

VYBRANÉ VÝSTUPY ZE STATICKÉHO VÝPOČTU:

**OPRAVA POŠKOZENÉ KONSTRUKCE MOSTKU PŘES
MLÝNSKÝ NÁHON NA UL. CHŘESTOVÁ**

STATICKÝ VÝPOČET MOSTU PŘES MLÝNSKÝ NÁHON

| 1. Identifikační údaje | |
|------------------------|---|
| Zpracovatel: | FIRAST s.r.o |
| | U Nových vil 941/24, 100 00, Praha 10 |
| Vedoucí projektant: | Ing. Denisa Boháčová |
| Zodpovědný projektant: | Ing. Radek Boháč, |
| | autorizovaný inženýr pro mosty a inženýrské konstrukce a pozemní stavby |
| Objednatel: | Město Ivančice |
| | Palackého 196/6, 664 91, Ivančice |
| Místo stavby: | Ul. Chřestová |
| Název stavby: | Oprava poškozené konstrukce mostku přes Mlýnský náhon na ul. Chřestová |
| | |
| Most Mikulov | leden 2018 |
| Balt po vyrovnání | |

2. Základní údaje o mostu

Charakteristika mostu dle ČSN 73 6200, kap 4

- kap. 4.1. most na pozemní komunikaci
- kap. 4.2. most přes vodoteč
- kap. 4.3. o 1 poli
- kap. 4.4. s mostovkou v jedné úrovni (jednopodlažní)
- kap. 4.5. s horní mostovkou
- kap. 4.6. bez přesypávky
- kap. 4.7. nepohyblivý
- kap. 4.8. trvalý
- kap. 4.9. -
- kap. 4.10. v přímé
- kap. 4.11. šikmý
- kap. 4.12. betonový
- kap. 4.13. s ohybově tuhou konstrukcí
- kap. 4.14. deskový
- kap. 4.15. s neomezenou volnou výškou
- kap. 4.16. otevřeně uspořádaný

Charakteristika mostu dle ČSN 73 6200, kap 4:

- kap. 4.1. most na pozemní komunikaci

- kap. 4.2. most přes vodoteč
- kap. 4.3. o 1 poli
- kap. 4.4. s mostovkou v jedné úrovni (jednopodlažní)
- kap. 4.5. s horní mostovkou
- kap. 4.6. bez přesypávky
- kap. 4.7. nepohyblivý
- kap. 4.8. trvalý
- kap. 4.9. -
- kap. 4.10. v přímé
- kap. 4.11. šikmý
- kap. 4.12. betonový
- kap. 4.13. s ohybově tuhou konstrukcí
- kap. 4.14. deskový
- kap. 4.15. s neomezenou volnou výškou
- kap. 4.16. otevřeně uspořádaný

Délka
přemostění kolmá 2,95 m, šikmá 7,1 m

Délka nosné
konstrukce kolmá 2,36 m, šikmá 5,52 m

Rozpětí kolmá 1,73 m, šikmá 8,0 m

Šikmost mostu 25°

Šířka mostu kolmá 4,5 m šikmá 11,35 m

Plocha nosné
konstrukce 26,069 m²

3. Podklady:

3.1. Zaměření stávajícího území

4. Použitá literatura:

1. ČSN 7361 01 (6/1985) Projektování silnic a dálnic
2. ČSN 7362 01 (3/1978, změna a) 2/1987) Projektování a prostorové uspořádání mostních objektů
3. ČSN 736206 (71, zm. A) 1/89, zm. 2) 2/94) Navrhování betonových a železobetonových mostních konstrukcí
4. Statické tabulky
5. ČSN 73 6203/86 vč. zm. a/88 a b/89- Zatížení mostů
6. ČSN EN 1990 (73 0002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
7. ČSN EN 1991-1-1 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí- Část 1-1: Obecná zatížení- objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
8. ČSN EN 1991-2 (73 6203) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí- Část 2: Zatížení mostů dopravou, vč. Změny NA ed. A (2005)
9. ČSN EN 1992-1-1 (73 1201) EUROKÓD 2: Navrhování betonových konstrukcí- Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. vč. Změny NA ed. A (2007)
10. ČSN P ENV 13670-1 (73 2400) Provádění betonových konstrukcí- Část 1: Společná ustanovení
11. ČSN EN 1992- 2 (73 6208) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí- Část 2: Betonové mosty- Navrhování a konstrukční zásady
12. ČSN EN 206-1 (732403) Beton- Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
13. ČSN EN 1991-1-1-5 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí- Část 1-ř: Obecná zatížení- Zatížení teplotou

