

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

K133 - KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PŘÍLOHY

Autor:

Vojtěch Černý

Vedoucí práce:

Ing. Petr Bílý, Ph.D.

Praha 2020

Seznam příloh:

P.1. Zatížení větrem

P.2. Statické výpočty – MS Excel

P.1. Zatížení větrem

Název projektu

Hala Křeč, PH Metal

Lokalita:

Křeč (Vysočina)

Větrná oblast ČR



3

| | | |
|------------------------------|------------------------------------|----------|
| zákl. výchozí rychlost větru | $v_{b,0}$ | 27,5 m/s |
| součinitel směru větru | C_{dir} | 1 |
| součinitel ročního období | C_{season} | 1 |
| základní rychlost větru | $v_b = C_{dir} C_{season} v_{b,0}$ | 27,5 m/s |

Kategorie terénu

Kategorie terénu 2



3

Stanovení střední rychlosti větru

| | | |
|--------------------------|-----------------------------------|----------|
| parametr drsnosti terénu | Z_0 | 0,05 m |
| minimální výška | Z_{min} | 2 m |
| maximální výška | Z_{max} | 200 m |
| součinitel terénu | $k_r = 0,19 (Z_0/Z_{oII})^{0,07}$ | 0,190 |
| součinitel orografie | $C_{0(z)}$ | 1,000 |
| součinitel turbulence | k_I | 1,000 |
| základní dynamický tlak | $q_b = 0,5 \rho v_b^2(z)$ | 472,7 Pa |

TAB.1 - Základní tlak větru dle výšky

| $Z(e)$ [m] | $C_r(z)$ [m/s] | $V_m(z)$ [m/s] | $I_v(z)$ [-] | $C_e(z)$ [-] | $q_p(z)$ N/m ² | $q_p(z)$ kN/m ² |
|---------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|
| 7,5 | 0,95 | 26,18 | 0,20 | 2,17 | 1026,9 | 1,03 |
| 11 | 1,02 | 28,18 | 0,19 | 2,41 | 1140,6 | 1,14 |
| 15 | 1,08 | 29,80 | 0,18 | 2,62 | 1236,4 | 1,24 |
| 20 | 1,14 | 31,31 | 0,17 | 2,81 | 1328,1 | 1,33 |
| 50 | 1,31 | 36,09 | 0,14 | 3,47 | 1639,3 | 1,64 |
| 100 | 1,44 | 39,71 | 0,13 | 4,01 | 1893,6 | 1,89 |
| 200 | 1,58 | 43,34 | 0,12 | 4,58 | 2164,4 | 2,16 |

Sedlová střecha - oblast (F,G,H,I) dle čl.7.2.5

Výběr sklonu střechy

sklon < 0° sklon > 0°

2

sklon střechy α_L 10°

OK

1

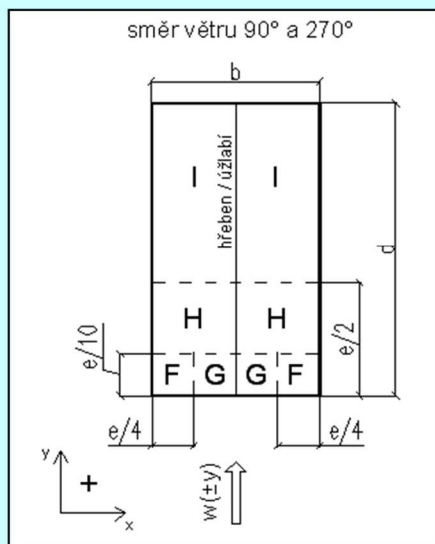
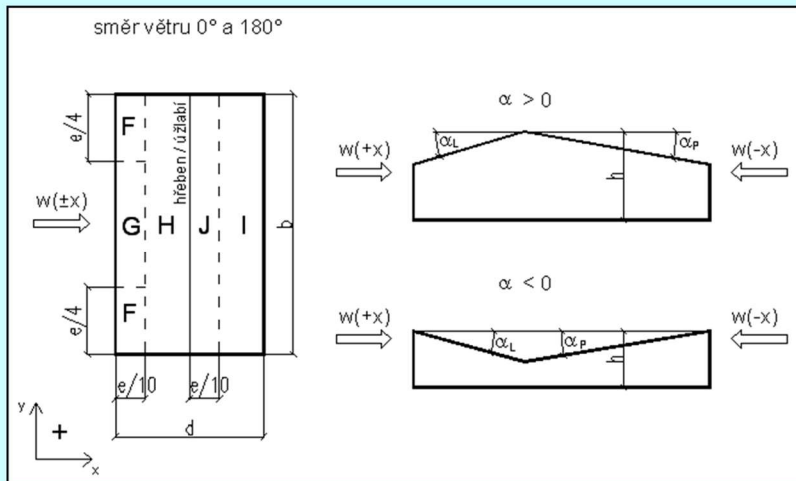
sklon střechy α_P 10°

