



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Ústav betonových a zděných konstrukcí

Institute of Concrete and Masonry Structures

Deskový most o jednom poli

One span frame bridge

Bakalárska práca

Bachelor's thesis

AUTOR PRÁCE Miriama Vidová

AUTHOR

VEDÚCI PRÁCE Ing. RADIM NEČAS, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2017



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ**

B3607 Stavební inženýrství

Študijný program

Typ studijného programu

Bakalársky študijný program s prezenčnou formou štúdia

Študijný odbor

3647R013 Konstrukce a dopravní stavby

Pracoviště

Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADANIE BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Študent

Miriama Vidová

Názov

Deskový most o jednom poli

Vedúci práce

Ing. Radim Nečas, Ph.D.

Dátum zadania

30. 11. 2016

Dátum odovzdania

26. 5. 2017

V Brně dňa 30. 11. 2016

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedúci ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Dekan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatúra

Podklady:

Situácia, priečny a pozdĺžny rez, geotechnické pomery

Základné normy:

ČSN 736201: Projektování mostních objektů

ČSN 73 6214: Navrhování betonových mostních konstrukcí

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady

Literatúra: na základe doporučenia vedúceho práce

Zásady pre vypracovanie

Z predbežného návrhu možných typov mostových konštrukcií preferujte doskovú monolitickú konštrukciu o jednom poli z predpätého betónu.

V práci spracujte dve až tri štúdie mostu vrátane ich zhodnotenia. Most môžete navrhnuť kolmý.

Dimenzovanie urobte podľa EN v rozsahu stanovenom vedúcim práce.

Ostatné úpravy robte podľa pokynov vedúceho práce.

Požadované výstupy:

Textová časť (obsahuje správu a ostatné náležitosti podľa nižšie uvedených smerníc)

Prílohy textovej časti:

P1. Podklady, štúdie a vizualizácie

P2. Prehľadné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P3. Statický výpočet (v rozsahu určenom vedúcim práce)

Prehlásenie o zhode listinnej a elektronickej formy VŠKP (1x).

Popisný súbor záverečnej práce (1x).

Bakalárska práca bude odovzdaná v listinnej a elektronickej forme a pro ÚBZK 1x na CD.

Štruktúra bakalárskej práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podľa ďalej uvedenej štruktúry:

1. Textová časť VŠKP spracovaná podľa Smernice rektora "Úprava, odevzdávaní, zverejňování a uchovávaní vysokoškolských kvalifikačních prací" a Smernice děkana "Úprava, odevzdávaní, zverejňování a uchovávaní vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná súčasť VŠKP).

2. Prílohy textovej časti VŠKP spracované podľa Smernice rektora "Úprava, odevzdávaní, zverejňování a uchovávaní vysokoškolských kvalifikačních prací" a Smernice děkana "Úprava, odevzdávaní, zverejňování a uchovávaní vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná súčasť VŠKP v prípade, že prílohy nie sú súčasťou textovej časti VŠKP, ale textovú časť dopĺňujú).

Ing. Radim Nečas, Ph.D.
Vedúci bakalárskej práce

Abstrakt

Predmetom bakalárskej práce je návrh doskového mostu o jednom poli. Most sa nachádza na komunikácii 1. triedy a kolmo križuje rieku Kuřimka. Nosná konštrukcia je z predpätého betónu a jej dĺžka je 19,33 m. Pre výpočet je použitý program SCIA Engineer 16.1. Konštrukcia bola posúdená na medzný stav použiteľnosti a medzný stav únosnosti.

Kľúčové slová

Doskový most, predpätý betón, load model 1, load model 3, krátkodobé straty predpätia, dlhodobé straty predpätia, medzný stav použiteľnosti, medzný stav únosnosti

Abstract

The subject of this bachelor's thesis is to design a one field slab bridge. The bridge is situated on the 1st class road and is leading upright over the brook Kuřimka. Structure is from prestressed concrete with the length of 19,33 m. The load effects is calculated by Scia Engineer 16.1. The supporting structure is assessed for the ultimate limit state and serviceability limit state.

Keywords

Slab bridge, prestressed concrete, load model LM1, load model LM3, short-term losses of prestress, long-term losses of prestress, ultimate limit state, serviceability limit state

Bibliografická citácia VŠKP

Miriama Vidová *Deskový most o jednom poli*. Brno, 2017. 38 s., 12 s. příl. Bakalárska práca.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedúcí práce
Ing. Radim Nečas, Ph.D.

Prehlásenie

Prehlasujem, že som bakalársku prácu spracoval(a) samostatne a že som uviedol(a) všetky použité informačné zdroje.

V Brně dňa 26. 5. 2017

Miriama Vidová
autor práce

Prehlásenie o zhode listinnej a elektronickej formy VŠKP

Prehlásenie

Prehlasujem, že elektronická forma odovzdanej bakalárskej práce je zhodná s odovzdanou listinnou formou.

V Brně dňa 26. 5. 2017

Miriama Vidová
autor práce

Pod'akovanie

Rada by som týmto pod'akovala vedúcemu mojej bakalárskej práce Ing. Radimovi Nečasovi, Ph.D. za odborné vedenie, trpezlivosť, dobré rady a čas venovaný spracovaním bakalárskej práce.

Obsah

1	ÚVOD	12
2	NÁVRH ŠTÚDÍ NOSNEJ KONŠTRUKCIE.....	13
2.1	Varianta A	13
2.2	Varianta B	14
3	MOSTNÝ ZVRŠOK.....	15
4	GEOMETRIA NOSNEJ KONŠTRUKCIE	16
5	ZAŤAŽENIE	17
5.2	Ostatné stále zaťaženie.....	17
5.2	Premenné zaťaženie	17
5.2.1	Load model 1	18
5.2.2	Load model 3	19
5.2.3	Overenie ručným výpočtom.....	21
5.2.3.1	Load model 1	21
5.2.3.2	Load model 3	22
5.2.4	Porovnanie výsledkov maximálnych ohybových momentom	24
6	KOMBINÁCIE	24
6.2	Medzný stav použiteľnosti	24
6.3	Medzný stav únosnosti.....	24
7	NÁVRH PREDPÄTIA	25
7.1	Podmienky v čase t_0	25
	Vlastná tiaha - ťahané horné vlákno	25
7.2	Podmienky v čase t_{∞}	25
	Charakteristická kombinácia.....	25
7.3	Navrhnutá predpínacia výstuž.....	26
7.4	Trasovanie káblov	26
8	STRATY PREDPÄTIA	27
8.1	Krátkodobé straty	27
	Celkové krátkodobé straty	28
8.2	Dlhodobé straty	28
	Celkové dlhodobé straty.....	28
	Určenie predpínacej sily v životnosti mostu	29
	Kvázistála kombinácia	29
	Charakteristická kombinácia.....	29
	Častá kombinácia	29
9	MEDZNÝ STAV POUŽITEĽNOSTI	29
9.1	Obmedzenie napätia v predpínacej výstuži.....	29
9.2	Obmedzenie napätia betónu v tlaku	29
9.3	Obmedzenie napätia betónu v ťahu.....	30

10	MEDZNÝ STAV ÚNOSTNSTI.....	31
10.1	Ohyb.....	31
10.1.1	Pozdĺžny smer	31
10.1.2	Priečny smer.....	32
10.2	Šmyk	32
11	KOTVIACA OBLASŤ	35
12	ZÁVER	36
13	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	37
14	ZOZNAM OBRÁZKOV	38
15	ZOZNAM TABULIEK.....	38
16	ZOZNAM PRÍLOH	38

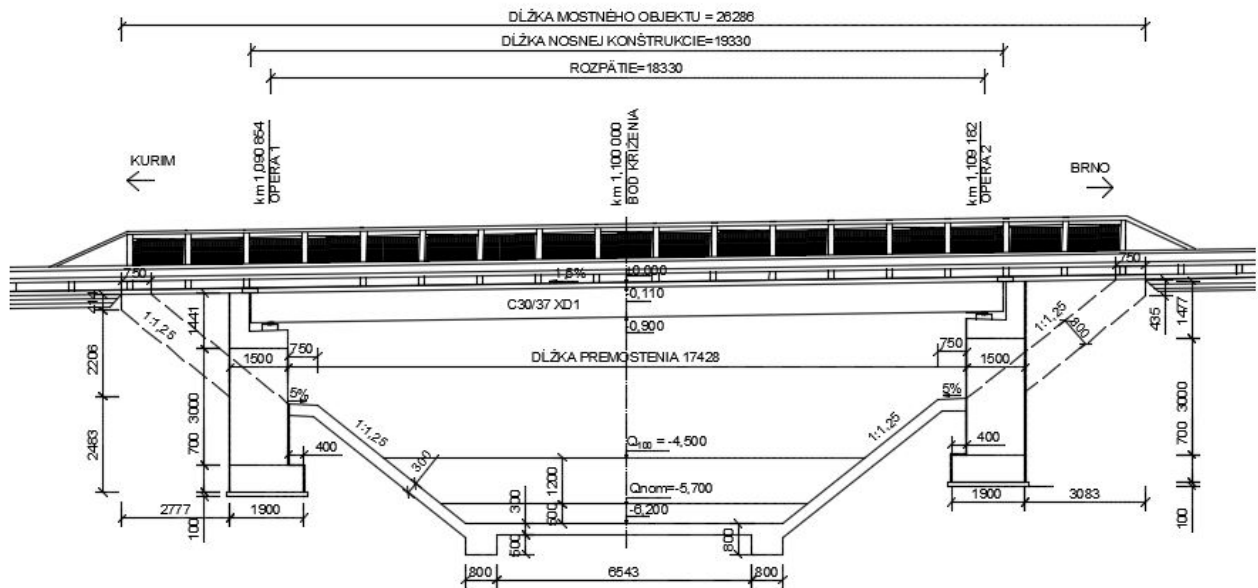
1 ÚVOD

Cieľom tejto bakalárskej práce je návrh predpätého doskového mostu o jednom poli, ktorý prevádza cestnú komunikáciu S 7,5 cez potok Kuřimka. Lokalita nebola presne určená preto pre zjednodušenie práce bolo miesto, terén a hladiny vodného toku zvolené. Sú vypracované 2 varianty z ktorých bude jedna vybratá pre výpočet a posúdenie. Mostná konštrukcia bude zaťažená zostavami zaťaženi podľa platných európskych noriem ČSN EN 1992-2: Zatížení mostů dopravou. Vnútorne sily sú získané pomocou program SCIA Engineer 16.1 a ručným výpočtom pomocou metódy vzdorujúcej šírky overené. Dimenzovanie bude prevedené podľa platnej európskej normy ČSN EN 1992-2: Návrh betonových konstrukcí. Táto textová časť práce má za úlohu previesť postupom návrhu konštrukcie. Podrobné výpočty sú v prílohe P.3 - Statický výpočet.

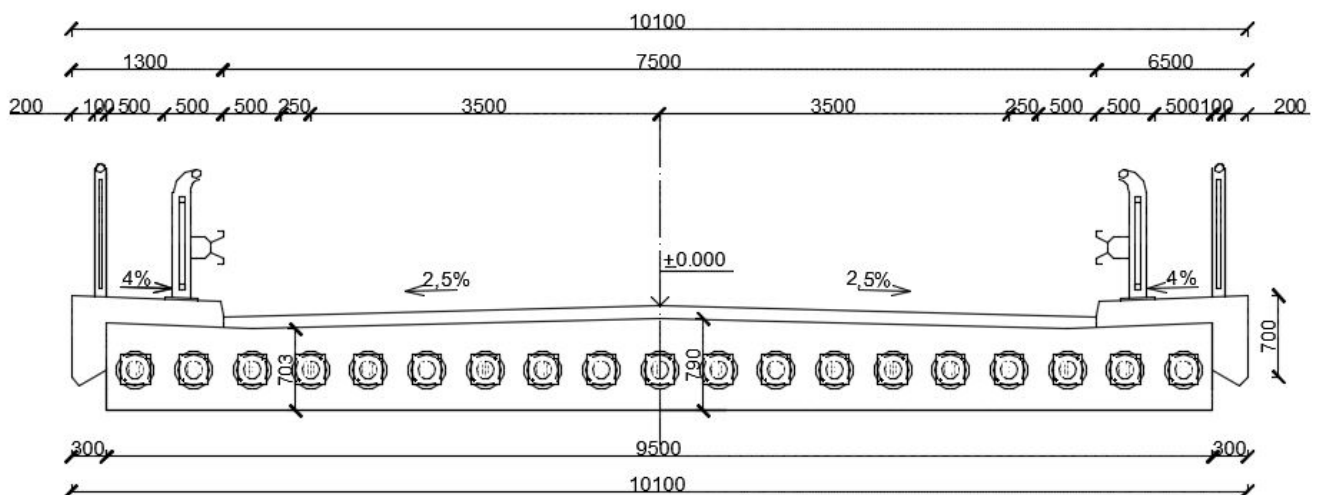
2 NÁVRH ŠTÚDÍ NOSNEJ KONŠTRUKCIE

2.1 Varianta A

Prvú variantu tvorí obdĺžniková predpätá doska, ktorá prevádza komunikáciu kategórie S 7,5 cez potok Kuřimka. Nosná konštrukcia o šírke 9,5 m má kôli spádovému odvodneniu premennú výšku. Zvolená výška je 790 mm. Chodníky sú navrhnuté obojstranne o šírke 0,5 m. Dĺžka nosnej konštrukcie je 19,33 m. Doska je uložená na masívnych operách ležiacich na plošnom základe.

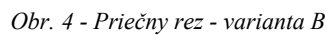
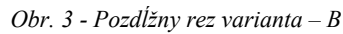


Obr. 1 - Pozdĺžny rez - varianta A



Obr. 2 - Priečny rez - varianta A

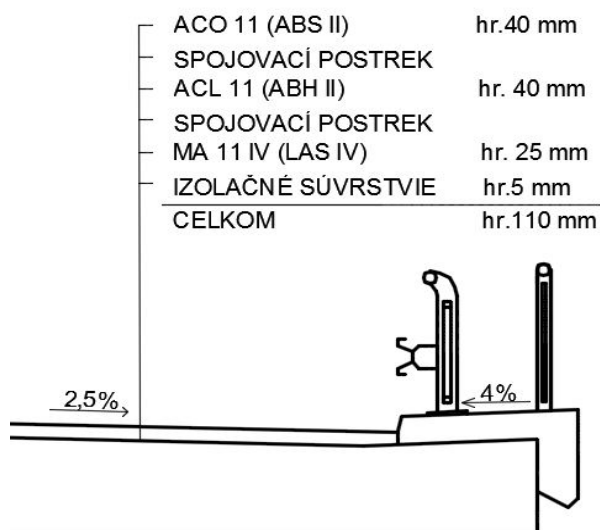
Druhú variantu tvorí most z prefabrikovaných dielov. Doska je tvorená otvoreným betónovým prierezom s malou šírkou. Horná doska má šírku 400 mm a spodná 200 mm. Nosná konštrukcia je podopretá masívnymi operami. Táto varianta sa nezvykne používať pre mosty o jednom poli.



3 MOSTNÝ ZVRŠOK

3.1 Vozovka

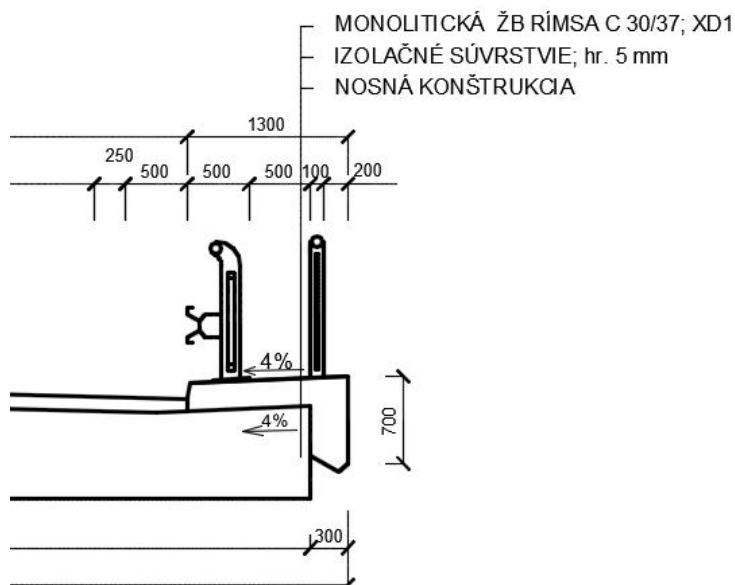
Navrhnutá netuhá vozovka podľa normy ČSN 73-6242:



Obr. 5 - vrstvy vozovky

3.2 Rímasy

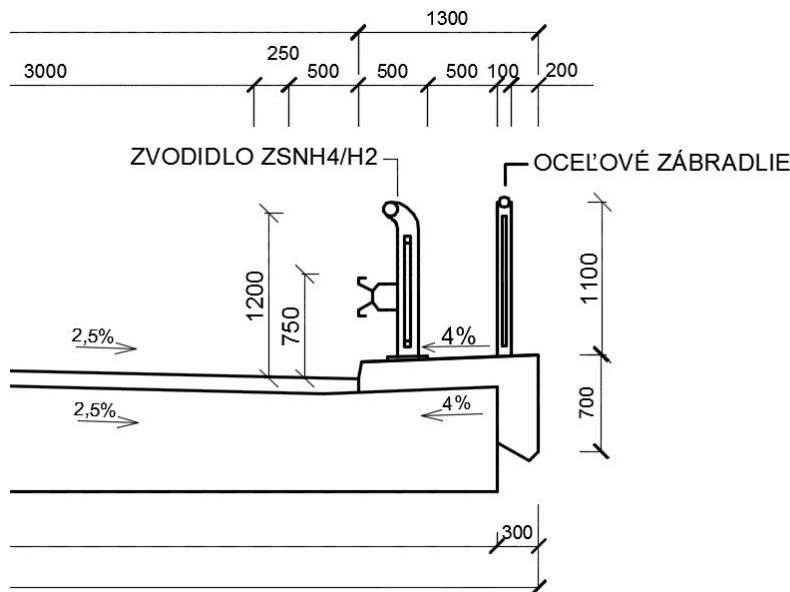
Na moste sú navrhnuté železobetónové prefabrikované rímasy z betónu triedy C 30/37 a prostredia XD1. Rímasy sú na oboch stranách rovnaké a majú šírku 1300 mm. Prečnievajúci koniec je široký 300 mm a vysoký 700 mm. Rímasy sú vypádané v sklone 4% a sú v nich zakotvené záchytné systémy.



Obr. 6 - detail rímasy

3.3 Záchytné systémy

Na oboch stranách mostu sú umiestnené zábradlové zvodidlá typu ZSNH4/H2 výšky 1200 mm a oceľové mostné zábradlie výšky 1100 mm, ktoré zaisťujú bezpečnostnú medzeru medzi premávkou na moste a chodcami.

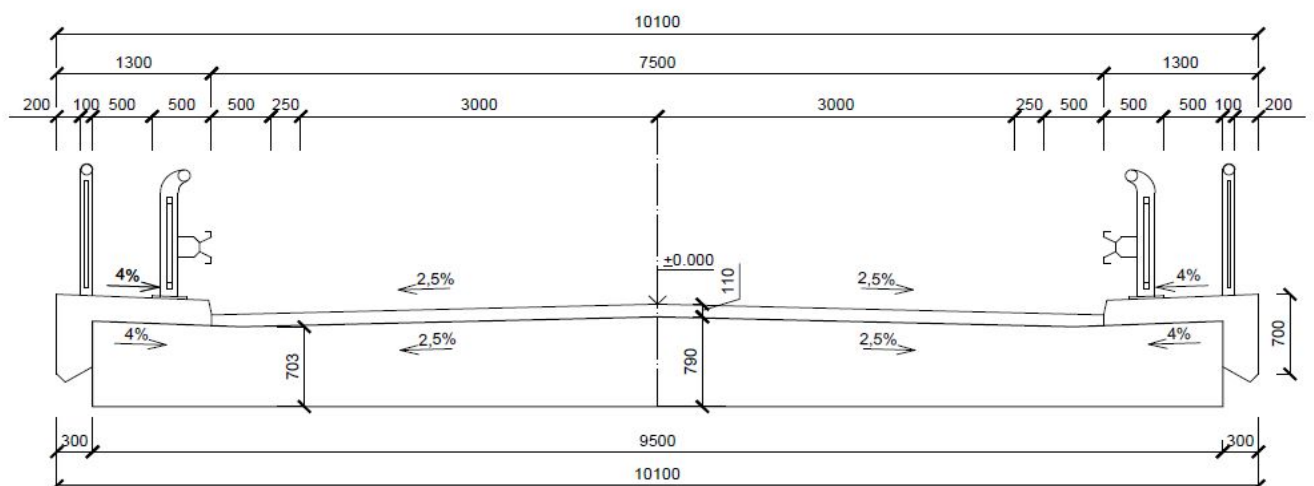


Obr. 7 - detail zachytných systémov

4 GEOMETRIA NOSNEJ KONŠTRUKCIE

Pre výpočet sa uvažuje priemerná výška nosnej konštrukcie.

H=750 mm

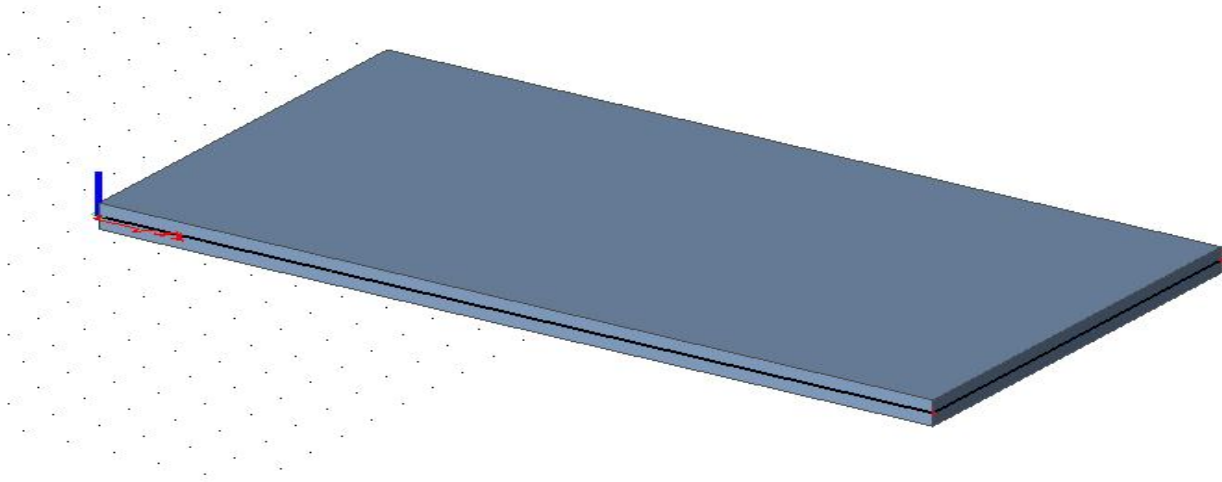


Obr. 8 - priečny rez mostnej konštrukcie

5 ZAŤAŽENIE

5.1 Vlastná tiaha

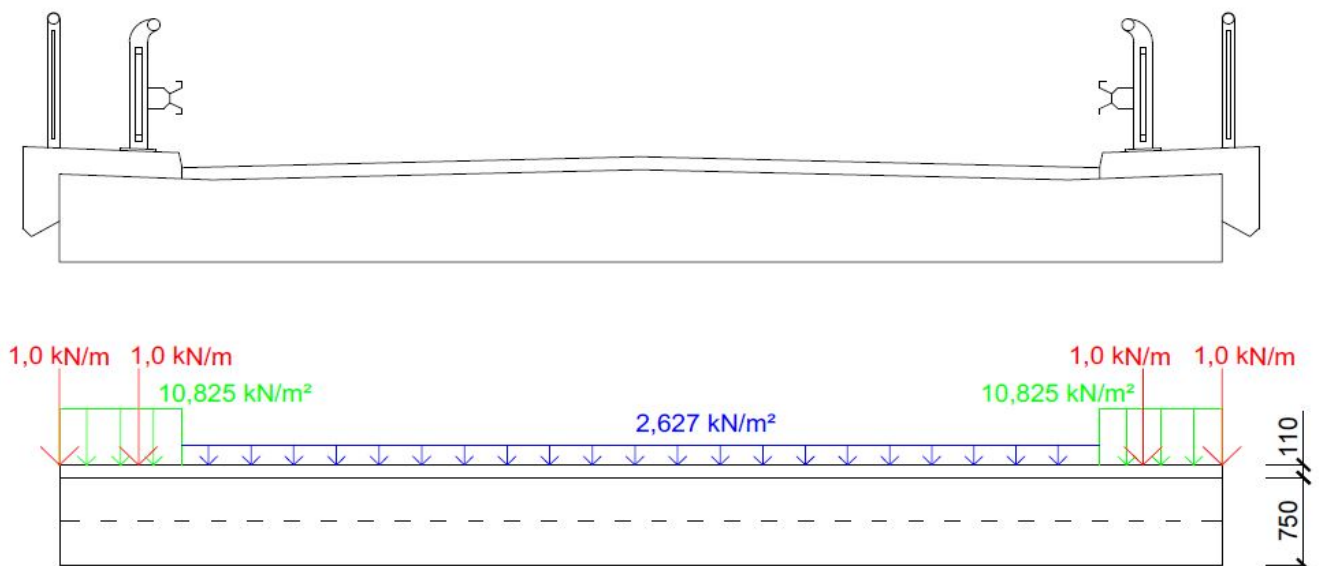
Generované programom SCIA Engineer 16.1.



Obr. 9 - zaťažovací model

5.2 Ostatné stále zaťaženie

Rímky a vozovka sú prepočítané na plošné zaťaženie a vložené do programu SCIA Engineer 16.1. Zábradlie a zvodidlá sú do programu vložené ako líniové zaťaženie.



Obr. 10 - rozloženie ostatného stáleho zaťaženia

5.2 Premenné zaťaženie

Pri návrhu nosnej konštrukcie uvažujem so sústavou zaťažení gr1a ako zaťažovací model LM1, ktorý simuluje účinky od dopravy osobnými a nákladnými vozidlami a sústavou zaťažení gr5 ako zaťažovací model LM3, ktorý simuluje účinky od zvláštneho vozidla pohybujúceho sa v ideálnej stope všetkých pruhov vozovky. Taktiež uvažujem so zaťažením chodníkov plošným zaťažením 3 kN/m^2 . Pre hodnoty

regulačných súčiniteľov α_i v ČR, uvažujeme komunikáciu skupiny 1.

Šírka vozovky.....7,5 m

Šírka pruhu.....3 m

Počet jazdných pruhov.....2

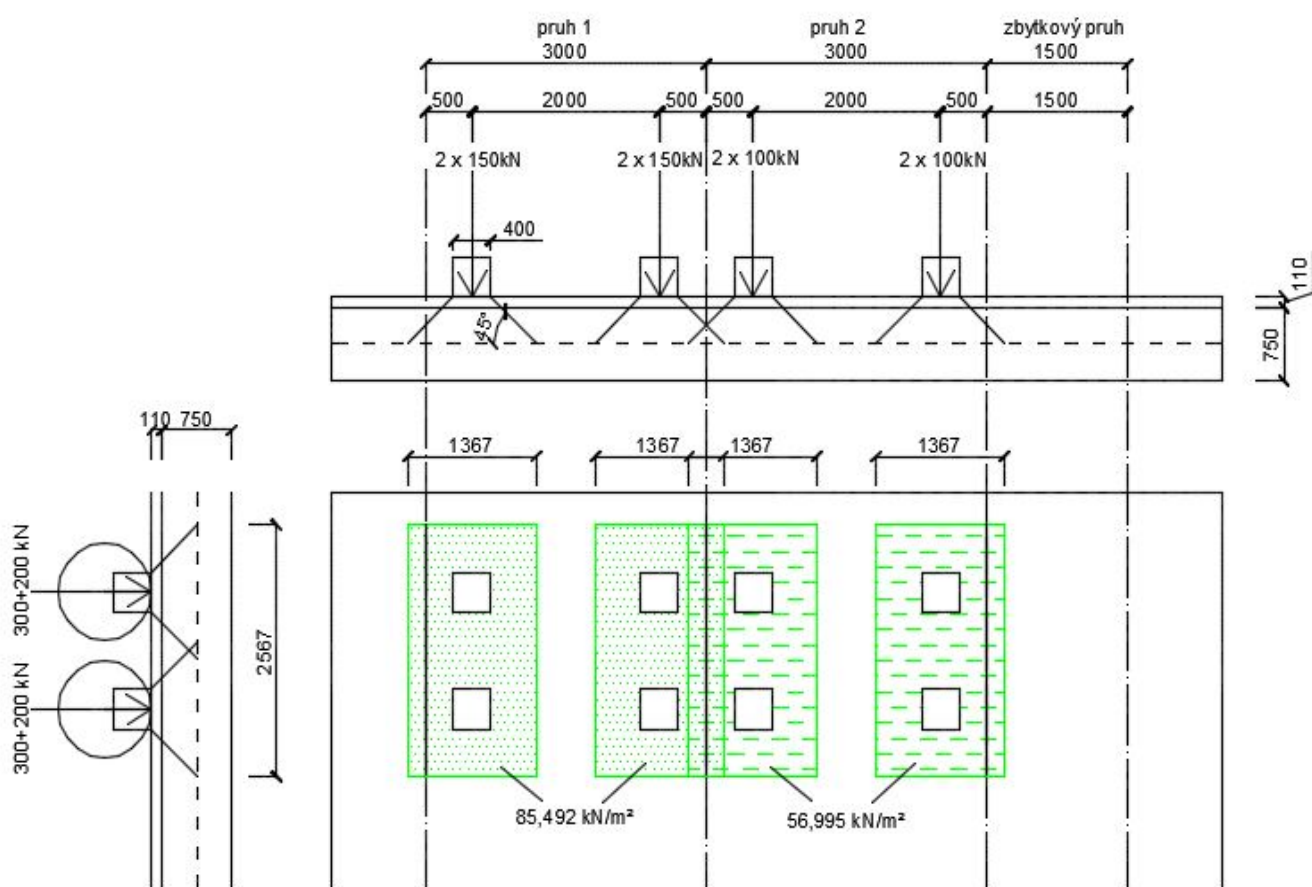
Zbytkový pruh.....1.5 m

5.2.1 Load model 1

Dvojnáprava TS je roznesená do konštrukcie vozovky pod uhlom 45° do strednice dosky a následne sú roznosy použité ako zaťažovacie plochy v programe SCIA Engineer 16.1.

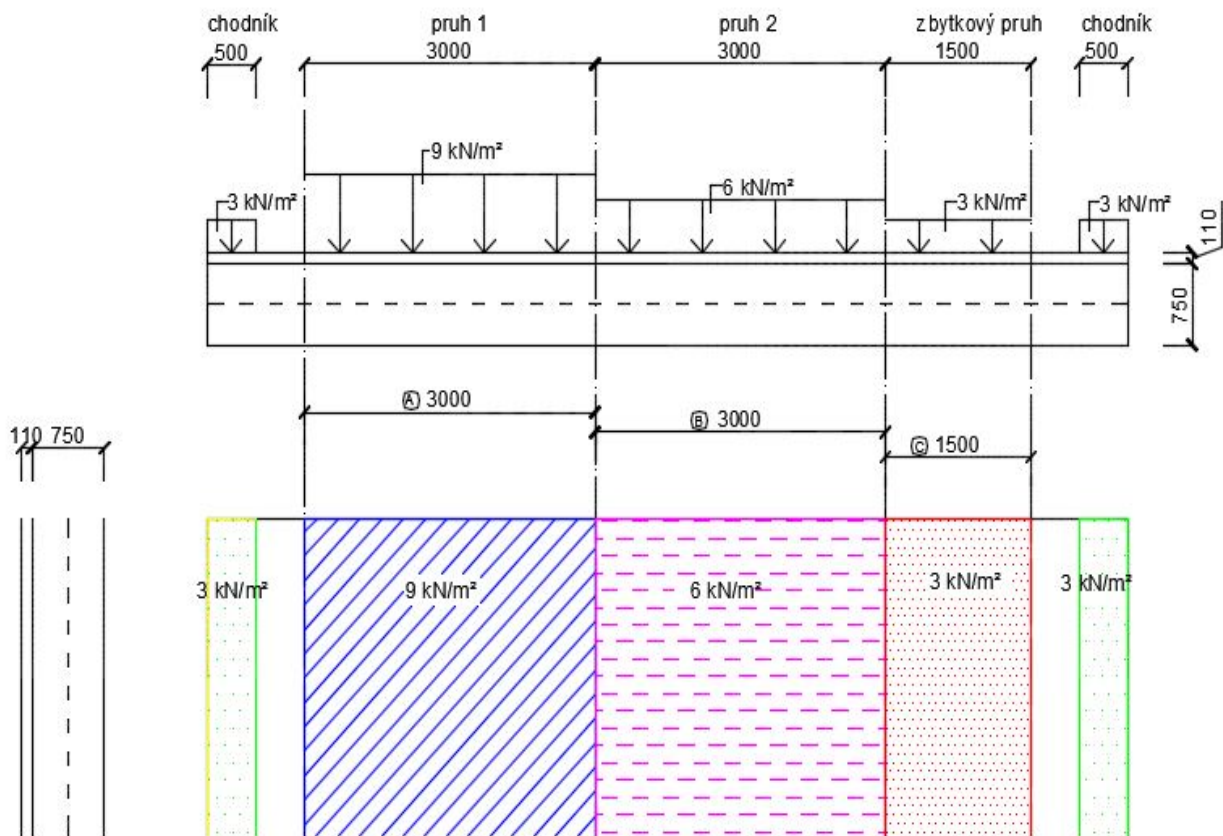
Rovnomerné zaťaženie UDL je roznesené do konštrukcie vozovky kolmo ku strednici dosky a následne sú roznosy použité ako zaťažovacie plochy v programe SCIA Engineer 16.1. Do rovnomerného zaťaženia je započítané aj zaťaženie chodníkov 3kN/m^2 .

Dvojnáprava TS – v polovici rozpätia nosnej konštrukcie



Obr. 11 - roznášacie plochy TS - max. ohyb

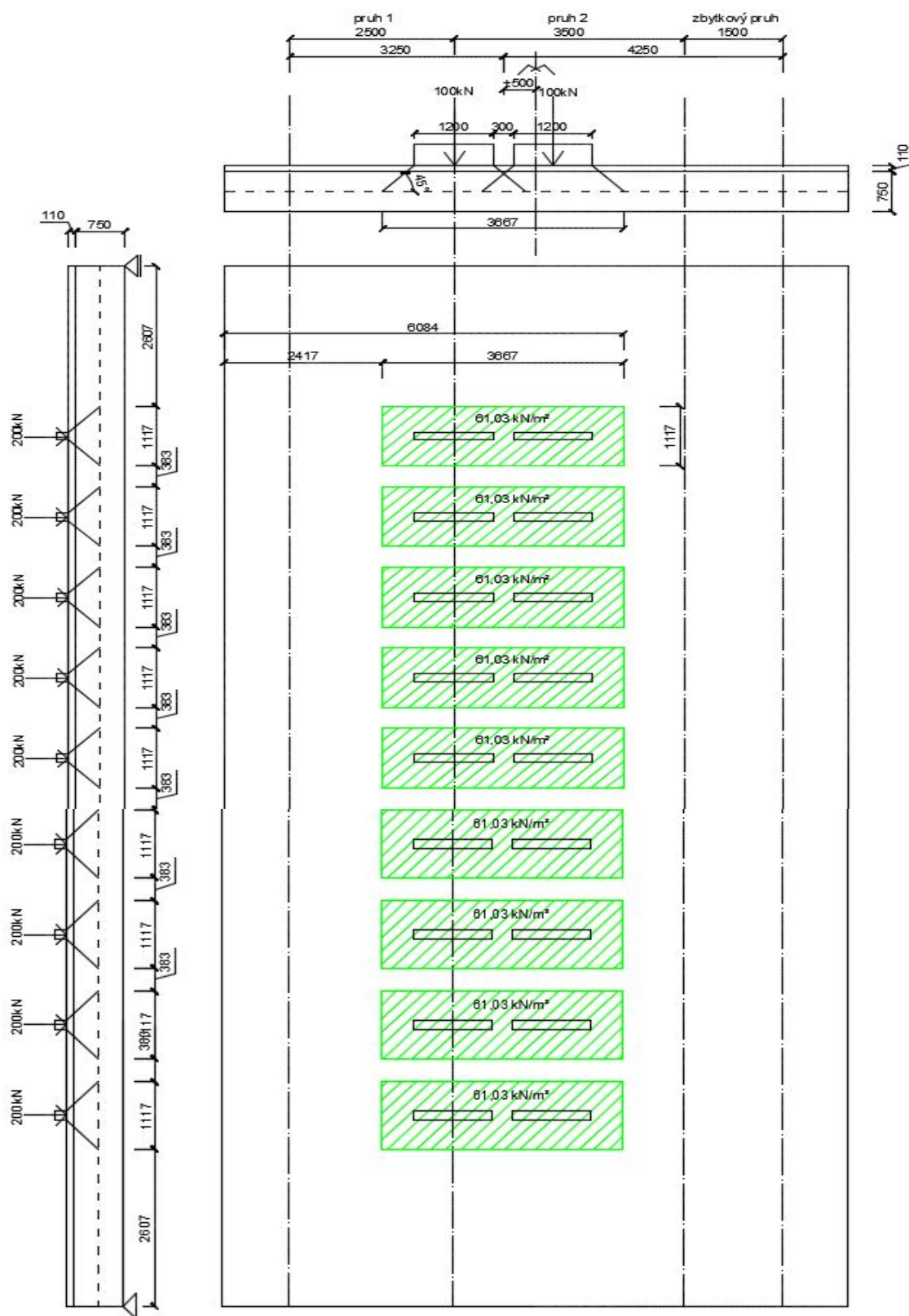
Rovnomerné zaťaženie UDL – po celej dĺžke nosnej konštrukcie



Obr. 12 - roznášacie plochy UDL

5.2.2 Load model 3

Podľa normy sa uvažuje pre pozemnú komunikáciu 1. triedy mimoriadne vozidlo 1800/200 - 9 náprav po 200 kN. Vozidlo sa pohybuje normálnou rýchlosťou do 70 km/h. Dynamický súčiniteľ sa uvažuje 1,25. Os vozidla je umiestnená 0,5 m od osi komunikácie. Model LM3 je roznesený do konštrukcie vozovky pod uhlom 45° do strednice dosky a následne sú roznosy použité ako zaťažovacie plochy v programe SCIA Engineer 16.1.



Obr. 13 - roznášacie plochy LM3-max.ohyb

5.2.3 Overenie ručným výpočtom

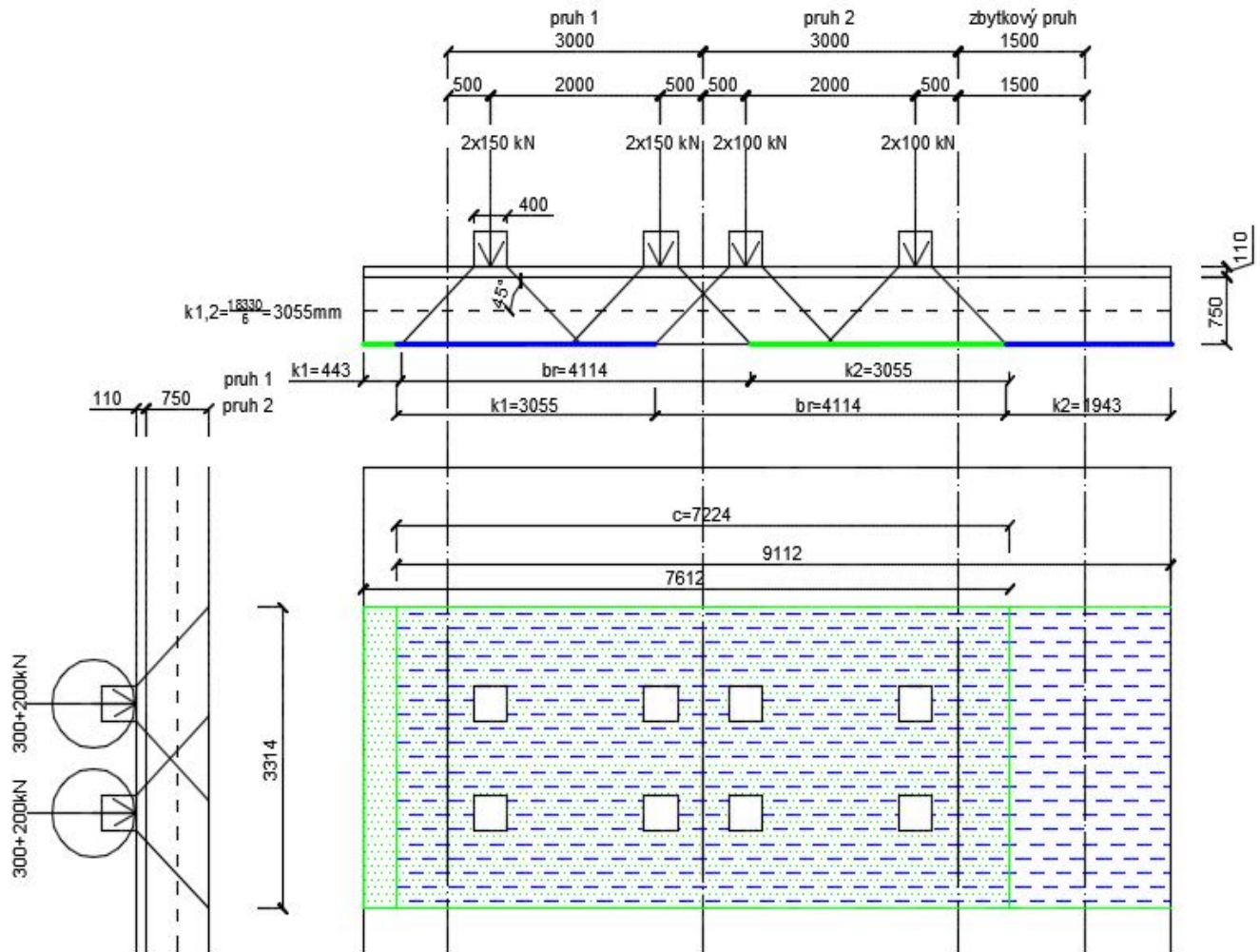
Pomocou metódy vzdorujúcej šírky.

Podrobne v prílohe P.3 Statický výpočet.

5.2.3.1 Load model 1

Dvojnáprava TS – v polovici rozpätia nosnej konštrukcie

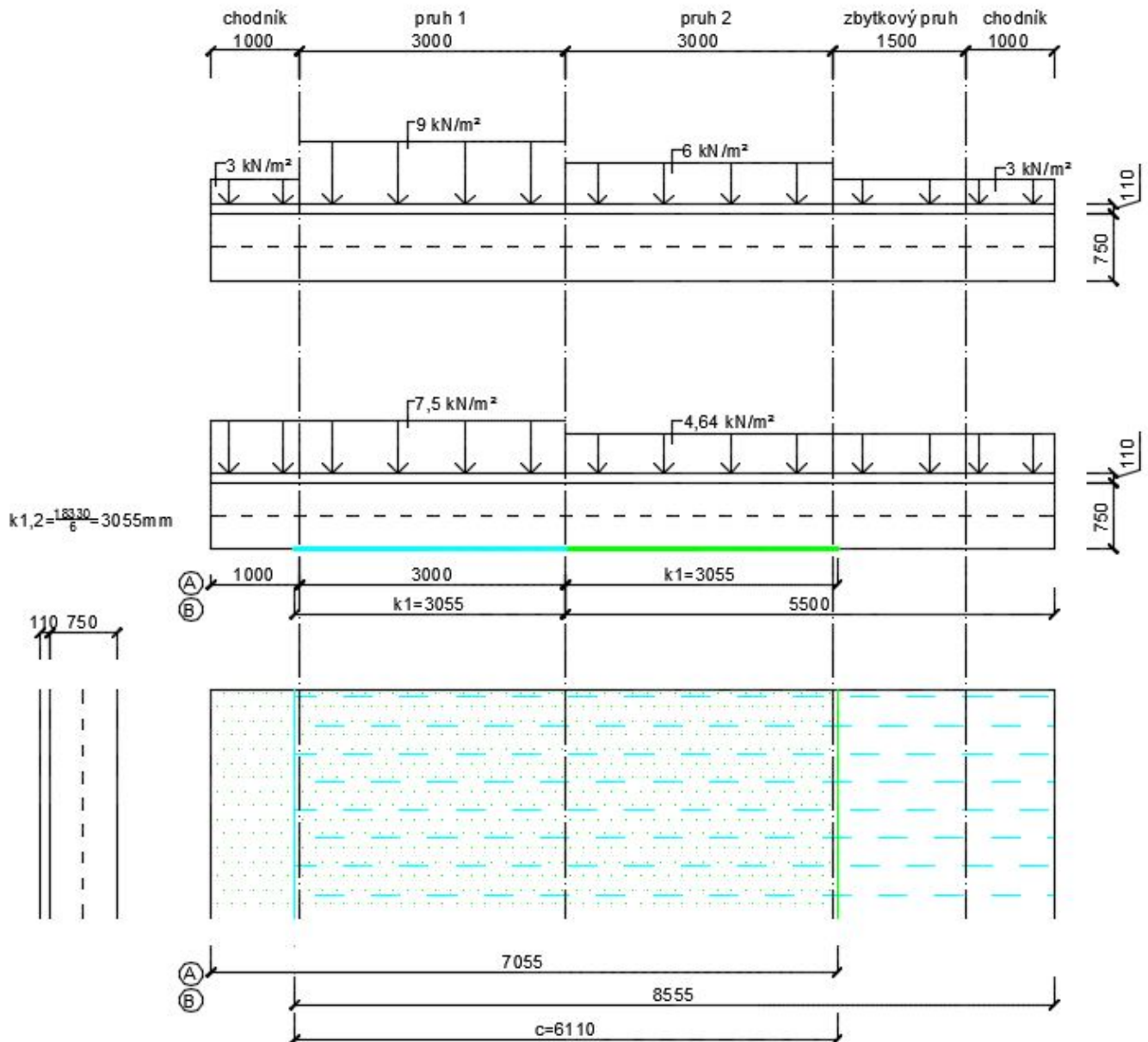
- pri ručnom výpočte som kombinovala pruh 1 a pruh 1 pre maximálny ohyb
- roznos do spodného líca dosky



Obr. 14 - roznášacie plochy TS pre ručný výpočet

Rovnomerné zaťaženie UDL – po celej dĺžke nosnej konštrukcie

- pri ručnom výpočte som kombinovala pruh 1 a pruh 1 pre maximálny ohyb
- z dôvodu zjednodušenia som si komunikáciu rozdelila na pruh 1 a pruh 2, ktoré som následne spriemerovala so zaťažením chodníku 3 kN/m^2 uvažovanom po celej šírke rímsy
- roznos do spodného líca dosky



Obr. 15 - roznášacie plochy UDL pre ručný výpočet

5.2.3.2 Load model 3

Zvláštne vozidlo – v polovici rozpätia nosnej konštrukcie

– roznos do spodného líca dosky

23

5.2.4 Porovnanie výsledkov maximálnych ohybových momentom

Tab. 1 - porovnanie výsledkov

	Ručný výpočet	SCIA Engineer 16.1	
vlastná tiaha	787,47	797,42	kNm
ostatné stále	191,66	198,04	kNm
TS	493,78	473,9	kNm
UDL+Chodníky	274,28	244,53	kNm
LM3	674,93	706,58	kNm

Výsledky sa líšia o ± 30 kNm. Najviac sa líšia ohybové momenty od TS a UDL. Pri UDL je to pravdepodobne spôsobené zjednodušením plošného zaťaženia pre výpočet, dá sa však vo výsledku povedať, že 30kNm je zanedbateľných.

Pre ďalšie výpočty budem uvažovať s výsledkami z programu SCIA Engineer 16.1.

6 KOMBINÁCIE

Konstruktia sa posudzuje na medzný stav použiteľnosti a únosnosti.

Pre SLS boli spočítané kombinácie - charakteristická, častá, kvázistála.

Pre ULS boli spočítané kombinácie podľa STR a GEO tzn. kombinácie 6.10a, 6.10b.

Podrobne v prílohe P.3 Statický výpočet

6.2 Medzný stav použiteľnosti

SLS - kombinačné súčinitele pre medzný stav použiteľnosti

- pre SLS je rozhodujúca zostava zaťaženia gr1a

TS $\psi_1 = \psi_0 = 0,75; \psi_2 = 0$

UDL $\psi_1 = \psi_0 = 0,4; \psi_2 = 0$

ZVLÁŠTNE VOZIDLO $\psi_1 = \psi_0 = \psi_2 = 0$

Charakteristická kombinácia

$M_{ek} = M_{go,k} + M_{gl,k} + M_{TS,k} + M_{UDL,k} + M_{CH,k} = 1713,89 \text{ kNm}$

Častá kombinácia

$M_{ek,\psi_1} = M_{go,k} + M_{gl,k} + \psi_{1,TS} \cdot M_{TS,k} + \psi_{1,UDL,CH} \cdot M_{UDL,CH,k} = 1448,7 \text{ kNm}$

Kvázistála kombinácia

$M_{ek,\psi_2} = M_{go,k} + M_{gl,k} + \psi_{2,TS} \cdot M_{TS,k} + \psi_{2,UDL,CH} \cdot M_{UDL,CH,k} = 995,46 \text{ kNm}$

6.3 Medzný stav únosnosti

UDL - kombinačné súčinitele pre medzný stav únosnosti

- pre UDL je rozhodujúca zostava zaťaženia gr1a a kombinácia 6.10b

$\gamma_{G,sup} = 1,35$

$\gamma_Q = 1,35$

$\xi = 0,85$

$M_{ed} = \xi \cdot \gamma_{G,sup} \cdot (M_{go,k} + M_{gl,k}) + \gamma_Q \cdot (M_{TS,k} + M_{UDL,CH,k}) = 2112,17 \text{ kNm}$

7 NÁVRH PREDPÄTIA

Návrh predpínacej sily vychádza z podmienok pre obmedzenie napätia v betóne v čase zakotvenia predpínacej výstuže t_0 a v čase životnosti mostu t_{∞} . Rozhodujúce pre stanovenie predpínacej sily je zabránenie ťahových napätí v betóne v čase t_{∞} pri častej kombinácii. Maximálne povolené napätie odpovedá napätiu pevnosti betónu v ťahu $\sigma_{c1} f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$, ktorým sa zamedzí potrhaniu betónu.

Predpätie sa navrhuje pre plný prierez.

Podrobne v prílohe P.3 Statický výpočet.

σ_1 = dolné vlákna

σ_2 = horné vlákna

čas $t_0, \dots, r_{sup} = 1,1$

čas $t_{\infty}, \dots, r_{inf} = 0,9$

7.1 Podmienky v čase t_0

Vlastná tiaha - ťahané horné vlákno

$$\sigma_1 \geq -0,6 f_{ck}$$

$$-\frac{P_{k,0} * r_{sup}}{A_c} - \frac{P_{k,0} * r_{sup} * e_p}{w_1} + \frac{M_{g0,k}}{w_1} \geq -0,6 f_{ck}$$

$$P_{k,0} * r_{sup} \leq \frac{-0,6 f_{ck} - \frac{M_{g0,k}}{w_1}}{-\frac{1}{A_c} - \frac{e_p}{w_1}} \leq \frac{-0,6 \cdot 30 \cdot 10^6 - \frac{797,42 \cdot 10^3}{0,0938}}{-\frac{1}{0,75} - \frac{0,245}{0,0938}} \leq \mathbf{8106,32 kN}$$

- tlačéné dolné vlákno

$$\sigma_2 \leq f_{ctm}$$

$$-\frac{P_{k,0} * r_{sup}}{A_c} + \frac{P_{k,0} * r_{sup} * e_p}{w_2} + \frac{M_{g0,k}}{w_2} \leq f_{ctm}$$

$$P_{k,0} * r_{sup} \leq \frac{f_{ctm} + \frac{M_{g0,k}}{w_2}}{-\frac{1}{A_c} + \frac{e_p}{w_2}} \leq \frac{2,9 \cdot 10^6 + \frac{797,42 \cdot 10^3}{0,0938}}{-\frac{1}{0,75} + \frac{0,245}{0,0938}} \leq \mathbf{6,106,57 kN}$$

7.2 Podmienky v čase t_{∞}

Charakteristická kombinácia

$$\sigma_2 \geq -0,6 f_{ck}$$

$$-\frac{P_{k,\infty}}{A_c} + \frac{P_{k,\infty} * e_p}{w_2} - \frac{M_{Ek}}{w_2} \geq -0,6 f_{ck}$$

$$P_{k,\infty} * r_{inf} \geq \frac{-0,6 f_{ck} + \frac{M_{Ek}}{w_2}}{-\frac{1}{A_c} + \frac{e_p}{w_2}} \leq \frac{-0,6 \cdot 30 \cdot 10^6 + \frac{1713,89 \cdot 10^3}{0,0938}}{-\frac{1}{0,75} + \frac{0,245}{0,0938}} \leq 236,15 \text{ kN}$$

$$P_{k,0} \geq P_{k,\infty} \cdot 1,1 = 236,15 \cdot 1,1 = \mathbf{262,39 kN}$$

Častá kombinácia

$$\sigma_1 \leq f_{ctm}$$

$$-\frac{P_{k,\infty}}{A_c} - \frac{P_{k,\infty} \cdot e_p}{w_1} + \frac{M_{Ek,\Psi 1}}{w_1} \leq f_{ctm}$$

$$P_{k,\infty} \cdot r_{inf} \geq \frac{-f_{ctm} + \frac{M_{Ek,\Psi 1}}{w_1}}{\frac{1}{A_c} + \frac{e_p}{w_1}} \leq \frac{-2,9 \cdot 10^6 + \frac{1448,7 \cdot 10^3}{0,0938}}{\frac{1}{0,75} + \frac{0,245}{0,0938}} \leq 3532,94 \text{ kN}$$

$$P_{k,0} \geq P_{k,\infty} \cdot 1,1 = 3532,94 \cdot 1,1 = \mathbf{3925,49 \text{ kN}}$$

Kvázistála kombinácia

$$\sigma_2 \geq -0,45 f_{ck}$$

$$-\frac{P_{k,\infty}}{A_c} + \frac{P_{k,\infty} \cdot e_p}{w_2} - \frac{M_{Ek,\Psi 2}}{w_2} \geq -0,45 f_{ck}$$

$$P_{k,\infty} \cdot r_{inf} \geq \frac{-0,45 f_{ck} + \frac{M_{Ek,\Psi 2}}{w_2}}{-\frac{1}{A_c} + \frac{e_p}{w_2}} \leq \frac{-0,45 \cdot 30 \cdot 10^6 + \frac{995,46 \cdot 10^3}{0,0938}}{-\frac{1}{0,75} + \frac{0,245}{0,0938}} \leq -2509,17 \text{ kN}$$

$$P_{k,0} \geq P_{k,\infty} \cdot 1,1 = -2509,17 \cdot 1,1 = \mathbf{-2787,97 \text{ kN}}$$

Z podmienok obmedzenia napätia v betóne som získala interval pre návrh predpínacej sily.

7.3 Navrhnutá predpínacia výstuž

Plocha jedného lana $A_p = 140 \text{ mm}^2$

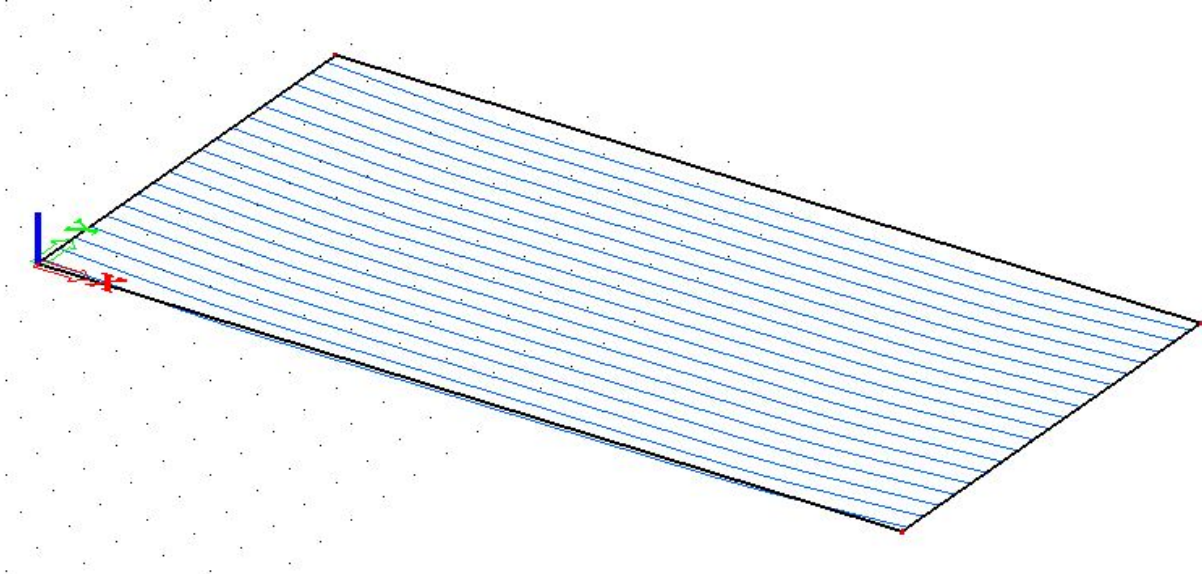
Počet navrhnutých lán.....24 lán po 500 mm (2 káble po 12 lán)

Plocha výstuže..... $A_{p,prov} = 24 \cdot 1,4 \cdot 10^{-4} = 3,36 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \geq A_{p,req} = 3,12 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

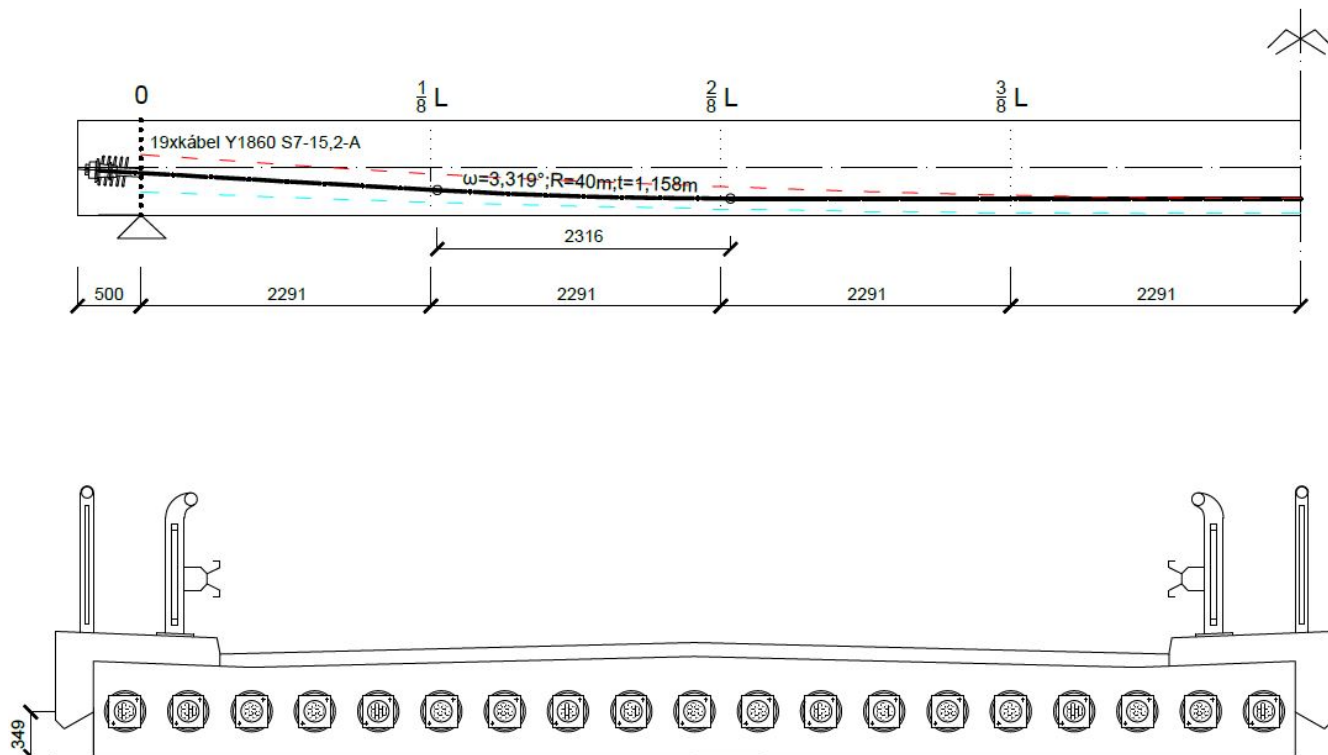
7.4 Trasovanie káblov

Vychádza sa z podmienok obmedzenia napätia.

Podrobne v prílohe P.3 Statický výpočet.



Obr. 17 trasovanie káblov po celej ploche dosky



Obr. 18podrobné trasovanie káblov

8 STRATY PREDPÄTIA

8.1 Krátkodobé straty

Vyrátané v polovici rozpätia nosnej konštrukcie. Straty vzniknuté pri predpínaní a zakotvení predpínacej výstuže. Strata trením, pokluzom a krátkodobou relaxáciou boli zistené pomocou programu SCIA Engineer 16.1.

Súčiniteľ trenia medzi výstužou a kanálikom $\mu = 0,19$

Súčiniteľ nezamýšľaných uhlových zmien $k = 0,005$

Pokluz v kotve $\delta_{ad} = 6 \text{ mm}$

Hodnoty uvažované podľa ČSN EN 1992-2 a podľa výrobcu.

Jméno kabelu: KBL19

Typ historie napínání: 3

Výpočet ztráty třením, pokluzem a dlouhodobou relaxací z počátečního kotevního napětí

Kabel napínaný z počátku

Pokluz se projeví po celé délce kabelu

Teoretické prodloužení kabelu před přenosem 0,133 [m]

Teoretické prodloužení kabelu po přenosu 0,127 [m]

x [m]	Ztráty třením [MPa]	Ztráta pokluzem [MPa]	Krátkodobá relaxace [MPa]	Nap. po zakotvení / po vnesení předpětí [MPa]	Relaxace proběhla [MPa]	Relaxace proběhne [MPa]
Studentův verze *Studentův verze* *Studentův verze* *Studentův verze* *Studentův verze* *Studentův verze* *Studentův verze* *Studentův verze* *Studentův verze* *Studentův verze* *Studentův verze* *Studentův verze*						
0,000	0,00	-118,22	0,00	1321,78	-5,56	-49,46
0,916	-1,25	-115,81	0,00	1322,93	-5,49	-49,71
1,833	-2,51	-113,41	0,00	1324,09	-5,43	-49,96
2,749	-6,53	-105,66	0,00	1327,81	-5,23	-50,78
3,666	-14,00	-91,23	0,00	1334,76	-4,87	-52,30
4,582	-21,44	-76,81	0,00	1341,76	-4,54	-53,84
5,499	-23,18	-73,40	0,00	1343,41	-4,47	-54,20
6,415	-24,42	-71,00	0,00	1344,58	-4,42	-54,46
7,332	-25,65	-68,60	0,00	1345,75	-4,37	-54,72
8,248	-26,88	-66,19	0,00	1346,93	-4,32	-54,97
9,165	-28,11	-63,79	0,00	1348,10	-4,27	-55,23
10,081	-29,34	-61,39	0,00	1349,27	-4,22	-55,49
10,998	-30,57	-58,98	0,00	1350,45	-4,17	-55,75
11,914	-31,79	-56,58	0,00	1351,63	-4,12	-56,01
12,831	-33,02	-54,18	0,00	1352,80	-4,08	-56,27
13,747	-34,75	-50,77	0,00	1354,47	-4,01	-56,64

Obr. 19krátkodobé straty

$$\sigma_{p,ep(t_0)} = -12,89 \text{ MPa} \dots\dots \text{Strata postupným napínaním}$$

Celkové krátkodobé straty

$$\sigma_{Pm,t_0} = \sigma_{P0,max} + \Delta\sigma_{P,\mu} + \Delta\sigma_{P,w} + \Delta\sigma_{P,ep} + \Delta\sigma_{P,r}$$

$$\sigma_{Pm,t_0} = 1440 - 28,11 - 63,79 - 12,84 - 4,27$$

$$\sigma_{Pm,t_0} = 1330,1 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{P0,max} - \sigma_{P,m0}}{\sigma_{P0,max}} \right) \cdot 100 = \left(\frac{1440 - 1330,1}{1440} \right) \cdot 100 = 7,63 \%$$

Vypočítané straty

Odhadnuté straty

$$\sigma_{Pm,t_0} = 1330,1 \text{ MPa} (7,63\%) < \sigma_{P,m0} = 1296 \text{ MPa} (10 \%)$$

8.2 Dlhodobé straty

Straty po celej dobe životnosti konštrukcie.

Časové intervaly:

$t_s = 7$ dníošetrovanie betónu

$t_0 = 28$ dnívyratie betónu a predopnutie

$t_{g1} = 6$ mesiacov = 180 dní ... zaťaženie zvrškom mostu

$t_q = 8$ mesiacov = 240 dnízaťaženie dopravou

$t_r = 57$ rokov = 20805 dníkoncový okamih pre relaxáciu

$t_\infty = 100$ rokov = 36500 dníživotnosť mostu

Zmršťovanie betónu

Pružné pretvorenie betónu

Dotvarovanie betónu

Dlhodobá relaxácia výstuže - z programu SCIA Engineer 16.1

Celkové dlhodobé straty

$$\Delta\sigma_{P,s}(t_0, t_\infty) = 38,37 \text{ MPa}$$

Strata zmršťovaním betónu

$$\Delta\sigma_{P,c}(t_0, t_\infty) = -86,0 \text{ MPa}$$

Strata dotvarovaním betónu v intervale(t_0, t_∞)

$$\Delta\sigma_{P,c}(t_{g1}, t_\infty) = -11,41 \text{ MPa}$$

Strata dotvarovaním betónu v intervale(t_{g1}, t_∞)

$$\Delta\sigma_{P,r,lt}(t_0, t_\infty) = -55,23 \text{ MPa}$$

Strata dlhodobou relaxáciou výstuže

$$\Delta\sigma_{P,el,g1} = 8,11 \text{ MPa}$$

Strata pružným pretvorením betónu v čase t_{g1}

$$\Delta\sigma_{P,el,q} = 29,41 \text{ MPa}$$

Strata pružným pretvorením v čase t_q – charakteristická kombinácia

$$\Delta\sigma_{P,el,q,\psi1} = 18,56 \text{ MPa}$$

Strata pružným pretvorením v čase t_q – časť kombinácia

$$\Delta\sigma_{P,c+r+s}(t_0, t_\infty) =$$

$$= \frac{\Delta\sigma_{P,s}(t_0, t_\infty) + 0,8 \cdot \Delta\sigma_{P,r,lt}(t_0, t_\infty) + \Delta\sigma_{P,c}(t_0, t_\infty)}{1 + \psi_{c,r} \cdot [1 + 0,8 \cdot \varphi_0(t_0, t_\infty)]} + \frac{\Delta\sigma_{P,c}(t_{g1}, t_\infty)}{1 + \psi_{c,r} \cdot [1 + 0,8 \cdot \varphi_0(t_{g1}, t_\infty)]}$$

$$= \frac{-38,37 + 0,8 \cdot (-55,23) + (-86,0)}{1 + 0,064 \cdot [1 + 0,8 \cdot 1,68]} + \frac{11,41}{1 + 0,064 \cdot [1 + 0,8 \cdot 1,44]} = -136,5 \text{ MPa}$$

Určenie predpínacej sily v životnosti mostu

Kvázistála kombinácia

$$\sigma_{Pm,t_\infty} = \sigma_{Pm,t_0} + \Delta\sigma_{P,c+r+s}(t_0, t_\infty) + \Delta\sigma_{P,el,g1} = 1330,1 + (-136,5) + 8,11 = \mathbf{1201,71 MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{Pm,t_0} - \sigma_{Pm,t_\infty}}{\sigma_{Pm,t_0}} \right) \cdot 100 = \left(\frac{1330,1 - 1201,71}{1330,1} \right) \cdot 100 = 9,65 \%$$

Vypočítané straty

Odhadnuté straty

$$\sigma_{Pm,t_\infty} = 1201,71 \text{ MPa} (9,65 \%) < \sigma_{P,m_\infty} = 1166,4 \text{ MPa} (10 \%)$$

Charakteristická kombinácia

$$\sigma'_{Pm,t_\infty} = \sigma_{Pm,t_\infty} + \Delta P_{P,el,q} = 1201,71 + 29,41 = 1231,12 \text{ MPa}$$

$$P'_{m,t_\infty} = A_p \cdot \sigma'_{Pm,t_\infty} = 3,36 \cdot 10^{-3} \cdot 1231,12 \cdot 10^6 = \mathbf{4037,75 kN}$$

Častá kombinácia

$$\sigma_{Pm,t_\infty,\psi_1} = \sigma_{Pm,t_\infty} + \Delta\sigma_{P,el,q,\psi_1} = 1201,71 + 18,56 = 1220,27 \text{ MPa}$$

$$P_{m,t_\infty,\psi_1} = A_p \cdot \sigma_{Pm,t_\infty,\psi_1} = 3,36 \cdot 10^{-3} \cdot 1220,27 \cdot 10^6 = \mathbf{4100,11 kN}$$

9 MEDZNÝ STAV POUŽITELNOSTI

9.1 Obmedzenie napätia v predpínacej výstuži

$$\sigma_{Pm,t_0} < 0,75 f_{pk}$$

$$\sigma_{Pm,t_0} = 1330,1 < 0,75 \cdot 1860 = 1395 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

9.2 Obmedzenie napätia betónu v tlaku

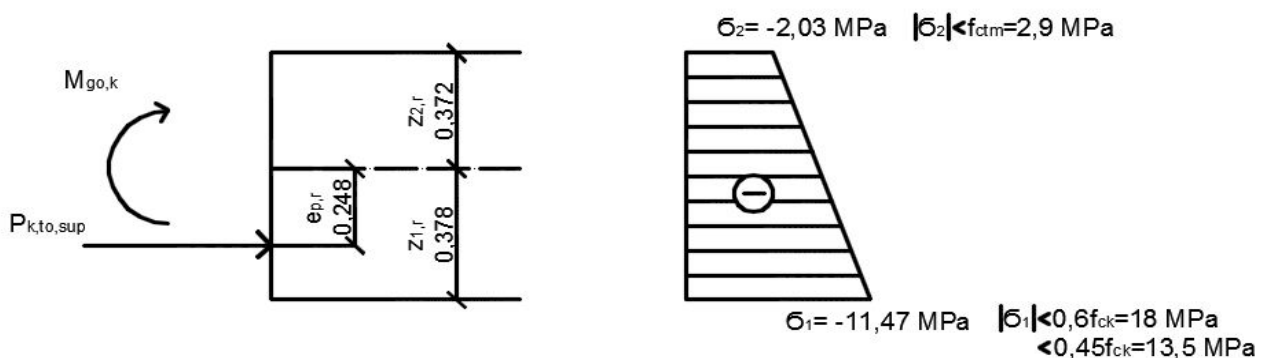
V polovici rozpätia nosnej konštrukcie na oslabenom priereze.

Podrobne príloha P.3 Statický výpočet.

čas t_0

Vlastná tiaha

$$M_{g0,k} = 797,42 \text{ kNm}; P_{k,t_0,sup} = 4966,8 \text{ kN}$$

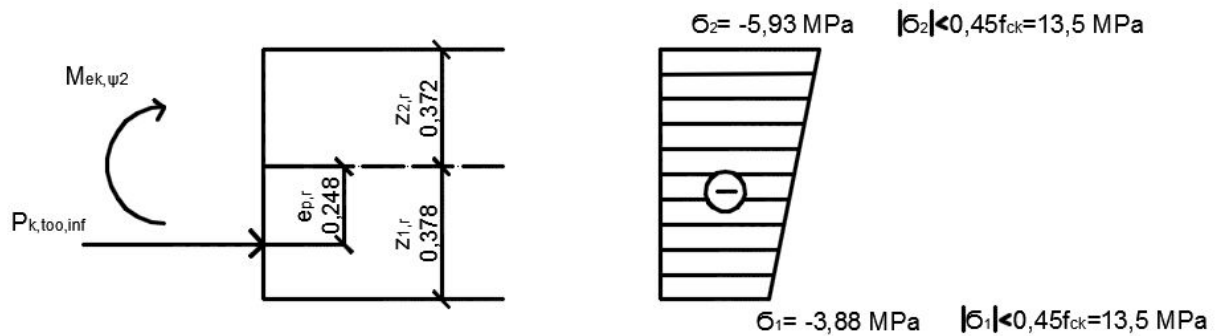


Obr. 20 Obmedzenie napätia v betóne - vl. tiaha

čas t_{∞}

Kvázistála kombinácia

$$M_{ek,\psi_2} = 3633,98 \text{ kNm}; P_{k,t_{\infty},inf} = 995,46 \text{ kN}$$

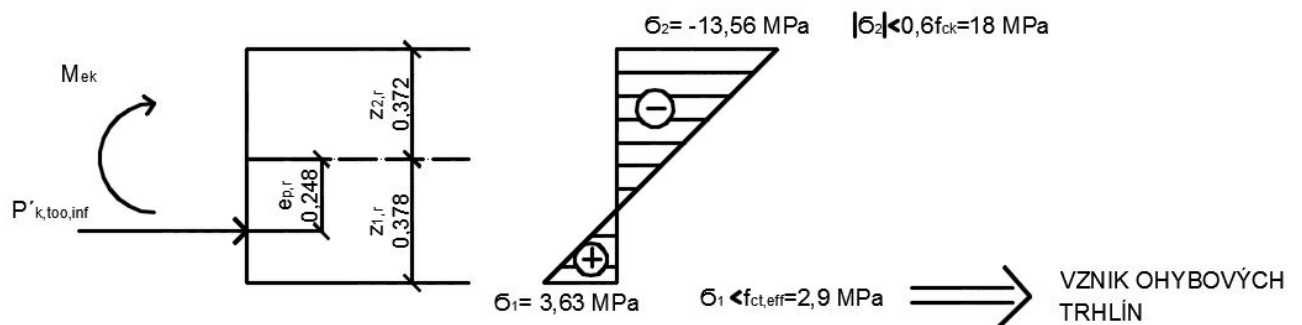


Obr. 21 obmedzenie napätia v betóne - kvázistála k.

9.3 Obmedzenie napätia betónu v ťahu

Charakteristická kombinácia

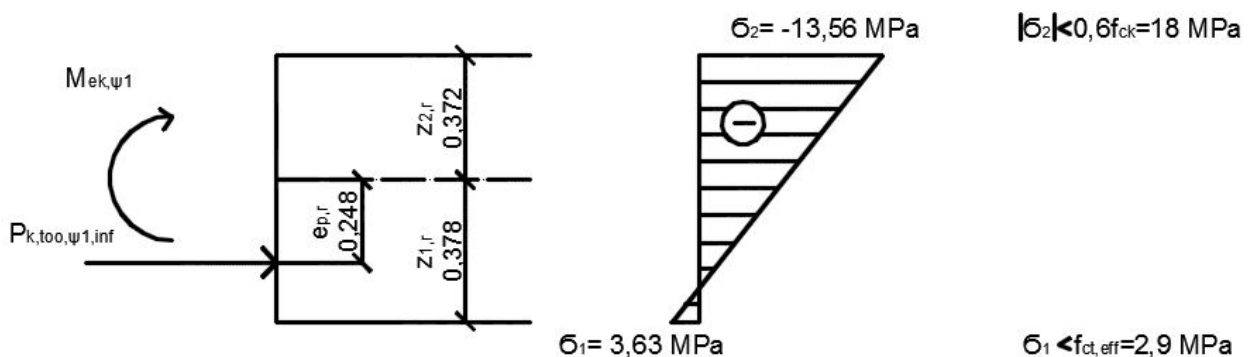
$$M_{ek} = 1713,89 \text{ kNm}; P_{k,t_{\infty},inf} = 3722,9 \text{ kN}$$



Obr. 22 obmedzenie napätia v betóne - charakteristická k.

Častá kombinácia

$$M_{ek,\psi_1} = 1448,7 \text{ kNm}; P_{k,t_{\infty},\psi_1,inf} = 3690,1 \text{ kN}$$



Obr. 23 obmedzenie napätia v betóne - častá k.

10 MEDZNÝ STAV ÚNOSTNOSTI

10.1 Ohyb

Krytie betonárskej výstuže: $c = 50 \text{ mm}$

10.1.1 Pozdĺžny smer

Posúdenie v čase t_{∞} v polovici rozpätia nosnej konštrukcie.

Pri výpočte sa uvažujú charakteristické hodnoty vnútorných síl a z nich zistíme základné napätie.

Predpínací súčiniteľ sa uvažuje 1,0.

Základné napätie	$\sigma_{p,t}^0 = 1227,15 \text{ MPa}$
Základná predpínacia sila	$P_{t_{\infty}}^0 = 4123,21 \text{ kN}$
Návrhová predpínacia sila	$P_{d,t_{\infty}}^0 = 4123,21 \text{ kN}$

Výpočet únostnosti

$$\Delta\sigma_p = f_{pd} - \sigma_{p,t}^0 = 1391,3 \cdot 10^6 - 1227,15 \cdot 10^6 = 164,15 \text{ MPa}$$

$$\Delta\varepsilon_p = \frac{\Delta\sigma_p}{E_p} = \frac{164,15 \cdot 10^6}{195 \cdot 10^9} = 8,420 \cdot 10^{-4}$$

- určenie neutrálnej osi a výšky tlačeneho betónu

$$\Delta F_p = \Delta A_p \cdot \Delta\sigma_p = 3,36 \cdot 10^{-3} \cdot 164,15 \cdot 10^6 = 551,54 \text{ kN}$$

Z podmienky $N_{rd} = N_{ed}$ vypočítame x

$$A_{cc} = \frac{N_{rd} + \Delta F_p}{f_{cd}} = \frac{4123,21 \cdot 10^3 + 551,54 \cdot 10^3}{18 \cdot 10^6} = 0,2597 \text{ m}^2$$

$$A_{cc} = \lambda \cdot x \cdot b \rightarrow x = \frac{A_{cc}}{\lambda \cdot b} = \frac{0,2597}{0,8 \cdot 1} = 0,325 \text{ m}$$

- overenie započítateľnosti výstuže

$$\frac{x_{bal}}{\varepsilon_{cu}} = \frac{d}{\varepsilon_{cu} + \Delta\varepsilon_p} \rightarrow x_{bal} = \frac{d \cdot \varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \Delta\varepsilon_p} = \frac{0,62 \cdot 3,5 \cdot 10^{-3}}{3,5 \cdot 10^{-3} + 8,420 \cdot 10^{-4}} = 0,5 \text{ m}$$

$$x_{bal} = 0,5 \text{ m} > x = 0,347 \text{ m} \rightarrow \text{PLNÉ VYUŽITIE VÝSTUŽE}$$

Posúdenie

$$M_{rd} \geq M_{ed}$$

$$M_{rd} = 1269,34 \text{ kNm} > M_{ed} = 1090,15 \text{ kNm}$$

Navrhnutá konštrukčná pozdĺžna betonárska výstuž

$$\text{Ø16mm po 200mm } A_{s,pod}^d = 10,05 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

10.1.2 Priechy smer

Posúdenie v čase t_{∞} v polovici rozpätia nosnej konštrukcie.

Maximálny ohyb v priečnom smere vyvodzuje kombinácia gr5 6.10b.

Podrobne v prílohe P.3 Statický výpočet.

$$M_{ed} = 254,67 \text{ kN}$$

$$d = h - c - \varnothing_{sw} - \varnothing_{sl,pod} - \frac{\varnothing_{sl,prieč}}{2} = 0,75 - 0,05 - 0,01 - 0,016 - \frac{0,016}{2} = 0,666 \text{ m}$$

$$A_{s,req} = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

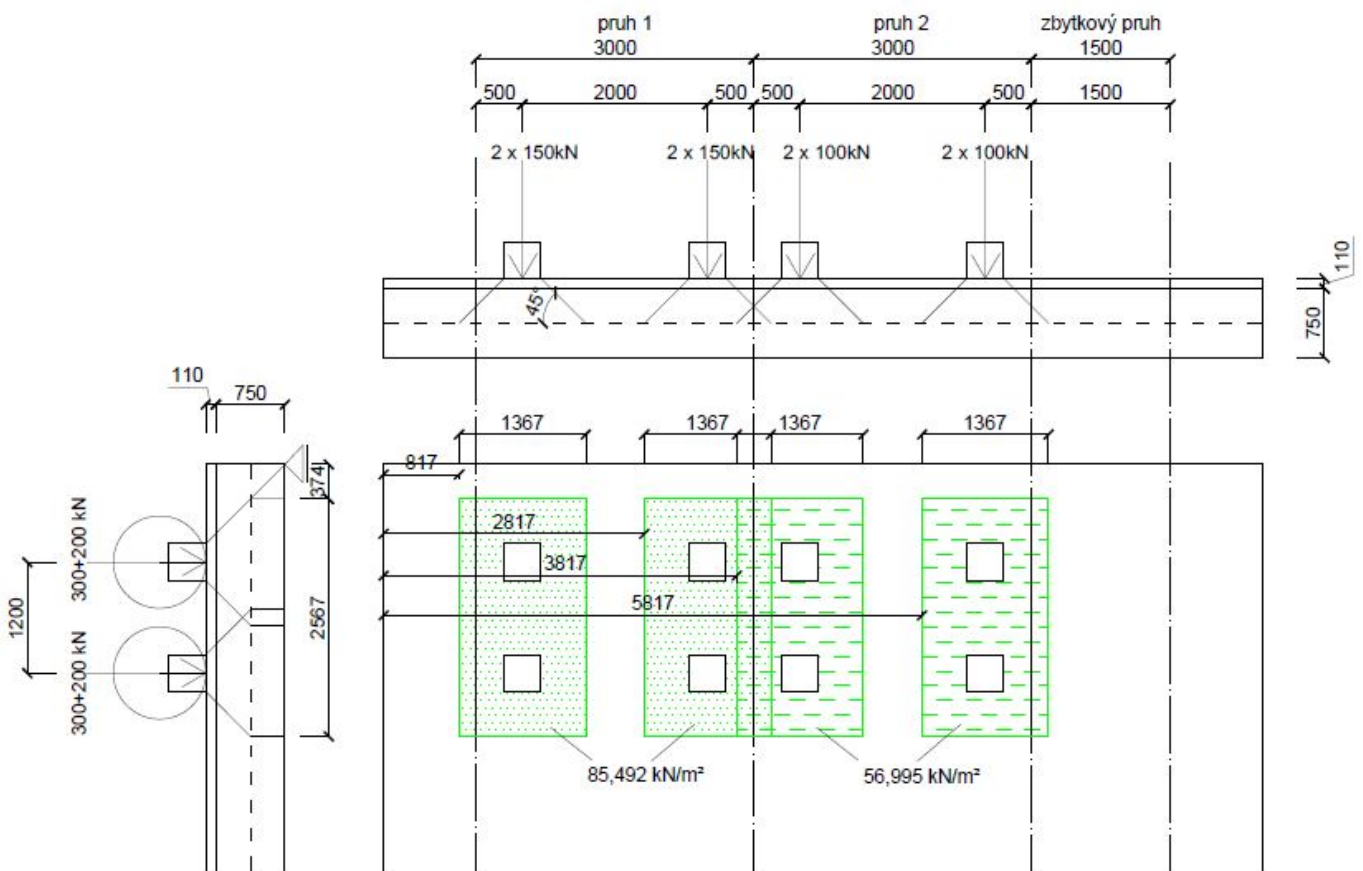
$$= 1,0 \cdot 0,666 \cdot \frac{18 \cdot 10^6}{478,26 \cdot 10^6} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 254,67 \cdot 10^3}{1 \cdot 0,666^2 \cdot 18 \cdot 10^6}} \right) = 8,23 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Navrhnutá priečna betónárska výstuž

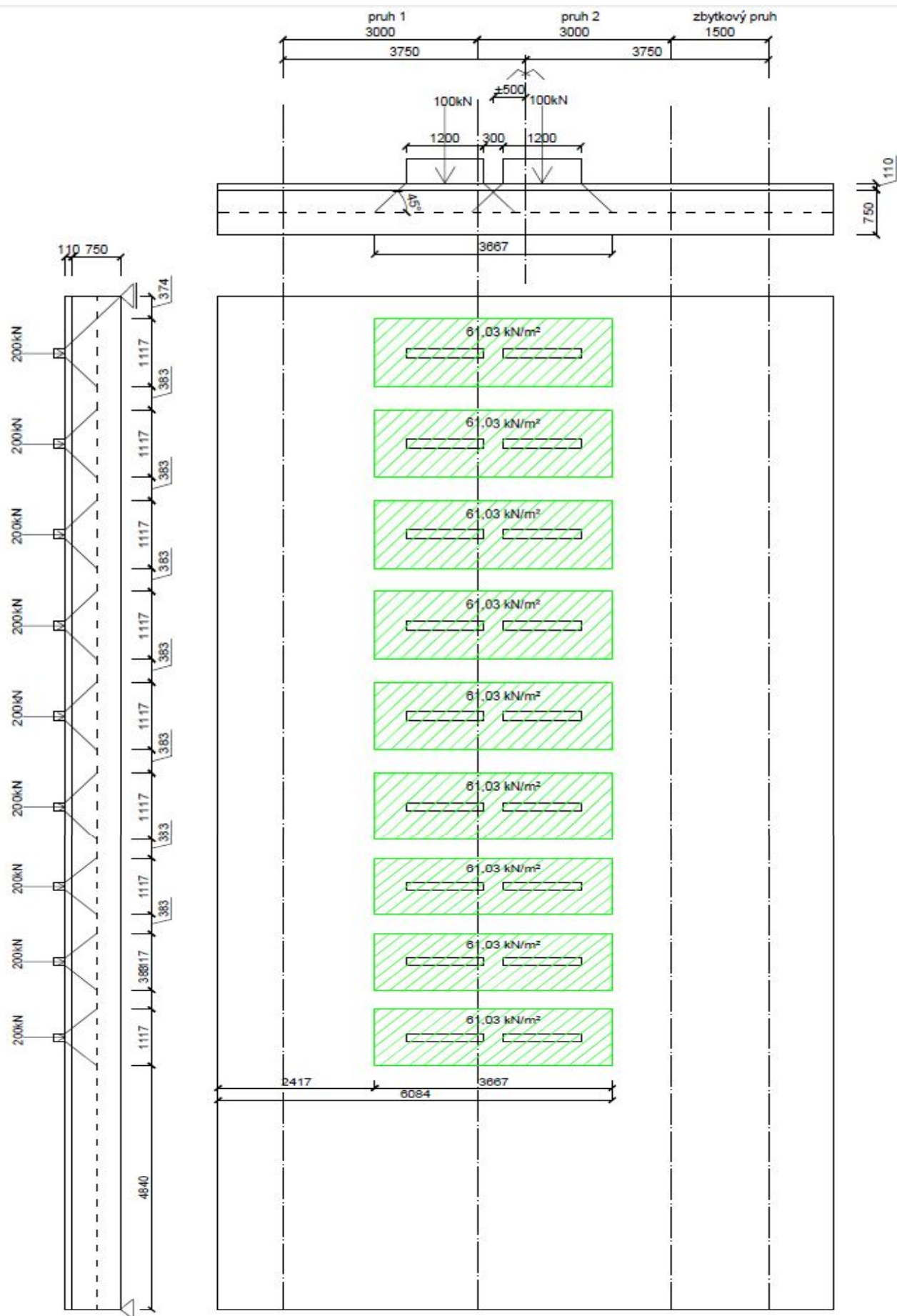
$$\varnothing 16 \text{ mm po } 200 \text{ mm } A_{s,prieč}^d = 10,05 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

10.2 Šmyk

Dvojnáprava TS a LM3 sú umiestnené pri okraj nosnej konštrukcie.



Obr. 24 roznašacie šírky TS - max. posúvajúca sila



Obr. 25roznašacie šírky LM3 - max.posúvajúca sila

Maximálna posúvajúca sila bola zistená zo sústavy zaťaženia grla 6.10b.

Posudzovalo sa v niekoľkých rezoch. Pomocou napätia bolo zistené miesto vzniku trhlin.

Posúdenie bolo zvlášť pre oblasť bez šmykových trhlin a zvlášť pre oblasť s trhlinami.

$$Predpoklad V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Ed} = V_{fd} + V_{pd}$$

$$V_{pd} = P_{d,t\infty}^0 \cdot \tan \alpha$$

$$P_{d,t\infty}^0 = 4123,21 \text{ kN}$$

$\tan \alpha$ - uhol výslednice predpinacej sily od horizontály danom priereze

Tab. 2 výsledné posúvajúce sily v rezoch

Rez	x [m]	e(x) [m]	Mfd [kNm]	Vfd [kN]	α [°]	Vpd [kN]	Ved [kN]
0/8 L	0,000	0,045	130,22	943,05	3,319	-239,11	694,94
d	0,620	0,081	418,27	892,54	3,319	-239,11	653,43
1/8 L	2,291	0,178	991,16	722,97	3,319	-239,11	483,86
2/8 L	4,583	0,248	1561,57	449,28	0,000	0,000	449,28
x (miesto vzniku trhlin)	5,111	0,248	1652,77	390,68	0,000	0,000	390,68
3/8 L	6,874	0,248	1957,09	219,36	0,000	0,000	219,36
4/8 L	9,165	0,248	2112,17	6,010	0,000	0,000	6,010

Tab. 3 napätia v horných a dolných vláknach v jednotlivých rezoch

Rez	e(x) [m]	Mfd [kNm]	σ_1 [kPa]	σ_2 [kPa]
x	0,248	1652,77	1333	-12367
0	0,085	130,22	-7985	-3197
d	0,116	418,27	-6230	-4925
1/8 L	0,190	991,16	-3296	-7812
2/8 L	0,248	1561,57	334	-11384
3/8 L	0,248	1957,09	4667	-15649
4/8 L	0,248	2112,17	6366	-17321

Posúdenie plného prierezu

$$V_{Rd,c} = \frac{I_{cr} \cdot b_w'}{S_y} \cdot \sqrt{f_{ctd}^2 + \alpha_e \cdot \sigma_{cd} \cdot f_{ctd}}$$

kde

$$b_w' = b_w - 1,2 \cdot \varnothing_{duct} = 1 - 1,2 \cdot 0,08 = 0,904$$

$$S = A \cdot a = 0,372 \cdot 0,186 = 0,069 \text{ m}^3$$

$$V_{Rd,c} = \frac{0,0345 \cdot 0,904}{0,069} \cdot \sqrt{\left(\frac{4}{3}\right)^2 \cdot 10^6 + 1,0 \cdot 5,57 \cdot 1,33 \cdot 10^6} = 1371,11 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 1371,11 \text{ kN} > V_{Ed(d)} = 653,43 \text{ kN}$$

$$\text{VYHOVUJE } V_{Rd,c} = 1371,11 \text{ kN} >$$

$$V_{Ed(1/8)} = 483,86 \text{ kN VYHOVUJE}$$

$$V_{Rd,c} = 1371,11 \text{ kN} > V_{Ed(2/8)} = 449,28 \text{ kN VYHOVUJE}$$

$$V_{Rd,c} = 1371,11 \text{ kN} > V_{Ed(x)} = 390,68 \text{ kN VYHOVUJE}$$

Navrhnutá konštrukčná výstuž

Posúdenie oslabeného prierezu

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

kde

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

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b \cdot d} = \frac{3,36 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 0,62} = 5,42 \cdot 10^{-3}$$

$$k_1 = 0,15$$

$$k = 1 + \left(\frac{200}{d}\right)^{0,5} = 1 + \left(\frac{200}{680}\right)^{0,5} = 1,568 < 2$$

$$V_{Rd,c} = [0,12 \cdot 1,568 \cdot (100 \cdot 5,42 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^6)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 5,42 \cdot 10^6] \cdot 1 \cdot 0,62 = 630,35 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 630,35 \text{ kN} > V_{Ed(3/8)} = 219,36 \text{ kN} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

$$V_{Rd,c} = 630,35 \text{ kN} > V_{Ed(4/8)} = 6,01 \text{ kN} \quad \textbf{VYHOVUJE}$$

Únostnosť tlačenej diagonály

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z}{\cot \theta + \tan \theta} = \frac{1,25 \cdot 0,528 \cdot 0,558 \cdot 18 \cdot 1,0}{\cot 45 + \tan 45}$$

$$\alpha_{cw} = 1,25 \text{ pre } 0,25 \cdot f_{cd} < \sigma_{cp} < 0,5 \cdot f_{cd}$$

$$v_1 = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0,528$$

$$V_{Rd,max} = 3314,52 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 3314,52 \text{ kN} > V_{Ed(d)} = 653,42 \text{ kN}$$

**Návrh šmykovej výstuže šachovnicovo rozmiestnenej.
min. 9ks na 1m²**

11 KOTVIACA OBLASŤ

Zvolená kotva typu VSL – EC 6-12.

Kotviaca oblasť bola posúdená a vyhovela na sústredný tlak a oblasť pod kotvou.

Návrh špirály so 6 závitmi Ø14mm.

Pri posúdení oblasti u povrchu kotvy bola navrhnutá výstuž .

Posudzovala sa globálna a lokálna oblasť a bola navrhnutá výstuž.

Návrh 4 x štvorstrihové mreže Ø16mm.

12 ZÁVER

Úlohou tejto bakalárskej práce bol návrh pozemnej komunikácie I. triedy, ktorá premostí uje potok Kuřimka. Boli vypracované 2 varianty, z ktorých bola vybratá optimálnejšia varianta predpätého doskového mostu.

Cieľom bolo navrhnuť a posúdiť dosku na medzný stav použiteľnosti a medzný stav únosnosti. Pre zaťaženie dopravou bol vybratý zaťažovací model LM1 a LM3 podľa ČSN EN 1991-2. Pre výpočet vnútorných síl bol použitý program SCIA Engineer 16.1 a výsledky boli následne prepočítané ručným výpočtom pomocou metódy spolupôsobiacej šírky, kde sme zistili, že výsledky sa líšia minimálne.

Predpínacia sila bola navrhnutá pomocou vyrovnávania napätia a následne navrhnutá adekvátne predpínacia výstuž. Krátkodobé straty predpätia boli vypočítané v programe SCIA Engineer 16.1. Dlhodobé straty predpätia boli vypočítané ručným výpočtom. Pri medznom stave únosnosti konštrukcia vyhovela na pozdĺžny a priečny ohyb, preto bola navrhnutá iba konštrukčná výstuž. Pri posúdení na šmyk konštrukcia taktiež vyhovela a navrhla sa iba konštrukčná výstuž.

Na záver sa posúdila kotviaca oblasť a adekvátne sa vystužila. Pri výpočte neboli zahrnuté všetky zaťažovacie stavy ako zaťaženie vetrom, snehom. Zanedbané boli aj brzdné, rozjazdové a odstredivé sily. Prílohou práce je výkresová dokumentácia spracovaná v programe AutoCAD a vizualizácia spracovaná v programe Sketchup.

13 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

ČSN EN 1991-2. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou.

Praha: Český normalizační institut, 2005.

ČSN EN 1992-1-1. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, 2005.

ČSN EN 1992-2. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady. Praha: Český normalizační institut, 2007.

NEČAS, Radim. BL12 – Betonové mosty. Přednášky [online]. 2014 [cit. 2014-05-21]. Dostupné z: <http://necasradim.cz/BL12/prednasky/TISK%2002%20-%20Zatizeni%20mostu%20EN.pdf>

příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2, ČKAIT, 2010
ISBN 978-80-87438-03-9.

SVODIDLA s.r.o. [online]. 2014 [cit. 2014-05-21]. Dostupné z: <http://svodidla.cz/>

Technická specifikace předpínacích systémů VSL 0,5“, 0,6“. Katalog [online]. [cit. 2014-05-21]. Dostupné z: http://concrete.fsv.cvut.cz/~hamouz/Technicka_specifikace_VSL.pdf

VSL Post-tensioning solutions EN. Brochures [online]. 2014 [cit. 2014-05-21]. Dostupné z: <http://www.vsl.cz/downloads/42>

ZICH, Miloš a kolektiv. Příklady posouzení betonových

14 ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Pozdĺžny rez - var.A	13
Obrázok 2: Priečny rez - var.A.....	13
Obrázok 3: Pozdĺžny rez - var.A.....	14
Obrázok 4: Priečny rez - var.A.....	14
Obrázok 5: Vrstvy vzorky	15
Obrázok 6: Detail rímsy	15
Obrázok 7: Detail záchytných systémov	16
Obrázok 8: Priečny rez mostnou konštrukciou	16
Obrázok 9: Zaťažovací model.....	17
Obrázok 10: Rozloženie ostatného stáleho zaťaženia	17
Obrázok 11: Roznášacie plochy TS - max. ohyb	18
Obrázok 12: Roznášacie plochy UDL - max. ohyb.....	19
Obrázok 13: Roznášacie plochy LM3 - max. ohyb.....	20
Obrázok 14: Roznášacie plochy TS - ručný výpočet.....	21
Obrázok 15: Roznášacie plochy UDL- ručný výpočet.....	22
Obrázok 16: Roznášacie plochy LM3 - ručný výpočet.....	23
Obrázok 17: Trasovanie káblov po celej ploche dosky.....	26
Obrázok 18: Podrobné trasovanie káblov.....	27
Obrázok 19: Krátkodobé straty	27
Obrázok 20: Obmedzenie napätia betóne - vl. tiaha	29
Obrázok 21: Obmedzenie napätia betóne - kvázistála k.	30
Obrázok 22: Obmedzenie napätia betóne - charakteristická k.	30
Obrázok 23: Obmedzenie napätia betóne - častá k.	30
Obrázok 24: Roznášacie plochy TS - max. posúvajúca sila.....	32
Obrázok 25: Roznášacie plochy LM3 - max. posúvajúca sila a	33

15 ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1: Porovnanie výsledkov	24
Tabuľka 2: Výsledné posúvajúce sily v rezoch	34
Tabuľka 3: Napätia v horných a dolných vláknach jednotlivých rezoch.....	34

16 ZOZNAM PRÍLOH

P.1 Podklady, štúdie a vizualizácie

P.1.1 Varianta A 1:200

P.1.2 Varianta B 1:200

P.1.3 Vizualizácia

P.1.4 Použité podklady

P.2 Prehľadné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P.2.1 Situácia 1:100

P.2.2 Pozdĺžny rez A-A' 1:50

P.2.3 Priečny rez B-B' 1:50

P.2.4 Priečny rez C-C' 1:50

P.3.5 Výkres betonárskej výstuže 1:25

P.3.6 Výkres predpínacej výstuže 1:25

P.3 Statický výpočet

P.3.1 Statický výpočet

P.3.2 Podklady pre statický výpočet