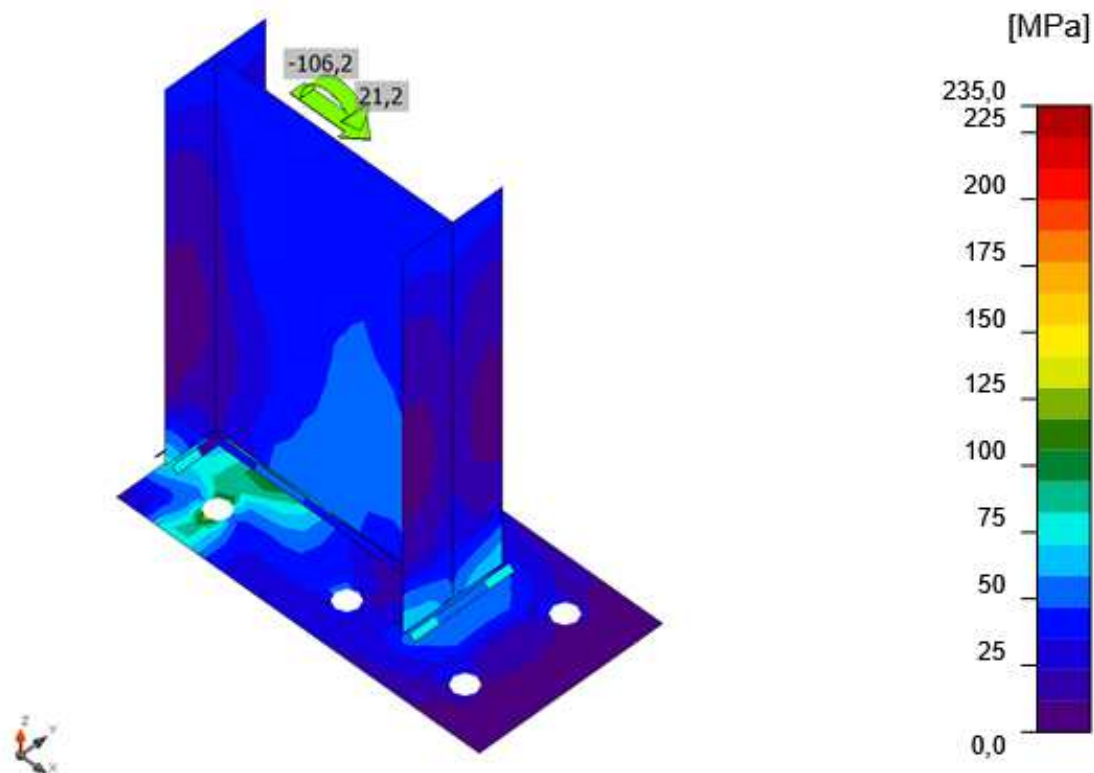


| Průřez | Kombinace | Posudek           | Využití | Status   |
|--------|-----------|-------------------|---------|----------|
| I360   | MSPCh     | Posouzení průhybu | 3,7 %   | VYHOVUJE |

## 6.2 Výpočetní model – posouzení kotvení

Souhrnná tabulka

|               |                  |          |
|---------------|------------------|----------|
| Výpočet       | 100 %            | OK       |
| Plech         | 0,0 % < 5,0 %    | VYHOVUJE |
| Kotvy         | 94,5 % < 100,0 % | VYHOVUJE |
| Svary         | 21,5 % < 100,0 % | VYHOVUJE |
| Betonový blok | 25,7 % < 100,0 % | VYHOVUJE |

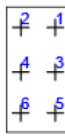


Obrázek 3: Srovnávací napětí

- Plechy

| Název                | Tloušťka [mm] | Srov. napětí $\sigma_{Ed}$ [MPa] | Přetvoření $\epsilon_{Pl}$ [MPa] | Status   |
|----------------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|----------|
| I 360 horní pásnice  | 19,5          | 68,8                             | 0,0                              | VYHOVUJE |
| I 360 spodní pásnice | 19,5          | 61,8                             | 0,0                              | VYHOVUJE |
| I 360 stojna         | 13,0          | 55,4                             | 0,0                              | VYHOVUJE |
| Kotevní plech        | 18,0          | 125,5                            | 0,0                              | VYHOVUJE |

