



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Doprava

Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní
infrastruktury




Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

| Revize: | Datum: | Popis: | Kontroloval: |
|---------|------------|-------------------------------------|--------------------|
| 000 | 19.11.2021 | Odevzdání dokumentace k připomínkám | Ing. Vojtěch Rygál |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | |
|---------------------|---|---|
| Stavebník/Investor: | Správa železnic, státní organizace |  SPRÁVA ŽELEZNIC |
| Adresa: | Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 | |
| Zástupce investora: | Stavební správa západ | |
| Adresa: | Sokolovská 1955/278, 190 00 Praha 9 | |

| | | | | |
|--------------------------|--|-----------------------|--------------------|--|
| Zhotovitel stavby: | N+N - Konstrukce a dopravní stavby Litoměřice, s.r.o. | | |  KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY LITOMĚŘICE, s.r.o. |
| Adresa: | Nerudova 2215, 412 01 Litoměřice | | | |
| Kontakt: | T: +420 416 732 335 E: nan@nanlitomerice.cz | | | |
| Zhotovitel objektu: | N+N - Konstrukce a dopravní stavby Litoměřice, s.r.o. | | |  KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY LITOMĚŘICE, s.r.o. |
| Adresa: | Nerudova 2215, 412 01 Litoměřice | | | |
| Kontakt: | T: +420 416 732 335 E: nan@nanlitomerice.cz | | | |
| Hlavní projektant (HIP): | Specialista: | Odpovědný projektant: | Zpracovatel: | |
| Ing. Vojtěch Rygál | Ing. Vojtěch Rygál | Ing. Vojtěch Rygál | Ing. Vojtěch Rygál | |

| | | | | |
|----------------------------|----------------------------------|----------|----------|--|
| Název stavby/akce: | "Zřízení zastávky Dýšina" | | | Označení (S-kód): S631800326 |
| | | | | Označení zhotovitele: 40/21 - 21281 |
| Název části: | Inženýrské objekty | | | Označení části: D.2.1 |
| Název objektu: | Nástupiště | | | Označení objektu/komplexu: SO 10-12-01 |
| Název přílohy: | Výpočty | | | Číslo přílohy: 3. 101 |
| Název dílčí části přílohy: | | | | Paré: |
| Kraj: | Katastrální území: | TUDU: | | |
| Plzeňský | Dýšina | 027122 | | |
| Stupeň dokumentace: | Datum zpracování: | Formáty: | Měřítka: | |
| DUSP | 11/2021 | A4 | - | |

S-kód: 6 3 1 8 0 0 3 2 6 Stupeň dokumentace: Část: Objekt: Podobek: Příloha: Revize:
S 6 3 1 8 0 0 3 2 6 - D U S P - X X X X X X - X X X X X X X X - x x - X - X X X - 0 0 0

[Prostor pro další informace]

6.

Statické posouzení železobetonového základu pro prefabrikované patky na železničním nástupišti

Vypracoval: Ing. Lukáš Bobek

Kontroloval: doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.
 autorizovaný inženýr pro mosty a inženýrské
 konstrukce

Datum: 15.10.2018

Obsah

| | | |
|---|------------------------------|----|
| 1 | Technická zpráva..... | 3 |
| 2 | Geometrie základu | 6 |
| 3 | Zatížení | 7 |
| 4 | Vnitřní síly..... | 8 |
| 5 | Dimenzování na ohyb | 9 |
| 6 | Posouzení na protlačení..... | 10 |

1 Technická zpráva

Úkolem statického výpočtu je navrhnout výztuž železobetonových základů (dále zjednodušeně „patek“ pro prefabrikované patky nástupiště.

ŽB patky slouží jako základ nástupiště železniční stanice v obci Dýšina. Jsou použity 2 druhy patek:

- 10 kusů šířky 800mm, výšky 500mm a délky 2300mm
- 2 kusy šířky 800mm, výšky 500mm a délky 3800mm

Základové patky budou vytvořeny z důvodu dostatečné únosnosti z betonu třídy **C16/20**.

