**Projekt**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Datum | : | 06.04.2020 |

**Norma**

Norma **EN 1992-1-1/Česko**.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  Únosnost betonu - základní kombinace zatížení | : | C | = | 1,500 |
|  Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení | : | S | = | 1,150 |
|  Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení | : | C | = | 1,200 |
|  Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení | : | S | = | 1,000 |
|  Modul pružnosti betonu | : | cE | = | 1,200 |
|  Tlaková pevnost betonu | : | cc | = | 1,000 |
|     Minimální stupeň vyztužení desky dle ČSN 73 1201 |

**1 Nosník 1**

**1.1 Vstupní data**

**Geometrie**

Délka dílce = 12,60m

| **x [m]** | **Typ uzlu** | **Šířka [m]** | **A/L [m]** | **I/L [m3]** | **Odsazení [m]** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0,000 | kloub | 0,300 | - | - | 0,150 |
| 6,300 | kloub | 0,300 | - | - | - |
| 12,600 | kloub | 0,300 | - | - | 0,150 |



|  |  |
| --- | --- |
| **Průřez** | **Materiály** |
|  | **Beton: C 30/37**fck = 30,0 MPa; fctm = 2,9 MPa; Ecm = 33000 MPa**Ocel podélná: B500B**fyk = 500,0 MPa; Es = 200000 MPa**Ocel příčná: B500**fyk = 500,0 MPa; Es = 200000 MPa |

**Zatěžovací stavy**

| **č.** | **Název** | **Kód** | **Typ** | **f (f,inf)\*** | **Součinitele pro kombinace** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **** | **Kateg.\*\*** | **0** | **1** | **2** |
| 1 | G1 vlastní tíha-stálé | Vlastní tíha | Stálé | 1,35(0,90) | 0,85 | - | - | - | - |
| 2 | G2 silové-stálé | Silové | Stálé | 1,35(0,90) | 0,85 | - | - | - | - |
| 3 | Q3 silové-proměnné | Silové | Proměnné | 1,50 | - | A | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| 4 | Q4 silové-proměnné A | Silové | Proměnné | 1,50 | - | A | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| 5 | Q5 silové-proměnné B | Silové | Proměnné | 1,50 | - | A | 0,70 | 0,50 | 0,30 |

\* f,inf pro příznivě působící stálá zatížení

\*\* Kategorie proměnných zatížení podle tabulky A1.1 v EN 1990

| **G1 vlastní tíha-stálé - zatížení** |
| --- |
| **Typ** | **Souř.x [m]** | **Délka [m]** | **Vel.1** | **Vel.2** |
| pásové | 0,000 | 12,600 | 3,75kN/m | - |



| **G2 silové-stálé - zatížení** |
| --- |
| **Typ** | **Souř.x [m]** | **Délka [m]** | **Vel.1** | **Vel.2** |
| pásové | 0,000 | 12,600 | 11,75kN/m | - |



| **Q3 silové-proměnné - zatížení** |
| --- |
| **Typ** | **Souř.x [m]** | **Délka [m]** | **Vel.1** | **Vel.2** |
| pásové | 0,000 | 12,600 | 25,00kN/m | - |



| **Q4 silové-proměnné A - zatížení** |
| --- |
| **Typ** | **Souř.x [m]** | **Délka [m]** | **Vel.1** | **Vel.2** |
| pásové | 0,000 | 6,300 | 25,00kN/m | - |



| **Q5 silové-proměnné B - zatížení** |
| --- |
| **Typ** | **Souř.x [m]** | **Délka [m]** | **Vel.1** | **Vel.2** |
| pásové | 6,300 | 6,300 | 25,00kN/m | - |