OK

1

§

A) Geometrie ve směru osy X



| | |
|------|-------|
| Z(e) | 11 m |
| h | 11 m |
| b | 43 m |
| d | 62 m |
| h/d | 0,18 |
| e | 22 m |
| e/4 | 5,5 m |
| e/10 | 2,2 m |

| | |
|------|-------|
| Z(e) | 11 m |
| h | 11 m |
| b | 62 m |
| d | 43 m |
| h/d | 0,26 |
| e | 22 m |
| e/2 | 11 m |
| e/4 | 5,5 m |
| e/10 | 2,2 m |

C) Stanovení součinitelů tlaku pro pozemní stavby

Výběr součinitele vnějšího tlaku

Cpe,1 Cpe,10

2

TAB. 9

| Cpe,10 | směr větru 0° | | | | |
|--------|--------------------------|-------|-------|--------------------------|-------|
| | sklon střechy α_L | | | sklon střechy α_P | |
| | F | G | H | I | J |
| 1 | -1,30 | -1,00 | -0,45 | -0,50 | -0,40 |
| 2 | -1,30 | -1,00 | -0,45 | -0,30 | -0,30 |
| 3 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | -0,50 | -0,40 |
| 4 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | -0,30 | -0,30 |

210

210

| Cpe,10 | směr větru 180° | | | | |
|--------|--------------------------|-------|-------|--------------------------|-------|
| | sklon střechy α_P | | | sklon střechy α_L | |
| | F | G | H | I | J |
| 1 | -1,30 | -1,00 | -0,45 | -0,50 | -0,40 |
| 2 | -1,30 | -1,00 | -0,45 | -0,30 | -0,30 |
| 3 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | -0,50 | -0,40 |
| 4 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | -0,30 | -0,30 |

| Cpe,10 | směr větru 90° a 270° | | | |
|------------|-----------------------|-------|-------|-------|
| | F | G | H | I |
| α_L | -1,45 | -1,30 | -0,65 | -0,55 |
| α_P | -1,45 | -1,30 | -0,65 | -0,55 |

D) Zatížení větrem na jednotlivé oblasti

TAB. 10

| wk | směr větru 0° | | | | |
|----|--------------------------|-------|-------|--------------------------|-------|
| | sklon střechy α_L | | | sklon střechy α_P | |
| | F | G | H | I | J |
| 1 | -1,48 | -1,14 | -0,51 | -0,57 | -0,46 |
| 2 | -1,48 | -1,14 | -0,51 | -0,34 | -0,34 |
| 3 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | -0,57 | -0,46 |
| 4 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | -0,34 | -0,34 |

| wk | směr větru 180° | | | | |
|----|--------------------------|-------|-------|--------------------------|-------|
| | sklon střechy α_L | | | sklon střechy α_P | |
| | F | G | H | I | J |
| 1 | -1,48 | -1,14 | -0,51 | -0,57 | -0,46 |
| 2 | -1,48 | -1,14 | -0,51 | -0,34 | -0,34 |
| 3 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | -0,57 | -0,46 |
| 4 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | -0,34 | -0,34 |

| wk | směr větru 90° a 270° | | | |
|------------|-----------------------|-------|-------|-------|
| | F | G | H | I |
| α_L | -1,65 | -1,48 | -0,74 | -0,63 |
| α_P | -1,65 | -1,48 | -0,74 | -0,63 |

- kombinace: 1 - oblast F,G,H (sání) + oblast I,J (sání)
 2 - oblast F,G,H (sání) + oblast I,J (tlak)
 3 - oblast F,G,H (tlak) + oblast I,J (sání)
 4 - oblast F,G,H (tlak) + oblast I,J (tlak)

Poznámka: wk = qp(z) Cpe,10(1)
 kladné hodnoty (tlak) , záporné (sání)

P.2. Statické výpočty – MS Excel

P.2.1 Návrh a posouzení předpjatého vazníku

| <u>Předpjatý vazník B112:</u> | | | |
|--|-------------------|--------------|-----------------|
| <u>Materiálové charakteristiky:</u> | | | |
| <u>Předpínací výztuž:</u> | | | |
| Typ předpínací výztuže: | | Y1770S7-15,7 | |
| Mez pevnosti lan: | $f_{pk} =$ | 1770 | MPa |
| Smluvní mez kluzu: | $f_{p01,k} =$ | 1560 | MPa |
| Návrhová mez kluzu: | $f_{pd} =$ | 1356,522 | MPa |
| Modul pružnosti: | $E_p =$ | 195 | GPa |
| Součinitel materiálu předpínací výztuže: | $\gamma_p =$ | 1,15 | - |
| Průměr jednoho lana: | $\phi_p =$ | 15,7 | mm |
| Plocha jednoho lana: | $A_{p1} =$ | 150 | mm ² |
| Nominální krycí vrstva: | $c_{nom} =$ | 35 | mm |
| minimální světlá vzdálenost horizontální: | $a_{hor,p} =$ | 31,4 | mm |
| minimální světlá vzdálenost vertikální: | $a_{ver,p} =$ | 31,4 | mm |
| <u>Beton:</u> | | | |
| Třída betonu: | | C50/60 | |
| Char. Válcová pevnost v tlaku: | $f_{ck} =$ | 50 | MPa |
| Char. Krychelná pevnost v tlaku: | $f_{ck,cube} =$ | 60 | MPa |
| Střední hodnota pevnosti betonu: | $f_{cm} =$ | 58 | MPa |
| Součinitel spolehlivosti materiálu | $\gamma_c =$ | 1,5 | - |
| Návrhová pevnost betonu v tlaku | $f_{cd} =$ | 33,33 | MPa |
| Střední pevnost betonu v tahu: | $f_{ctm} =$ | 4,1 | MPa |
| Návrhová pevnost betonu v tahu: | $f_{ctd} =$ | 1,93 | MPa |
| Modul pružnosti | $E_c =$ | 37 | GPa |
| Velikost použitého kameniva: | $d_g =$ | 16 | mm |
| | $\epsilon_{cu} =$ | 0,0035 | % |
| Pracovní součinitel: | $\alpha_p =$ | 5,27027 | |
| <u>Průřezové charakteristiky:</u> | | | |
| Výška stojny: | $h_s =$ | 350 | mm |
| Šířka stojny | $b_s =$ | 160 | mm |
| Šířka přesahu pásnice | $b_{ps} =$ | 120 | mm |
| Výška pásnic | $h_p =$ | 150 | mm |
| Šířka pásnic | $b_p =$ | 400 | mm |
| Výška vazníku | $h =$ | 650 | mm |