Podloží pod patkami je tvořeno neúnosnými jíly, proto bude každá patka podle návrhu společnosti WALTEC centricky uložena na mikropiloty. Každá patka délky 2300mm bude uložena na 2 mikropiloty 52/26, které budou od sebe osově vzdáleny 765mm. Větší patky délky 3800mm budou uloženy na 4 mikropiloty 52/26 v osové vzdálenosti 760mm. Společnost WALTEC garantuje únosnost 1 mikropiloty $N_{sd} = 151,7\text{kN}$. Na hlavy mikropilot budou našroubované ocelové desky rozměru 200x200x20mm zabezpečující lepší přenos zatížení z betonu do mikropilot. Mikropiloty spolu s roznášecími deskami budou zapuštěny do betonu základové patky tak, že horní povrch roznášecích desek bude ve vzdálenosti 200mm od spodního okraje patky.

Na základovou patku bude následně uložen ŽB prefabrikovaný blok, který bude tvořit podporu pro podélné ŽB nosníky nesoucí ŽB desky, které tvoří podlahu nástupiště. Ve výpočtu je uvažováno se zatížením lidmi v hodnotě 5kN/m^2 po celé ploše nástupiště.

Systém spolupůsobení mikropilot a proměnlivého podloží není předmětem tohoto výpočtu, jelikož vzájemné spolupůsobení je předmětem geotechnické analýzy. Pro návrh a posouzení základu byla vybrána nejhorší varianta, která spočívá v považování mikropilot jako bodové podpory betonového základu bez přispění okolního podloží, protože vede na nejnepríznivější namáhání jak navrhovaného základu a jeho vyztužení, tak podporujících mikropilot.

V programu Scia Engineer byl vytvořen prutový model reprezentující patku uloženou na 2 pevných podporách. Na konstrukci bylo aplikováno jednotlivé zatížení jako rovnoměrné zatížení od ŽB bloku nad patkou. Zatížení bylo následně umístěné tak, aby se vyvodili maximální namáhání pro jednotlivé části konstrukce.

Byly vytvořeny kombinace zatížení dle ČSN EN 1990. Pro návrh výztuže na ohyb a posouzení na smyk byla vytvořena kombinace zatížení 6.10 dle vzorce $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$.

Následně byly z programu Scia Engineer získané průběhy vnitřních sil, díky čemu je možné nadimenzovat výztuž na ohyb a také posoudit desku na únosnost v protlačení. Při posouzení byly uvažovány následující parametry konstrukce:

- beton C16/20
- ocel B500B
- krytí $c = 40\text{mm}$

Je potřebné dbát konstrukčních zásad, a proto bylo nutné zvýšit množství podélné výztuže na horním povrchu patky, sloužící jako ohybová výztuž při posuzování konstrukce v mezním stavu únosnosti – porušení konstrukce ohybovým momentem. Je navržena vázaná betonářská výztuž $\Phi 10$, pevnostní třídy **B500B**.

Při posuzování patky na protlačení bylo zjištěno, že samotný beton nedokáže přenést smykovou sílu vzniknutou v tomto mezním stavu, proto jsou navrženy **4-střížné třmínky $\Phi 8$ á 150mm**.

Posudek byl podrobně prováděn pro patky délky 2300mm. Větší základové patky délky 3800mm mají totožné zatížení na metr délky a také podobné statické schéma, proto je pro návrh použité stejná výztuž na ohyb a také na smyk jako v případě menších patek.

Při kontrole reakcí v modelu bylo zjištěno, že maximální reakce v mezním stavu únosnosti je 217,46kN. Deklarovaná únosnost mikropiloty je však pouze 151,7kN, takže je nedostačující na přenesení vzniknutých podporových reakcí. **Je potřebné zvýšit únosnost mikropilot na minimální hodnotu $N_{sd,min} = 218\text{kN}$** . V případě, že bude zachována původní únosnost mikropilot $N_{sd} = 151,7\text{kN}$, tak v mezním stavu únosnosti dojde k vyčerpání únosnosti mikropilot a následně bude základ dosedat na jílové podloží, které bude působit jako plošná podpora základu a dojde k přerozdělení namáhání mezi mikropilotami a podložím pod betonem základu.