5. Použitý software

Scia Engineer 2011, výpočet metodou konečných prvků, kolektiv FEM consulting

6. Všeobecný popis

6.1. Účel objektu a požadavky na jeho využití

Účelem mostního objektu je převedení místní komunikace přes Zahořanský potok.

Stávající stavba mostního objektu je situovaná v intravilánu katastrálního území Psáry.

Charakter stávající stavby:

Jedná se o jednopolový most. Spodní stavba je tvořena kamennými opěrami. Most byl částečně proveden z cihelné klenby, která byla pravděpodobně později rozšířena železobetonovou deskou. Takto provedená konstrukce, složená ze dvou naprosto odlišných konstrukčních systémů vzájemně nepolupůsobí a nemůže tak docházet k plošnému přenášení veškerých účinků zatížení. Tento jev navíc vyvolává nestejnoměrnou reakci na působící zatížení, což způsobuje vedle nerovnoměrného sedání každé části řadu dalších poruch na konstrukci mostu.

Charakteristika rekonstrukce:

Tuto konstrukci mostu by bylo vzhledem ke svému provedení velmi problematické především staticky sanovat, případně zesilovat, a proto se jeví jako nejvhodnější řešení na základě provedených mostních prohlídek odstranění mostního tělesa a jeho nahrazení novou mostní konstrukcí.

Rekonstrukce spočívá ve výměně základové části mostu, nosné konstrukce a celého mostního svršku.

6.2. Územní podmínky:

Účelem mostního objektu je převedení místní komunikace přes Mlýnský náhon. Most je situován v intravilánu katastrálního území Ivančice. Nachází se na místní komunikaci v ul. Chřestová.

6.3. Nosná konstrukce:

Jedná se o jednopolový most. Most byl částečně proveden z cihelné klenby, která byla pravděpodobně později rozšířena železobetonovou deskou. Takto provedená konstrukce, složená ze dvou naprosto odlišných konstrukčních systémů, vzájemně nespolečně působí a nemůže tak docházet k plošnému přenášení veškerých účinků zatížení. Tento jev navíc vyvolává nestejnoměrnou reakci na působící zatížení, což způsobuje vedle nerovnoměrného sedání každé části řadu dalších poruch na konstrukci mostu.

Nová nosná konstrukce mostu bude provedena jako železobetonová v tloušťce 300 mm a bude provedena v příčném sklonu 2% a v podélném 0,5%. Takto provedená deska bude uložena na elastomerová ložiska na nově provedených žb opěrách s kamenným obložením.

6.4. Spodní stavba

Spodní stavbu tvoří kamenné opěry, navazující na nábrežní zdi. Na jedné straně byla provedena kamenná nábrežní zeď, na druhé straně je kamenná jen z části a doplněná později

provedenou železobetonovou nábrežní zdí. Poté na tuto konstrukci navazuje původní kamenná zeď, na které je založen objekt. Na podpěrách je provedena nosná konstrukce mostu.

Stávající opěry budou vyměněny za nové žb opěry, na kterých budou provedena elastomerová ložiska pro uložení NK. Nové žb opěry budou založeny na pilotách o průměru 400 mm. Na každé straně budou provedeny celkem 3 piloty. V ose dvou krajních pilot na každé straně je uvažováno s provedením ložisek.