| | | | |
|---|---------------------|--------|-----------------|
| <u>Geometrie nosníku:</u> | | | |
| Délka nosníku: | $L_n =$ | 14,17 | m |
| Rozpon - výpočtová délka: | $L =$ | 14 | m |
| Délka trasy předpínací výztuže: | $L_p =$ | 13,67 | m |
| Vzdálenost podpory od líce nosníku: | $a_{podp} =$ | 0,085 | m |
| Vzdálenost počátku předpínací výztuže od podpory: | $a_{předp,levo} =$ | 0,14 | m |
| <u>Zatížení:</u> | | | |
| Vlastní tíha: | $g_{0k} =$ | 4,8 | kN/m |
| Ostatní stálé: | $g_{1k} =$ | 6 | kN/m |
| Proměnné: | $q_k =$ | 10,26 | kN/m |
| Celkové zatížení (bez předpětí): | $f_k =$ | 21,06 | kN/m |
| <u>Kombinace zatížení:</u> | | | |
| Časté: | $\psi_1 =$ | 0,2 | $f_c =$ |
| Kvazistálé: | $\psi_2 =$ | 0 | $f_{ks} =$ |
| <u>Časová osa předpětí:</u> | | | |
| Životnost konstrukce: | $t_\infty =$ | 50 | let |
| Předepnutí výztuže: | | 0 | dní |
| Doba podržení napínacího napětí (korekce): | $t_{cor} =$ | 5 | min |
| Vnesení předpětí do betonu po: | $t_{p,0} =$ | 1 | den |
| Skladování prvku po: | $t_s =$ | 7 | dní |
| Doba ošetřování betonu: | $t_0 =$ | 7 | dní |
| Přeprava prvku: | $t_t =$ | 25 | dní |
| Stálé zatížení vneseno po: | $t'_g =$ | 28 | dní |
| Proměnné zatížení vneseno po : | $t'_q =$ | 60 | dní |
| <u>Návrh předpínací síly:</u> | | | |
| Počet předpínacích lan: | $n_p =$ | 8 | ks |
| Celková plocha lan: | $A_p =$ | 1200 | mm ² |
| Max. napětí v předpínací výztuži během předpínání: | $\sigma_{P0,max} =$ | 1404 | MPa |
| Max. napětí v předpínací výztuži ihned po vnesení p.: | $\sigma_{Pa,max} =$ | 1326 | MPa |
| Maximální předpínací síla: | $P_{max} =$ | 1684,8 | kN |
| Předpínací síla: | $P_0 =$ | 1550 | kN |
| Předpínací síla do jednoho lana: | $P_{0,i} =$ | 193,75 | kN |