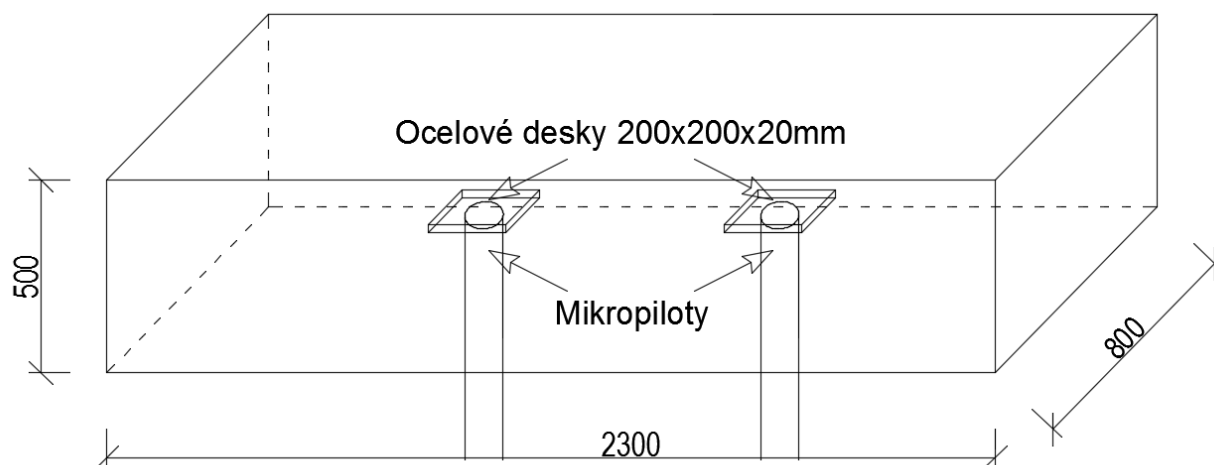
Přibližný rozpočet

| | Počet MJ | Cena za MJ | Cena celkem |
|----------------------------------|---------------------|------------|-----------------|
| - beton prostý C12/15, XC0 | 3,76m ³ | 3 300Kč | 12 408Kč |
| - beton železový C16/20, XC1 | 12,24m ³ | 3 800Kč | 46 512Kč |
| - betonářská výztuž B500B | 0,807t | 38 000Kč | 30 666Kč |
| Předpokládaná cena celkem | | | 89 586Kč |

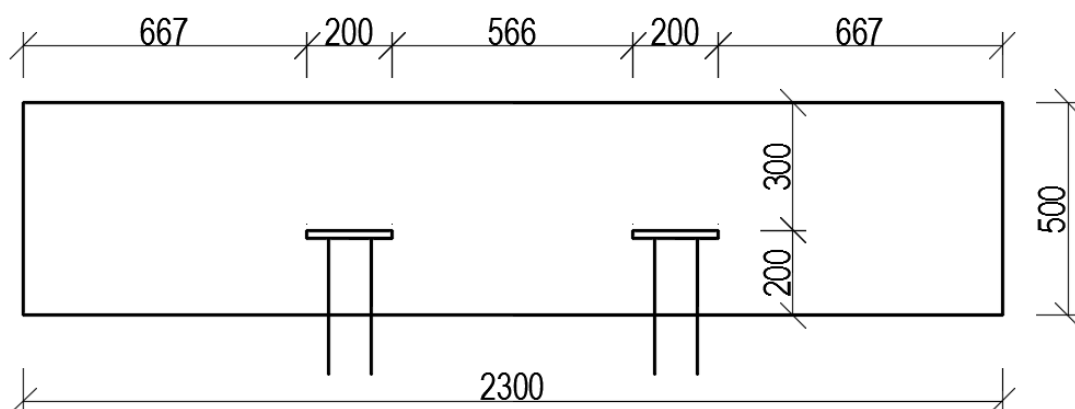
Pozn. Ostatní práce jako výkopy, čerpání vody, odvoz zeminy, zpětné zásypy a podobně nejsou součástí tohoto rozpočtu.