**Kombinace**

**Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)**

| **Číslo** | **Název a druh kombinace** |
| --- | --- |
| **Složení** |
| 1 | G1+G2; základní kombinace |
|  | f,sup,1(1,35)\*G1 + f,sup,2(1,35)\*G2 |
| 2 | Q5:G1+G2; základní kombinace |
|  | f,sup,1(1,35)\*G1 + f,sup,2(1,35)\*G2 + f,sup,5(1,50)\*Q5 |
| 3 | Q4:G1+G2; základní kombinace |
|  | f,sup,1(1,35)\*G1 + f,sup,2(1,35)\*G2 + f,sup,4(1,50)\*Q4 |
| 4 | Q3:G1+G2; základní kombinace |
|  | f,sup,1(1,35)\*G1 + f,sup,2(1,35)\*G2 + f,sup,3(1,50)\*Q3 |
| 5(a) | G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení |
|  | f,sup,1(1,35)\*G1 + f,sup,2(1,35)\*G2 |
| 5(b) | G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení |
|  | f,sup,1(1,35)\*,1(0,85)\*G1 + f,sup,2(1,35)\*,2(0,85)\*G2 |
| 6(a) | Q5:G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení |
|  | f,sup,1(1,35)\*G1 + f,sup,2(1,35)\*G2 + f,sup,5(1,50)\*0,5(0,70)\*Q5 |
| 6(b) | Q5:G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení |
|  | f,sup,1(1,35)\*,1(0,85)\*G1 + f,sup,2(1,35)\*,2(0,85)\*G2 + f,sup,5(1,50)\*Q5 |
| 7(a) | Q4:G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení |
|  | f,sup,1(1,35)\*G1 + f,sup,2(1,35)\*G2 + f,sup,4(1,50)\*0,4(0,70)\*Q4 |
| 7(b) | Q4:G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení |
|  | f,sup,1(1,35)\*,1(0,85)\*G1 + f,sup,2(1,35)\*,2(0,85)\*G2 + f,sup,4(1,50)\*Q4 |
| 8(a) | Q3:G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení |
|  | f,sup,1(1,35)\*G1 + f,sup,2(1,35)\*G2 + f,sup,3(1,50)\*0,3(0,70)\*Q3 |
| 8(b) | Q3:G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení |
|  | f,sup,1(1,35)\*,1(0,85)\*G1 + f,sup,2(1,35)\*,2(0,85)\*G2 + f,sup,3(1,50)\*Q3 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Vysvětlivky:** | varianta (a) | = varianta s kombinační hodnotou hlavního proměnného zatížení |
|  | varianta (b) | = varianta s redukovanými hodnotami stálých zatížení |

**Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)**

| **Číslo** | **Název a druh kombinace** |
| --- | --- |
| **Složení** |
| 1 | G1+G2; charakteristická kombinace |
|  | G1 + G2 |
| 2 | Q5:G1+G2; charakteristická kombinace |
|  | G1 + G2 + Q5 |
| 3 | Q4:G1+G2; charakteristická kombinace |
|  | G1 + G2 + Q4 |
| 4 | Q3:G1+G2; charakteristická kombinace |
|  | G1 + G2 + Q3 |
| 5 | G1+G2; častá kombinace |
|  | G1 + G2 |
| 6 | Q5:G1+G2; častá kombinace |
|  | G1 + G2 + 1,5(0,50)\*Q5 |
| 7 | Q4:G1+G2; častá kombinace |
|  | G1 + G2 + 1,4(0,50)\*Q4 |
| 8 | Q3:G1+G2; častá kombinace |
|  | G1 + G2 + 1,3(0,50)\*Q3 |
| 9 | G1+G2; kvazistálá kombinace |
|  | G1 + G2 |
| 10 | G1+G2+Q5; kvazistálá kombinace |
|  | G1 + G2 + 2,5(0,30)\*Q5 |
| 11 | G1+G2+Q4; kvazistálá kombinace |
|  | G1 + G2 + 2,4(0,30)\*Q4 |
| 12 | G1+G2+Q3; kvazistálá kombinace |
|  | G1 + G2 + 2,3(0,30)\*Q3 |