| Charakteristiky vazníků: | Průřez | | | | | | | | |
|--|---------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | A Podpora | B Poč. předp. | C | D | E | F | G | H | I Sříd |
| Geometrie vazníku: | | | | | | | | | |
| Vzdálenost od teoretické podpory: | 0 | 0,14 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Trasování předpínací výztuže | x_p | 0 | | | | | | | |
| Výška stojny | $h_s(x)$ | | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 |
| Šířka stojny | $b_s(x)$ | | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| Šířka přesahu pásnice | $b_{ps}(x)$ | | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| Výška pásnice | $h_p(x)$ | | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Šířka pásnice | $b_p(x)$ | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Výška vazníku | $h(x)$ | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 |
| Vzdálenost těžiště od dolního okraje | $e_d(x)$ | 325 | 325 | 325 | 325 | 325 | 325 | 325 | 325 |
| Vzdálenost těžiště od horního okraje | $e_h(x)$ | 325 | 325 | 325 | 325 | 325 | 325 | 325 | 325 |
| Plocha průřezu | $A_c(x)$ | 260000 | 176000 | 176000 | 176000 | 176000 | 176000 | 176000 | 176000 |
| Průřezové charakteristiky: | | | | | | | | | |
| Základní moment setrvačnosti | $I_c(x)$ | 9,15E+09 | 8,30E+09 | 8,30E+09 | 8,30E+09 | 8,30E+09 | 8,30E+09 | 8,30E+09 | 8,30E+09 |
| Průřezový modul k dolním vláknům | $W_d(x)$ | 2,82E+07 | 2,55E+07 | 2,55E+07 | 2,55E+07 | 2,55E+07 | 2,55E+07 | 2,55E+07 | 2,55E+07 |
| Průřezový modul k horním vláknům | $W_h(x)$ | 2,82E+07 | 2,55E+07 | 2,55E+07 | 2,55E+07 | 2,55E+07 | 2,55E+07 | 2,55E+07 | 2,55E+07 |
| Dolní hranice jádra průřezu | $j_d(x)$ | 108,33 | 145,05 | 145,05 | 145,05 | 145,05 | 145,05 | 145,05 | 145,05 |
| Horní hranice jádra průřezu | $j_h(x)$ | 108,33 | 145,05 | 145,05 | 145,05 | 145,05 | 145,05 | 145,05 | 145,05 |
| Vnitřní síly: | | | | | | | | | |
| Posouvající síla - vlastní tíha: | $V_{E0K}(x)$ | 33,60 | 28,80 | 24,00 | 19,20 | 14,40 | 9,60 | 4,80 | 0,00 |
| Posouvající síla - charakteristická kombinace: | $V_{EK}(x)$ | 147,42 | 126,36 | 105,30 | 84,24 | 63,18 | 42,12 | 21,06 | 0,00 |
| Posouvající síla - častá kombinace: | $V_{Ev,1}(x)$ | 89,96 | 77,11 | 64,26 | 51,41 | 38,56 | 25,70 | 12,85 | 0,00 |
| Posouvající síla - kvazistálá kombinace: | $V_{Ev,2}(x)$ | 75,60 | 64,80 | 54,00 | 43,20 | 32,40 | 21,60 | 10,80 | 0,00 |
| Posouvající síla - návrhová kombinace: | $V_{Ed}(x)$ | 209,79 | 179,82 | 149,85 | 119,88 | 89,91 | 59,94 | 29,97 | 0,00 |
| Posouvající síla - proměnné zatížení: | $V_{E0K}(x)$ | 71,82 | 61,56 | 51,30 | 41,04 | 30,78 | 20,52 | 10,26 | 0,00 |
| Ohybový moment - vlastní tíha | $M_{E0K}(x)$ | 0,00 | 31,20 | 57,60 | 79,20 | 96,00 | 108,00 | 115,20 | 117,60 |
| Ohybový moment - charakteristická kombinace: | $M_{EK}(x)$ | 0,00 | 136,89 | 252,72 | 347,49 | 421,20 | 473,85 | 505,44 | 515,97 |
| Ohybový moment - častá kombinace: | $M_{Ev,1}(x)$ | 0,00 | 12,47 | 83,54 | 154,22 | 212,06 | 257,04 | 289,17 | 314,87 |
| Ohybový moment - kvazistálá kombinace: | $M_{Ev,2}(x)$ | 0,00 | 10,48 | 70,20 | 129,60 | 178,20 | 216,00 | 243,00 | 259,20 |
| Ohybový moment - návrhová kombinace: | $M_{Ed}(x)$ | 0,00 | 29,08 | 194,81 | 359,64 | 599,40 | 674,33 | 719,28 | 734,27 |
| Ohybový moment - proměnné zatížení: | $M_{E0K}(x)$ | 0,00 | 66,69 | 123,12 | 169,29 | 205,20 | 230,85 | 246,24 | 251,37 |

| | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| Napětí-horní vlákna, zat. vl. tzhou, čas po vnesení předpětí: Podmínka v tlaku (k=0,7): | $\sigma_{h,EOk} =$ | 1,15 | 1,45 | 0,44 | 1,37 | 0,75 | 0,86 | 0,60 | 0,51 | [MPa] |
| | $< k_0 \cdot f_{tk}(t_T)$ | 17,21 | 17,21 | 17,21 | 17,21 | 17,21 | 17,21 | 17,21 | 17,21 | [MPa] |
| Využití: | | 6,71 | 8,40 | 2,57 | 7,98 | 4,37 | 5,01 | 3,47 | 2,95 | [%] |
| Podmínka v tahu: | $< f_{tm}(t_T)$ | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | [MPa] |
| | | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | |
| Napětí-dolní vlákna, zat. vl. tzhou, čas po vnesení předpětí: Podmínka v tlaku (k=0,7): | $\sigma_{d,EOk} =$ | -3,76 | -8,83 | -7,87 | -12,12 | -11,53 | -14,81 | -14,57 | -14,49 | [MPa] |
| | $< k_0 \cdot f_{tk}(t_T)$ | 17,21 | 17,21 | 17,21 | 17,21 | 17,21 | 17,21 | 17,21 | 17,21 | [MPa] |
| Využití: | | -21,87 | -51,32 | -45,74 | -70,41 | -67,02 | -86,07 | -84,65 | -84,18 | [%] |
| | | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | |
| Čas po vnesení předpětí, kvazistálá kombinace: | | | | | | | | | | |
| Napětí-h. vlákna, zat. k-s kombinací, čas po vnesení předp.: Podmínka v tlaku (k=0,45): | $\sigma_{h,Ep} =$ | 0,95 | -0,05 | -2,32 | -2,37 | -3,79 | -4,23 | -4,83 | -5,04 | [MPa] |
| | $< k_2 \cdot f_{tk}(t_T)$ | 11,06 | 11,06 | 11,06 | 11,06 | 11,06 | 11,06 | 11,06 | 11,06 | [MPa] |
| Využití: | | 8,57 | -0,48 | -21,00 | -21,45 | -34,26 | -38,23 | -43,70 | -45,52 | [%] |
| Podmínka v tahu: | $< f_{tm}(t_T)$ | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | [MPa] |
| | | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | |
| Napětí-d. vlákna, zat. k-s kombinací, čas po vnesení předp.: Podmínka v tlaku (k=0,45): | $\sigma_{d,Ep} =$ | -3,56 | -7,35 | -5,13 | -8,41 | -7,04 | -9,80 | -9,22 | -9,03 | [MPa] |
| | $< k_2 \cdot f_{tk}(t_T)$ | 11,06 | 11,06 | 11,06 | 11,06 | 11,06 | 11,06 | 11,06 | 11,06 | [MPa] |
| Využití: | | -32,18 | -66,40 | -46,34 | -75,98 | -63,60 | -88,59 | -83,36 | -81,62 | [%] |
| | | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | |
| Čas po vnesení předpětí, charak. kombinace: | | | | | | | | | | |
| Napětí-horní vlákna, zat. char.k., čas po vnesení předpětí: Podmínka v tlaku (k=0,6): | $\sigma_{h,Ek} =$ | 0,60 | -2,62 | -7,05 | -8,78 | -11,56 | -12,94 | -14,12 | -14,52 | [MPa] |
| | $< k_1 \cdot f_{tk}(t_T)$ | 14,75 | 14,75 | 14,75 | 14,75 | 14,75 | 14,75 | 14,75 | 14,75 | [MPa] |
| Využití: | | 4,05 | -17,73 | -47,82 | -59,52 | -78,34 | -87,70 | -95,74 | -98,42 | [%] |
| Podmínka v tahu: | $< f_{tm}(t_T)$ | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | [MPa] |
| | | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | |
| Napětí-dolní vlákna, zat. char.k., čas po vnesení předpětí: Podmínka v tlaku (k=0,6): | $\sigma_{d,Ek} =$ | -3,21 | -4,80 | -0,43 | -2,06 | 0,66 | -1,23 | -0,08 | 0,30 | [MPa] |
| | $< k_1 \cdot f_{tk}(t_T)$ | 14,75 | 14,75 | 14,75 | 14,75 | 14,75 | 14,75 | 14,75 | 14,75 | [MPa] |
| Využití: | | -21,76 | -32,57 | -2,95 | -13,97 | 4,45 | -8,35 | -0,56 | 2,04 | [%] |
| Podmínka v tahu: | $< f_{tm}(t_T)$ | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | 1,74 | [MPa] |
| | | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| Napětí-horní vlákna, zatížení vl. úhlov: Podmínka v tlaku ($k=0,7$): | $\sigma_{h,EOK} =$ $< k_6 \cdot f_{tk}(t_s)$ | 1,31 | 2,67 | 2,80 | 3,05 | 2,47 | 2,46 | 2,18 | 2,07 | [MPa] | |
| | | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | [MPa] |
| Využití: | | 4,28 | 8,72 | 9,13 | 9,96 | 8,08 | 8,02 | 7,10 | 6,76 | | [%] |
| | | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | |
| Podmínka v tahu: | $< f_{ctm}(t_s)$ | 3,09 | 3,09 | 3,09 | 3,09 | 3,09 | 3,09 | 3,09 | 3,09 | 3,09 | [MPa] |
| | | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | |
| Napětí-dolní vlákna, zatížení vl. úhlov: Podmínka v tlaku ($k=0,7$): | $\sigma_{d,EOK} =$ $< k_6 \cdot f_{tk}(t_s)$ | -3,94 | -10,18 | -10,34 | -14,13 | -13,53 | -16,88 | -16,62 | -16,53 | | [MPa] |
| | | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | 30,62 | [MPa] |
| Využití: | | -12,86 | -33,24 | -33,76 | -46,14 | -44,19 | -55,13 | -54,29 | -53,97 | | [%] |
| | | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | VYHOVUJE | |