2 Geometrie základu

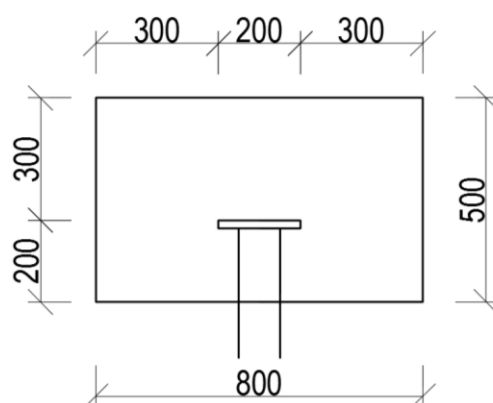
Axonometrický pohled



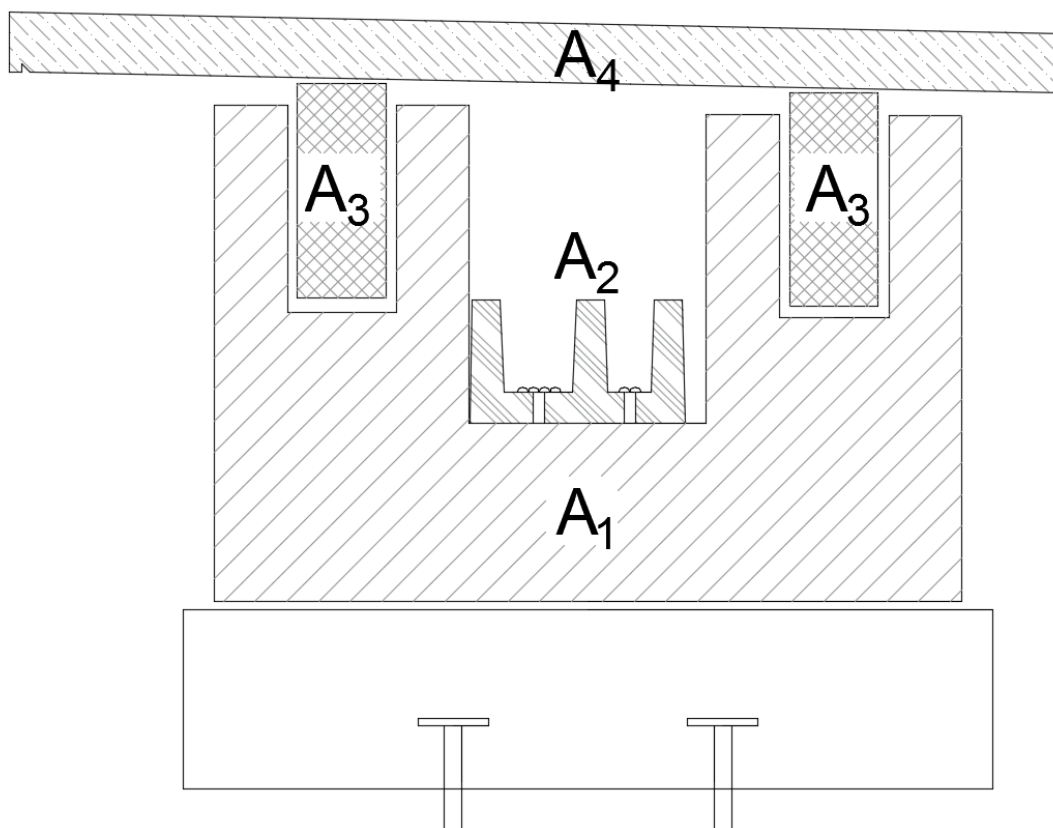
Podélný řez



Příčný řez



3 Zatížení



Stálé zatížení

| | | | |
|---|---|---|-------------------|
| - vlastní tíha základu | | | |
| - úložný blok nad základem A ₁ | $g_{k,1} = 2 \cdot 0,6 \cdot 25 = 30,00 \text{ kN}$ | → | 14,12 kN/m |
| - malý úložný blok A ₂ | $g_{k,2} = 0,21 \cdot 0,6 \cdot 25 = 3,15 \text{ kN}$ | → | 1,42 kN/m |
| - podélné nosíky A ₃ | $g_{k,3} = 0,306 \cdot 7,5 \cdot 25 = 57,38 \text{ kN}$ | → | 25,91 kN/m |
| - nosní deska nástupiště A ₁ | $g_{k,4} = 0,51 \cdot 7,5 \cdot 25 = 95,63 \text{ kN}$ | → | 43,17 kN/m |
| Celková tíha ostatního stálého | $g_k = 186,16 \text{ kN}$ | → | 87,60 kN/m |

Proměnné zatížení

Je uvažováno zatížení lidmi v hodnotě **5 kN/m²**.