- Kotvy

|   | Název | Trída        | Zatížení | $F_{t,Ed}$ [kN] | $V$ [kN] | $N_{rdc}$ [kN] | $N_{rdp}$ [kN] | $U_t$ [%] | $F_{b,Rd}$ [kN] | $U_{ts}$ [%] | $U_{ts}$ [%] | $V_{Rd,cp}$ [kN] | $V_{Rd,c}$ [kN] | Konstrukční zásady | Status |
|---|-------|--------------|----------|-----------------|----------|----------------|----------------|-----------|-----------------|--------------|--------------|------------------|-----------------|--------------------|--------|
|  | A1    | M30 10.9 - 1 | LE1      | 41,4            | 17,6     | 49,9           | 0,0            | 82,9      | 333,9           | 32,9         | 94,3         | 53,4             | 91,9            | OK                 | OK     |
|   | A2    | M30 10.9 - 2 | LE1      | 41,4            | 17,6     | 49,9           | 0,0            | 83,0      | 333,9           | 32,8         | 94,5         | 53,4             | 91,9            | OK                 | OK     |
|   | A3    | M30 10.9 - 3 | LE1      | 0,2             | 17,9     | 0,0            | 0,0            | 0,1       | 388,8           | 33,5         | 19,4         | 53,4             | 91,9            | OK                 | OK     |
|   | A4    | M30 10.9 - 4 | LE1      | 0,2             | 17,9     | 0,0            | 0,0            | 0,1       | 388,8           | 33,5         | 19,4         | 53,4             | 91,9            | OK                 | OK     |
|   | A5    | M30 10.9 - 5 | LE1      | 0,0             | 17,7     | 0,0            | 0,0            | 0,0       | 388,8           | 33,0         | 19,0         | 53,4             | 91,9            | OK                 | OK     |
|   | A6    | M30 10.9 - 5 | LE1      | 0,0             | 17,6     | 0,0            | 0,0            | 0,0       | 388,8           | 33,0         | 19,0         | 53,4             | 91,9            | OK                 | OK     |

Návrhová data

| Název        | $F_{t,Rd}$ [kN] | $B_{p,Rd}$ [kN] | $F_{v,Rd}$ [kN] | $V_{rds}$ [kN] | $S_{tf}$ [MN/m] |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| M30 10.9 - 1 | 343,3           | 514,8           | 187,0           | 56,8           | 619             |
| M30 10.9 - 2 | 343,3           | 514,8           | 187,0           | 56,8           | 619             |
| M30 10.9 - 3 | 343,3           | 514,8           | 187,0           | 63,3           | 619             |
| M30 10.9 - 4 | 343,3           | 514,8           | 187,0           | 63,3           | 619             |
| M30 10.9 - 5 | 343,3           | 514,8           | 187,0           | 63,3           | 619             |

|            |  |
|------------|--|
| $F_{t,Rd}$ | Tahová únosnost šroubu podle EN 1993-1-8 tab. 3.4            |
| $F_{t,Ed}$ | Tahová síla  |
| $B_{p,Rd}$ | Únosnost v protlačení  |
| $V$        | Výslednice smykových sil $V_y$ , $V_z$ ve šroubu.            |
| $F_{v,Rd}$ | Únosnost šroubu ve smyku EN_1993-1-8 tabulka 3.4             |
| $V_{rds}$  | Charakteristická únosnost kotvy ETAG 001 Příloha C (5.2.3.2) |
| $S_{tf}$   | Podélná tuhost kotvy   |

|              |  |
|--------------|--|
| $F_{b,Rd}$   | Únosnost plechu v rozsohu podle EN 1993-1-8 tab. 3.4 |
| $N_{rd,c}$   | Únosnost vytržení betonu                             |
| $N_{rd,p}$   | Únosnost na vytržení                                 |
| $U_{t_t}$    | Využití v tahu                                       |
| $U_{t_s}$    | Využití ve smyku                                     |
| $U_{t_{ts}}$ | Využití v tahu a smyku EN 1993-1-8 tabulka 3.4       |
| $V_{rd,cp}$  | Vylomení betonu podle ETAG 001 příloha C (5.2.3.3)   |
| $V_{rd,c}$   | Porušení okraje betonu ETAG 001 příloha C (5.2.3.4)  |
| $C_{pf}$     | Vylomení betonu podle ETAG 001 příloha C (5.2.3.3)   |
| $C_{ef}$     | Porušení okraje betonu ETAG 001 příloha C (5.2.3.4)  |

### - Svary

| Položka     | Hrana      | Účinná tl.<br>[mm] | Délka<br>[mm] | Zatížení | $\sigma_{w,Ed}$<br>[MPa] | $\varepsilon_{Pl}$<br>[%] | $\sigma_{\perp}$<br>[MPa] | $\tau_{\parallel}$<br>[MPa] | $\tau_{\perp}$<br>[MPa] | $U_t$<br>[%] | $U_{t_c}$<br>[%] | Status |
|-------------|------------|--------------------|---------------|----------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------|------------------|--------|
| Patní deska | I360-bfl 1 | ▲10,0▲             | 143           | LE1      | 39,6                     | 0,0                       | -7,8                      | 12,1                        | -18,9                   | 11,0         | 9,2              | OK     |
|             |            | ▲10,0▲             | 143           | LE1      | 77,5                     | 0,0                       | -39,3                     | -26,4                       | 28,1                    | 21,5         | 17,9             | OK     |
| Patní deska | I360-tfl 1 | ▲10,0▲             | 143           | LE1      | 54,1                     | 0,0                       | -2,7                      | 21,1                        | -23,0                   | 15,0         | 12,6             | OK     |
|             |            | ▲10,0▲             | 143           | LE1      | 77,6                     | 0,0                       | 44,7                      | 33,2                        | -15,3                   | 21,5         | 14,0             | OK     |
| Patní deska | I360-w 1   | ▲8,0▲              | 341           | LE1      | 55,8                     | 0,0                       | 18,1                      | -25,1                       | 17,3                    | 15,5         | 10,1             | OK     |
|             |            | ▲8,0▲              | 341           | LE1      | 56,8                     | 0,0                       | 17,0                      | 25,7                        | -17,8                   | 15,8         | 10,1             | OK     |