7. Předpoklady výpočtu:

7.1. Geotechnické podmínky:

Geologický průzkum je součástí přílohy.

7.2. Materiálové charakteristiky:

Beton: C 35/45

Návrhová pevnost betonu v tlaku EN 1992-2 ods.3.1.6

$$f_{cd} = \frac{a_{cc} * f_{ck}}{\gamma_c}, \text{ EN 1992-2, tab.3.1.6}$$

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa, EN 1992-1, tab.3.1.}$$

$$a_{cc} = 0,85, \text{ EN 1992-2, 3.1.6}$$

$$\gamma_c = 1,5, \text{ , EN 1992-1, 2.4.2.4 pro trvalé a dočasné návrhové situace}$$

$$\gamma_c = 1,2, \text{ , EN 1992-1, 2.4.2.4 pro mimořádné návrhové situace}$$

Návrhová pevnost betonu v tahu EN 1992-2 ods.3.1.6

$$f_{ctd} = a_{ct} * f_{ctk*0,5} / \gamma_c, \text{ EN 1992-2, tab.3.1.6}$$

$$f_{ctk0,05} = 2,2 \text{ MPa, EN 1992-1, tab.3.1}$$

$$a_{ct} = 1,0, \text{ EN 1992-2, 3.1.6}$$

$$\gamma_c = 1,5, \text{ , EN 1992-1, 2.4.2.4 pro trvalé a dočasné návrhové situace}$$

$$\gamma_c = 1,2, \text{ , EN 1992-1, 2.4.2.4 pro mimořádné návrhové situace}$$

Ocel B 500B

8. Geometrie

Tvar a základní rozměry mostu jsou patrné z příložených schémat. Vstupní údaje a údaje o modelu jsou s ohledem na množství dat pouze základní, kompletní vstupy jsou archivovány u projektanta. Model nosné konstrukce je zvolen jako rovinná deska, uložená na ložiskách, umístěných na žb opěrách.

8.1. Tvar konstrukce:

Tvar mostní konstrukce vychází z provedeního zaměření. Snahou bylo provedení stejného tvaru jako je stávající mostní konstrukce.

8.2. Statický model:

Pro výpočet vnitřních sil byl použit 3D deskový model v programu Scia Engineer. Model byl složen z deskového modelu mostovky. Deska je uložena na ložiskách. Prvky jsou zadány s patřičnou tuhostí. Teoretické rozpětí bylo uvažováno na základě navržených parametrů.

Konstrukce je zatížena zatížením vlastní tíhou, ostatním stálým a nahodilým zatížením dopravou. Zatížení kolovými nápravami je uvažováno jako bodové v místě příslušných náprav a roznáší se do střednice desky. Zatížení nápravami bylo uvažováno v nejnepříznivější poloze (přibližně ve středu rozpětí mostu).

9. ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE- stávající stav

9. 1.Stálé zatížení

9.1.1. Vlastní zatížení- vygenerováno programem Scia Engineer

| 1.2. Ostatní stálá zatížení | tloušťka | kg/m3 | Gk | Gk | γ_f | Gd |
|--------------------------------|----------|-------|----------------------|--------|------------|----------------------|
| stávající stav | (m) | | (kN/m ²) | (kN/m) | (-) | (kN/m ²) |
| vozovka (litý asfalt) | 0,04 | 2500 | 1 | | 1,35 | 1,35 |
| zábradlí | | | | 1 | 1,35 | |
| celkem | | | | | | |

9.1.3. Ostatní stálá zatížení- sedání základů

S nerovnoměrným sedáním podpěr se ve statickém výpočtu neuvažuje. Předpokládá se konsolidace základové spáry. Vzhledem k typu konstrukce nemá rozhodující vliv na zatížení konstrukce.