Potom **$q_k = 5 \text{ kN/m}^2 \cdot 3 \cdot 7,5 / 2,215 = 50,79 \text{ kN/m}$**

Kombinace zatížení

Jsou vytvořeny kombinace dle vztahu $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$, kde $\gamma_G = 1,35$, $\gamma_Q = 1,5$.

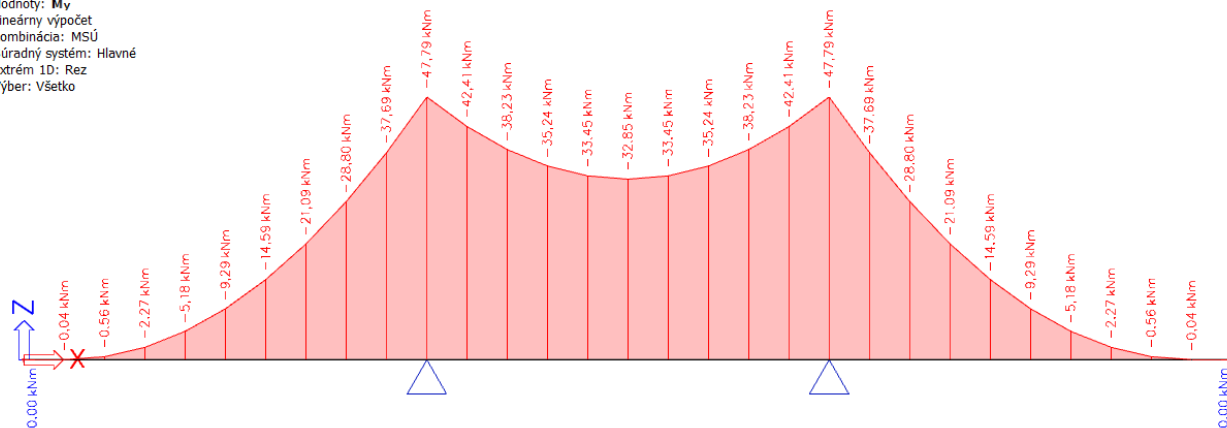
4 Vnitřní síly

V následující kapitole jsou uvedené vnitřní síly od kombinace zatížení.

- ohybový moment M_{ed} od kombinace zatížení 6.10

1D vnitřní síly

Hodnoty: M_y
Lineární výpočet
Kombinácia: MSÚ
Súradný systém: Hlavné
Extrém 1D: Rez
Výber: Všetko



- reakce R_z od kombinace zatížení 6.10

Reakcie

Hodnoty: R_z
Lineárny výpočet
Kombinácia: MSÚ
Systém: Globálny
Extrém: Prvok
Výber: Všetko



5 Dimenzování na ohyb

Ve výpočtu je uvažován beton **C16/20** a výztuž **B500B**. Krytí je uvažováno hodnotou **c = 40mm**.

Beton C16/20

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{16}{1,5} = 10,67 \text{ MPa}$$