|                    |  |
|--------------------|--|
| $\varepsilon_{Pl}$ | Přetvoření   |
| $\sigma_{w,Ed}$    | Ekvivalentní napětí                                      |
| $\sigma_{w,Rd}$    | Únosnost na srovnávací napětí                            |
| $\sigma_{\perp}$   | Kolmé napětí   |
| $\tau_{\parallel}$ | Smykové napětí rovnoběžné s osou svaru                   |
| $\tau_{\perp}$     | Smykové napětí kolmé k ose svaru                         |
| $0.9 \sigma$       | Únosnost na kolmé napětí - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$ |
| $\beta_w$          | Součinitel korelace podle EN 1993-1-8 tab. 4.1           |
| $U_t$              | Využití  |
| $U_{t_c}$          | Využití únosnosti svaru                                  |

### - Betonový blok

| Položka | Zatížení | $c$<br>[mm] | $A_{eff}$<br>[mm <sup>2</sup> ] | $\sigma$<br>[MPa] | $k_j$<br>[-] | $F_{jd}$<br>[MPa] | $U_t$<br>[%] | Status |
|---------|----------|-------------|---------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|--------|
| CB 1    | LE1      | 46          | 27568                           | 3,1               | 3,00         | 12,1              | 25,7         | OK     |

|                  |  |
|------------------|--|
| $c$              | Šířka uložení                            |
| $A_{\text{eff}}$ | Účinná plocha                            |
| $\sigma$         | Průměrné napětí v betonu                 |
| $k_j$            | Součinitel koncentrace                   |
| $F_{jd}$         | Mezní únosnost betonové patky v otláčení |
| $U_t$            | Využití                                  |

## Nastavení normy

| Položka                                 | Hodnota                | Jednotka | Odkaz                            |
|---|------------------------|----------|----------------------------------|
| $Y_{M0}$                                | 1,00                   | -        | EN 1993-1-1: 6.1                 |
| $Y_{M1}$                                | 1,00                   | -        | EN 1993-1-1: 6.1                 |
| $Y_{M2}$                                | 1,25                   | -        | EN 1993-1-1: 6.1                 |
| $Y_{M3}$                                | 1,25                   | -        | EN 1993-1-8: 2.2                 |
| $Y_C$                                   | 1,50                   | -        | EN 1992-1-1: 2.4.2.4             |
| $Y_{\text{Inst}}$                       | 1,20                   | -        | ETAG 001-C: 3.2.1                |
| Součinitel styčnicku $\beta_j$          | 0,67                   | -        | EN 1993-1-8: 6.2.5               |
| Účinná plocha - vliv velikosti sítě     | 0,10                   | -        |                                  |
| Součinitel tření - beton                | 0,25                   | -        | EN 1993-1-8                      |
| Součinitel tření pro třecí spoje        | 0,30                   | -        | EN 1993-1-8 tab 3.7              |
| Mezní plastické přetvoření              | 0,05                   | -        | EN 1993-1-5                      |
| Vyhodnocení napětí svarů                | Plastická redistribuce |          |                                  |
| Konstrukční zásady                      | Ano                    |          |                                  |
| Vzdálenost mezi šrouby [d]              | 2,20                   | -        | EN 1993-1-8: tab 3.3             |
| Vzdálenost mezi šrouby a hranou [d]     | 1,20                   | -        | EN 1993-1-8: tab 3.3             |
| Únosnost vytržení betonu                | Ano                    |          | ETAG 001-C                       |
| Použít vypočtené ob v posudku otláčení. | Ano                    |          | EN 1993-1-8: tab 3.4             |
| Potrhaný beton                          | Ano                    |          |                                  |
| Kontrola lokální deformace              | Ne                     |          |                                  |
| Limita lokální deformace                | 0,03                   | -        | CIDECT DG 1, 3 - 1.1             |
| Geometrická nelinearita (GMNA)          | Ano                    |          | Velké deformace pro duté profily |
| Braced system                           | Ne                     |          |                                  |

Vypracovala:

Ing. Mária Tarbajová