9.2. Nahodilá zatížení

9.2.1. Nahodilé zatížení sněhem- vzhledem k velikosti a tvaru mostu nemá rozhodující vliv na vnitřní síly a není uvažováno

9.2.2. Nahodilé zatížení větrem- vzhledem k velikosti a tvaru mostu nemá rozhodující vliv na vnitřní síly a není uvažováno

| 9.2.3. Nahodilá zatížení teplotou | stupňů | norma | norma |
|--------------------------------------|----------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| | C | | |
| T min | -32 | EN 1991-1-5, 6.1.3.2., str. 15 | minimální teplota vzduchu ve stínu |
| | | NA2.20 str.37, obr NA2str.39 | |

| | | | |
|---------|------|--------------------------------|-------------------------------------|
| T max | 38,1 | EN 1991-1-5, 6.1.3.2., str. 15 | maximální teplota vzduchu ve stínu |
| | | NA2.20 str.37, obr NA1str.39 | |
| Te, min | -24 | EN 1991-1-5 NA.2.4 str 36 | |
| Te, max | 39,6 | EN 1991-1-5 NA.2.4 str 36 | |
| To | 10 | EN 1991-1-5 NA 2.21 | výchozí teplota (v době zabudování) |
| T min | -32 | EN 1991-1-5, 6.1.3.2., str. 15 | minimální teplota vzduchu ve stínu |
| | | NA2.20 str.37, obr NA2str.39 | |
| T max | 38,1 | EN 1991-1-5, 6.1.3.2., str. 15 | maximální teplota vzduchu ve stínu |
| | | NA2.20 str.37, obr NA1str.39 | |
| Te, min | -24 | EN 1991-1-5 NA.2.4 str 36 | |

Zatížení teplotou bylo vypočteno dle požadavků ČSN EN 1991-1-5, 73 0035 Eurokód 1:Zatížení konstrukcí- Část 1-5: Obecná zatížení- Zatížení teplotou

Rovnoměrná složka teploty:

Zkrácení:

$\Delta T_{M,heat}$

Pro výpočet účinků zatížení teplotou byly uvažovány čtyři kombinace zatížení. Uvažované kombinace zatížení jsou uvedeny níže.

Teplota 1= $\Delta T_{M,heat} + \Delta T_{N,expt} * w_N$

Teplota 2= $\Delta T_{M,cool} * w_M * + \Delta T_{N,con}$

Teplota 3= $\Delta T_{M,heat} + \Delta T_{N,expt} * w_N$

Teplota 4= $\Delta T_{M,cool} * w_M * + \Delta T_{N,con}$

Kde:

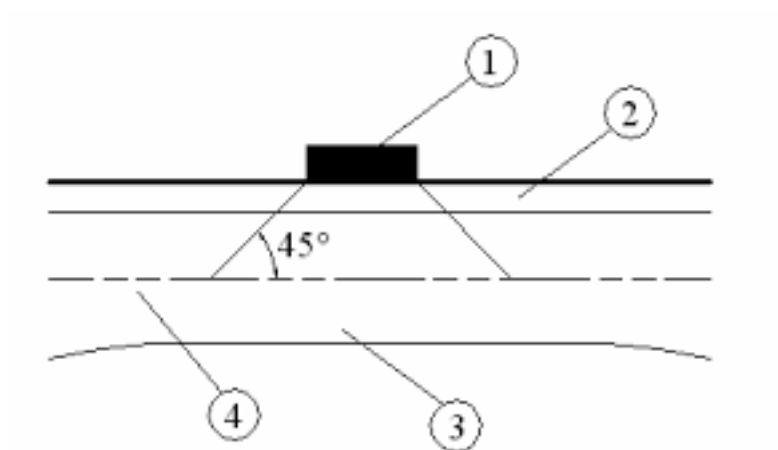
$w_N = 0,35$ nebo $w_N = 0,75$

9.2.4. Rozdělení do zatěžovacích pruhů

| | norma | norma |
|--|---------------------------------|-------------------------|
| rozdělení do zatěžovacích pruhů | | |
| w | skutečná šířka vozovky na mostě | |
| w | EN 1991-2, str 29, tab 4.1 | šířka jednoho zat.pruhu |

| | | |
|---------|----------------------------|--------------------------|
| n=1 | EN 1991-2, str 29, tab 4.2 | navržený počet zat.pruhů |
| | šířka zbývajících plochy | |
| Te, min | EN 1991-1-5 NA.2.4 str 36 | |

Roznášení soustředěných zatížení:



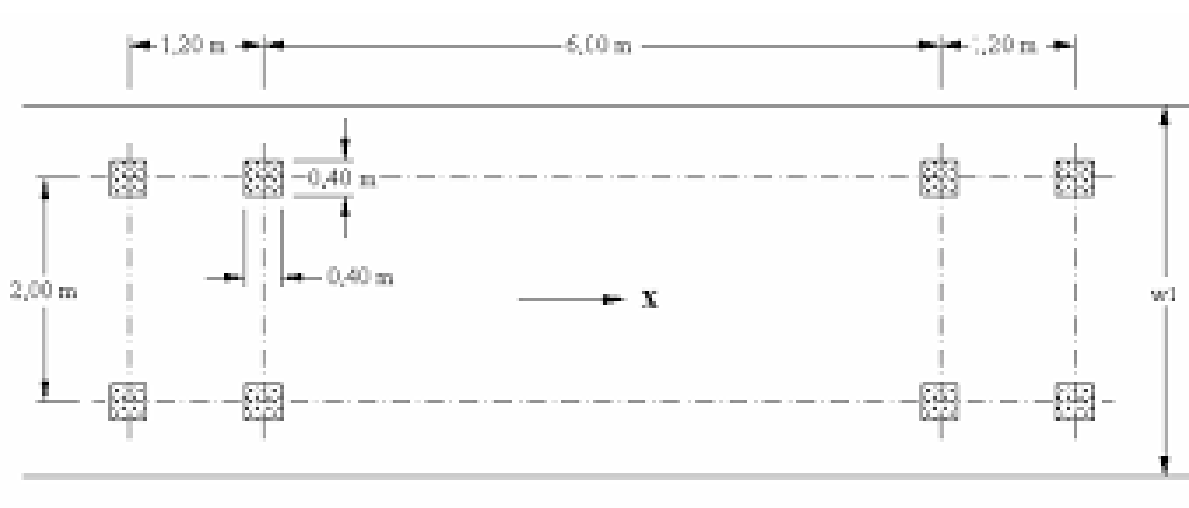
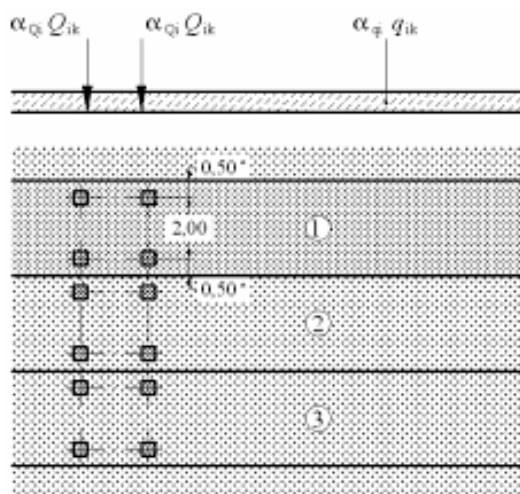
LEGENDA

1. Dotykový tlak kola
2. Vozovka
3. Betonová deska mostovky
4. Střednicová plocha betonové desky mostovky

| Roznos kola (m) | Vozovka (m) | Střed desky nosné ke (m) | Roznášecí délka (m) |
|--------------------|----------------|-----------------------------|------------------------|
| 0,4 | 0,04 | 0,1 | 0,68 |
| 0,35 | 0,04 | 0,1 | 0,63 |
| 0,6 | 0,04 | 0,1 | 0,88 |

9.2.5. Model zatížení 1 (LM1)

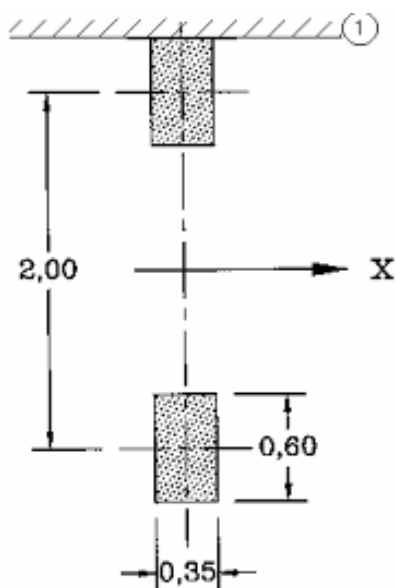
| Umístění | Soustředěné zatížení | | | $\alpha Q_i^*Q_i/$ | Rovnoměrné zatížení | | |
|----------|----------------------|--------------|------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| | Q_{ik} (kN) | αQ_i | $\alpha Q_i^*Q_i$ (kN) | rd^*rd (kN) | q_{ik} (kN/m ²) | αQ_i | $\alpha Q_i^*Q_i$ (kN ²) |
| Pruh č.1 | 300 | 0,8 | 240 | 519,0311419 | 9 | 0,5 | 4,5 |
| Pruh č.2 | 200 | 0,8 | 160 | 403,1242126 | 2,5 | 1 | 2,5 |
| Pruh č.3 | 100 | 0,8 | 80 | 103,3057851 | 2,5 | 1 | 2,5 |
| Ostatní | | | | | 2,5 | 1 | 2,5 |



9.2.6. Model zatížení 2 (LM2)

Zatížení ideální nápravou

| Umístění | Soustředěné zatížení | | | $\alpha Q_i \cdot Q_i /$ |
|----------|----------------------|------------------------|---|------------------------------------|
| | Q_{ak} (kN) | $\beta Q = \alpha Q_1$ | $\beta Q_1 \cdot \alpha Q_{ak}$ (kN) | $r_d \cdot r_d$ (kN ²) |
| | 400 | 0,8 | 320 | 309 |



9.2.7. Model zatížení 3 (LM3)

Zvláštní vozidlo 600/ 150 (4 náprav 150 kN po 1,5 m)

Zvláštní vozidlo 900/150 (6 náprav 150 kN po 1,5 m)

9.2.8. Model zatížení 3 (LM3a)

Zvláštní vozidlo 1800/200 (9 náprav 200 kN po 1,5 m) s rovnoměrným zatížením LM1

$L =$ EN 1991-2, str 106, A.3

$f_i = 1,4 - L/500$

EN 1991-2, str 106, A.3

šířka jednoho zatěžovacího pruho max 3 m

Uvažován je pojezd normální rychlostí 50- 70 km/hod, aplikace dynamického součinitele

9.2.9. Model zatížení 3 (LM3b)

Zvláštní vozidlo 3000/240 (1 náprava 120 kN+ 12 náprav 240 kN po 1,5 m)