Výztuž B500B

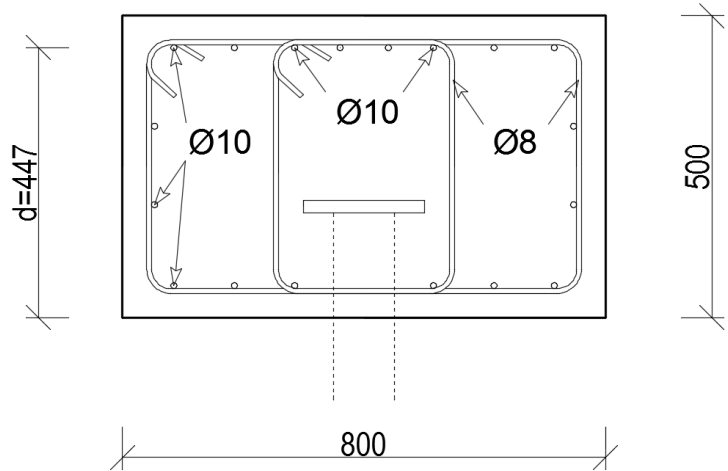
$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

Návrh výztuže

$$M_{Ed} = 47,79 \text{ kNm}$$

Navržena výztuž 8 x $\phi 10$

$$A_{st} = 628 \text{ mm}^2$$



$$\lambda x = \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{628 \cdot 434,78}{800 \cdot 10,67} = 31,99 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_{st} \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{\lambda x}{2} \right) = 628 \cdot 434,78 \cdot \left(447 - \frac{31,99}{2} \right)$$

$$M_{Rd} = 117,68 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 47,79 \text{ kNm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Konstrukční zásady

$$\varepsilon_{st} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (d - x) = \frac{0,0035}{39,99} \cdot (447 - 39,99) = 0,0356$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,78}{200000} = 0,0021$$

$$\varepsilon_{st} = 0,0356 \geq \varepsilon_{yd} = 0,0021 \Rightarrow \text{výztuž je namáhaná na mez kluzu}$$

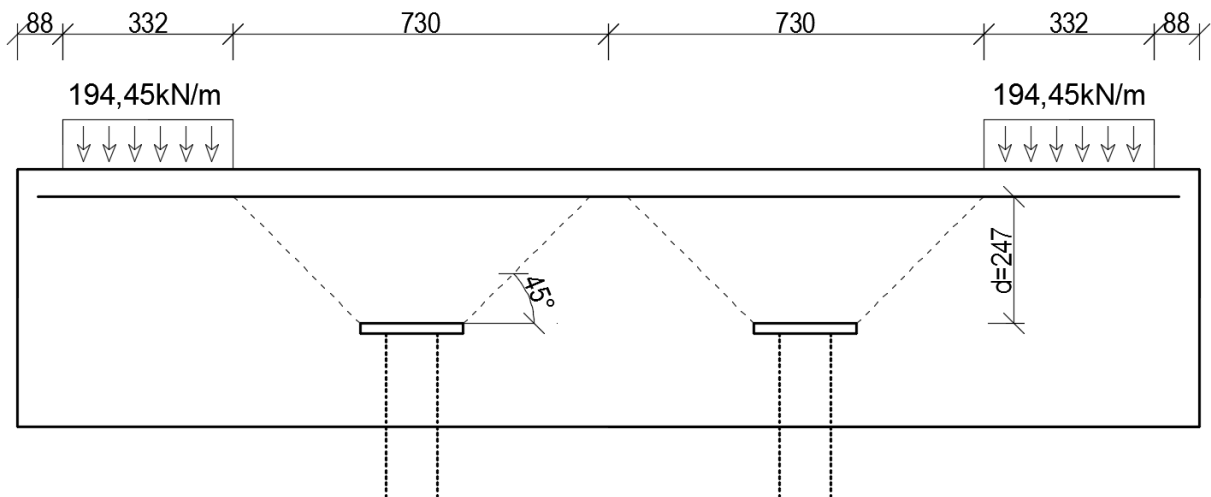
$$A_{s,min1} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{1,9}{500} \cdot 800 \cdot 447 = 353,3 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min2} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 800 \cdot 447 = 464,9 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 800 \cdot 500 = 16\,000 \text{ mm}^2$$

$$464,9 \text{ mm}^2 \leq 628 \text{ mm}^2 \leq 16\,000 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{nevyhovuje}$$

6 Posouzení na protlačení



$$V_{ed} = 194,45 \cdot 0,332 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,42 \cdot 25 \cdot 1,35$$

$$V_{ed} = 70,23 \text{ kN}$$

Posouzení tlačené diagonály

$\beta = 1,4 \Rightarrow$ uvažované na stranu bezpečnou

$$v_{ed} = \beta \cdot \frac{V_{ed}}{c_1 \cdot d}$$

$$v_{ed} = 1,4 \cdot \frac{70,23}{0,2 \cdot 0,247}$$

$$v_{ed} = 1990 \text{ kPa} = 1,990 \text{ MPa}$$

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

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{16}{250} \right)$$

$$v = 0,562$$

$$V_{Rd,max} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd}$$

$$V_{Rd,max} = 0,4 \cdot 0,562 \cdot 10,67$$

$$V_{Rd,max} = 2,646 \text{ MPa}$$

$$1,990 \text{ MPa} \leq 2,646 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$v_{ed,1} = \beta \cdot \frac{V_{ed}}{x_1 \cdot d}$$

$$v_{ed,1} = 1,4 \cdot \frac{70,23}{0,8 \cdot 0,247}$$

$$v_{ed,1} = 497,6 \text{ kPa} = 0,498 \text{ MPa}$$

Zjištění nutnosti návrhu smykové výztuže

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_{sl} \cdot f_{ck}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}$$

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

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{247}} = 1,90 \leq 2,0$$

$$\rho_{sl} = \sqrt{\rho_{sl,x} \cdot \rho_{sl,y}}$$

$$\rho_{sl,x} = \frac{A_{s,x}}{b_x \cdot d} = \frac{628}{800 \cdot 247} = 0,00318$$

$$\rho_{sl,y} = \frac{A_{s,y}}{b_y \cdot d} = \frac{335}{1000 \cdot 256} = 0,00131$$

$$\rho_{sl} = \sqrt{\rho_{sl,x} \cdot \rho_{sl,y}} = \sqrt{0,00318 \cdot 0,00131} = 0,00204$$

$$k_1 = 0,1$$

$$v_{Rd,c} = 0,12 \cdot 1,90 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0,00204 \cdot 16} + 0$$

$$v_{Rd,c} = 0,338 \text{ MPa} \geq v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = 0,299 + 0 = 0,299 \text{ MPa}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{1,5} \cdot f_{ck}^{0,5}$$

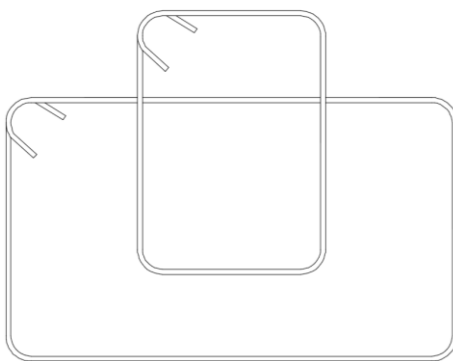
$$v_{min} = 0,035 \cdot 1,90^{1,5} \cdot 10,67^{0,5}$$

$$v_{min} = 0,299 \text{ MPa}$$

$$v_{ed,1} \leq v_{Rd,c}$$

$$0,498 \text{ MPa} \leq 0,338 \text{ MPa} \Rightarrow \text{nevyhovuje} \Rightarrow \text{nutné navrhnout smykovou výztuž}$$

Jako smyková výztuž jsou navrženy **4-střížné třmínky $\phi 8$ á 150mm**



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

$$f_{ywd,et} = 250 + 0,25d \leq f_{ywd}$$

$$f_{ywd,et} = 250 + 0,25 \cdot 247 \leq 434,78 \text{ MPa}$$

$$f_{ywd,et} = 312 \text{ MPa} \leq 434,78 \text{ MPa}$$

$$k_{max} = 1,50 \quad \text{pre } h = 300 \text{ mm}$$

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot 0,338 + 1,5 \cdot \frac{247}{150} \cdot 201 \cdot 312 \cdot \frac{1}{800 \cdot 247} \cdot \sin 90^\circ \leq 1,5 \cdot 0,338$$

$$v_{Rd,cs} = 1,037 \text{ MPa} \leq 0,507 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,cs} \leq 0,507 \text{ MPa} \leq v_{ed,1} = 0,498 \text{ MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$