**Vnitřní síly**

**G1+G2 - charakteristická (MSP)**

**Q5:G1+G2 - charakteristická (MSP)**

**Q4:G1+G2 - charakteristická (MSP)**

**Q3:G1+G2 - charakteristická (MSP)**

**G1+G2 - častá (MSP)**

**Q5:G1+G2 - častá (MSP)**

**Q4:G1+G2 - častá (MSP)**

**Q3:G1+G2 - častá (MSP)**

**G1+G2 - kvazistálá (MSP)**

**G1+G2+Q5 - kvazistálá (MSP)**

**G1+G2+Q4 - kvazistálá (MSP)**

**G1+G2+Q3 - kvazistálá (MSP)**

**G1+G2 - základní návrhová (MSÚ)**

**Q5:G1+G2 - základní návrhová (MSÚ)**

**Q4:G1+G2 - základní návrhová (MSÚ)**

**Q3:G1+G2 - základní návrhová (MSÚ)**

**G1+G2 (var.a) - základní návrhová (MSÚ)**

**G1+G2 (var.b) - základní návrhová (MSÚ)**

**Q5:G1+G2 (var.a) - základní návrhová (MSÚ)**

**Q5:G1+G2 (var.b) - základní návrhová (MSÚ)**

**Q4:G1+G2 (var.a) - základní návrhová (MSÚ)**

**Q4:G1+G2 (var.b) - základní návrhová (MSÚ)**

**Q3:G1+G2 (var.a) - základní návrhová (MSÚ)**

**Q3:G1+G2 (var.b) - základní návrhová (MSÚ)**



**Obálky**

| **Obálka základní návrhová (MSÚ)** |
| --- |
| **x** | **Max MEdy** | **Min MEdy** | **Max VEdz** | **Min VEdz** | **Max Rz** | **Min Rz** | **Max ROx** | **Min ROx** |
| **[m]** | **[kNm]** | **[kNm]** | **[kN]** | **[kN]** | **[kN]** | **[kN]** | **[kNm]** | **[kNm]** |
| 0,000 | 0,00 | 0,00 | -27,25 | -152,79 | 152,79 | 27,25 | - | - |
| 0,788 | 102,02 | 15,88 | -13,24 | -106,76 | - | - | - | - |
| 1,575 | 167,86 | 20,77 | 0,76 | -60,78 | - | - | - | - |
| 2,362 | 197,68 | 14,69 | 14,76 | -14,79 | - | - | - | - |
| 3,150 | 191,44 | -2,39 | 46,01 | 14,01 | - | - | - | - |
| 3,938 | 148,44 | -30,66 | 92,05 | 28,02 | - | - | - | - |
| 4,725 | 69,46 | -69,88 | 138,03 | 42,02 | - | - | - | - |
| 5,512 | -38,65 | -126,96 | 184,01 | 56,02 | - | - | - | - |
| 6,300 | -88,24L | -289,86L | 230,05L | 70,03L | 460,10 | 140,07 | - | - |
| 6,300 | -88,24P | -289,86P | -70,03P | -230,05P | - | - | - | - |
| 6,930 | -47,65 | -156,52 | -58,83 | -193,24 | - | - | - | - |
| 7,560 | 30,53 | -91,03 | -47,62 | -156,43 | - | - | - | - |
| 8,190 | 105,70 | -52,76 | -36,42 | -119,63 | - | - | - | - |
| 8,820 | 160,16 | -24,05 | -25,21 | -82,82 | - | - | - | - |
| 9,450 | 191,44 | -2,39 | -14,01 | -46,01 | - | - | - | - |
| 10,238 | 197,68 | 14,69 | 14,79 | -14,76 | - | - | - | - |
| 11,025 | 167,86 | 20,77 | 60,78 | -0,76 | - | - | - | - |
| 11,812 | 102,02 | 15,88 | 106,76 | 13,24 | - | - | - | - |
| 12,600 | 0,00 | 0,00 | 152,79 | 27,25 | 152,79 | 27,25 | - | - |