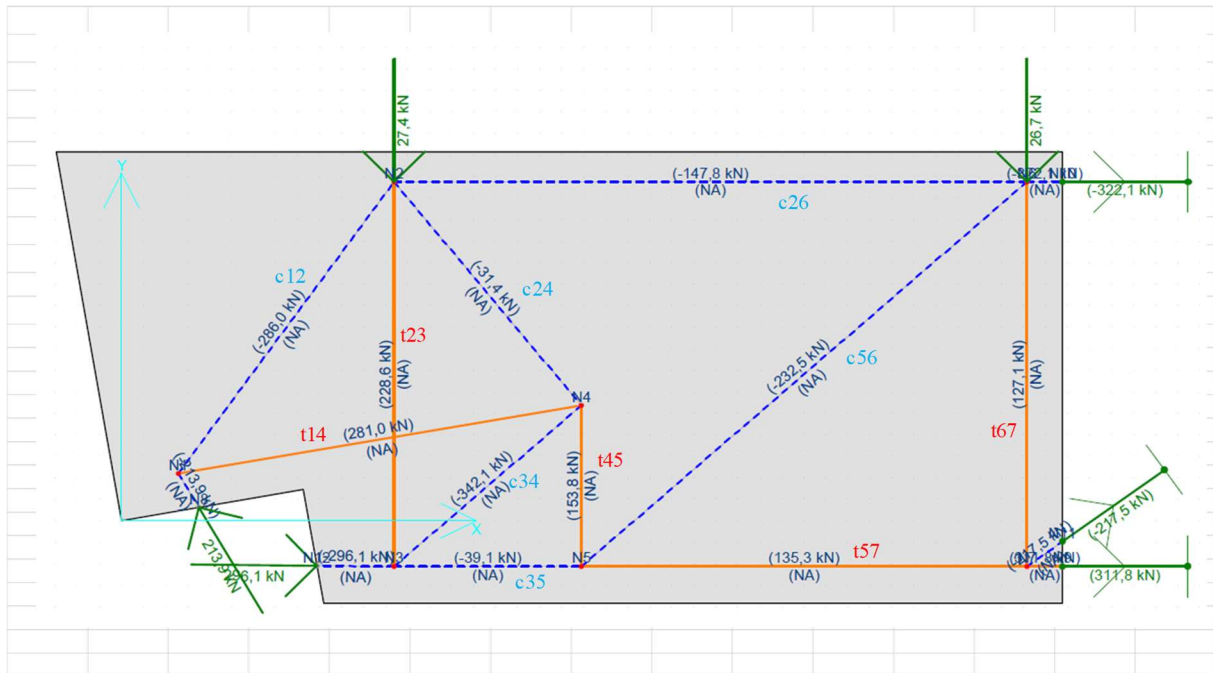
P.2.1.1 Pomocné výpočty ke ztrátám

| | | | |
|--|-------------------------------|---------|-----------------|
| <u>Okamžité ztráty:</u> | | | |
| (Ztráty v čase od napnutí lan do vnesení předpětí do betonu) | | | |
| Ztráty pokluzem: | | | |
| Pokluz: | w= | -5 | mm |
| Délka napínaných lan: | l _p = | 20 | m |
| Ztráta třením - přímé trasování, plná soudržnost: | | | |
| | $\Delta\sigma_{p0,x}$ = | 0 | MPa |
| Ztráta postupným napínáním - napínáno najednou: | | | |
| | $\Delta\sigma_{pep}$ = | 0 | MPa |
| Ztráta přetvořením opěrného zařízení: | | | |
| Odchyłka vzdálenosti kotevních bloků: | Δl_p = | -5 | mm |
| <u>Ztráta okamžitou relaxací předpínací výztuže:</u> | | | |
| Třída relaxace: | | 2 | |
| relaxační ztráta 1000 hodin po napnutí při teplotě 20°C: | ρ_{1000} = | 2,5 | - |
| doba podržení napínaného napětí (korekce): | t _{cor} = | 5 | min |
| Maximální teplota při zahřívání: | T _{max} = | 65 | °C |
| Teplota prefá výroby: | T ₀ = | 15 | °C |
| Ekvivalentní čas: | t _{eq,ST} = | 6788,68 | hod. |
| Fiktivní doba po napnutí: | t _a ⁺ = | 6812,68 | hod. |
| Doba zkrácená o korekci: | Δt_a = | 6812,59 | hod. |
| <u>Ztráta vzniklá rozdílem teplot předp. výztuže a opěrného zařízení:</u> | | | |
| Teplota opěrného zařízení: | T _A = | 50 | °C |
| Teplota předpínací výztuže: | T _P = | 65 | °C |
| Součinitel délkové teplotní roztažnosti opěrného zařízení: | α_A = | 0,00001 | K ⁻¹ |
| Součinitel délkové teplotní roztažnosti předpínací výztuže: | α_P = | 0,00001 | K ⁻¹ |
| délka napínaných lan: | l _p = | 20 | m |
| délka mezi kotevnými bloky opěrného zařízení: | l _A = | 28 | m |
| <u>Ztráta předpětí okamžitým přetvořením betonu:</u> | | | |
| V době vnesení předpětí uvažováno 75% pevnost betonu: | | | |
| Součinitel závisící na stáří betonu (1 den): | β_{cc} = | 0,42 | - |
| Součinitel závisící na stáří betonu (4,82 den): | β_{cc} = | 0,75 | - |
| Pevnost betonu v tlaku v čase vnesení předpětí (1 den): | f _{cm} (t)= | 24,59 | MPa |
| Pevnost betonu v tlaku v čase vnesení předpětí (4,82 den): | f _{cm} (t)= | 43,75 | MPa |
| Modul pružnosti betonu v čase vnesení předpětí (1 den): | E _{cm} (t)= | 28,60 | GPa |
| Pevnost betonu v tahu (4,82 den): | f _{ctm} (t)= | 3,09 | MPa |

| | | | |
|--|----------------------------|---------|--------|
| <u>Dlouhodobé ztráty:</u> | | | |
| <u>Ztráta dlouhodobou relaxací výztuže:</u> | | | |
| Interval ztráty: | $(t_i; t_{\infty})=$ | 6812,68 | 438000 |
| <u>Ztráta předpětí smršťováním betonu:</u> | | | |
| | $f_{cmo}=$ | 10 | MPa |
| Náhradní rozměr průřezu: | $h_0(x)=$ | 136,43 | mm |
| Součinitel závisící na h_0 : | $k_h=$ | 0,95 | - |
| Vliv zvýšené teploty na stáří betonu: | $t_T=$ | 4,82 | dny |
| Relativní vlhkost okolního prostředí: | $RH=$ | 50 | % |
| | $RH_0=$ | 100 | % |
| Součinitel poměrného smrštění s ohledem na vlhkost: | $\beta_{RH}=$ | 1,36 | - |
| Součinitel závisící na druhu cementu (cement třídy R): | $\alpha_{ds1}=$ | 6 | - |
| | $\alpha_{ds2}=$ | 0,11 | - |
| Konečné poměrné pretvoření od autogenního smršťování v čase t: | $\varepsilon_{ca,\infty}=$ | 0,0001 | - |
| <u>Ztráta předpětí dotvarováním:</u> | | | |
| Součinitel vystihující vliv pevnosti betonu: | $\beta(f_{cm})=$ | 2,21 | - |
| Součinitel vlivu pevnosti: | $\alpha_1=$ | 0,70 | - |
| | $\alpha_2=$ | 0,90 | - |
| | $\alpha_3=$ | 0,78 | - |
| mocnitel vystihující druh cementu (cement třídy R): | $\alpha=$ | 1 | - |
| Stáří betonu s vlivem teploty : | $t_0=$ | 9,87 | hod |
| Vliv stáří betonu v čase vnesení zatížení na základní souč. dotvar.: | $\beta(t_0)=$ | 0,60 | - |
| <u>Posouzení MSP:</u> | | | |
| Součinitel: | $k_1=$ | 0,6 | |
| | $k_2=$ | 0,45 | |
| | $k_3=$ | 0,8 | |
| | $k_4=$ | 1 | |
| | $k_5=$ | 0,75 | |
| | $k_6=$ | 0,7 | |
| <u>Omezení napětí:</u> | | | |
| Koeficient Horní odchylky možných změn předpětí: | $r_{sup}=$ | 1,05 | |
| Koeficient dolní odchylky možných změn předpětí: | $r_{inf}=$ | 0,95 | |
| <u>MSÚ:</u> | | | |
| Dílčí součinitel předpětí (příznivý): | $\gamma_{P,fav}=$ | 1 | |

P.2.2. Návrh a posouzení oblasti uložení

| <u>Návrh a posouzení oblasti uložení:</u> | | | |
|--|---------------------|----------|-----|
| <u>Materiálové charakteristiky:</u> | | | |
| <u>Beton:</u> | | | |
| Třída betonu: | | C50/60 | |
| Char. Válcová pevnost v tlaku: | $f_{ck} =$ | 50 | MPa |
| Char. Krychelná pevnost v tlaku: | $f_{ck,cube} =$ | 60 | MPa |
| Střední hodnota pevnosti betonu: | $f_{cm} =$ | 58 | MPa |
| Součinitel spolehlivosti materiálu | $\gamma_c =$ | 1,5 | - |
| Návrhová pevnost betonu v tlaku | $f_{cd} =$ | 33,33333 | MPa |
| Střední pevnost betonu v tahu: | $f_{ctm} =$ | 4,1 | MPa |
| Návrhová pevnost betonu v tahu: | $f_{ctd} =$ | 2,73 | MPa |
| Modul pružnosti | $E_c =$ | 37 | GPa |
| <u>Betonářská výztuž:</u> | | | |
| Typ výztuže: B500B | | | |
| Charakteristická mez kluzu: | $f_{yk} =$ | 500 | MPa |
| Součinitel spolehlivosti materiálu: | $\gamma_s =$ | 1,15 | - |
| Návrhová mez kluzu: | $f_{yd} =$ | 434,7826 | MPa |
| Krytí betonářské výztuže: | $c_{nom,s} =$ | 25 | mm |
| Rozteč: | $s =$ | 40 | mm |
| <u>Maximální návrhové napětí:</u> | | | |
| Vliv příčného namáhání: | $v_1 =$ | 1 | - |
| | $v_2 =$ | 0,85 | - |
| | $v_3 =$ | 0,75 | - |
| | $v_4 =$ | 0,6 | - |
| Poissonovo číslo: | $\nu' =$ | 0,8 | - |
| Styčnick CCC: | $\sigma_{Rd,CCC} =$ | 26,67 | MPa |
| Styčnick CCT: | $\sigma_{Rd,CCT} =$ | 22,67 | MPa |
| Styčnick CTT: | $\sigma_{Rd,CTT} =$ | 20 | MPa |
| Vzpěra v tažené oblasti | $\sigma_{Rd,STR} =$ | 16 | MPa |



| | | | |
|---|-------------------|----------|----|
| Model A - 100% zatížení, vodorovná reakce 20% ze svislé | $V_{Ed}(x) =$ | 209,79 | kN |
| | $H_{Ed} =$ | 41,958 | kN |
| | Výslednice = | 213,945 | kN |
| | úhel = | 11,6 | ° |
| | Předpínací síla = | 296,5941 | kN |

Návrh model A(1)

| Návrh vzpěr | | | | | | | |
|-------------|------------------|----------------------------|---------------|-------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| Prvek | F_{Ed} [kN] | $\sigma_{Rd,max}$ [MPa] | b_i [mm] | a_{min} [mm] | a_{des} [mm] | σ_{Ed} [MPa] | Využití [%] |
| c12 | 286 | 26,67 | 400 | 26,81 | 70 | 10,214 | 38,30 |
| c24 | 31,4 | 26,67 | 400 | 2,94 | 40 | 1,963 | 7,36 |
| c26 | 147,8 | 26,67 | 400 | 13,86 | 40 | 9,238 | 34,64 |
| c34 | 342,1 | 26,67 | 400 | 32,07 | 70 | 12,218 | 45,82 |
| c35 | 39,1 | 26,67 | 160 | 9,16 | 40 | 6,109 | 22,91 |
| c56 | 232,5 | 26,67 | 400 | 21,80 | 40 | 14,531 | 54,49 |

| Prvek | F_{Ed} [kN] | $A_{s,req}$ [mm ²] | ϕ [mm] | vrstvy m [-] | počet n [ks] | $A_{s,prov}$ [mm ²] | a_{min} [mm] | a_{des} [mm] | Využití [%] |
|-------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------|--------------|-----------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| t14 | 281 | 646,3 | 16 | 2 | 2 | 804,25 | 122 | 122 | 80,36 |
| t23 | 228,6 | 525,78 | 10 | 2 | 4 | 628,32 | 210 | 210 | 83,68 |
| t45 | 153,8 | 353,74 | 10 | 2 | 3 | 471,24 | 160 | 160 | 75,07 |
| t57 | Tuto sílu pobere předpínací výztuž | | | | | | | | |
| t67 | 127,1 | 292,33 | 10 | 2 | 3 | 471,24 | 160 | 160 | 62,03 |

P.2.3. Návrh manipulačního úchytu

| <u>Návrh manipulačních úchytů</u> | | | | |
|--|------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------|
| Úhel závěsu: | $\beta =$ | 30 | ° | 0,523599 rad |
| Součinitel tření na povrchu formy: (olejem ošetřený plastový povrch) | $q_{adh} =$ | 1 | kN/m^2 | |
| Kontaktní plocha mezi betonem a bednění: (plocha spodní hrany pásnice): | $A_f =$ | 5668000 | mm^2 | |
| Součinitel zatížení vlastní tíhou: | $\gamma_G =$ | 1,35 | - | |
| Součinitel podmínek působení dílce: (neopakované použití): | $\gamma_{man} =$ | 1 | - | |
| Počet uvažovaných úchytů: | $n =$ | 2 | ks | |
| Charakteristická tíha dílce: | $F_k =$ | 92,105 | kN | |
| Zatížení od tření dílce s formou: | $F_{adh} =$ | 5,668 | kN | |
| Ocel: | | ČSN 11373 | | |
| | $f_{yk} =$ | 205 | MPa | |
| Průměr oka: | $d_s =$ | 28 | mm | |
| Úhel sevřený větvemi oka: | $\beta =$ | 29 | ° | 0,506145 rad |
| Průřezová plocha jedné větve oka: | $A_s =$ | 615,75 | mm^2 | |
| Návrhová pevnost oceli v tahu: | $f_{yd} =$ | 178,26 | MPa | |
| Manipul. síla při uvolňování z formy: | $N_{Ed} =$ | 99,07 | kN | |
| Manipulační síla obecná: | $N_{Ed} =$ | 129,22 | kN | |
| Návrhová tahová síla: | $N_{ed,1} =$ | 108,70 | kN | |
| Součinitel K: | $K =$ | 1,7 | < 1 | |
| | $K =$ | 1 | | |
| Podmínky spolehlivosti: | | | | |
| 1) | | $N_{Ed1} < N_{Ed}$ | | |
| | | 108,70 | < | 129,22 |
| | | VYHOVUJE | | |
| 2) | | $N_{Ed1} < K \cdot A_s \cdot f_{yd}$ | | |
| | | 108,70 | < | 109,76 |
| | | VYHOVUJE | | |
| Výpočet kotevních délek: | | | | |
| Beton: | | C50/60 | | |
| Kotevní délka dle tabulky: | $l_{bd} =$ | 840 | mm | |
| Hloubka větve oka: | $l_s =$ | 420 | mm | |
| Minimální vodorovné kotvení: | $10 \cdot d_s =$ | 280 | mm | |