$L =$ EN 1991-2, str. 106, A.3

$f_i = 1,4 - L/500$

EN 1991-2, str 106, A.3

šířka jednoho zatěžovacího pruhu max 3 m

9.2.9. Model zatížení 4 (LM4 zatížení davem lidí)

charakteristická zatížení

$q_{fk} = 5 \text{ kN/m}^2$, EN 1991-2, str.3, str 52

zatěžovací délka

$L = 4,5 \text{ m}$, EN 1991-2, str 52

$q_{fk} = 20 + 120 / (L + 30) = 3,684 \text{ kN/m}^2$

$2,5 \text{ kN/m}^2 \leq q_{fk} \leq 5,0 \text{ kN/m}^2$

9.2.10. Brzdné a rozjezdové síly

| | | |
|--|-----------------------------|---|
| $Q1k = 300 \text{ kN}$ | EN 1991-2, str.32 | charakteristické hodnoty, model zatížení 1 |
| $q1k = 9 \text{ kN}$ | EN 1991-2, str.32 | charakteristické hodnoty, model zatížení 1 |
| $\alpha Q1 = 0,8$ | EN 1991-2, str.143, NA 2.12 | |
| $\alpha q1 = 0,8$ | EN 1991-2, str.143, NA 2.12 | |
| $w1 = 4 \text{ m}$ | EN 1991-2, str.29, tab.4.1 | šířka jednoho zatěžovacího pruhu max.3m |
| $L = \text{m}$ | EN 1991-2, str.36 | délka nosné konstrukce nebo uvažované části |
| $Q1k = 0,6 * \alpha Q1 * (2 * Q1k) + 0,1 * \alpha q1 * q1k * w1 * L =$ | | 299,448 |
| | | uvažuje se v úrovni povrchu vozovky |
| EN 1991-2, str.36 | | $180 * \alpha Q1k \leq Q1k \leq 900 \text{ kN}$ |

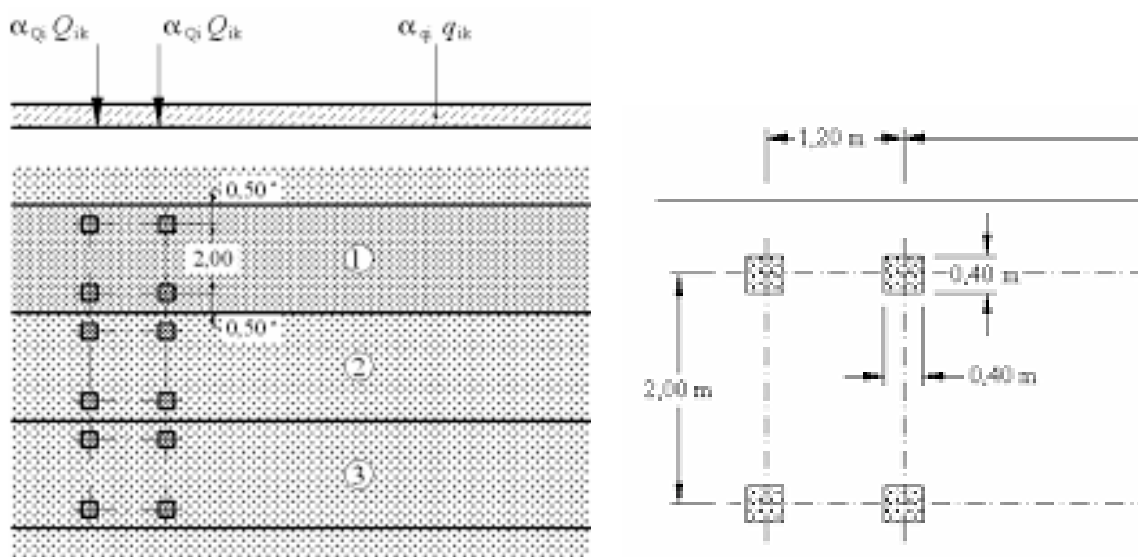
9.2.11. Odstředivé a jiné příčné síly

Není rozhodující, neuvažováno

9.2.12. Nahodilá zatížení na únavu

9.2.12.1. Model zatížení na únavu 1 (LM1 U)

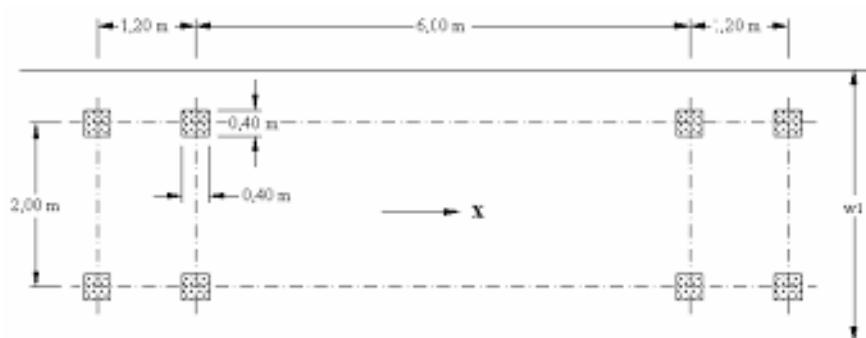
| Umístění | Soustředěné zatížení | | | $\alpha Q_i \cdot Q_i /$ | Rovnoměrné zatížení | | |
|----------|----------------------|--------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------|---|
| | Q_{ik} (kN) | αQ_i | $\alpha Q_i \cdot Q_i$ (kN) | $r_d \cdot r_d$ (kN) | q_{ik} (kN/m ²) | αQ_i | $\alpha Q_i \cdot Q_i$ (kN ²) |
| Pruh č.1 | 300 | 0,7 | 210 | 232,69 | 9 | 0,3 | 2,7 |
| Pruh č.2 | 200 | 0,7 | 140 | 155,12 | 2,5 | 0,3 | 0,75 |
| Pruh č.3 | 100 | 0,7 | 70 | 7,56 | 2,5 | 0,3 | 0,75 |
| Ostatní | | | | | 2,5 | 0,3 | 0,75 |



9.2.12.2. Model zatížení na únavu 2 (LM2 U)

Vychází z Tab. Soubor častých nákladních vozidel

9.2.12.3. Model zatížení na únavu 3 (LM3 U)



9.2.12.4. Model zatížení na únavu 4 (LM4 U)

Vychází z Tab. Soubor ekvivalentních nákladních vozidel
a z Tab. Definice kol a náprav

9.13.1. Kombinace zatížení:

$$6.10a \quad y_{Gj}, (M_{g0} + M_{g-g0} + M_{gs}) + y_{Q,1}(\psi_{i0,1}M_{TS} + \psi_{i0,1}M_{UDL}) + y_{Q,2}\psi_{i0,2}M_T$$

$$6.10b \quad \xi y_{Gj}, (M_{g0} + M_{g-g0} + M_{gs}) + y_{Q,1}(\psi_{i0,1}M_{TS} + \psi_{i0,1}M_{UDL}) + y_{Q,2}\psi_{i0,2}M_T,$$

kde:

$$y_{Gj} = 1,35 \quad \xi = 0,85 \quad \psi_{i0,2T} = 0,60$$

$$y_{Gj,inf} = 1,00 \quad \psi_{i0,1ST} = 0,75$$

$$y_{Q,i} = 1,5 \quad \psi_{i0,1UDL} = 0,4$$

9.13.2. Kombinace zatížení MSP:

Charakteristická kombinace:

$$+M_{g-g0} + M_{gs}) + (M_{TS} + M_{UDL}) + \psi_{i0,1}M_T$$

Častá kombinace:

$$+M_{g-g0} + M_{gs}) + \psi_{i1,1}(M_{TS} + M_{UDL}) + \psi_{i2,2}M_T$$

Kvazistálá kombinace:

$$+M_{g-g0} + M_{gs}) + \psi_{i2,1} + M_{g-g0} + M_{gs}) + \psi_{i2,2}M_T$$

kde:

$$\psi_{i0,1} = 0,6$$

$$\psi_{iTS} = 0,75$$

$$\psi_{i1,1UDL} = 0,4$$

$$\psi_{i2,1} = 0,00$$

$$\psi_{i2,2} = 0,5$$

10. POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE:

viz. Výstupy z program Scia Engineer

11. ZÁVĚR

Statický výpočet není možné zveřejňovat nebo jinak využívat bez souhlasu autora. Musí být vždy uváděn kompletní. Do statického výpočtu, ani do jeho částí není možné zasahovat bez souhlasu autora- projektanta.