| **Obálka charakteristická (MSP)** |
| --- |
| **x** | **Max MEdy** | **Min MEdy** | **Max VEdz** | **Min VEdz** | **Max Rz** | **Min Rz** | **Max ROx** | **Min ROx** |
| **[m]** | **[kNm]** | **[kNm]** | **[kN]** | **[kN]** | **[kN]** | **[kN]** | **[kNm]** | **[kNm]** |
| 0,000 | 0,00 | 0,00 | -26,78 | -105,52 | 105,52 | 26,78 | - | - |
| 0,788 | 70,41 | 16,22 | -14,56 | -73,61 | - | - | - | - |
| 1,575 | 115,75 | 22,86 | -2,36 | -41,74 | - | - | - | - |
| 2,362 | 136,11 | 19,94 | 9,84 | -9,86 | - | - | - | - |
| 3,150 | 131,47 | 7,44 | 31,89 | 12,21 | - | - | - | - |
| 3,938 | 101,36 | -14,81 | 63,81 | 24,42 | - | - | - | - |
| 4,725 | 46,29 | -46,60 | 95,68 | 36,62 | - | - | - | - |
| 5,512 | -33,68 | -88,01 | 127,55 | 48,82 | - | - | - | - |
| 6,300 | -76,90L | -200,93L | 159,47L | 61,03L | 318,94 | 122,06 | - | - |
| 6,300 | -76,90P | -200,93P | -61,03P | -159,47P | - | - | - | - |
| 6,930 | -41,53 | -108,50 | -51,27 | -133,95 | - | - | - | - |
| 7,560 | 17,46 | -61,92 | -41,50 | -108,44 | - | - | - | - |
| 8,190 | 71,54 | -32,65 | -31,74 | -82,92 | - | - | - | - |
| 8,820 | 109,54 | -9,53 | -21,97 | -57,41 | - | - | - | - |
| 9,450 | 131,47 | 7,44 | -12,21 | -31,89 | - | - | - | - |
| 10,238 | 136,11 | 19,94 | 9,86 | -9,84 | - | - | - | - |
| 11,025 | 115,75 | 22,86 | 41,74 | 2,36 | - | - | - | - |
| 11,812 | 70,41 | 16,22 | 73,61 | 14,56 | - | - | - | - |
| 12,600 | 0,00 | 0,00 | 105,52 | 26,78 | 105,52 | 26,78 | - | - |



**Extrémy reakcí**

| **Extrémy reakcí základní návrhová (MSÚ)** |
| --- |
| **x [m]** | **Reakce** |
| 0,000 | Max Rz = 152,79kN - Q4:G1+G2 |
| 0,000 | Min Rz = 27,25kN - Q5:G1+G2 (var.b) |
| 6,300 | Max Rz = 460,10kN - Q3:G1+G2 |
| 6,300 | Min Rz = 140,07kN - G1+G2 (var.b) |
| 12,600 | Max Rz = 152,79kN - Q5:G1+G2 |
| 12,600 | Min Rz = 27,25kN - Q4:G1+G2 (var.b) |

| **Extrémy reakcí charakteristická (MSP)** |
| --- |
| **x [m]** | **Reakce** |
| 0,000 | Max Rz = 105,52kN - Q4:G1+G2 |
| 0,000 | Min Rz = 26,78kN - Q5:G1+G2 |
| 6,300 | Max Rz = 318,94kN - Q3:G1+G2 |
| 6,300 | Min Rz = 122,06kN - G1+G2 |
| 12,600 | Max Rz = 105,52kN - Q5:G1+G2 |
| 12,600 | Min Rz = 26,78kN - Q4:G1+G2 |

**Podélná výztuž**

| **Typ vložky** | **Počátek [m]** | **Konec [m]** | **Krytí [mm]** | **Profil [mm]** | **Počet** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Horní | 0,000 | 12,600 | 30,0 | 20 | 2 |
| Horní | 4,300 | 8,300 | 30,0 | 20 | 3 |
| Dolní | 0,000 | 1,000 | 30,0 | 20 | 3 |
| Dolní | 1,000 | 6,300 | 30,0 | 20 | 4 |
| Dolní | 6,300 | 7,300 | 30,0 | 20 | 4 |
| Dolní | 7,300 | 11,600 | 30,0 | 20 | 4 |
| Dolní | 11,600 | 12,600 | 30,0 | 20 | 3 |

S tlačenou výztuží je počítáno.

**Smyková výztuž**

**Úsek č.: 1, (0,00m - 12,60m)**

**Obvodové třmínky**

Profil: 8 mm; Vzdálenost: 200,0 mm

**Minimální krytí**

Třída konstrukce: S4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| cmin |  =  | max(cmin,b; cmin,dur; 10) = max(8; 10; 10) = 10 mm |
| cnom |  =  | cmin + cdev + s = 10 + 10 + 8 = 28 mm |

**1.2 Posouzení mezního stavu únosnosti**

Mezní stav únosnosti je posuzován pro všechny zatěžovací případy

**Ohyb**

Tlačená výztuž uvažována; redukce momentu - ne; vliv smyku uvažován

**Posouzení min. a max. stupně vyztužení**

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| s,t | = 0,0114 |    | s,min | = 0,00151 |  | **Vyhovuje** |
| s | = 0,0188 |    | s,max | = 0,04 |  | **Vyhovuje** |

Kritický řez v bodě x = 6,300m

MEd = -289,86kNm  MRd = -299,10kNm  Vyhovuje

**Ohyb dílce VYHOVUJE**



**Smyk**

Typ prvku: nosník

Kritický řez v bodě x = 6,300m

**Stupeň vyztužení smykovou výztuží**

w,min = 0,000876  w = 0,00168  **Vyhovuje**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Maximální vzdálenost třmínků | sl,max = | 345,0 mm |  | **Vyhovuje** |
| Maximální vzdálenost větví třmínků | st,max = | 345,0 mm |  |  |

VEd = 230,05kN  VRd = 232,41kN  Vyhovuje

**Smyk dílce VYHOVUJE**



**Kotvení**

Koncová úprava vložek - Přímý prut

| **Typ** | **profil** | **Počátek** | **Konec** | **Úč. délka** | **Celk. délka** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **sd** | **lbd** | **sd** | **lbd** |
| **[mm]** | **[MPa]** | **[m]** | **[MPa]** | **[m]** | **[m]** | **[m]** |
| Horní | 20 | 434,78 | 0,958 | 434,78 | 0,958 | 12,600 | 14,515 |
| Horní | 20 | 434,78 | 0,958 | 434,78 | 0,958 | 4,000 | 5,915 |
| Dolní | 20 | 69,17 | 0,200 | 434,78 | 0,670 | 0,850 | 1,720 |
| Dolní | 20 | 434,78 | 0,670 |  | 0,200 | 5,150 | 6,020 |
| Dolní | 20 |  | 0,200 | 434,78 | 0,670 | 0,850 | 1,720 |
| Dolní | 20 | 434,78 | 0,670 | 434,78 | 0,670 | 4,300 | 5,641 |
| Dolní | 20 | 434,78 | 0,670 | 65,08 | 0,200 | 0,850 | 1,720 |

**Mezní stav únosnosti VYHOVUJE**

**1.3 Posouzení mezního stavu použitelnosti**

**Trhliny**

Mezní stav použitelnosti (šířka trhlin) je posuzován pro všechny kvazistálé zatěžovací případy

Maximální velikost trhlin: wk = 0,125mm

Maximální povolená šířka trhliny: wmax = 0,400mm (Prostředí - X0 nebo XC1 - šířka trhliny neovlivňuje trvanlivost)

**Šířka trhlin VYHOVUJE**



**Průhyb**

Mezní stav použitelnosti (omezení průhybu) je posuzován pro všechny kvazistálé, charakteristické, časté zatěžovací případy

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Počátek vysychání: | ts =  | 7 | [dny] |
| Konec vysychání: | t =  | 29200 | [dny] |
| Počátek zatěžování: | t0 =  | 28 | [dny] |
| Konec zatěžování: | t =  | 29200 | [dny] |

Maximální deformace dílce od kvazistálých kombinací je 7,6mm v bodě x = 9,844m

Maximální povolená deformace dílce od kvazistálých kombinací je 25,2mm

**Průhyb dílce VYHOVUJE**



**Napětí**

Mezní stav použitelnosti (omezení napětí) je posuzován pro všechny charakteristické zatěžovací případy

Největší tlakové napětí v betonu:

c = 19,6MPa > k1 × fck = 18,0MPa  Nesplněna hodnota pro prostředí XD, XF, XS

c = 19,6MPa > k2 × fck = 13,5MPa  Nelineární dotvarování

Největší tahové napětí ve výztuži:

s = 306,2MPa < k3 × fyk = 400,0MPa  Nepřijatelné trhliny ani deformace nevzniknou

**Napětí na dílci VYHOVUJE**

**Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE**