

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Obor: Konstrukce a dopravní stavby



Bc. Lukáš Mlnářík

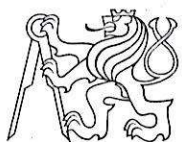
DIPLOMOVÁ PRÁCE

NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

DESIGN OF PINNED SUPPORTED BRIDGE

Praha 2018

Vedoucí diplomové práce: Ing. Michal Drahorád, Ph.D.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Mlnářík

Jméno: Lukáš

Osobní číslo: 396430

Zadávací katedra: K133 - Katedra betonových a zděných konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Návrh bodově podepřeného silničního mostu

Název diplomové práce anglicky: Design of pinned supported bridge

Pokyny pro vypracování:

- návrh nosné konstrukce bodově podepřeného deskového mostu
- rámcový návrh spodní stavby a založení mostu

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: Michal Drahorád

Datum zadání diplomové práce: 04.10.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

11.10.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval sám a použil jsem pouze podklady (literaturu, software atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Praze dne

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat všem, kteří mi poskytli potřebné podklady pro vypracování diplomové práce. Především pak Ing. Michalu Drahorádovi, Ph.D. za odborné vedení, předané znalosti a zkušenosti a konzultace, které mi poskytoval při vypracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mi umožnili přístup k důležitým informacím a materiálům. V neposlední řadě musím velice poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu poskytovanou mi po celou dobu studia.

OBSAH

TITULNÍ STRANA.....	1
ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	2
PROHLÁŠENÍ.....	3
PODĚKOVÁNÍ.....	4
OBSAH.....	5
ABSTRAKT.....	6
ABSTRACT.....	6
KLÍČOVÁ SLOVA.....	6
KEYWORDS.....	6
ÚVOD.....	7
1. CÍLE PRÁCE.....	7
2. VÝBĚR STÁVAJÍCÍHO MOSTU.....	8
3. CHARAKTERISTIKA A PROHLÍDKA STÁVAJÍCÍHO MOSTU.....	9
4. NÁVRH NOVE KONSTRUKCE.....	12
4.1. PODÉLNÝ ŘEZ.....	12
4.2. PŘÍČNÝ ŘEZ.....	13
5. ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE.....	14
5.1. VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE.....	14
5.2. OSTATNÍ STÁLÁ ZATÍŽENÍ.....	15
5.3. PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ.....	16
6. ROZNOŠ ZATÍŽENÍ.....	21
6.1. MODEL PRO STANOVENÍ PŘÍČNÉHO ROZDĚLENÍ.....	21
7. PRUTOVÝ MODEL PRO NÁVRH KONSTRUKCE.....	23
8. ÚČINKY ZATÍŽENÍ.....	24
9. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI.....	27
8.1. NORMÁLOVÁ NAPĚTÍ.....	27
8.2. HLAVNÍ TAHOVÁ NAPĚTÍ.....	30
10. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI.....	32
9.1. VÝPOČET A OVĚŘENÍ OHYBOVÉHO MOMENTU V MSÚ.....	32
9.2. VYLOUČENÍ KŘEHKÉHO LOMU KONSTRUKCE.....	34
9.3. OVĚŘENÍ SMYKOVÉ ÚNOSNOSTI KONSTRUKCE A NÁVRH SMYKOVÉ VÝZTUŽE.....	34
11. RÁMCOVÝ NÁVRH SPODNÍ STAVBY.....	36
10.1. NÁVRH PILÍŘE.....	36
10.2. NÁVRH ZALOŽENÍ PILÍŘE.....	37
12. MOSTNÍ LOŽISKA A MOSTNÍ ZÁVĚRY.....	39
11.1. NÁVRH MOSTNÍCH LOŽISEK.....	39
11.2. NÁVRH MOSTNÍCH ZÁVĚRŮ.....	40
ZÁVĚR.....	41
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	42

ABSTRAKT

Hlavním tématem práce jsou betonové silniční mosty. Podrobně je práce zaměřena na návrh a ověření nového silničního mostu, který by měl nahradit mostní konstrukci stávající.

Nově navrhovaná konstrukce je bodově podepřená monolitická deska s předpětím.

Práce obsahuje analýzu stávající konstrukce a následně návrh nové konstrukce při zachování většiny parametrů konstrukce stávající.

Nová konstrukce je ověřována na mezní stav použitelnosti i únosnosti v různých časových fázích výstavby a životnosti konstrukce.

V mezním stavu použitelnosti je k ověření použit především software SCIA Engineer. Dalo by se říci, že v mezním stavu únosnosti je konstrukce ověřována ručními výpočty, vzhledem k jejich objemu je ale využít tabulkový procesor Microsoft Excel. MSÚ je ověřován pomocí metody mezních přetvoření.

Součástí MSÚ je ověření konstrukce na odolnost vůči křehkému lomu a navržení příslušných opatření, pokud konstrukce nevyhověla.

Posledním bodem práce je návrh a ověření pilíře spodní stavby pomocí interakčního diagramu, který rovněž využívá metodu mezních přetvoření.

ABSTRACT

The main theme of the work are concrete road bridges. In detail, the work is focused on the design and verification of a new road bridge, which should replace the existing bridge.

The new designed construction is a pinned supported monolithic pre-tensioned board.

The work contains an analysis of the existing bridge and the design of a new one which preserves most of the parameters of the existing bridge construction.

The new design is tested for the limit state of usability and load capacity at various time phases during construction and life of the structure.

In the limit state of usability, mostly the SCIA Engineer software is used for verification. It could be said that in the limit state of load capacity, the structure is verified by manual calculations, but because of the volume of calculations the Microsoft Excel spreadsheet is used. The limit state of load capacity is verified using the limit deformation method.

Part of the limit state of load capacity is to test the structure for resistance to brittle fracture and to propose appropriate measures if the design fails.

The last point of the thesis is the design and verification of the pillar of the lower structure using an interaction diagram, which also uses the method of limit deformation.

KLÍČOVÁ SLOVA

Betonový silniční most, předpětí, metoda mezních přetvoření, výztuž, pilíř, interakční diagram

KEYWORDS

Concrete road bridge, prestress, limit deformation method, rebars, pillar, interaction diagram

ÚVOD

Diplomová práce je zaměřena především na návrh a posouzení nové mostní konstrukce jakožto náhrady za konstrukci stávající. Součástí práce je analýza stávajícího mostního objektu s nosnou konstrukcí z předpjatých nosníků a monolitické desky.

Nově navrhovaná nosná konstrukce mostu je spojitá monolitická bodově podepřená deska s předpětím.

Práce obsahuje podrobný popis postupného návrhu konstrukce a jejích parametrů jako například rozpětí polí, obecná koncepce podélného řezu, tvar příčného řezu nebo způsob založení. Dále práce obsahuje podrobný rozbor zatížení působícího na konstrukci a ověření odolnosti konstrukce vůči tomuto zatížení. Konstrukce byla ověřována v různých stádiích výstavby a plánované životnosti.

Nejobsáhlejší částí práce je část druhá – Statický výpočet, ve které je konstrukce ověřována na mezní stav únosnosti pomocí metody mezních přetvoření, jsou v zde navrhována opatření proti křehkému lomu a také ověření pilíře spodní stavby pomocí interakčního diagramu.

Poslední částí práce je výkresová dokumentace navržené konstrukce.

1. CÍLE PRÁCE

Obecné téma diplomové práce je návrh předpjaté betonové nosné konstrukce bodově podepřeného silničního mostu, včetně hrubého návrhu spodní stavby. Podrobněji byly cíle práce stanoveny dle následujících bodů:

- A. Výběr stávajícího mostního objektu pro návrh nové konstrukce
- B. Prohlídka a charakteristika zvoleného stávajícího mostu
- C. Návrh statického schématu nové konstrukce mostu, návrh příčného a podélného řezu novou nosnou konstrukcí
- D. Podrobný statický návrh nové nosné konstrukce a její posouzení
- E. Rámcový návrh a posouzení spodní stavby mostu
- F. Vyhodnocení rozdílů stávající a nově navržené konstrukce

2. VÝBĚR STÁVAJÍCÍHO MOSTU

Jako podklad práce byl zvolen mostní objekt s evidenčním číslem 27-088 situovaný v Plzeňském kraji v obci Švihov, 11 km severně od Klatov. Mostní konstrukce se nachází ve staničení km 162,86 Teplice – Železná Ruda silnice první třídy I/27. Most, který je předmětem zájmu této práce, převádí zmíněnou silniční komunikaci přes koryto řeky Úhlavy. Jedná se o mostní konstrukci z roku 1978.

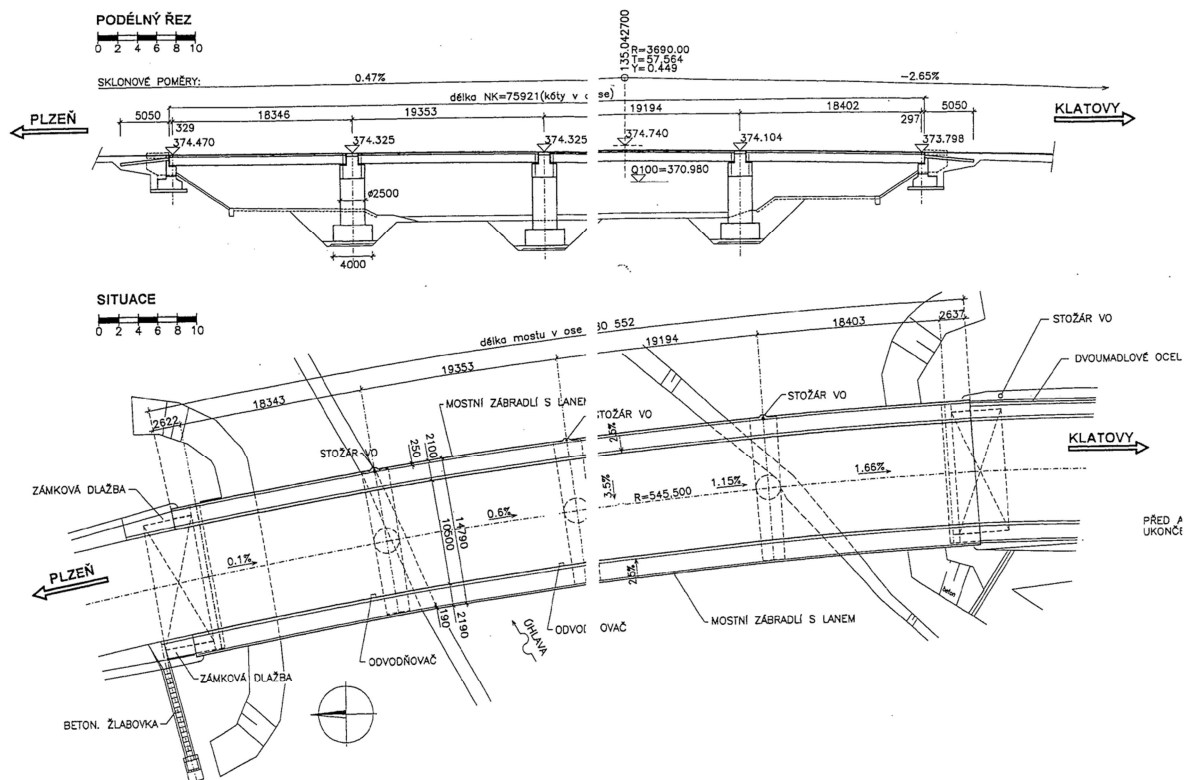
Most byl vybrán z důvodu dobré přístupnosti k prohlídce a konstrukce mostu odpovídá předpokladům autora o druhu a rozpětí mostní konstrukce pro návrh. Dále proto, že v minulosti byly na mostě prováděny drobné sanace, přes které podrobný stavebně technický průzkum z roku 2016 prokázal poruchy na nosné konstrukci a spodní stavbě.



Obrázek 1 Pohled na stávající most přes Úhlavu

3. CHARAKTERISTIKA A PROHLÍDKA STÁVAJÍCÍHO MOSTU

Most 27-088 přes řeku Úhlavu v obci Švihov na Plzeňsku byl postaven roku 1978. Komunikace na mostě je vedena v mírném směrovém i výškovém oblouku, jak lze vidět na Obrázku 2.



Obrázek 2 Náčrt podélného řezu mostem (nahore) a půdorysu mostu (dole) ¹

Z Obrázku 2 také vyplývá, že se jedná o bodově podepřenou mostní konstrukci o čtyřech polích. Rozpětí polí se různí v řádech jednotek až desítek centimetrů, přibližně odpovídají schématu 18,4 m + 2x19,3 m + 18,5 m.

Nosná konstrukce každého pole působí staticky jako samostatná prostá deska. Jednotlivé desky jsou mezi poli uloženy na železobetonových pilířích kruhového průřezu, hlavy pilířů tvoří lichoběžníková stativa, aby pilíře mohly podporovat desky v celé jejich šířce (viz Obrázek 3). Na koncích krajních polí jsou desky uloženy na masivních betonových opěrách s železobetonovým prahem. Křídla mostu jsou rovnoběžná, kuželové svahování je odlážděno betonovými bloky (viz Obrázek 4).

Desky jednotlivých polí sestávají každá ze 14 prefabrikovaných předpjatých nosníků KA 73 o délce 18 m a výšce 0,85 m. Tyto nosníky jsou spřaženy monolitickou železobetonovou deskou a každý nosník je obou koncích uložen na elastomerových ložiskách. Příčný řez nosnou konstrukcí mostu je možné vidět na Obrázku 5.

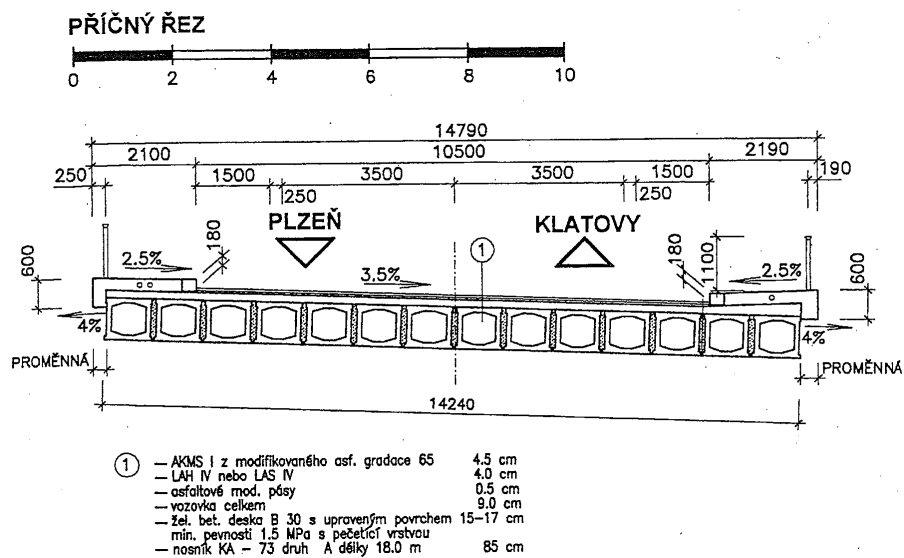
¹ Zdroj obrázku: Online evidence Systém hospodaření s mosty (BMS)



Obrázek 3 Pohled na pilíř mezi 1. a 2. polem stávajícího mostu²



Obrázek 4 Krajní opěra prvního pole stávajícího mostu



Obrázek 5 Náčrt příčného řezu stávající mostní konstrukci³

² Označení a číslování v polí je v celé práci uvažováno ve směru staničení.

³ Zdroj obrázku: Online evidence *Systém hospodaření s mosty (BMS)*

Šířkové uspořádání komunikace na mostě odpovídá S11,5, z toho 2 x 3,5 m zabírají jízdní pruhy, 2 x 0,25 m vodící proužky a zbývající šířka je využita v šířce 2 x 1,5 m krajnicemi. Na komunikaci je realizován jednostranný příčný sklon 3,5 %. Komunikace je v celé délce mostu ohraničena po obou stranách římsami ze železobetonových prefabrikátů proměnné šířky. Po obou římsách vede chodník pro pěší bez svodidel, vlevo je šířka chodníku 1,85 m, vpravo pak 2,0 m. Nášlap mezi komunikací a chodníkem měří 0,18 m. Z vnější strany jsou obě římsy ohrazeny svařovaným zábradlím z uzavřených obdélníkových profilů (Jäkl) výšky 1,1 m, výplň zábradlí taktéž tvoří profily Jäkl. Zábradlí je kotveno do římsy přes patní desky se čtyřmi šrouby (viz Obrázek 6).

Na levé straně mostu stojí celkem 3 stožáry lamp veřejného osvětlení. Tyto jsou kotveny do bočních výběžků z levé římsy taktéž přes patní desku se čtyřmi šrouby, jak je možné vidět na Obrázku 7.



Obrázek 6 Kotvení zábradlí do římsy přes patní desku.



Obrázek 7 Výběžek římsy se zakotvením stožáru veřejného osvětlení

4. NÁVRH NOVÉ KONSTRUKCE

Jedním ze základních předpokladů pro návrh nové konstrukce byla spojitost konstrukce na celé přemostované vzdálenosti. Tomu odpovídá koncept spojitě bodově podepřené deskové konstrukce.

Nová nosná konstrukce respektuje stávající směrové a výškové poměry na mostě. Rovněž prostorové uspořádání na mostě zůstává zachováno.

Z důvodu zlepšení poměrů pod mostem byla nová konstrukce navržena o třech polích místo původních čtyř.

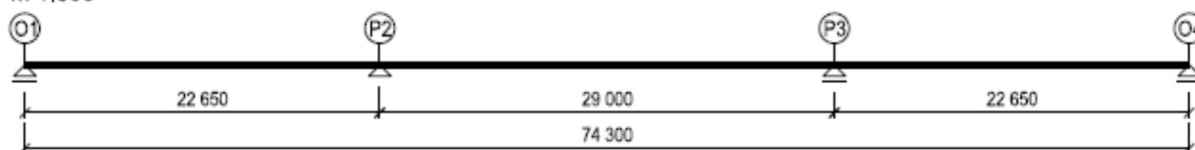
4.1. PODÉLNÝ ŘEZ

Vzhledem k parametrům mostu, tj. přemostovaná vzdálenost a deskové řešení konstrukce, bylo rozhodnuto, že v konstrukci se využije předpětí. Na základě tohoto rozhodnutí bylo možné si dovolit větší rozpětí jednotlivých polí, a tedy z původní mostní konstrukce o čtyřech polích vytvořit konstrukci pouze se třemi poli.

Z důvodu změny počtu polí a statického působení bylo nutné upravit rozpětí jednotlivých polí. V původní konstrukci působící jako prostě uložená deska mohla všechna pole překlenovat přibližně stejnou vzdálenost. V případě nové konstrukce, pokud má působit spojitě, bylo potřeba upravit rozpětí jednotlivých polí tak, aby byl zohledněn průběh vnitřních sil, konkrétně ohybových momentů. Empirické hodnoty vycházející ze zmíněných průběhů ohybových momentů, říkají, že krajní pole spojitě konstrukce by mělo mít rozpětí o délce 0,7 až 0,8 délky rozpětí pole mezilehlého. S ohledem na tyto hodnoty a s přihlédnutím k zachování přemostované vzdálenosti, bylo navrženo statické schéma, které je možné vidět na Obrázku 8.

STATICKÉ SCHÉMA NOVÉ KONSTRUKCE

M 1:500



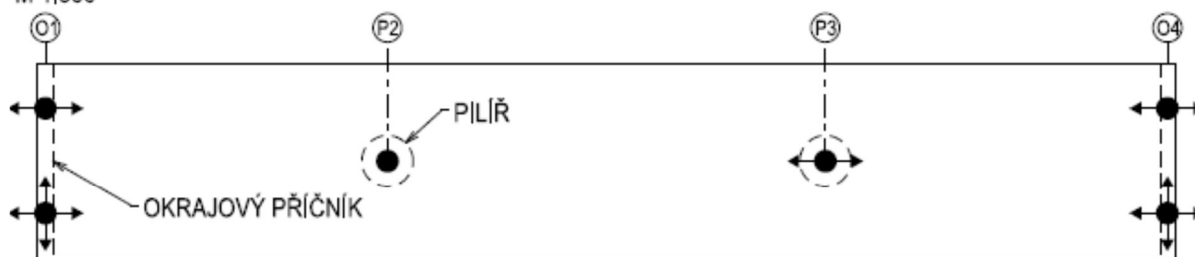
Obrázek 8 Navržené statické schéma nové nosné konstrukce

Z Obrázku 8 také vyplývá, že pevným bodem konstrukce byla určena první prostřední podpěra, tedy pilíř mezi prvním krajním a mezilehlým polem. Tento fakt má dopad například na umístění a druh ložisek nebo do návrhu spodní stavby. V místech všech ostatních podpor se může konstrukce volně deformovat v podélném směru.

Rozmístění ložisek a jejich druh je znázorněno na Obrázku 9.

SCHÉMA UMÍSTĚNÍ LOŽISEK

M 1:500



LEGENDA:



Obrázek 9 Schéma umístění ložisek pod nosnou konstrukcí

Výkres podélného řezu mostem se nachází v Části 3 - Výkresová dokumentace.

4.2. PŘÍČNÝ ŘEZ

V příčném řezu bylo nutné zachovat parametry převáděné komunikace. Zůstala tedy zachována šířka mezi obrubami 10,5 m se skladbou 2 x 3,5 m jízdní pruhy, 2 x 0,25 m vodící proužky a 2 x 1,5 m krajnice. Chodníky ovšem byly zúženy a jejich funkce zredukována pouze na chodníky revizní, a to z důvodu toho, že ve směru proti staničení, tedy ve směru Klatovy → Plzeň, za mostem chodníky nepokračují.

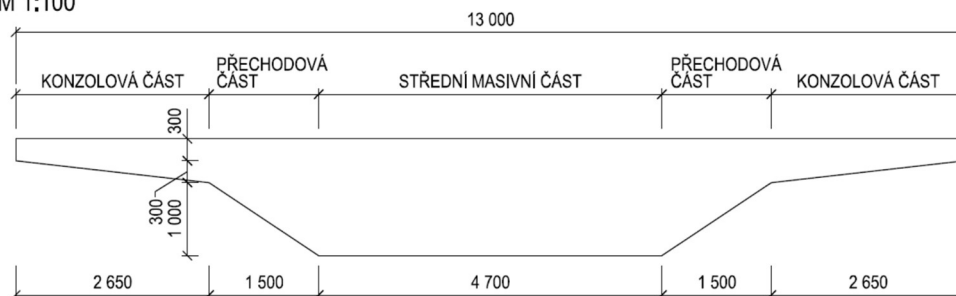
Šířka chodníku byla navržena 0,75 m. Mezi vozovku a chodník bylo na římsu navrženo mostní ocelové svodidlo s úrovní zadržení H2. Zábradlí na vnějších okrajích říms zůstalo v návrhu typově stejné jako stávající, tedy 1,1 m vysoké, svařené z uzavřených ocelových profilů a opatřené protikorozní ochranou.

Zachovány byly též výběžky levé římsy pro ukotvení stožárů lamp veřejného osvětlení.

Navržený příčný řez nosnou konstrukcí může být rozdělen typově do tří částí – střední masivní část desky, přechodová část a na okrajích konzolová část. Tvar a rozměry příčného řezu nosnou konstrukcí jsou zjednodušeně bez příčného sklonu a mostní svršku znázorněny na Obrázku 10. Kompletní výkres příčného řezu mostem se nachází v Části 3 - Výkresová dokumentace.

SCHÉMA PŘÍČNÉHO ŘEZU

M 1:100



Obrázek 10 Schematický příčný řez nosnou konstrukcí

5. ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE

Pro návrh nové mostní konstrukce bylo potřeba stanovit veškerá zatížení působící na most. Nejprve bylo potřeba určit, o jaká zatížení se jedná a následně vypočítat jejich hodnoty. Byly určeny následující druhy zatížení:

- Stálá zatížení
 - Vlastní tíha konstrukce
 - Všechna ostatní stálá zatížení (vozovka, římsy, lampy VO apod.)
- Proměnná zatížení
 - Doprava (model zatížení LM1, zatížení chodci)
 - Teplota
 - Pokles jedné nebo obou středních podpor

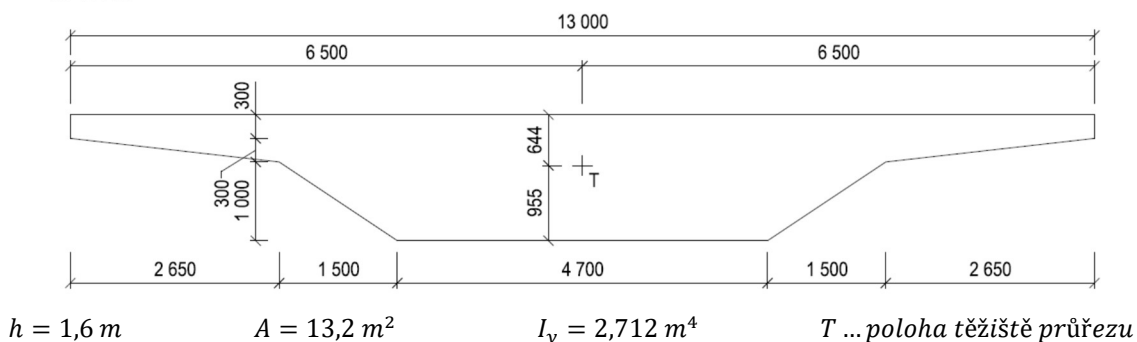
Zatížení větrem vzhledem k deskovému tvaru a masivnosti konstrukce by mělo na napětí v konstrukci minimální vliv, bylo proto v tomto směru zanedbáno. Uvažováno bylo pouze v případě příčných reakcí na ložiska mostu, a tedy i na zatížení pilíře v příčném směru.

5.1. VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE

Pro výpočet vlastní tíhy bylo nutné určit plochu průřezu nosné konstrukce. V pozdějších krocích statického výpočtu budou potřeba i další parametry, z tohoto důvodu jsou všechny uvedeny již zde na Obrázku 11.

Pro výpočet vlastní tíhy konstrukce byla uvažována objemová tíha betonu $G_{0c} = 25 \text{ kN/m}^3$.

PARAMETRY PRŮŘEZU
M 1:100



Obrázek 11 Parametry průřezu NK

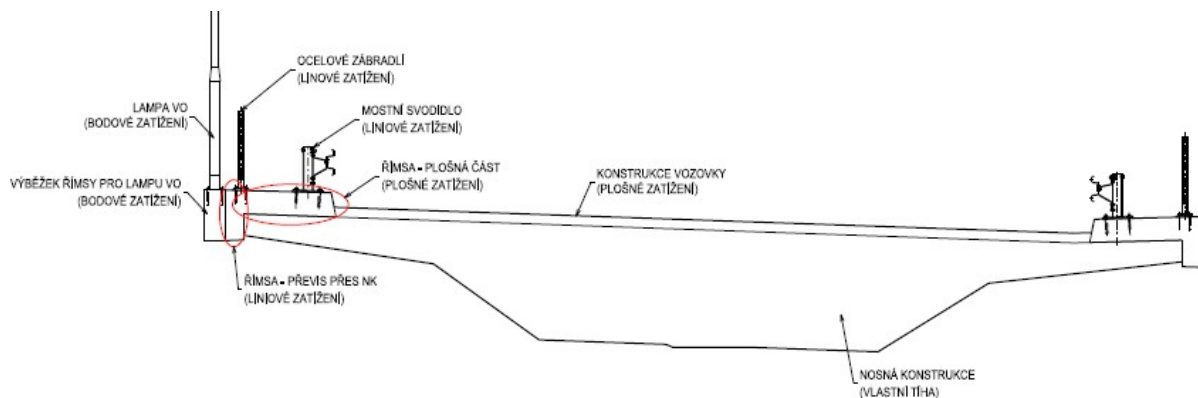
Výpočet vlastní tíhy konstrukce:

- Plošně v jednotlivých částech
 - Středová část: $g_0 = h * G_{0c} = 1,6 * 25 = 40 \text{ kN/m}^2$
 - Přechodová část: $g_0 = \left(0,6 + \frac{1}{2}\right) * G_{0c} = (0,6 + 0,5) * 25 = 27,5 \text{ kN/m}^2$
 - Konzolová část: $g_0 = \left(0,3 + \frac{0,3}{2}\right) * G_{0c} = (0,3 + 0,15) * 25 = 11,25 \text{ kN/m}^2$
- Liniově
 - $g_0 = A * G_{0c} = 13,2 * 25 = 330 \text{ kN/m}$

5.2. OSTATNÍ STÁLÁ ZATÍŽENÍ

Byla stanovena tato další stálá zatížení na most:

- Římsy
 - Plošná část ... $8,175 \text{ kN/m}^2$
 - Liniová část ... $4,33 \text{ kN/m}$
- Veřejné osvětlení (osamělé síly)
 - Výběžek římsy ... $1,74 \text{ kN}$
 - Stožár s lampou ... $2,5 \text{ kN}$
- Svodidla
 - Liniově ... $1,0 \text{ kN/m}$
- Zábradlí
 - Liniově ... $0,5 \text{ kN/m}$
- Vozovka
 - Plošně ... $4,04 \text{ kN/m}^2$
 - Liniově ... $4,04 * 10,5 = 42,42 \text{ kN/m}$

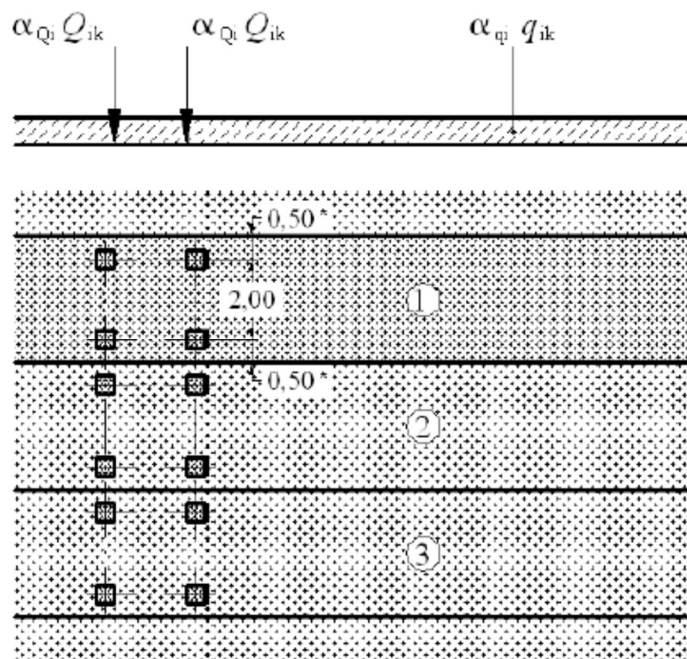


Obrázek 12 Popis ostatního stálého zatížení v příčném řezu

5.3. PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ

5.3.1. Zatížení dopravou

Pro výpočet dopravního zatížení pozemní komunikace na mostě byl použit Model zatížení 1 dle ČSN EN 1991-2 Zatížení mostů dopravou.



Obrázek 13 Rozdělení komunikace na mostě do dopravních pruhů a rozmístění dvojnáprav⁴

Dopravní pruh	Šířka	Síla na nápravu Q_i	Součinitel α_{qi}	Plošné zatížení q_i	Součinitel α_{qi}
1	3 m	300 kN	1,0	9,0	1,0
2	3 m	200 kN	1,0	2,5	2,4
3	3 m	100 kN	1,0	2,5	1,2
Zbývající šířka	1,5 m	-	-	2,5	1,2

Tabulka 1 Použité hodnoty v Modelu zatížení 1

Pro zjištění kritických poloh zatížení nápravami (Q_i) byly všechny nápravové síly v příčném směru sumarizovány, tím byla vytvořena soustava o dvou osamělých silách hodnoty 600 kN podélně od sebe vzdálených 1,2 m. Takto vytvořená soustava byla aplikována na jednoduchý 2D prutový model konstrukce (viz Obrázek 8) jako pohyblivé zatížení. Z příčinkových čar pak byly odečteny následující kritické polohy zatížení nápravami pro ohybové momenty:

- Kladný moment v prvním poli: 35% rozpětí 1. pole
- Záporný moment nad podporou: 35% rozpětí 2. pole
- Kladný moment v prvním poli: 50% rozpětí 2. pole

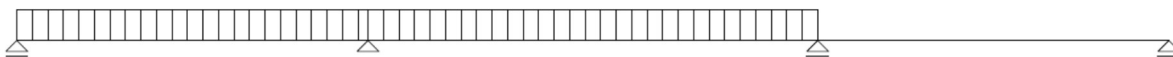
⁴ Zdroj obrázku: ČSN EN 1991-2 Zatížení mostů dopravou

Pro spojité zatížení byly na prutovém modelu vytvořeny zatěžovací stavy dle Obrázku 14.

VARIANTA A



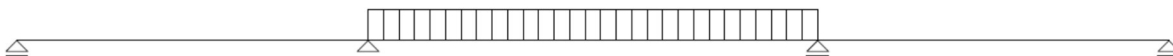
VARIANTA B



VARIANTA C



VARIANTA D



Obrázek 14 Zatěžovací stavy pro kritické hodnoty vnitřních sil různých průřezů – Varianta A pro maximální kladný ohybový moment v krajním poli; Varianta B pro maximální záporný moment nad první mezilehlou podporou; Varianta C pro maximální záporný moment nad druhou mezilehlou podporou; Varianta D pro maximální kladný ohybový moment ve středním poli

Pro analýzu nejvyšších hodnot posouvajících sil byly nápravové soustavy zatížení umístěny vždy v takové vzdálenosti od podpory, aby roznosem pod úhlem 45° od horního ke spodnímu povrchu dosáhly k místu podpory. Pro hodnoty posouvajících sil od spojitý zatížení byly využity stejné zatěžovací stavy jako pro ohybové momenty.

Dopravní zatížení chodníku, tedy zatížení chodci, bylo uvažováno pouze plošným zatížením hodnoty $5,0 \text{ kN/m}^2$. Toto zatížení bylo součástí zatěžovacích stavů vytvořených dle Obrázku 13.

Brzdné a rozjezdové síly byly uvažovány dle ČSN EN 1991-2 *Zatížení mostů dopravou* z výrazu:

$$Q_{lk} = 0,6 * \alpha_{Q1} * (2 * Q_1) + 0,1 * \alpha_{q1} * q_{1k} * w_l * L = 0,6 * 1 * 2 * 300 + 0,1 * 1 * 9 * 3 * 74,3 = \mathbf{560,61 \text{ kN}}$$

Kde: Q_{lk} je charakteristická hodnota brzdné či rozjezdové podélné síly
 α_{q1}, α_{Q1} jsou součinitele zatížení modelu zatížení 1 v pruhu č. 1 (viz Tabulka 1)
 Q_1 je hodnota nápravových sil modelu zatížení 1 v pruhu č. 1 (viz Tabulka 1)
 q_1 je hodnota plošného zatížení modelu zatížení 1 v pruhu č. 1 (viz Tabulka 1)
 w_l je šířka zatěžovacího pruhu 1 modelu zatížení 1 (viz Obrázek 13)
 L je délka, jenž může být brzdou silou zatížena, v tomto případě celá délka nosné konstrukce

Příčemž:

$$180 * \alpha_{Q1} \leq Q_{lk} \leq 900, \text{ tedy } 180 \leq 560,61 \leq 900.$$

Odstředivé síly byly rovněž uvažovány dle ČSN EN 1991-2, která říká, že pro směrový oblouk s poloměrem $200 \text{ m} \leq R \leq 1500 \text{ m}$ (v tomto případě poloměr $R = 500 \text{ m}$) platí výraz:

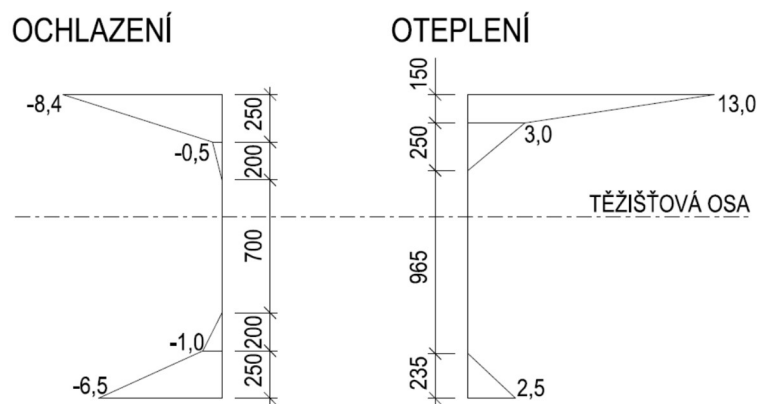
$$Q_{tk} = 40 * \frac{Q_V}{R} = 40 * \frac{2*300+2*200}{500} * 100 = \mathbf{96 \text{ kN}}$$

Kde: Q_{tk} je charakteristická hodnota příčné odstředivé síly
 Q_V je suma hodnot všech nápravových sil modelu zatížení 1 ve všech pruzích (viz Tabulka 1)

5.3.2. Zatížení teplotou

Vzhledem k možnosti konstrukce volně se deformovat v podélném směru, nebylo pro návrh nosné konstrukce třeba uvažovat rovnoměrnou složku teplotního zatížení. Rovnoměrná složka teplotního zatížení byla potřeba pouze pro návrh mostních závěrů a ložisek. Pro návrh NK byla proto uvažována pouze složka nerovnoměrná. Konstrukce tedy byla zatížena pouze osamělým ohybovým momentem v místech O1 a O4.

Hodnoty teplotních rozdílů po výšce průřezu byly určeny dle ČSN EN 1991-1-5 Zatížení teplotou, jak je vidět na Obrázku 15.



Obrázek 15 Schéma teplotních změn po výšce průřezu

Materiálové charakteristiky betonu (byl zvolen beton C35/45):

- Modul pružnosti $E = 34 \text{ GPa}$
- Součinitel teplotní roztažnosti $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

Výpočet zatížení konstrukce nerovnoměrnou složkou teploty:

- Oteplení

$$M_{OT} = \alpha * E * \sum A_i * b_i * z_{Ti} = 34\,000 * 1 * 10^{-5} * \left(\frac{0,15 * 13}{2} * 13 * (-0,553) + \frac{0,25 * 3}{2} * 13 * (-0,42) + \frac{0,235 * 2,5}{2} * 4,7 * (-0,869) \right) = -2\,672 \text{ MNm}$$

- Ochlazení

$$M_{OCHL} = \alpha * E * \sum A_i * b_i * z_{Ti} = 34\,000 * 1 * 10^{-5} * \left(\frac{0,25 * (-8,4)}{2} * 13 * (-0,57) + \frac{0,2 * (-0,5)}{2} * 13 * (-0,336) + \frac{0,25 * (-6,5)}{2} * 4,7 * (-0,864) + \frac{0,2 * (-1)}{2} * 5,6 * (-0,63) \right) = 1,478 \text{ MNm}$$

Kde:

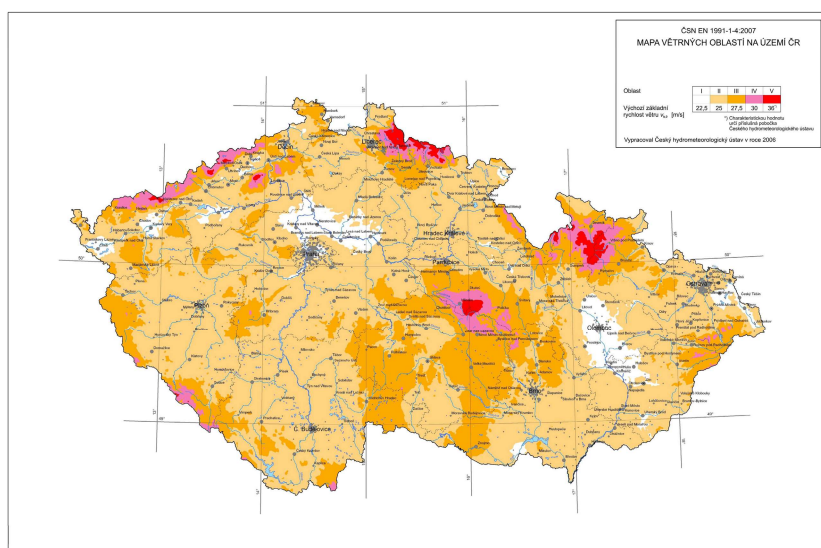
- A_i je plocha příslušného teplotního obrazce z Obrázku 15
- b_i je průměrná šířka průřezu po výšce daného teplotního obrazce
- z_{Ti} je vzdálenost těžiště příslušného teplotního obrazce od těžišťové osy průřezu

5.3.3. Zatížení poklesem podpory

Hodnota poklesu podpor byla odhadnuta na $\pm 5 \text{ mm}$.

5.3.4. Zatížení větrem

Dle umístění mostního objektu byla z mapy větrných oblastí ČR (viz Obrázek 16) odečtena výchozí základní rychlost větru $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$ (oblast II).



Obrázek 16 Mapa větrných oblastí ČR⁵

Vzhledem k situování mostu na okraji obce Švihov v blízkosti lesního porostu byla dle Tabulky 2 zvolena kategorie terénu III.

Minimální výška konstrukce byla odečtena z tabulky: $z_{min} = 5 \text{ m}$

Stejně tak i parametr drsnosti terénu: $z_0 = 0,3 \text{ m}$

Skutečná výška konstrukce nad terénem: $z = 5,4 \text{ m}$

Kategorie terénu	z_0 [m]	z_{min} [m]
0 Moře nebo pobřežní oblasti vystavené otevřenému moři	0,003	1
I Jezera nebo vodorovné oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek	0,01	1
II Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a s izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenost jsou větší než 20násobek výšky překážek	0,05	2
III Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami, nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)	0,3	5
IV Oblasti, ve kterých je nejméně 15 % povrchu pokryto pozemními stavbami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m	1,0	10
POZNÁMKA Kategorie terénu jsou zobrazeny v A.1.		

Tabulka 2 Kategorie terénu⁶

⁵ Zdroj obrázku: ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí větrem

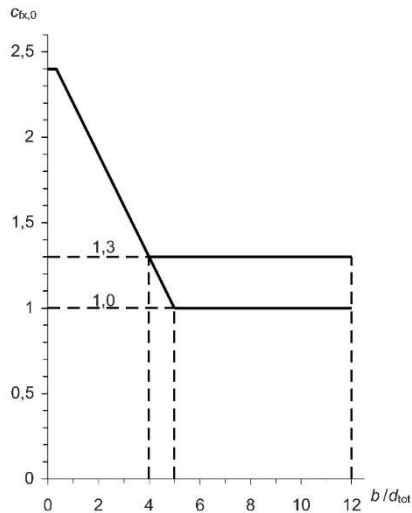
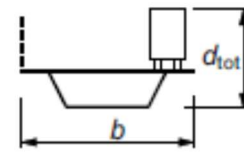
⁶ Zdroj tabulky: ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí větrem

Součinitel síly v příčném směru c_{fx} byl odečten z grafu znázorněném na Obrázku 17 podle tvaru konstrukce mostu. Parametry pro odečet součinitele byly určeny následující:

Celková šířka mostu: $b = 13,2 \text{ m}$

Celková výška mostu včetně dopravy: $d_{tot} = 4,0 \text{ m}$

$$\frac{b}{d_{tot}} = \frac{13,2}{4} = 3,375$$

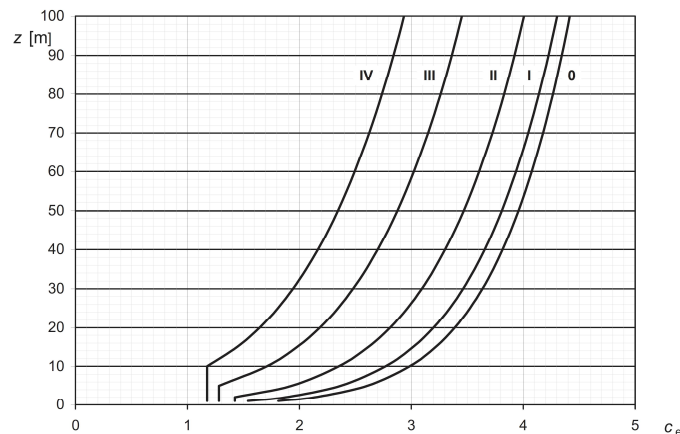


$$c_{fx} = 1,488$$

Obrázek 17 Závislost součinitele síly v příčném směru na rozměrech konstrukce⁷

Součinitel expozice c_e byl odečten z grafu na Obrázku 18.

$$c_e = 1,29$$



Obrázek 18 Závislost součinitele expozice na výšce konstrukce nad terénem pro jednotlivé kategorie terénu⁸

Měrná hustota vzduchu: $\rho = 1,226 \text{ kg/m}^3$

$$\text{Výpočet tlaku vzduchu: } f_w = \frac{1}{2} * \rho * v_{b0}^2 * c_{fx} * c_e = 0,5 * 1,226 * 25^2 * 1,488 * 1,29 = 7,356 \text{ kN/m}^2$$

⁷ Zdroj obrázku: ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí větrem

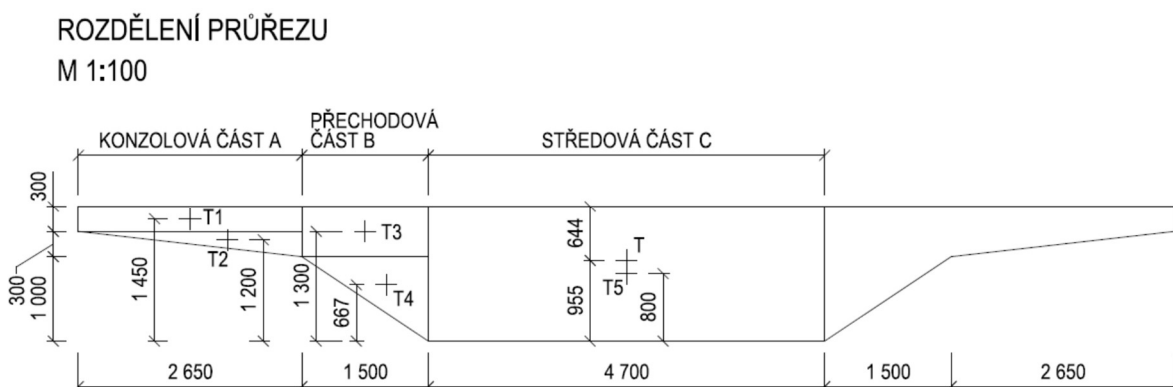
⁸ Zdroj obrázku: ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí větrem

6. ROZNOS ZATÍŽENÍ

Aby bylo možné konstrukci vymodelovat a posoudit, bylo nutné stanovit, jakým způsobem se zatížení roznáší na nosnou konstrukci v příčném směru. Za tímto účelem byl vytvořen pracovní deskostěnový výpočetní model konstrukce ve 3D v programu SCIA Engineer.

6.1. MODEL PRO STANOVENÍ PŘÍČNÉHO ROZNÁŠENÍ

Protože má deska nosné konstrukce v příčném směru proměnnou tloušťku, bylo třeba model zjednodušit. Hlavním parametrem udávajícím ohybovou tuhost průřezu je jeho moment setrvačnosti I , jeho hodnota by proto měla zůstat zachována. Z toho důvodu byl příčný řez rozdělen na tři typy částí a ty pak dále na jednotlivé elementární obrazce, tedy obdélníky a trojúhelníky (viz Obrázek 19). Pro každou část se vypočetl její moment setrvačnosti vůči těžištové ose celkového nezjednodušeného průřezu nosné konstrukce. Poté byla vždy příslušná část nahrazena obdélníkovým průřezem s těžištěm v místě těžištové osy celkového nezjednodušeného průřezu a shodným momentem setrvačnosti jako příslušná část před zjednodušením.



Obrázek 19 Rozdělení průřezu nosné konstrukce na části a elementární obrazce včetně poloh těžišť

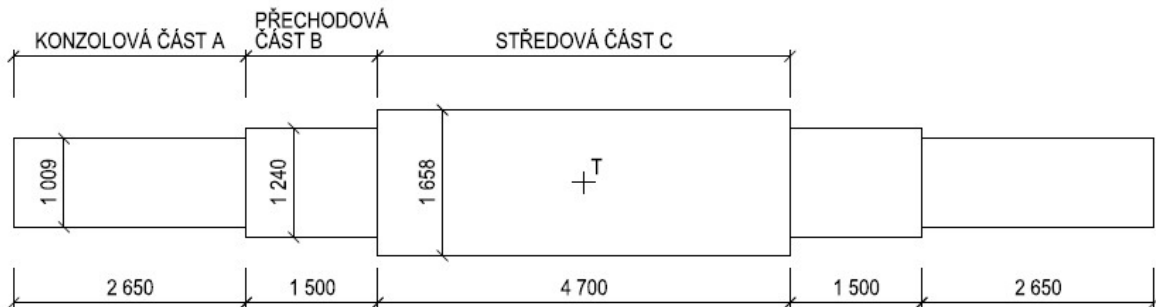
Postup přepočtu momentů setrvačnosti:

- Konzolová část: $I_A = I_1 + I_2 = \frac{1}{12} * b_A * h_1^3 + b_A * h_1 * (z_{T1} - z_T)^2 + \frac{1}{36} * b_A * h_2^3 + \frac{b_A * h_2}{2} * (z_{T2} - z_T)^2 = \frac{1}{12} * 2,65 * 0,3^3 + 2,65 * 0,3 * (1,45 - 0,955)^2 + \frac{1}{36} * 2,65 * 0,3^3 + \frac{2,65 * 0,3}{2} * (1,2 - 0,955)^2 = 0,2266 \text{ m}^4$
 - Pak: $0,2425 = \frac{1}{12} * b_A * h_A^3 \rightarrow h'_A = \sqrt[3]{\frac{12 * 0,2266}{b_A}} = \sqrt[3]{\frac{12 * 0,2266}{2,65}} = 1,009 \text{ m}$
- Přechodová část: $I_B = I_3 + I_4 = \frac{1}{12} * b_B * h_3^3 + b_B * h_3 * (z_{T3} - z_T)^2 + \frac{1}{36} * b_B * h_4^3 + \frac{b_B * h_4}{2} * (z_{T4} - z_T)^2 = \frac{1}{12} * 1,5 * 0,6^3 + 1,5 * 0,6 * (1,3 - 0,955)^2 + \frac{1}{36} * 1,5 * 1^3 + \frac{1,5 * 1}{2} * (0,667 - 0,955)^2 = 0,2381 \text{ m}^4$

- Pak: $0,5715 = \frac{1}{12} * b_B * h'_B{}^3 \rightarrow h'_B = \sqrt[3]{\frac{12*0,2381}{b_B}} = \sqrt[3]{\frac{12*0,2381}{1,5}} = 1,240 \text{ m}$
- Středová část: $I_C = I_5 = \frac{1}{12} * b_C * h_5^3 + b_C * h_5 * (z_{T5} - z_{TC})^2 = \frac{1}{12} * 4,7 * 1,6^3 + 4,7 * 1,6 * (0,8 - 0,955)^2 = 1,7849 \text{ m}^4$
- Pak: $1,7849 = \frac{1}{12} * b_C * h'_C{}^3 \rightarrow h'_C = \sqrt[3]{\frac{12*1,7849}{b_C}} = \sqrt[3]{\frac{12*1,7849}{4,7}} = 1,658 \text{ m}$

UPRAVENÝ PRŮŘEZ

M 1:100



Obrázek 20 Zjednodušený průřez pro pracovní výpočetní model k určení příčného roznosu

Grafy a vyhodnocení koeficientů příčného roznosu je možné vidět v Části 2 – Statický výpočet. Zjištěné maximální koeficienty jsou uvedeny v Tabulkách 3 a 4.

Umístění	Krajní pole	Mezilehlá podpora	Střední pole
Typ zatížení			
Ostatní stálé	1,186	2,212	1,82
LM1 spojitě + chodci	1,859	2,216	1,854
LM1 nápravy	1,959	2,102	1,953

Tabulka 3 Koeficienty příčného roznosu pro největší hodnoty ohybového momentu

Umístění	Krajní podpora	Mezilehlá podpora
Typ zatížení		
Ostatní stálé	2,579	3,257
LM1 spojitě + chodci	2,732	3,114
LM1 nápravy	2,305	7,059

Tabulka 4 Koeficienty roznosu pro největší hodnoty posouvajících sil

Zjištěnými koeficienty byla zvětšována všechna zatížení při každé další aplikaci na prutový 2D model konstrukce. Tím bylo dosaženo účinků vnitřních sil jako v nejhrošším místě příčného směru na 3D modelu konstrukce.

Ze zmíněných zatížení byly vytvořeny obálky zatížení, které pak byly uplatněny v konečném výpočetním modelu jako nepočítané vnitřní síly.

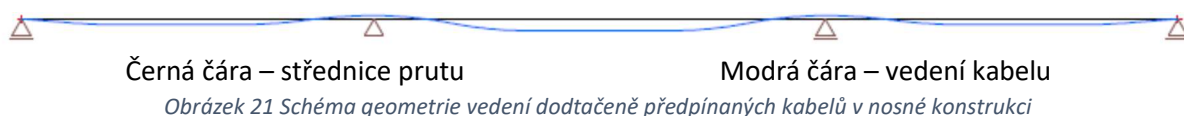
7. PRUTOVÝ MODEL PRO NÁVRH KONSTRUKCE

Finální model nosné konstrukce byl vytvořen jako 2D prutový ve výpočetním programu SCIA Engineer se statickým schématem stejným jako na Obrázku 8. Průřez prutu byl tentokrát vytvořen přesně podle návrhu (viz Obrázek 10). V modelu bylo aktivováno rozšíření pro výpočet předpětí a rozšíření pro časovou analýzu, tedy fáze výstavby.

Do nosné konstrukce byla vymodelována geometrie dodatečně předpínaných kabelů se soudržností. Základními parametry geometrie vedení kabelů bylo složení z přímých úseků a úseků z kružnicových oblouků. Dále byla uvažována co největší excentricita směrem dolů od těžišťové osy v místech největších kladných momentů, tedy zhruba v 35 % rozpětí krajního pole a uprostřed rozpětí pole mezilehlého. Také bylo třeba ošetřit místo největšího záporného momentu, tedy místo nad mezilehlou podporou, zde byla uplatněna co největší excentricita ve směru nahoru od těžišťové osy. Na základě těchto předpokladů byla vytvořena geometrie vedení kabelů.

Geometrie vedení kabelů i počet kabelů a počet lan v jednotlivých kabelech bylo ale třeba odladit pro danou konstrukci a působící zatížení. Toto bylo provedeno na základě průběhů ohybových momentů a průběhů napětí v horních a spodních vláknech průřezu od charakteristické kombinace zatížení. Při úpravách geometrie předpětí a počtu lan a kabelů byla uplatněna snaha o vyrovnání ohybových momentů od stálých zatížení a vytvoření dostatečné tlakové rezervy pro účinky proměnných zatížení a časově závislých účinků předpětí, tedy ztrát dotvarováním a smrštěním betonu a relaxací výztuže.

Výsledná geometrie vedení předpínacích kabelů je znázorněna v Části 3 – výkresová dokumentace. Hrubé schéma vedení předpínacích kabelů je znázorněno na Obrázku 20.



Dále byly ve výpočetním modelu vytvořeny fáze výstavby konstrukce. Jelikož bylo předpokládáno, že konstrukce se vybetonuje monoliticky na skruži, tedy podporovaná v celé délce, nebylo třeba uvažovat fázi betonáže konstrukce. Betonáž konstrukce byla uvažována časem $t = 0$ dnů. Byly pak tedy vytvořeny následující fáze výstavby:

- 1. fáze – předpětí konstrukce (čas $t = 10$ dnů)
- 2. fáze – aplikace ostatního stálého zatížení (čas $t = 30$ dnů)
- 3. fáze – uvedení do provozu (čas $t = 60$ dnů)
- 4. fáze – konec životnosti (čas $t = 100$ let)

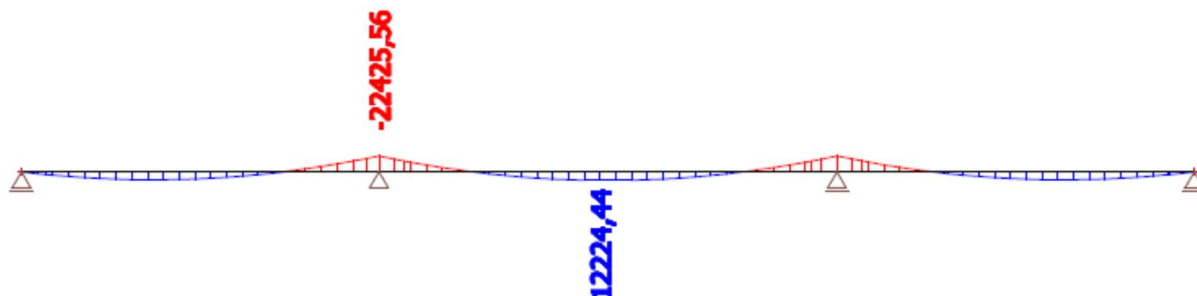
Do jednotlivých fází byla přidávána příslušná zatížení dle Tabulky 5.

1. Fáze	Vlastní tíha	-	-	-	-
2. Fáze	-	Ostatní stálé	-	-	-
3. Fáze	-	-	Teplota	Pokles podpor	Doprava
4. Fáze	-	-	-	-	-

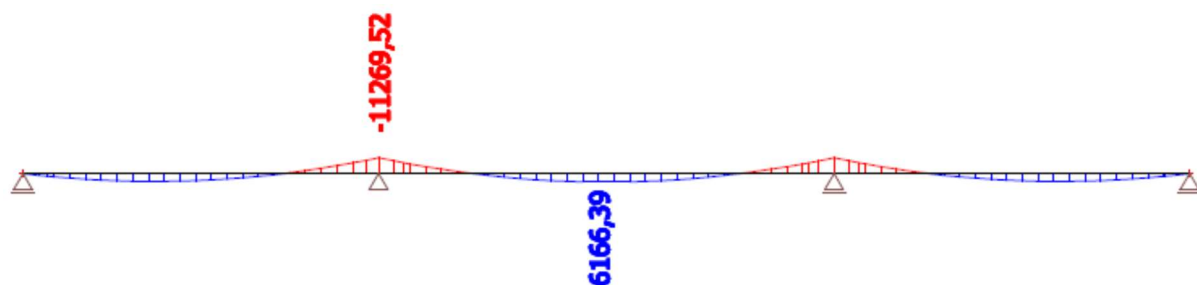
Tabulka 5 Zatížení postupně přidávaná v jednotlivých fázích výstavby

8. ÚČINKY ZATÍŽENÍ

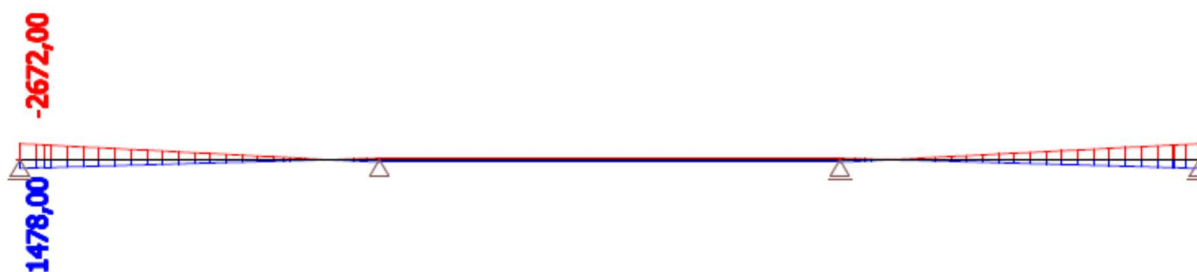
Na Obrázcích 22 až 27 jsou zobrazeny obálky průběhů ohybových momentů od jednotlivých zatížení. Obálky byly vypočteny softwarem SCIA Engineer pro charakteristické hodnoty zatížení upravené koeficienty příčného roznosu.



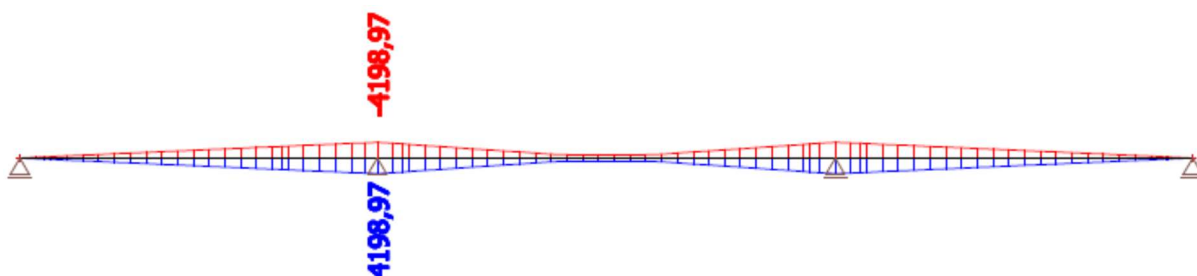
Obrázek 22 Průběh ohybových momentů od vlastní tíhy



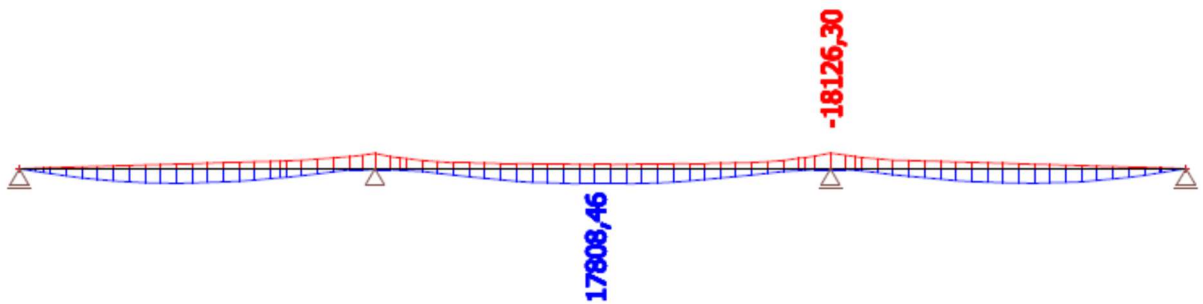
Obrázek 23 Průběh ohybových momentů od ostatního stálého zatížení



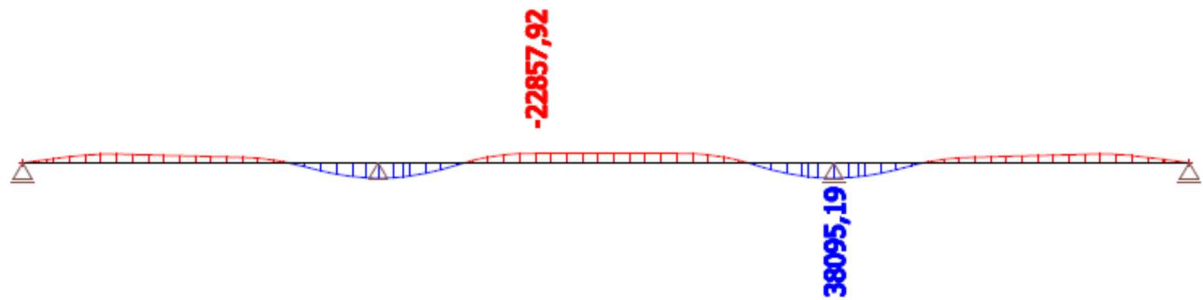
Obrázek 24 Obálka ohybových momentů od nerovnoměrné složky teploty



Obrázek 25 Obálka ohybových momentů od poklesů mezilehlých podpor

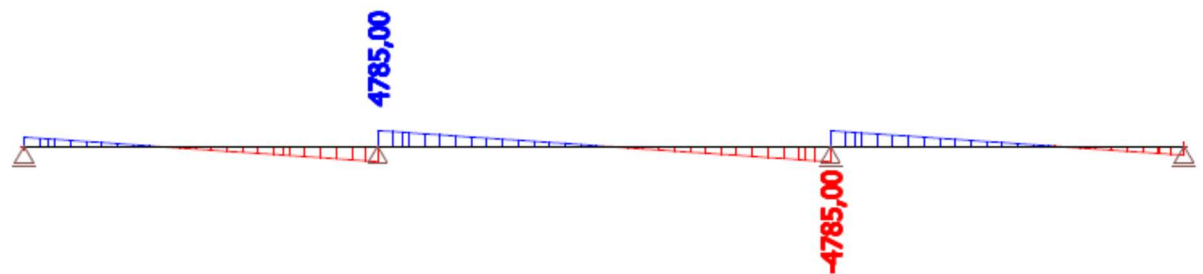


Obrázek 26 Obálka ohybových momentů od zatížení dopravou (odečteno z deskostěnového modelu pro roznos zatížení a do prutového modelu pro návrh konstrukce zadáno ručně jako nepočítané vnitřní síly)

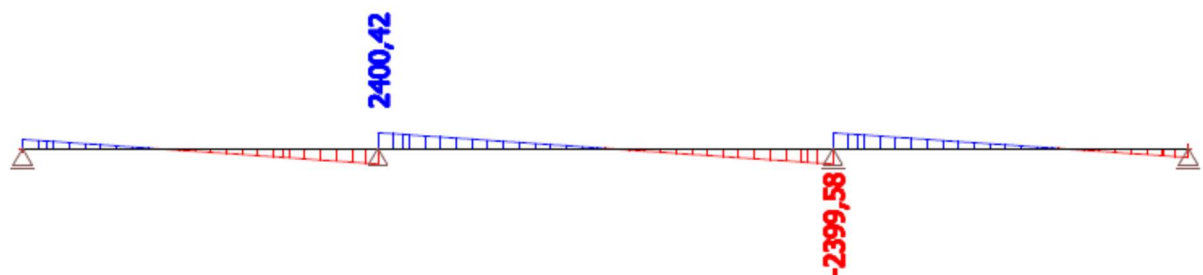


Obrázek 27 Průběh ohybových momentů od předpětí

Na Obrázcích 28 až 33 jsou zobrazeny obálky průběhů posouvajících sil od jednotlivých zatížení. Obálky byly vypočteny softwarem SCIA Engineer pro charakteristické hodnoty zatížení upravené koeficienty příčného roznosu.



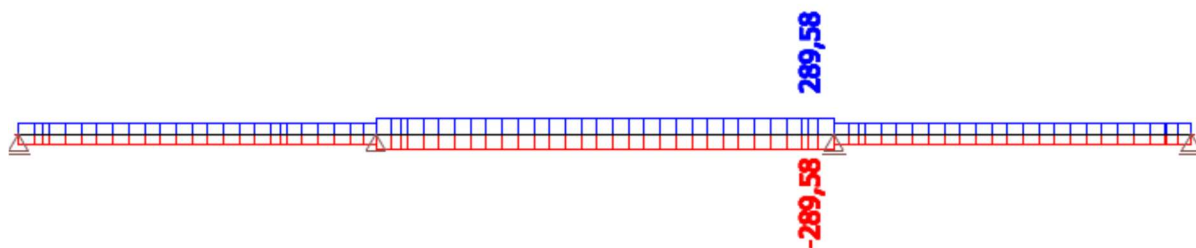
Obrázek 28 Průběh posouvajících sil od vlastní tíhy



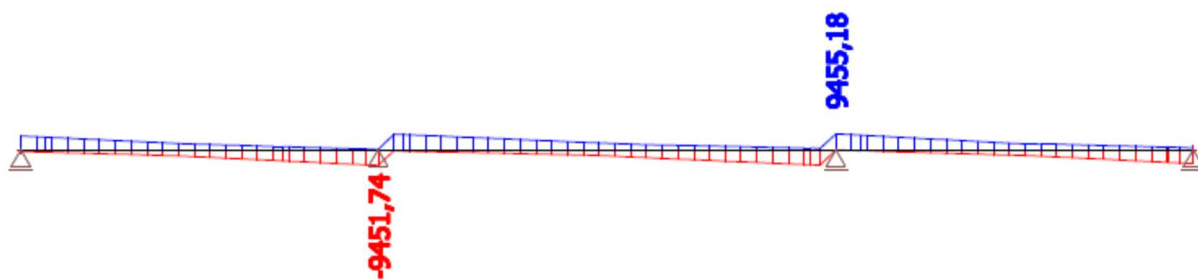
Obrázek 29 Průběh posouvajících sil od ostatního stálého zatížení



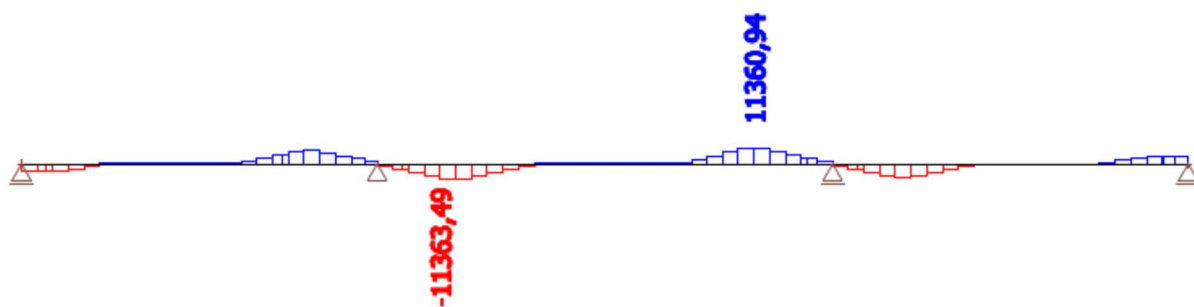
Obrázek 30 Obálka posouvajících sil od nerovnoměrné složky teploty



Obrázek 31 Obálka posouvajících sil od poklesů mezilehlých podpor



Obrázek 32 Obálka posouvajících sil od zatížení dopravou (odečteno z deskostěnového modelu pro roznoš zatížení a do prutového modelu pro návrh konstrukce zadáno ručně jako nepočítané vnitřní síly)



Obrázek 33 Průběh posouvajících sil od předpětí

9. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

Mezní stav použitelnosti byl ověřován dle ČSN EN 1990 při zatížení konstrukce třemi různými kombinacemi zatížení – charakteristickou, kvazistálou a častou.

Charakteristická kombinace zahrnuje všechna zatížení na konstrukci zkombinovaná bez jakýchkoliv kombinačních či návrhových součinitelů, respektive jsou tyto součinitele rovny 1,0, krom součinitelů příčného roznosu.

Kvazistálá kombinace zahrnuje pouze všechna stálá zatížení včetně předpětí a dlouhodobých účinků zatížení a předpětí.

V časté kombinaci jsou opět zahrnuta všechna zatížení, ovšem jsou ponížena kombinačními součiniteli, jejichž hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 6.

Typ zatížení	Kombinační součinitel
Stálá zatížení	1,0
LM1 spojité + chodci	0,4
LM1 nápravy	0,75
Teplota	0,6
Poklesy podpor	0,5

Tabulka 6 Kombinační součinitele pro častou kombinaci zatížení

8.1. NORMÁLOVÁ NAPĚTÍ

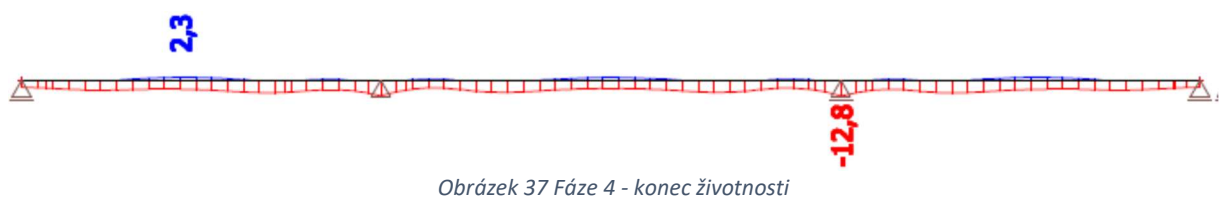
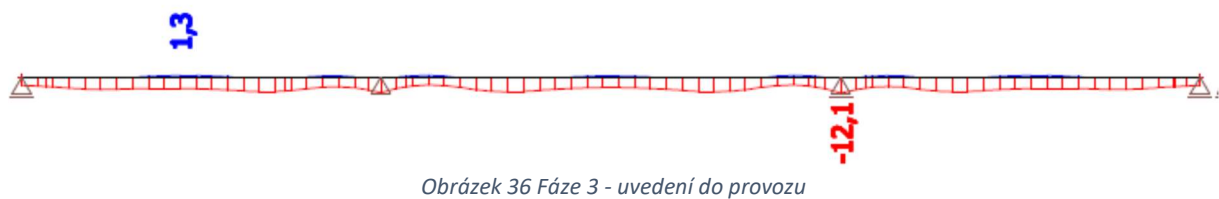
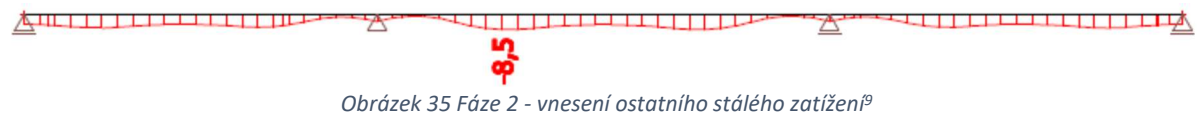
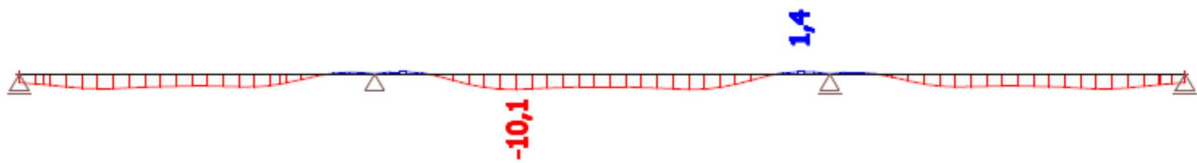
V mezním stavu použitelnosti byla ověřována normálová napětí v horních a spodních vláknech konstrukce v jednotlivých fázích výstavby pro charakteristickou, kvazistálou a častou kombinaci zatížení. Obálky normálového napětí jsou zobrazeny na Obrázcích 34 až 49⁹. Materiálové charakteristiky betonu C35/45 pro ověření normálových napětí jsou uvedeny v Tabulce 7.

Materiálová charakteristika	Hodnota pevnosti [MPa]
Střední pevnost v tahu f_{ctm}	3,2
5 % kvantil pevnosti v tahu $f_{ctk;0,05}$	2,2
Charakteristická pevnost v tlaku f_{ck}	35
$0,6 * f_{ck}$	21
$0,4 * f_{ck}$	14

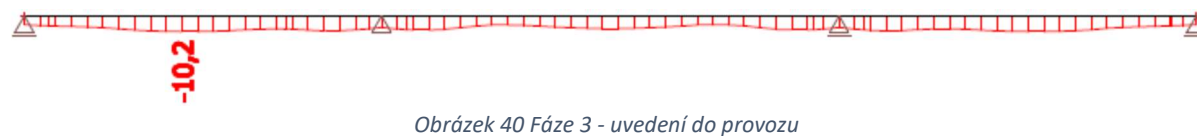
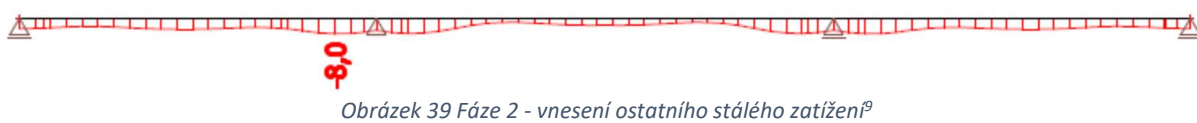
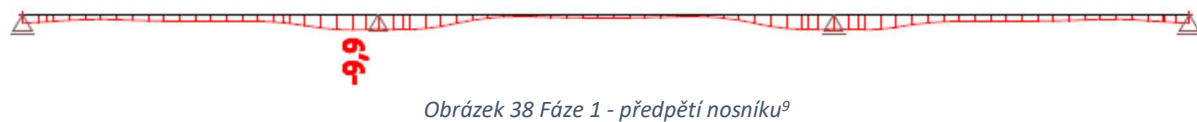
Tabulka 7 Materiálové charakteristiky betonu C35/45

⁹ Číselné hodnoty normálového napětí na obrázcích jsou uvedeny v MPa.

- Obálky napětí od charakteristické kombinace zatížení ve spodních vláknech prutu:



- Obálky napětí od charakteristické kombinace zatížení v horních vláknech prutu:



¹⁰ Obálky napětí pro fáze 1 a 2 jsou shodné pro všechny tři druhy kombinací zatížení, proto již nebudou v kvazistálé ani časté kombinaci zatížení uváděny.

- Obálky napětí od kvazistálé kombinace zatížení ve spodních vláknech prutu:



Obrázek 42 Fáze 3 - uvedení do provozu



Obrázek 43 Fáze 4 - konec životnosti

- Obálky napětí od kvazistálé kombinace zatížení v horních vláknech prutu:



Obrázek 44 Fáze 3 - uvedení do provozu



Obrázek 45 Fáze 4 - konec životnosti

- Obálky napětí od časté kombinace zatížení ve spodních vláknech prutu:



Obrázek 46 Fáze 3 - uvedení do provozu



Obrázek 47 Fáze 4 - konec životnosti

- Obálky napětí od časté kombinace zatížení v horních vláknech prutu:



Obrázek 48 Fáze 3 - uvedení do provozu



Obrázek 49 Fáze 4 - konec životnosti

Pro častou kombinaci nedošlo v žádné fázi k porušení komprese a zároveň tlak nepřekračuje v žádném místě mezní hodnotu $40\% f_{ck} = 14 \text{ MPa}$, je tedy možné prohlásit, že normálové napětí v konstrukci vyhovuje ve všech fázích pro mezní stav použitelnosti.

8.2. HLAVNÍ TAHOVÁ NAPĚTÍ

Dále byly v mezním stavu použitelnosti posuzovány hlavní tahy v konstrukci pro všechny kombinace ve všech časových fázích. Tato posouzení byla provedena pouze softwarem SCIA Engineer. Ruční výpočet hlavních napětí po výšce průřezu je časově a objemově náročný a je snadné v něm udělat chybu, navíc v sobě zahrnuje iterační chyby jako je výpočet po prouzcích, který vzhledem k nelinearitě průběhu smykového napětí po výšce průřezu není přesný.

Software SCIA Engineer je schopen posouzení hlavních tahových napětí po výšce průřezu v každém místě po celé délce konstrukce vzhledem k nastavené délce kroku v podélném směru. Na Obrázcích 50 až 57 jsou zobrazeny výstupy tohoto posouzení pro jednotlivé kombinace zatížení v různých časových fázích¹¹.

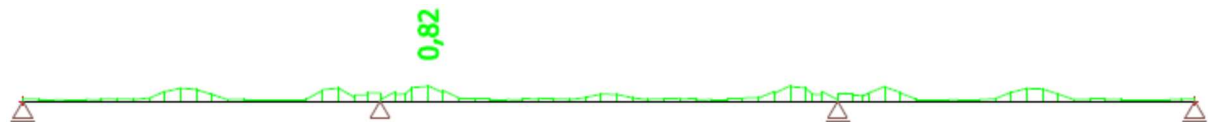
- Posouzení hlavních tahových napětí od charakteristické kombinace zatížení v jednotlivých časových fázích:



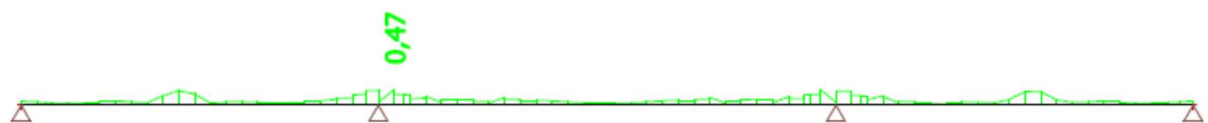
Obrázek 50 Fáze 1 - předpětí¹²



Obrázek 51 Fáze 2 - vnesení ostatního stálého zatížení¹²



Obrázek 52 Fáze 3 - uvedení do provozu

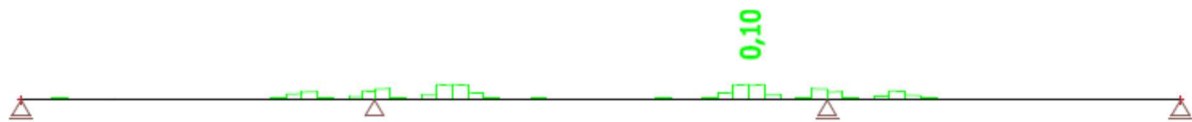


Obrázek 53 Fáze 4 - konec životnosti

- Posouzení hlavních tahových napětí od kvazistálé kombinace zatížení v jednotlivých časových fázích:

¹¹ Hodnoty na obrázcích vyjadřují poměrné využití kapacity průřezu hlavním tahovým napětím.

¹² Posouzení hlavních tahových napětí je ve fázi 1 a 2 shodné pro všechny kombinace zatížení, nebudou již tedy pro kvazistálou a častou kombinaci zatížení tyto fáze uváděny.

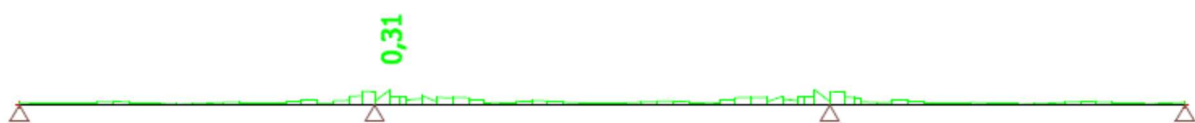


Obrázek 54 Fáze 3 - uvedení do provozu

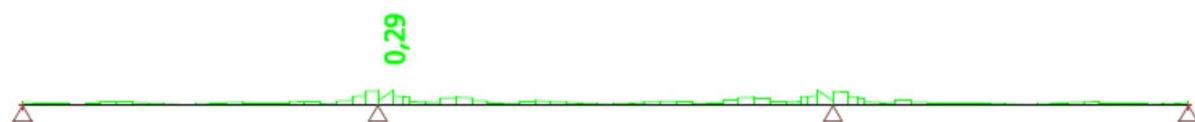


Obrázek 55 Fáze 4 - konec životnosti

- Posouzení hlavních tahových napětí od časté kombinace zatížení v jednotlivých časových fázích:



Obrázek 56 Fáze 3 - uvedení do provozu



Obrázek 57 Fáze 4 - konec životnosti

Z předešlých obrázků je vidět, že hlavní tahová napětí v konstrukci od všech kombinací zatížení vyhověla ve všech časových fázích.

10. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Převážná část mezního stavu únosnosti je výpočtová, a proto je umístěna v 2. části (Statický výpočet). Zde jsou popsány použité metody výpočtu.

Pro zatížení konstrukce byla vyhodnocena jako méně příznivá kombinace zatížení 6.10b, kde jsou zatížená kombinována dle ČSN EN 1990 na základě následujícího vztahu:

$$\sum \xi * \gamma_G * G_k + \gamma_P * P_k + \gamma_{Q1} * Q_{1k} + \sum \gamma_{Qi} * \psi_{0i} * Q_{ki}$$

Kde: $\xi = 0,85$ je redukční součinitel stálého zatížení
 $\gamma_G = 1,35$ je návrhový součinitel stálého zatížení
 G_k je charakteristická hodnota účinku stálého zatížení
 $\gamma_P = 1,0$ je návrhový součinitel zatížení předpětím
 P je charakteristická hodnota účinku předpětí
 $\gamma_{Q1} = 1,35$ je návrhový součinitel hlavního dopravního zatížení
 Q_{1k} je charakteristická hodnota účinku hlavního dopravního zatížení
 $\gamma_{Qi} = 1,5$ je návrhový součinitel ostatních proměnných zatížení
 ψ_{0i} jsou kombinační součinitele ostatních proměnných zatížení (viz Tabulka 8)
 Q_{ki} jsou charakteristické hodnoty účinků ostatních zatížení

Typ zatížení	ψ_{0i}
Teplota	0,6
Pokles podpory	0,5

Tabulka 8 Kombinační součinitele

9.1. VÝPOČET A OVĚŘENÍ OHYBOVÉHO MOMENTU V MSÚ

Mezní stav únosnosti byl ověřován pro Fázi 3 – uvedení do provozu a Fázi 4 – konec životnosti ve 3 vybraných kritických průřezích a to:

- Místo s nejvyšším kladným momentem v prvním poli:
 - Staničení řezu 10 m
- Místo s nejvyšším záporným momentem, tj. nad mezilehlou podporou:
 - Staničení řezu 22,65 m
- Místo s nejvyšším kladným momentem v mezilehlém poli:
 - Staničení řezu 37,15 m

Pro výpočet vnitřních sil a ohybového momentu na mezi únosnosti byla použita metoda mezních přetvoření. Pro tuto metodu je potřeba znát hodnotu vstupního normálového napětí betonu v některém bodě po výšce průřezu, tj. normálové napětí od stálého zatížení a od předpětí. Také je potřeba znát hodnotu vstupního napětí v předpínací výztuži, tj. napětí

od stálého zatížení a od vlastního předpětí. Tyto hodnoty byly odečteny pro jednotlivé fáze vždy v horních a spodních vláknech průřezu ze softwaru SCIA Engineer.

Prvním krokem výpočtu je rozdělení průřezu na proužky, které slouží jako jednotky konečné velikosti pro výpočet průběhu napětí po výšce průřezu. Proužky byly zvoleny o tloušťce 20 mm. Jelikož je konstrukce homogenní, byl na základě teorie pružnosti předpokládán lineární průběh normálového napětí po výšce průřezu a taktéž i průběh poměrného přetvoření. Tento předpoklad způsobuje, že za pomoci podobnosti trojúhelníků k výpočtu vstupního normálového napětí v kterémkoliv bodě po výšce průřezu postačí znát jednu hodnotu v bodě jiném. Tímto způsobem bylo vyčísleno vstupní normálové napětí v ose každého zvoleného proužku. Z těchto hodnot pak za pomoci pracovního diagramu betonu v tlaku byly dopočítány hodnoty vstupního poměrného přetvoření po výšce průřezu.

Také ze vstupního napětí v předpínací výztuži bylo pomocí pracovního diagramu předpínací oceli v tahu vypočítáno vstupní poměrné přetvoření této výztuže.

Dalším krokem bylo zvolení vstupní podmínky dosažení mezní únosnosti. Na výběr byly vždy dvě možnosti. Buďto přetržení předpínací výztuže nebo drcení betonu v horních či spodních vláknech průřezu v závislosti na způsobu namáhání konkrétního řezu.

Neznámou byla pak změna poměrného přetvoření, jež bylo nutné do průřezu vnést, aby bylo dosaženo meze únosnosti, tedy drcení betonu či přetržená předpínací výztuže. Protože změna je vždy vyvolána vnesením dalšího ohybového momentu musel být průběh této změny poměrného přetvoření lineární.

Při výběru možnosti drcení betonu byla známá hodnota vstupního přetvoření v horních či spodních vláknech a mezní hodnota tohoto přetvoření. Rozdíl těchto dvou hodnot je pak konstanta. Z této konstanty je možné za pomoci podobnosti trojúhelníků spočítat změnu poměrného přetvoření v jakémkoliv bodě po výšce průřezu.

Součtem vstupního poměrného přetvoření a přidávané změny poměrného přetvoření je dán výsledný průběh poměrného přetvoření betonu po výšce průřezu na mezi únosnosti.

K tomu, aby bylo možné podobností trojúhelníků spočítat průběh přidávané změny poměrného přetvoření, je ovšem nutné znát výšku tlačené oblasti této přidávané změny poměrného přetvoření.

Neznámou se tedy stala výška tlačené oblasti. Tato hodnota byla zvolena iteračně tak, aby platila silová podmínka rovnováhy v průřezu. Tedy aby síla v tlačném betonu byla rovna síle v předpínací výztuži. Přičemž síla v předpínací výztuži byla dopočítána pomocí pracovního diagramu předpínací oceli v tahu a jejího poměrného přetvoření daného součtem vstupního poměrného přetvoření a přidávané změny poměrného přetvoření betonu po výšce průřezu v místě, kde se v daném průřezu výztuž nacházela. Síla v tlačném betonu byla dána součtem všech sil jednotlivých proužků. Tyto síly na příslušném rameni spolu se silou v předpínací výztuži taktéž na příslušném rameni daly v součtu ohybový moment na mezi únosnosti. Bod otáčení bylo možné zvolit libovolně, v případě této práce byl vždy zvolen bod v horních vláknech průřezu.

Následně bylo třeba ověřit, zda nedošlo zároveň k překročení druhé mezní podmínky, tedy k přetržení předpínací výztuže. Pokud ano, bylo nutné změnit výpočet tak, aby dosahovanou mezní podmínkou byla právě tato. Postup výpočtu byl stejný, jen počáteční konstanta poměrného přetvoření a její umístění se změnilo.

Když byl znám mezní ohybový moment únosnosti konstrukce, byl porovnán s maximální hodnotou ohybového momentu vypočteného softwarem SCIA Engineer pro dané umístění posuzovaného řezu. Všechny posuzované řezy vyhověly.

Vzhledem ke komplikovanosti objemu výpočtu bylo nutné využít software. Byl použit tabulkový procesor MS Excel.

Konkrétní výpočty a posudky jsou v Části 2 – Statický výpočet.

Schéma navržené předpínací výztuže je možné vidět v Části 3 – Výkresová dokumentace.

9.2. VYLOUČENÍ KŘEHKÉHO LOMU KONSTRUKCE

Postup ověření odolnosti konstrukce proti křehkému lomu byl následující:

- 1) Redukce předpínací výztuže v konstrukci natolik, aby pro vstupní napětí v betonu (viz předchozí kapitola) bylo dosaženo tahu na mezi vzniku trhlin, tedy hodnoty f_{ctm} .
- 2) Postup výpočtu shodný s výpočtem popsáním v přechozí kapitole.
- 3) Porovnání výsledného ohybového moment na mezi únosnosti při zredukované předpínací výztuži s maximální hodnotou ohybového momentu vypočteného softwarem SCIA Engineer pro dané umístění posuzovaného řezu.

Pokud oslabený průřez nevyhověl, bylo nutné jej vyztužit přidáním buď tažené nebo tlačené betonářské oceli. Výpočet napětí a poměrného přetvoření této dodatečné výztuže byl prováděn podobně jako v případě výztuže předpínací. Tedy za pomoci pracovního diagramu betonářské oceli v tahu a tlaku.

V případě vyztužení průřezu betonářskou ocelí bylo nutné upravit silovou a momentovou podmínku rovnováhy tak, aby v nich byla zahrnuta i síla v přidané betonářské výztuži. Tím byla zvýšena únosnost průřezu, opět shodným způsobem byl dopočítán ohybový moment únosnosti a znovu porovnán s ohybovým momentem od zatížení.

Konstrukce nevyhověla v krajním poli, byla zde proto vyztužena taženou betonářskou výztuží při spodním povrchu konstrukce. Dále konstrukce nevyhověla nad mezilehlou podporou a musela zde být vyztužena jak tlačnou betonářskou výztuží při spodním povrchu konstrukce, tak i taženou betonářskou výztuží při horním povrchu konstrukce.

Konkrétní výpočty a posudky jsou v Části 2 – Statický výpočet.

Schémata navržené betonářské výztuže je možné vidět v Části 3 – Výkresová dokumentace.

9.3. OVĚŘENÍ SMYKOVÉ ÚNOSNOSTI KONSTRUKCE A NÁVRH SMYKOVÉ VÝZTUŽE

Pro ověření smykové únosnosti a návrh smykové výztuže konstrukce byla použita příhradová analogie.

U tak masivní konstrukce, jakou je tento most, by nemělo smysl pokoušet se ověřovat smykovou únosnost samotné konstrukce bez přídavné smykové výztuže. Proto byla dle ČSN EN 1992-2 *Navrhování betonových konstrukcí – Betonové mosty* ověřena únosnost tlačené diagonály v příhradové analogii a navržena a ověřena únosnost smykové výztuže.

Vnitřní síly byly odečítány ze softwaru SCIA Engineer v kombinaci s dominantní posouvající silou ve vyšetřovaném průřezu. Vyšetřovány byla dva průřezy, první ve vzdálenosti 1,6 m od krajní podpory, kde se vyskytuje velká posouvající síla a druhý nad mezilehlou podporou, kde se vyskytuje nejen velká posouvající síla ale současně i velký záporný ohybový moment.

V prvním vyšetřovaném řezu byla ověřena únosnost tlačené diagonály a navržena smyková výztuž v podobě třmenů.

Ve druhém vyšetřovaném průřezu, tedy nad mezilehlou podporou, bylo provedeno totéž s tím rozdílem, že velká hodnota smykové síly zde způsobuje přídatnou tahovou normálovou sílu. Bylo proto nutné znovu ověřit mezní stav únosnosti se zahrnutím této dodatečné normálové síly od smyku. Síla byla zahrnuta do silové podmínky rovnováhy výpočtu mezního stavu únosnosti jinak shodného s výpočtem popsáním v kapitole 10.1. Schémata navržené smykové výztuže je možné vidět v Části 3 – Výkresová dokumentace.

11. RÁMCOVÝ NÁVRH SPODNÍ STAVBY

Tento návrh se týká pouze mezilehlé podpory, která je určena jako pevný bod konstrukce s pevným ložiskem. Jedná se tedy o první mezilehlý pilíř a jeho založení.

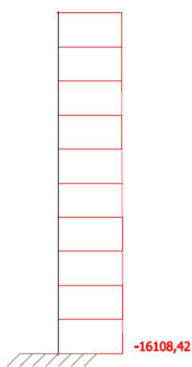
10.1. NÁVRH PILÍŘE

Jako mezilehlá podpora byl navržen železobetonový pilíř kruhového průřezu vetknutý do taktéž železobetonové základové paty, podporované železobetonovými vrtanými pilotami. Výška pilíře byla určena podle stávajícího mostu na 5,3 m.

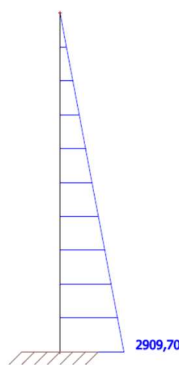
Zatížení pilíře probíhá v jeho hlavě prostřednictvím pevného ložiska. Na pilíř působí zatížení normálovou silou dle kombinace 6.10b uvedené v kapitole 10. a normálovou silou od vlastní tíhy pilíře, dále ohybovým momentem v podélném směru způsobeným podélnou silou z ložiska od brzdných a rozjezdových sil, a nakonec ohybovým momentem v příčném směru způsobeným příčnou silou z ložiska od odstředivých sil dopravního zatížení a od působení větru.

Pro výpočet příčné síly od větru byl použit shodný model jako pro svislé zatížení, na který bylo aplikováno spojitě zatížení větrem. Svislá reakce od tohoto zatížení byla určena jako příčná síla od větru na vyšetřovanou podporu.

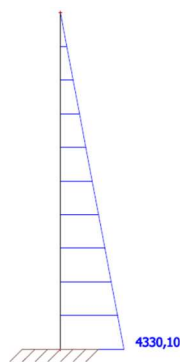
Dále byl vytvořen konzolový model v softwaru SCIA Engineer zatížený dvěma různými kombinacemi, jedna kombinace pro ohybový moment v podélném směru a druhá pro ohybový moment ve směru příčném. Normálová síla byla pro obě kombinace shodná. Konkrétní hodnoty vnitřních sil (kN a kNm) na pilíři lze vidět na Obrázcích 58 až 60.



Obrázek 58 Normálová síla na pilíř



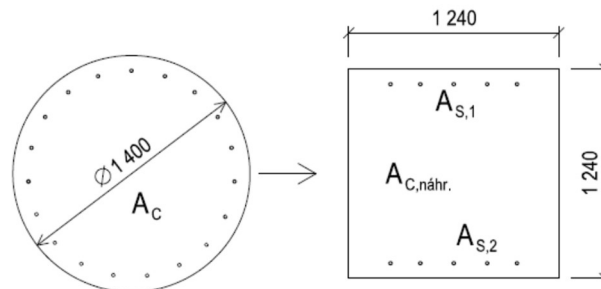
Obrázek 59 Ohybový moment v podélném směru



Obrázek 60 Ohybový moment v příčném směru

Ověření pilíře včetně vlivu štíhlosti bylo provedeno pomocí interakčního diagramu. Jelikož byl pilíř navržen kruhového průřezu, bylo možné vytvořit interakční diagram pouze pro jeden směr a uvažovat jej shodný pro všechny ostatní směry.

Pro zjednodušení vytváření interakčního diagramu byl průřez pilíře zjednodušen na průřez čtvercový o stejné ploše. Zároveň betonářská výztuž byla uvažována nikoliv v kruhu nýbrž v řadě při stranách zjednodušeného průřezu, tedy čtverce (viz Obrázek 61).



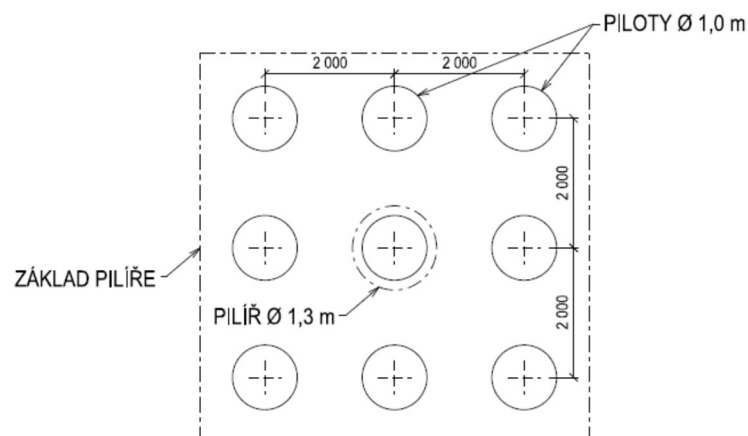
Obrázek 61 Schéma zjednodušení průřezu pilíře

Při výpočtu obálky ohybové a normálové únosnosti byla opět využita metoda mezních přetvoření. Nebylo zde ovšem počítáno poměrné přetvoření po celé ploše průřezu, ale pouze pro tři základní části, a to poměrné přetvoření tlacené výztuže, tlaceného betonu a tažené výztuže. Postupně byla obměňována výška tlacené oblasti a pro každou tuto konkrétní výšku tlacené oblasti byla pomocí pracovních diagramů betonu v tlaku a betonářské výztuže v tahu a tlaku dopočítávána mezní ohybová a normálová únosnost průřezu. Krajiní body interakčního diagramu, tedy stav čistého tlaku a čistého tahu byly vypočítány zvlášť, přičemž v tahu nebyl beton vůbec uvažován a celou normálovou únosnost tedy tvořila pouze betonářská výztuž.

Konkrétní výpočet a ověření jsou v Části 2 – Statický výpočet.

10.2. NÁVRH ZALOŽENÍ PILÍŘE

Pro návrh pilotového založení pilíře bylo nutné nejprve rozvrhnout geometrii toho založení. Byla navrženo rozmístění devíti pilot průměru $d = 1\text{ m}$ ve třech řadách po třech. Osová vzdálenost pilot od sebe byla navržena $e = 2\text{ m}$ dle, jak lze vidět na Obrázku 62.



Obrázek 62 Geometrie rozložení pilot pod základovou patkou pilíře

Z tohoto daného rozmístění pak jednoduchým výpočtem získáme maximální hodnotu zatížení jedné piloty. Vzhledem k faktu, že pilíř je namáhán dvousměrným ohybem, bude vždy nejzatěžovanější pilota umístěná na rohu základu.

Výpočet maximální síly na nejzatěžovanější pilotu:

$$F_{max} = \frac{N}{3} + \frac{M_{příčný}}{e} + \frac{M_{podélný}}{e} = \frac{16109}{3} + \frac{4331}{2} + \frac{2910}{2} = 2997 \text{ kN}$$

Jelikož se jedná o hrubý návrh založení, bylo na základě této hodnoty využito odhadních tabulek v normě ČSN 73 1002 – *Pilotové základy*. Pro takovýto odhad by bylo ovšem třeba znát podloží stavby, tento podklad pro práci ale k dispozici nebyl. Vzhledem k tomu, že pilíř by byl zakládán v korytě řeky, je možné uvažovat písčité podloží, a tedy využít Tabulku 9.

Délka vetknutí piloty l_f v m v zemínách třídy S1 až S5	Únosnost pilot $U_{v, tab}$ v kN v zemínách třídy S1 až S5 pro průměry pilot d v m																				
	0,30			0,40			0,50			0,60			1,00			1,30			1,50		
	při relativní ulehlosti zeminy I_D																				
	0,33	0,67	1,00	0,33	0,67	1,00	0,33	0,67	1,00	0,33	0,67	1,00	0,33	0,67	1,00	0,33	0,67	1,00	0,33	0,67	1,00
1 až 1,5	20	50	175	40	80	300	60	120	500	85	170	700	240	480	1900	400	800	3300	520	900	4200
3	35	110	275	60	170	450	85	235	680	120	300	920	300	700	2300	460	1100	3800	580	1300	4800
5	50	160	370	75	240	550	100	320	820	140	400	1100	340	870	2500	500	1300	4150	650	1600	5300
10	70	280	570	100	400	800	140	520	1100	190	650	1500	400	1200	3000	600	1800	5000	750	2200	6500

Tabulka 9 Odhadní svislé únosnosti vrtaných pilot v písčitém podloží¹³

Pro dané parametry vyhovuje odhadní únosnost při 100 % relativní ulehlosti podloží a při 10 m vetknutí piloty do písčité zeminy.

Pro konkrétní přesný návrh by bylo třeba provést inženýrskogeologický průzkum podloží a přesný výpočet únosností pilot.

¹³ Zdroj tabulky: ČSN 73 1002 – Pilotové základy

12. MOSTNÍ LOŽISKA A MOSTNÍ ZÁVĚRY

11.1. NÁVRH MOSTNÍCH LOŽISEK

Mostní ložiska byla vybrána na základě jejich rozmístění uvedeného v kapitole 4.1 a svislých reakcí od kombinace 6.10b uvedené v kapitole 10. Reakce na krajní opěru byla určena hodnotou 5902 kN, na mezilehlou podporu pak hodnotou 15910 kN. Na krajní opěře navíc byla umístěna ložiska dvě, jedno všesměrně posuvné a druhé pouze podélně posuvné, reakce se tedy dělí mezi tato dvě ložiska.

Vzhledem k možnosti nepravidelného rozmístění zatížení nad ložisky, byla na krajních opěrách navržena hrncová všesměrně posuvná ložiska se svislou únosností 4000 kN a podélně posuvná hrncová ložiska se svislou únosností taktéž 4000 kN.

Na prvním pilíři bylo navrženo pevné hrncové ložisko o svislé únosnosti 18000 kN.

Podélně posuvné hrncové ložisko na druhém pilíři bylo navrženo se svislou únosností 18000 kN.

Ložiska bylo také nutno navrhnout s ohledem na nutné dovolené posuny v nich způsobované teplotní roztažností konstrukce.

Materiálové teplotní charakteristiky betonu C35/45:

- Součinitel teplotní roztažnosti $\alpha = 1 * 10^{-5} K^{-1}$

1. Podélný posuv v ložiskách na první opěře (O1)

- Vzdálenost ložisek od pevného bodu (první pilíř P2): $L = 22,65 m$
- Oteplení
 - $\Delta T_{max} = 31,5^{\circ}C$
 - $\Delta L_{max} = \alpha * \Delta T_{max} * L = 1 * 10^{-5} * 31,5 * 22,65 \doteq 0,007 m$
- Ochlazení
 - $\Delta T_{max} = -34^{\circ}C$
 - $\Delta L_{max} = \alpha * \Delta T_{max} * L = 1 * 10^{-5} * (-34) * 22,65 \doteq -0,008 m$

Ložiska na opěře O1 jsou navržena s podélným posuvem minimálně $\pm 10 mm$

2. Příčný posuv ve všesměrně posuvných ložiskách na opěrách (O1 a O4)

- Vzdálenost všesměrně posuvných ložisek od ložisek pouze podélně posuvných:
 $L = 6,0 m$
- Oteplení
 - a. $\Delta T_{max} = 31,5^{\circ}C$
 - b. $\Delta L_{max} = \alpha * \Delta T_{max} * L = 1 * 10^{-5} * 31,5 * 6,0 \doteq 0,002 m$
- Ochlazení
 - c. $\Delta T_{max} = -34^{\circ}C$
 - d. $\Delta L_{max} = \alpha * \Delta T_{max} * L = 1 * 10^{-5} * (-34) * 6,0 \doteq -0,002 m$

Všesměrně posuvná ložiska na opěrách O1 a O4 jsou navržena s příčným posuvem minimálně $\pm 5 mm$.

3. Podélný posuv v podélně posuvném ložisku na pilíři P3

- Vzdálenost podélně posuvného ložiska na pilíři P3 od pevného bodu konstrukce (pilíř P2): $L = 29,0 \text{ m}$
- Oteplení
 - a. $\Delta T_{max} = 31,5^\circ\text{C}$
 - b. $\Delta L_{max} = \alpha * \Delta T_{max} * L = 1 * 10^{-5} * 31,5 * 29,0 \doteq 0,009 \text{ m}$
- Ochlazení
 - c. $\Delta T_{max} = -34^\circ\text{C}$
 - d. $\Delta L_{max} = \alpha * \Delta T_{max} * L = 1 * 10^{-5} * (-34) * 29,0 \doteq -0,010 \text{ m}$

Podélně posuvné ložisko na pilíři P3 je navrženo s podélným posuvem minimálně $\pm 15 \text{ mm}$

4. Podélný posuv v ložiskách na opěře O4

- Vzdálenost ložisek od pevného bodu (první pilíř P2): $L = 51,65 \text{ m}$
- Oteplení
 - $\Delta T_{max} = 31,5^\circ\text{C}$
 - $\Delta L_{max} = \alpha * \Delta T_{max} * L = 1 * 10^{-5} * 31,5 * 51,65 \doteq 0,017 \text{ m}$
- Ochlazení
 - $\Delta T_{max} = -34^\circ\text{C}$
 - $\Delta L_{max} = \alpha * \Delta T_{max} * L = 1 * 10^{-5} * (-34) * 51,65 \doteq -0,018 \text{ m}$

Ložiska na opěře O4 jsou navržena s podélným posuvem minimálně $\pm 20 \text{ mm}$

11.2. NÁVRH MOSTNÍCH ZÁVĚRŮ

Mostní závěry byly navrženy na základě teplotní roztažnosti konstrukce.

Materiálové teplotní charakteristiky betonu C35/45:

- Součinitel teplotní roztažnosti $\alpha = 1 * 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

Výpočet protažení konstrukce vlivem rovnoměrné složky teploty:

- Délka konstrukce od pevného bodu (první pilíř) na vzdálenější konec nosné konstrukce: $L \doteq 52 \text{ m}$
- Oteplení
 - $\Delta T_{max} = 31,5^\circ\text{C}$
 - $\Delta L_{max} = \alpha * \Delta T_{max} * L = 1 * 10^{-5} * 31,5 * 52 \doteq 0,017 \text{ m}$
- Ochlazení
 - $\Delta T_{max} = -34^\circ\text{C}$
 - $\Delta L_{max} = \alpha * \Delta T_{max} * L = 1 * 10^{-5} * (-34) * 52 \doteq -0,018 \text{ m}$

Na základě těchto hodnot byly navrženy elastomerové mostní závěry s dilatací $\pm 25 \text{ mm}$.

ZÁVĚR

Všechny cíle diplomové práce stanovené v jejím úvodu byly splněny.

Nová nosná konstrukce mostu nahrazující konstrukci stávající byla navržena spolehlivě ve všech stádiích výstavby a životnosti, a to v mezním stavu použitelnosti i únosnosti.

Problémy s únosností konstrukce se vyskytly pouze u ověřování odolnosti proti křehkému lomu v případě, kdy byla konstrukce posuzována pro případ redukce předpínací výztuže například vlivem koroze. Konstrukce nevyhověla požadavkům v krajních polích a nad mezilehlými podporami.

Problém byl vyřešen v případě krajních polí dodatečným vyztužením taženou betonářskou ocelí při spodním povrchu a v případě mezilehlých podpor dodatečným vyztužením tlačnou betonářskou ocelí při spodním povrchu a taženou betonářskou ocelí při povrchu vrchním.

Pokud je na problém nahlédnuto z ekonomického hlediska, nebylo řešení druhého případu, tedy křehkého lomu nad mezilehlou podporou, dodatečnou betonářskou výztuží stoprocentně výhodnou volbou. Byly zde navržena spousta dodatečné výztuže, jedná se tedy o nákladnou úpravu návrhu oproti jiným možným řešení. Jedním z nich by mohly být například betonové náběhy na konstrukci desky narůstající směrem k pilířům. Několik kubických metrů betonu navíc oproti zhruba 5 tunám betonářské oceli nebylo tak finančně nákladných. Z důvodu časového presu ovšem nebylo možné tuto možnost prověřit.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura:

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

ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013

ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015

ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015

ČSN 73 1002 Pilotové základy. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, 1988

Internetové zdroje:

Systém hospodaření s mosty (BMS), Dostupné na webové adrese: <http://bms.vars.cz/>

Jiné zdroje:

Stavebně technický průzkum mostu evid. č. 27-088 přes řeku Úhlavu ve Švihově. Praha: Ing. Zdeněk Vávra, 2016

Hlavní prohlídka mostu 27-088, Ing. Pavel Rybár, 2015

Hlavní prohlídka mostu 27-088, Ing. Hlavnička Josef, 2007

Použitý software:

SCIA Engineer 16.1

Microsoft Word 2016

Microsoft Excel 2016

Bentley Microstation V8i

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Škola:

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE



Obor:

STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ - KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY

Vypracoval:

BC. LUKÁŠ MLNÁŘÍK

Vedoucí práce:

ING. MICHAL DRAHORÁD, PH.D.

Název práce:

NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

Část:

STATICKÝ VÝPOČET

Datum:

12/2017

Číslo části:

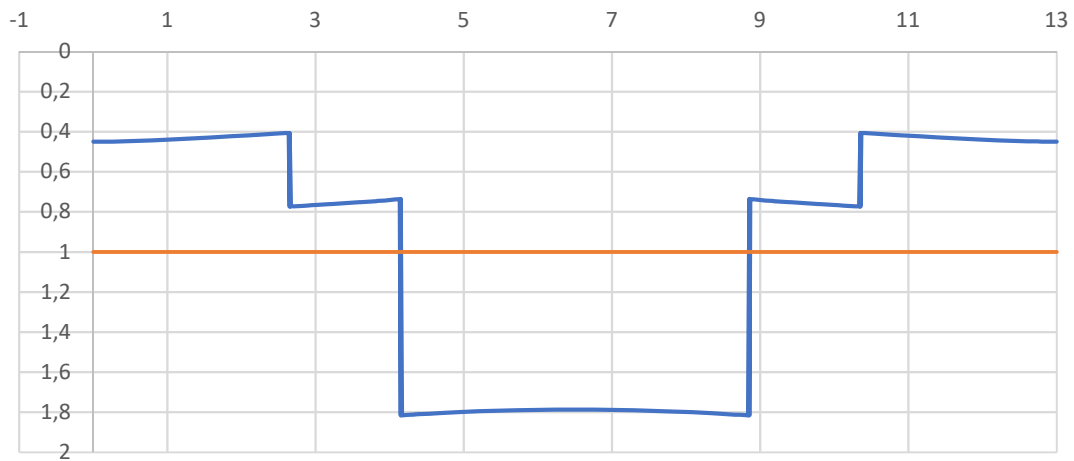
2

OBSAH

1.	PŘÍČNÝ ROZNOS.....	3
2.	MSÚ – KRAJNÍ POLE.....	19
3.	MSÚ – MEZILEHLÁ PODPORA	30
4.	MSÚ – MEZILEHLÉ POLE	41
5.	KŘEHKÝ LOM – KRAJNÍ POLE	52
6.	KŘEHKÝ LOM – MEZILEHLÁ PODPORA	64
7.	KŘEHKÝ LOM – MEZILHLÉ POLE.....	77
8.	SMYK – KRAJNÍ PODPORA.....	88
9.	SMYK – MEZILEHLÁ PODPORA	91
10.	PILÍŘ	100
11.	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	112

1. ANALÝZA PŘÍČNÉHO ROZNOSU OHYBOVÝCH MOMENTŮ A POSOUVAJÍCÍCH SIL NA KONSTRUKCI

Příčný roznos ohybového momentu



Zatěžovací stav: *Ostatní stálé zatížení*

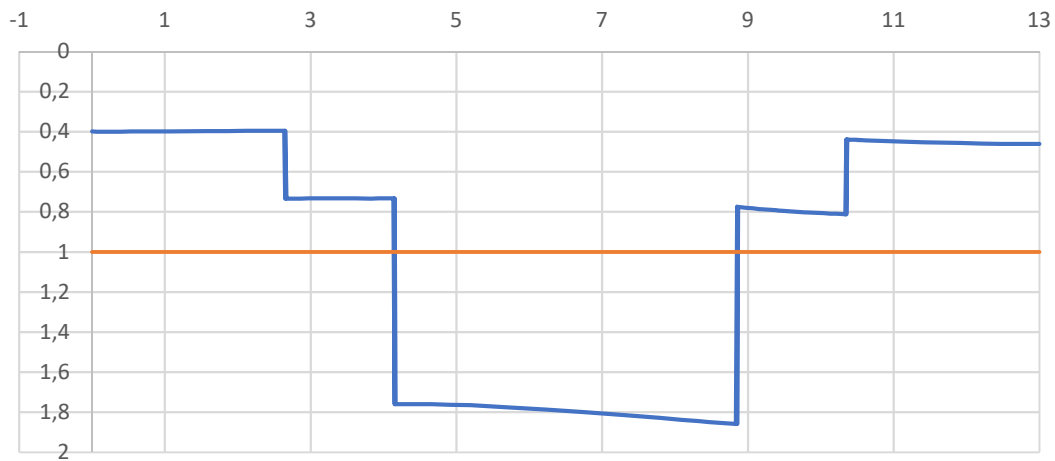
Průměrný moment: 194,1762 kNm/m

Max. pořadnice: 1,81634

Max. moment: 352,69 kNm/m

Příčné staničení: 8,85 m

Příčný roznos ohybového momentu



Zatěžovací stav: *LM1_plošné-max M-krajní pole*

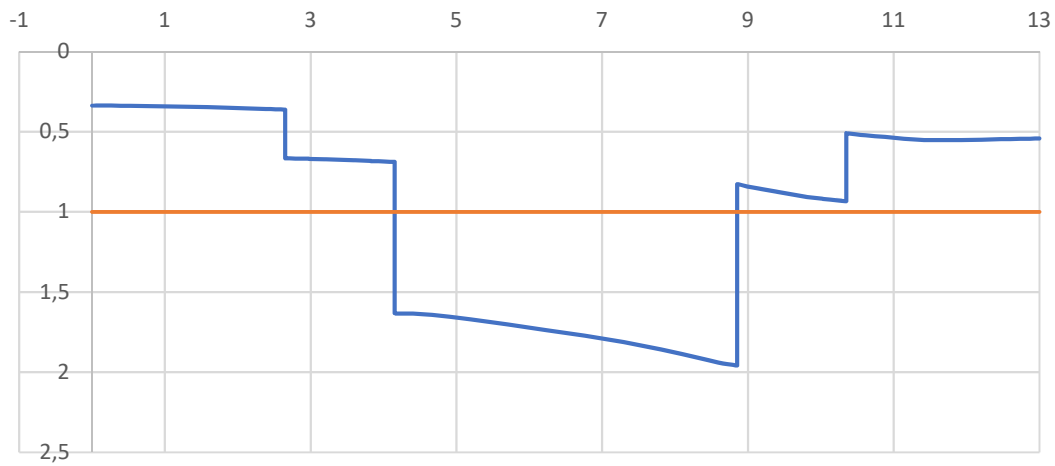
Průměrný moment: 262,423 kNm/m

Max. pořadnice: 1,859403

Max. moment: 487,95 kNm/m

Příčné staničení: 8,85 m

Příčný roznos ohybového momentu



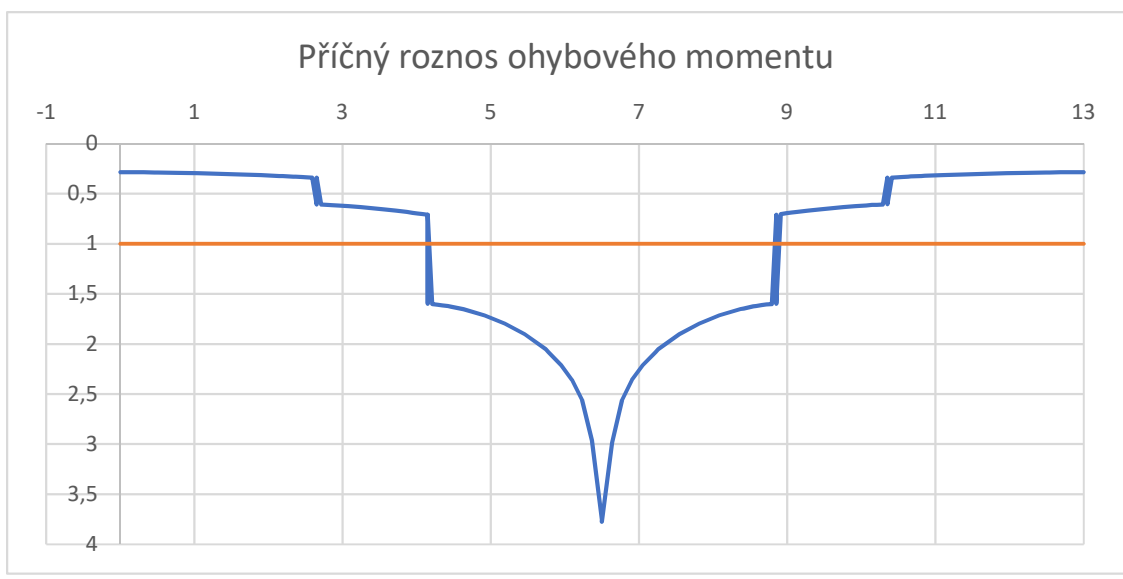
Zatěžovací stav: LM1_nápravy-max M-krajní pole

Průměrný moment: 402,3391173 kNm/m

Max. pořadnice: 1,958646242

Max. moment: 788,04 kNm/m

Příčné staničení: 8,85 m



Zatěžovací stav: *Ostatní stálé zatížení*

Průměrný moment: -401,313 kNm/m

Max. pořadnice: 3,775756

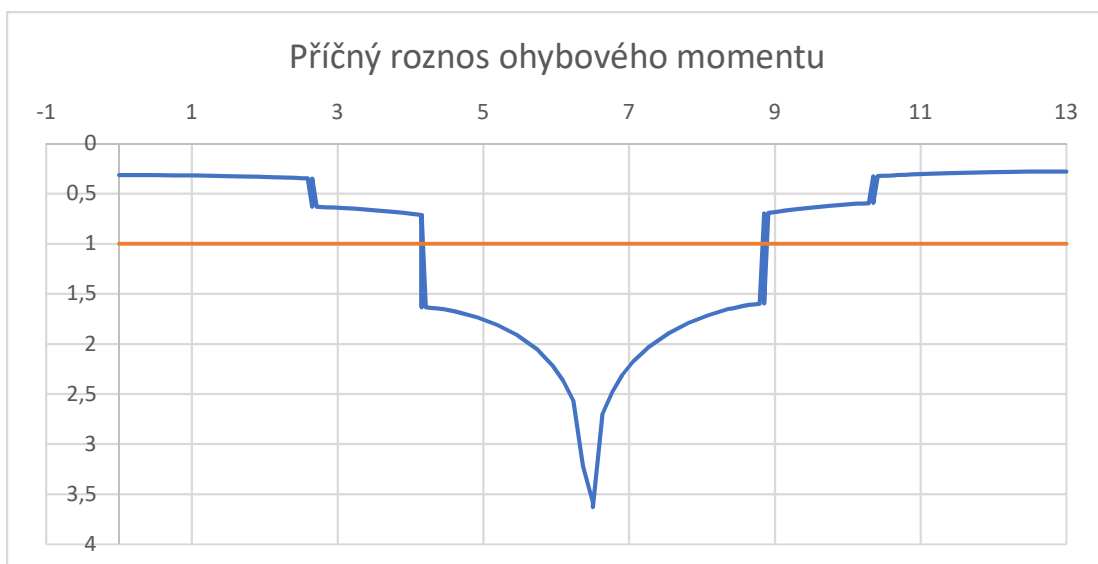
Max. moment: -1515,26 kNm/m

Příčné staničení: 6,5 m

Šířka ložiska: 1,125 m

Nové příčné staničení: 5,9375 m

Nová pořadnice: 2,211964



Zatěžovací stav: *LM1_plošné-max M-nad podp.*

Průměrný moment: -393,035 kNm/m

Max. pořadnice: 3,628534

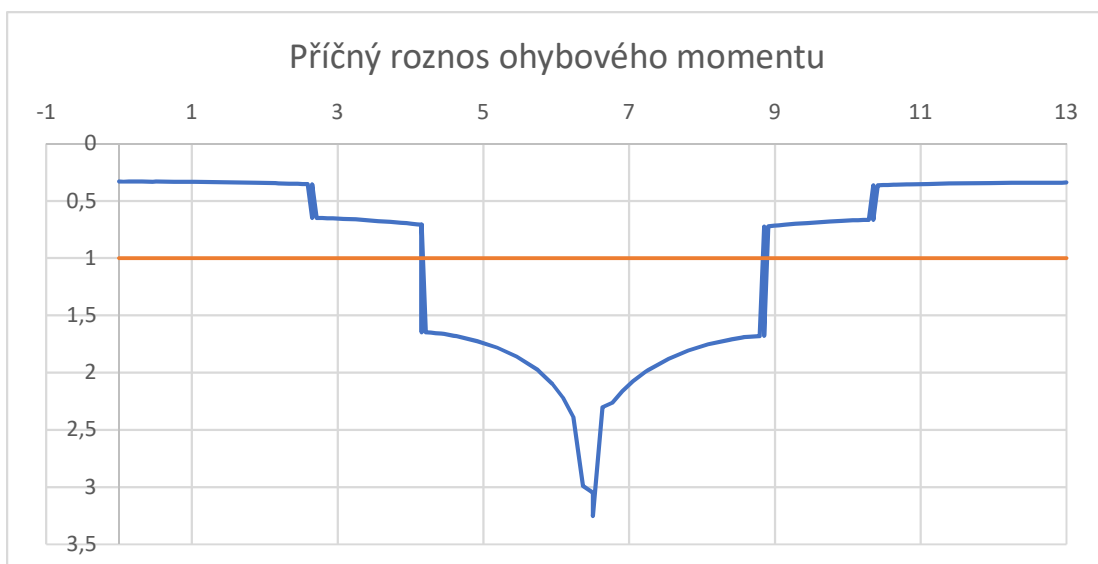
Max. moment: -1426,14 kNm/m

Příčné staničení: 6,5 m

Šířka ložiska: 1,125 m

Nové příčné staničení: 5,9375 m

Nová pořadnice: 2,215911



Zatěžovací stav: *LM1_nápravy-max M-nad podp.*

Průměrný moment: -236,675 kNm/m

Max. pořadnice: 3,252899

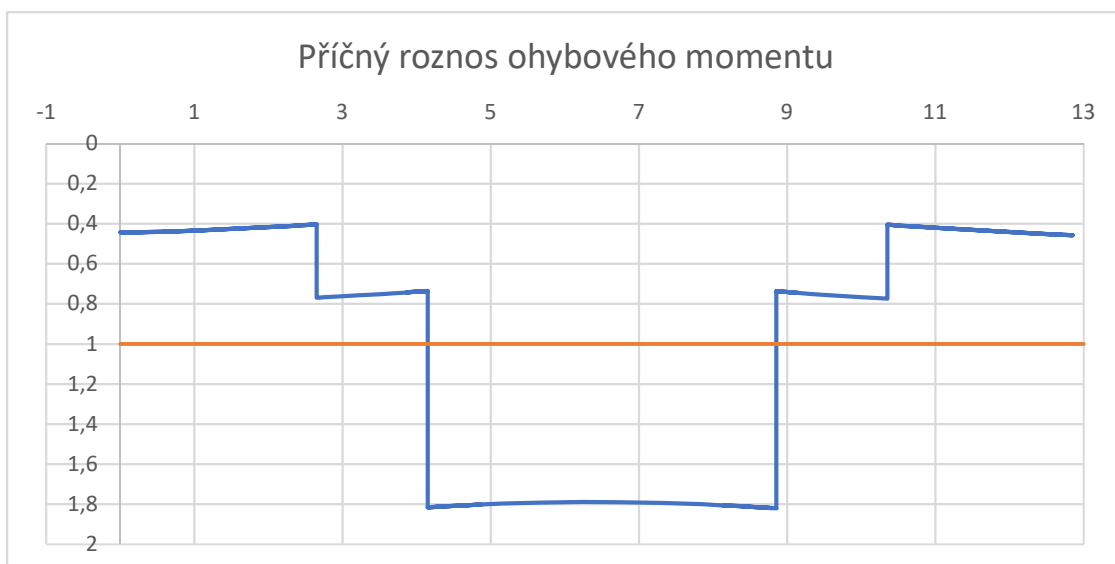
Max. moment: -769,88 kNm/m

Příčné staničení: 6,5 m

Šířka ložiska: 1,125 m

Nové příčné staničení: 5,9375 m

Nová pořadnice: 2,101743



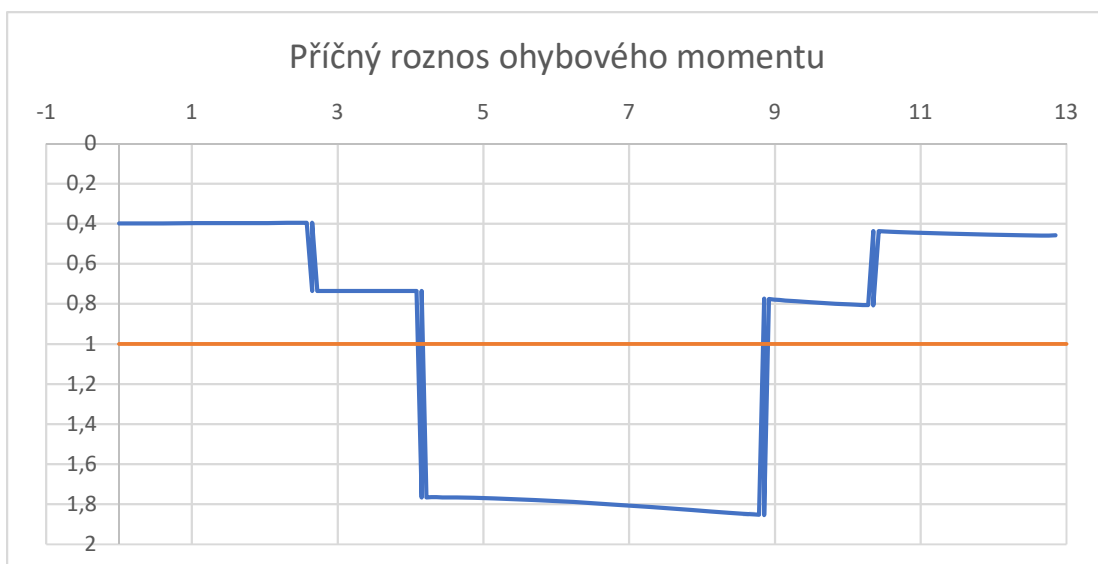
Zatěžovací stav: *Ostatní stálé zatížení*

Průměrný moment: 201,0671 kNm/m

Max. pořadnice: 1,820138

Max. moment: 365,97 kNm/m

Příčné staničení: 8,85 m



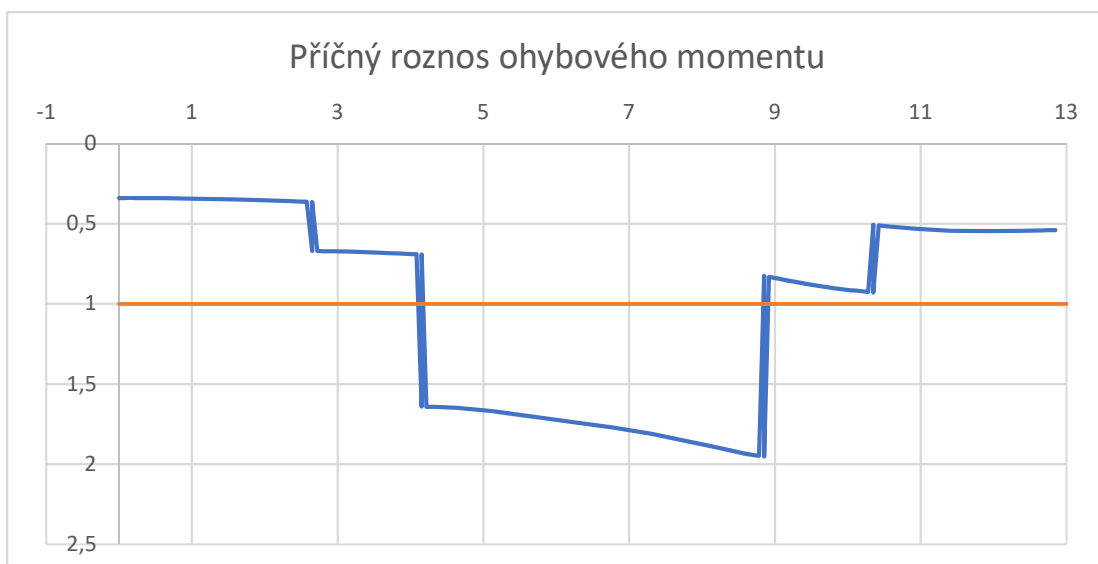
Zatěžovací stav: *LM1_plošné-max M-střední pole*

Průměrný moment: 296,2801 kNm/m

Max. pořadnice: 1,85409

Max. moment: 549,33 kNm/m

Příčné staničení: 8,85 m



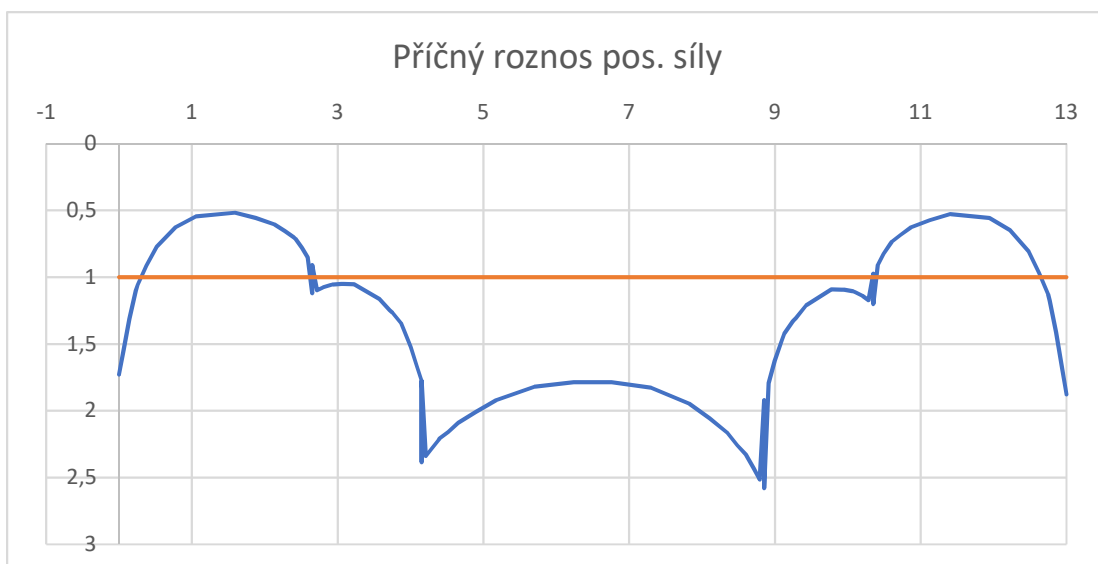
Zatěžovací stav: *LM1_nápravy-max M-střední pole*

Průměrný moment: 420,47 kNm/m

Max. pořadnice: 1,952577

Max. moment: 821 kNm/m

Příčné staničení: 8,85 m



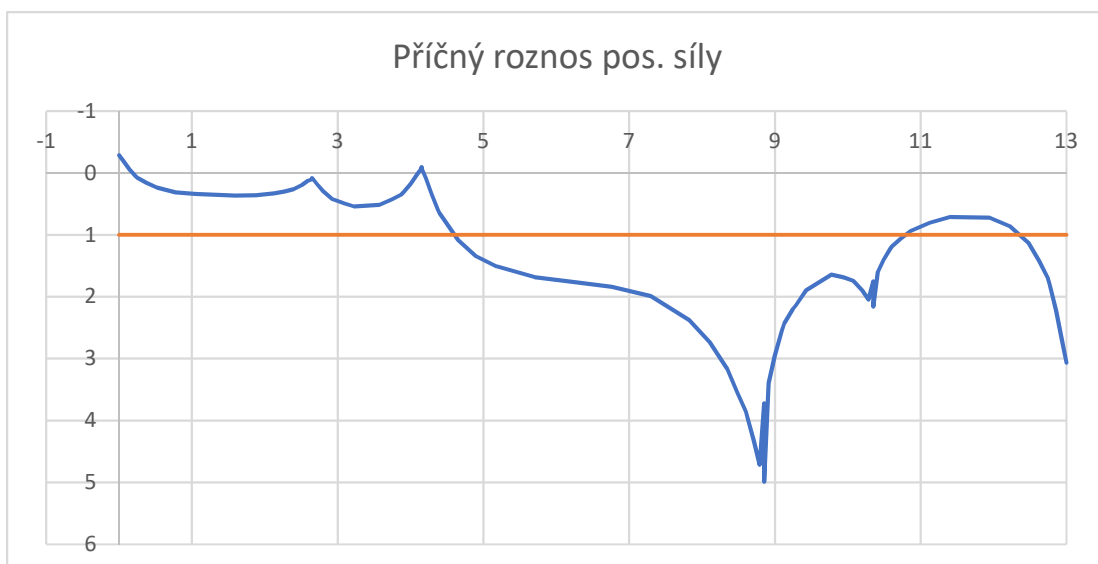
Zatěžovací stav: *Ostatní stálé zatížení*

Průměrná pos. síla: 24,96228 kN/m

Max. pořadnice: 2,579492

Min. pos. síla: 64,39 kN/m

Příčné staničení: 8,85 m



Zatěžovací stav: *LM1_plošné-max V-krajní podp.*

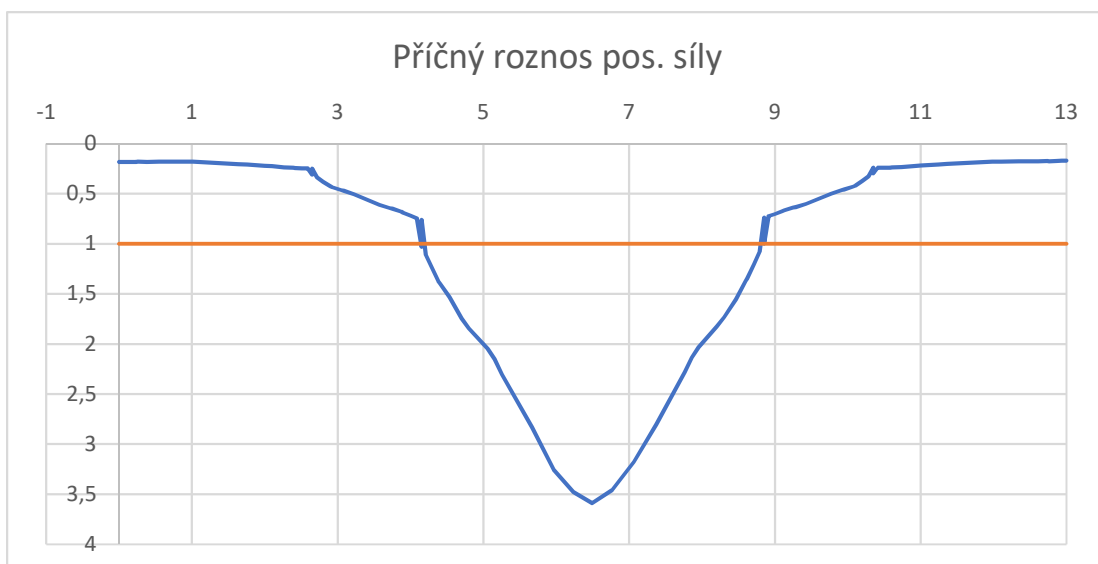
Průměrná pos. síla: 30,75075 kN/m

Max. pořadnice: 4,988822

Min. pos. síla: 153,41 kN/m

Příčné staničení: 8,85 m

Nová pořadnice: 2,732291



Zatěžovací stav: *LM1_nápravy-max V-střední podp.*

Průměrná pos. síla: -68,4101 kN/m

Max. pořadnice: 3,589092

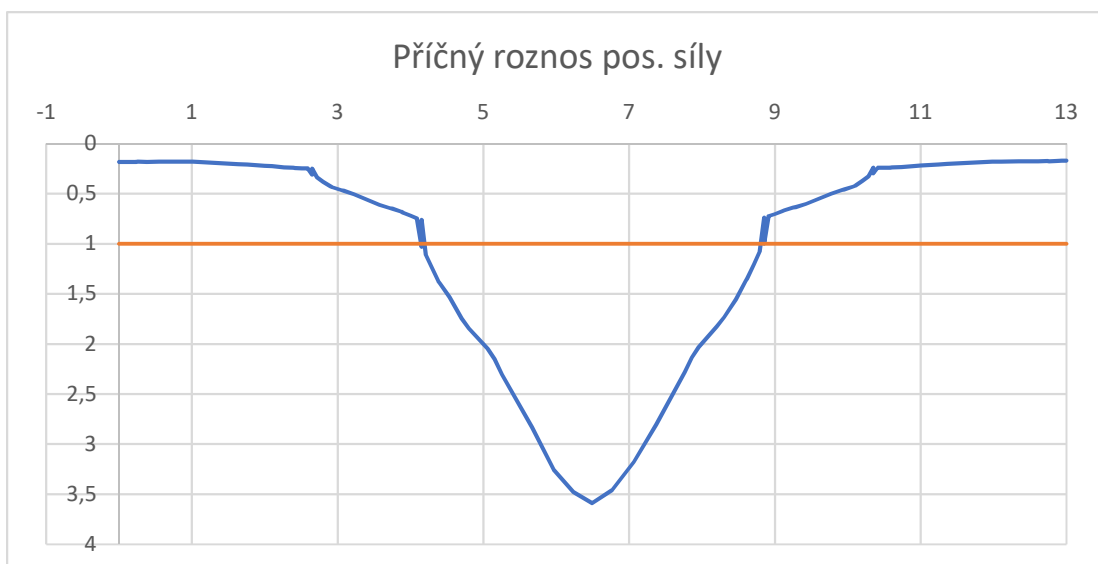
Min. pos. síla: -245,53 kN/m

Příčné staničení: 6,494 m

Šířka ložiska: 1,125 m

Nové příčné staničení: 5,369 m

Nová pořadnice: 2,304778



Zatěžovací stav: *Ostatní stálé zatížení*

Průměrná pos. síla: -68,4101 kN/m

Max. pořadnice: 3,589092

Min. pos. síla: -245,53 kN/m

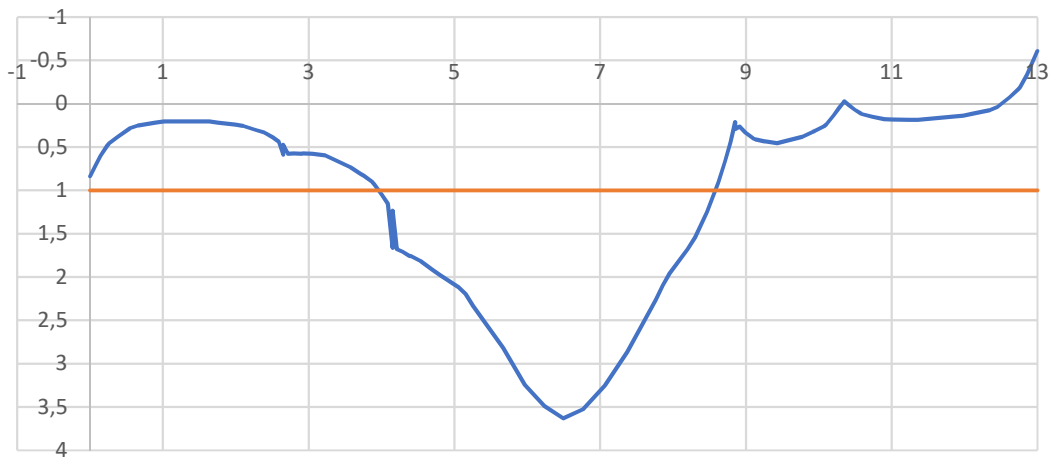
Příčné staničení: 6,494 m

Šířka ložiska: 1,125 m

Nové příčné staničení: 5,9315 m

Nová pořadnice: 3,256539

Příčný roznos pos. síly



Zatěžovací stav: *LM1_plošné-max V-střední podp.*

Průměrná pos. síla: -62,3186 kN/m

Max. pořadnice: 3,631499

Min. pos. síla: -226,31 kN/m

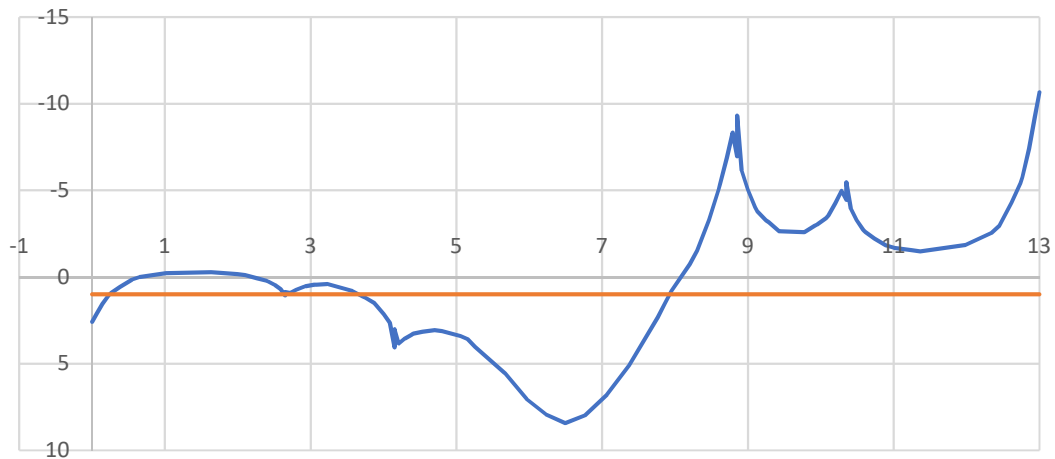
Příčné staničení: 6,494 m

Šířka ložiska: 1,125 m

Nové příčné staničení: 5,9315 m

Nová pořadnice: 3,246381

Příčný roznos pos. síly



Zatěžovací stav: *LM1_nápravy-max V-střední podp.*

Průměrná pos. síla: -9,47062 kN/m

Max. pořadnice: 8,43134

Min. pos. síla: -79,85 kN/m

Příčné staničení: 6,494 m

Šířka ložiska: 1,125 m

Nové příčné staničení: 5,9315 m

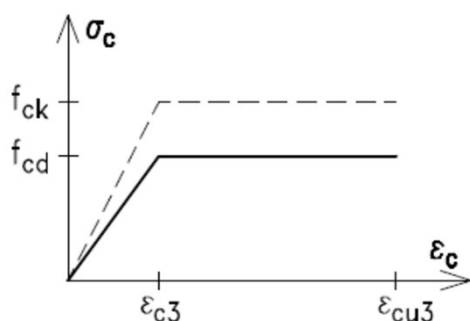
Nová pořadnice: 7,058674

2. VÝPOČET A OVĚŘENÍ MEZNÍHO STAVU ÚNOSNOSTI KONSTRUKCE V KRAJNÍM POLI

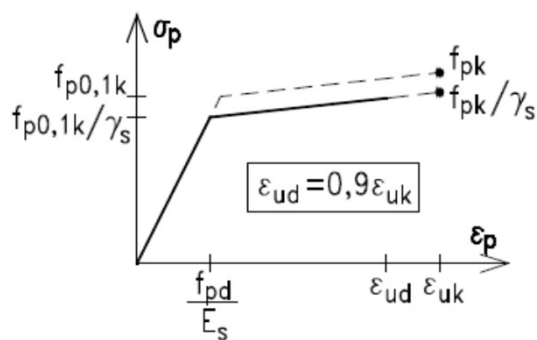
CHARAKTERISTIKY MATERIÁLŮ

beton C35/45		předpínací výztuž Y1860 0,6"S	
ϵ_{c3}	0,00175	$f_{pk}/f_{p0,1k}$ [MPa]	1860 1636,80
ϵ_{cu3}	0,0035	γ_s	1,15
f_{ck} [MPa]	35	$f_{pd}/f_{p0,1d}$ [MPa]	1617 1 423,30
γ_c	1,5	ϵ_{uk}	0,0222
α_{cc}	0,9	ϵ_{ud}	0,01998
E_{ck} [MPa]	20 000	σ_{ud}	1 598
f_{cd} [MPa]	21,00	E_s [MPa]	195 000
E_{cd} [MPa]	12 000		

Pracovní diagram betonu v tlaku:



Pracovní diagram předpínací výztuže v tahu:

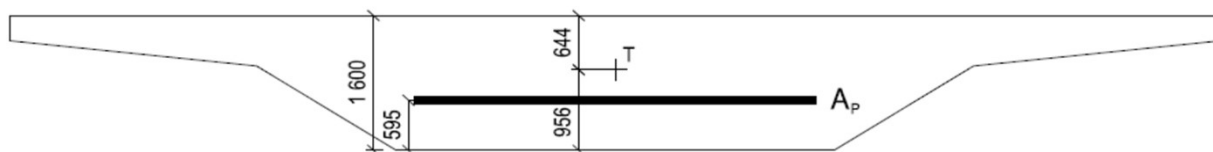


PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

výška průřezu	h [m]	1,6
plocha průřezu	A [m ²]	13,2
moment setrvačnosti	I_y [m ⁴]	2,712
vzdálenost těžiště od horních vláken	e_h [m]	0,644
vzdálenost těžiště od spodních vláken	e_d [m]	0,956
plocha předpínací výztuže	A_p [m ²]	0,057
vzdálenost osy předpínací výztuže od spodních vláken	V_d [m]	0,595

Staničení posuzovaného řezu: 10 m

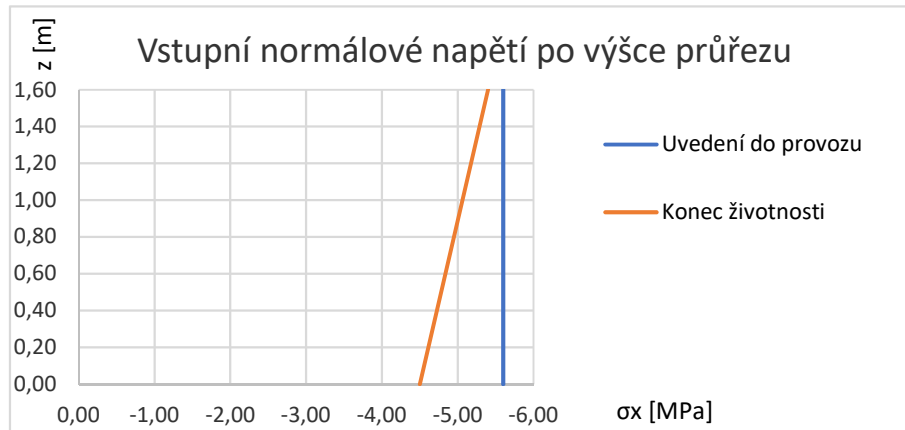
Průřez krajního pole:



VSTUPNÍ NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ A PŘETVOŘENÍ BETONU PO VÝŠCE PRŮŘEZU

- Napětí vypočteno pro stálé zatížení a předpětí včetně jeho ztrát softwarem SCIA Engineer
- Přetvoření vypočteno dle pracovního daigramu betonu v tlaku

		NAPĚTÍ		PŘETVOŘENÍ	
	t [dny]	60	36500	60	36500
	z [m]	$\sigma_{c,in}$ [MPa]		$\epsilon_{c,in}$ [-]	
HV	1,60	-5,60	-5,40	-0,000467	-0,000450
DV	0,00	-5,60	-4,50	-0,000467	-0,000375



VSTUPNÍ NAPĚTÍ A PŘETVOŘENÍ V PŘEDPÍNAČÍ VÝZTUŽI

- Napětí vypočteno pro stálé zatížení a předpětí včetně jeho ztrát softwarem SCIA Engineer
- Přetvoření vypočteno dle pracovního daigramu předpínací výztuže v tahu

		NAPĚTÍ		PŘETVOŘENÍ	
	t [dny]	60	36500	60	36500
		$\sigma_{c,in}$ [MPa]		$\epsilon_{c,in}$ [-]	
		1175,00	1175,00	0,006026	0,006026

VÝPOČET A OVĚŘENÍ MOMENTU ÚNOSNOSTI METODOU MEZNÍCH PŘETVOŘENÍ

FÁZE 3 - UVEDENÍ DO PROVOZU

Mezní podmínka únosnosti byla stanovena jako drcení betonu v horních vláknech.

Napětí a přetvoření předpínací výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření
- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu předpínací výztuže v tahu

$$\sigma_p = 1477,98 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_p = 0,011497$$

**PLASTIZUJE
NEPŘĚTRHNE SE**

Silová podmínka rovnováhy:

$$F_p + \sum F_{ci} = 0$$
$$84\,245 - 84\,245 = 0$$

Momentová podmínka rovnováhy:

$$F_p * z_p + \sum F_{ci} * z_{ci} = M_{Rd}$$
$$84\,666 - 13\,468 = 71\,199 \text{ kNm}$$

Rameno síly v předpínací výztuži od horního povrchu: $z_p = 1,005 \text{ m}$

Hledaná poloha neutrální osy přidávaného přetvoření: $x = 0,358 \text{ m}$

Ověření ohybového momentu na mezi únosnosti:

$$M_{Ed} < M_{Rd}$$
$$26\,495 < 71\,199 \text{ kNm}$$

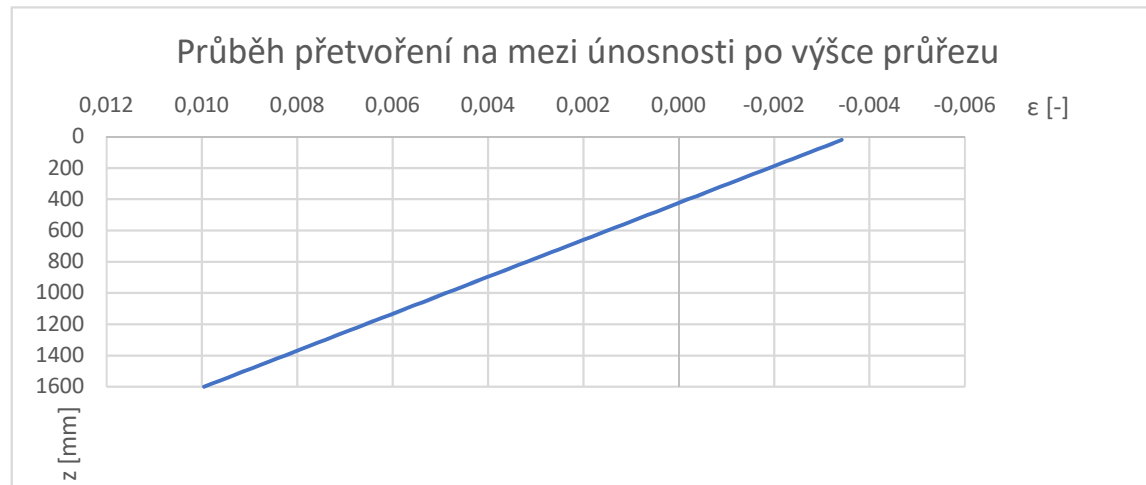
VYHOVUJE

Tabulka výpočtu mezních přetvoření pomocí proužkové metody:

spodní hranice proužku	výška proužku h_i	výška osy proužku z_i	šířka konzolové části b_A	šířka přechod. části b_B	šířka středové části b_C	plocha proužku A_i	$\sigma_{c,in}(z)$	$\epsilon_{c,in}(z)$	$\Delta\epsilon_c(z)$	$\epsilon_c(z)$	$\sigma_c(z)$	$N_c(z)$	$M_c(z)$
[mm]	[mm]	[mm]			[mm]	[mm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[kN]	[kNm]
20	20	10	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00295	-0,003415	-21,00	-5460,00	-54,6
40	20	30	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00278	-0,003246	-21,00	-5460,00	-163,8
60	20	50	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00261	-0,003077	-21,00	-5460,00	-273
80	20	70	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00244	-0,002908	-21,00	-5460,00	-382,2
100	20	90	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00227	-0,002738	-21,00	-5460,00	-491,4
120	20	110	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,0021	-0,002569	-21,00	-5460,00	-600,6
140	20	130	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00193	-0,002400	-21,00	-5460,00	-709,8
160	20	150	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00176	-0,002231	-21,00	-5460,00	-819
180	20	170	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00159	-0,002061	-21,00	-5460,00	-928,2
200	20	190	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00143	-0,001892	-21,00	-5460,00	-1037,4
220	20	210	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00126	-0,001723	-20,67	-5375,40	-1128,833
240	20	230	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00109	-0,001554	-18,64	-4847,34	-1114,888
260	20	250	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00092	-0,001384	-16,61	-4319,28	-1079,821
280	20	270	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00075	-0,001215	-14,58	-3791,22	-1023,631
300	20	290	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00058	-0,001046	-12,55	-3263,17	-946,3186
320	20	310	2473	1500	4700	256466,7	-5,6	-0,000467	-0,00041	-0,000877	-10,52	-2697,94	-836,3616
340	20	330	2297	1500	4700	249400	-5,6	-0,000467	-0,00024	-0,000707	-8,49	-2117,07	-698,634
360	20	350	2120	1500	4700	242333,3	-5,6	-0,000467	-7,1E-05	-0,000538	-6,46	-1564,91	-547,7184
380	20	370	1943	1500	4700	235266,7	-5,6	-0,000467	9,78E-05	-0,000369	-4,43	-1041,45	-385,3369
400	20	390	1767	1500	4700	228200	-5,6	-0,000467	0,000267	-0,000200	-2,40	-546,70	-213,212
420	20	410	1590	1500	4700	221133,3	-5,6	-0,000467	0,000436	-0,000030	-0,36	-80,65	-33,06574
440	20	430	1413	1500	4700	214066,7	-5,6	-0,000467	0,000606	0,000139	0,00	0,00	0
460	20	450	1237	1500	4700	207000	-5,6	-0,000467	0,000775	0,000308	0,00	0,00	0
480	20	470	1060	1500	4700	199933,3	-5,6	-0,000467	0,000944	0,000477	0,00	0,00	0
500	20	490	883	1500	4700	192866,7	-5,6	-0,000467	0,001113	0,000647	0,00	0,00	0
520	20	510	707	1500	4700	185800	-5,6	-0,000467	0,001283	0,000816	0,00	0,00	0
540	20	530	530	1500	4700	178733,3	-5,6	-0,000467	0,001452	0,000985	0,00	0,00	0

560	20	550	353	1500	4700	171666,7	-5,6	-0,000467	0,001621	0,001154	0,00	0,00	0
580	20	570	177	1500	4700	164600	-5,6	-0,000467	0,00179	0,001324	0,00	0,00	0
600	20	590	0	1500	4700	157533,3	-5,6	-0,000467	0,00196	0,001493	0,00	0,00	0
620	20	610	0	1470	4700	153400	-5,6	-0,000467	0,002129	0,001662	0,00	0,00	0
640	20	630	0	1440	4700	152200	-5,6	-0,000467	0,002298	0,001831	0,00	0,00	0
660	20	650	0	1410	4700	151000	-5,6	-0,000467	0,002467	0,002001	0,00	0,00	0
680	20	670	0	1380	4700	149800	-5,6	-0,000467	0,002637	0,002170	0,00	0,00	0
700	20	690	0	1350	4700	148600	-5,6	-0,000467	0,002806	0,002339	0,00	0,00	0
720	20	710	0	1320	4700	147400	-5,6	-0,000467	0,002975	0,002508	0,00	0,00	0
740	20	730	0	1290	4700	146200	-5,6	-0,000467	0,003144	0,002678	0,00	0,00	0
760	20	750	0	1260	4700	145000	-5,6	-0,000467	0,003314	0,002847	0,00	0,00	0
780	20	770	0	1230	4700	143800	-5,6	-0,000467	0,003483	0,003016	0,00	0,00	0
800	20	790	0	1200	4700	142600	-5,6	-0,000467	0,003652	0,003185	0,00	0,00	0
820	20	810	0	1170	4700	141400	-5,6	-0,000467	0,003821	0,003355	0,00	0,00	0
840	20	830	0	1140	4700	140200	-5,6	-0,000467	0,003991	0,003524	0,00	0,00	0
860	20	850	0	1110	4700	139000	-5,6	-0,000467	0,00416	0,003693	0,00	0,00	0
880	20	870	0	1080	4700	137800	-5,6	-0,000467	0,004329	0,003862	0,00	0,00	0
900	20	890	0	1050	4700	136600	-5,6	-0,000467	0,004498	0,004032	0,00	0,00	0
920	20	910	0	1020	4700	135400	-5,6	-0,000467	0,004668	0,004201	0,00	0,00	0
940	20	930	0	990	4700	134200	-5,6	-0,000467	0,004837	0,004370	0,00	0,00	0
960	20	950	0	960	4700	133000	-5,6	-0,000467	0,005006	0,004539	0,00	0,00	0
980	20	970	0	930	4700	131800	-5,6	-0,000467	0,005175	0,004709	0,00	0,00	0
1000	20	990	0	900	4700	130600	-5,6	-0,000467	0,005345	0,004878	0,00	0,00	0
1020	20	1010	0	870	4700	129400	-5,6	-0,000467	0,005514	0,005047	0,00	0,00	0
1040	20	1030	0	840	4700	128200	-5,6	-0,000467	0,005683	0,005216	0,00	0,00	0
1060	20	1050	0	810	4700	127000	-5,6	-0,000467	0,005852	0,005386	0,00	0,00	0
1080	20	1070	0	780	4700	125800	-5,6	-0,000467	0,006021	0,005555	0,00	0,00	0
1100	20	1090	0	750	4700	124600	-5,6	-0,000467	0,006191	0,005724	0,00	0,00	0
1120	20	1110	0	720	4700	123400	-5,6	-0,000467	0,00636	0,005893	0,00	0,00	0
1140	20	1130	0	690	4700	122200	-5,6	-0,000467	0,006529	0,006063	0,00	0,00	0
1160	20	1150	0	660	4700	121000	-5,6	-0,000467	0,006698	0,006232	0,00	0,00	0
1180	20	1170	0	630	4700	119800	-5,6	-0,000467	0,006868	0,006401	0,00	0,00	0
1200	20	1190	0	600	4700	118600	-5,6	-0,000467	0,007037	0,006570	0,00	0,00	0

1220	20	1210	0	570	4700	117400	-5,6	-0,000467	0,007206	0,006740	0,00	0,00	0
1240	20	1230	0	540	4700	116200	-5,6	-0,000467	0,007375	0,006909	0,00	0,00	0
1260	20	1250	0	510	4700	115000	-5,6	-0,000467	0,007545	0,007078	0,00	0,00	0
1280	20	1270	0	480	4700	113800	-5,6	-0,000467	0,007714	0,007247	0,00	0,00	0
1300	20	1290	0	450	4700	112600	-5,6	-0,000467	0,007883	0,007417	0,00	0,00	0
1320	20	1310	0	420	4700	111400	-5,6	-0,000467	0,008052	0,007586	0,00	0,00	0
1340	20	1330	0	390	4700	110200	-5,6	-0,000467	0,008222	0,007755	0,00	0,00	0
1360	20	1350	0	360	4700	109000	-5,6	-0,000467	0,008391	0,007924	0,00	0,00	0
1380	20	1370	0	330	4700	107800	-5,6	-0,000467	0,00856	0,008094	0,00	0,00	0
1400	20	1390	0	300	4700	106600	-5,6	-0,000467	0,008729	0,008263	0,00	0,00	0
1420	20	1410	0	270	4700	105400	-5,6	-0,000467	0,008899	0,008432	0,00	0,00	0
1440	20	1430	0	240	4700	104200	-5,6	-0,000467	0,009068	0,008601	0,00	0,00	0
1460	20	1450	0	210	4700	103000	-5,6	-0,000467	0,009237	0,008771	0,00	0,00	0
1480	20	1470	0	180	4700	101800	-5,6	-0,000467	0,009406	0,008940	0,00	0,00	0
1500	20	1490	0	150	4700	100600	-5,6	-0,000467	0,009576	0,009109	0,00	0,00	0
1520	20	1510	0	120	4700	99400	-5,6	-0,000467	0,009745	0,009278	0,00	0,00	0
1540	20	1530	0	90	4700	98200	-5,6	-0,000467	0,009914	0,009448	0,00	0,00	0
1560	20	1550	0	60	4700	97000	-5,6	-0,000467	0,010083	0,009617	0,00	0,00	0
1580	20	1570	0	30	4700	95800	-5,6	-0,000467	0,010253	0,009786	0,00	0,00	0
1600	20	1590	0	0	4700	94600	-5,6	-0,000467	0,010422	0,009955	0,00	0,00	0



FÁZE 4 - KONEC ŽIVOTNOSTI

Mezní podmínka únosnosti byla stanovena jako drcení betonu v horních vláknech.

Napětí a přetvoření předpínací výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření

- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu předpínací výztuže v tahu

$$\sigma_p = 1478,44 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_p = 0,011532$$

**PLASTIZUJE
NEPŘĚTRHNE SE**

Silová podmínka rovnováhy:

$$\begin{array}{rcl} F_p + \sum F_c & = & 0 \\ 84\,271 - 84\,271 & & 0 \end{array}$$

Momentová podmínka rovnováhy:

$$\begin{array}{rcl} F_p * z_p + \sum F_{ci} * z_{ci} & = & M_{Rd} \\ 84\,693 - 13\,469 & & 71\,223 \text{ kNm} \end{array}$$

Hledaná poloha neutrální osy přidávaného přetvoření: $x = 0,358 \text{ m}$

Rameno síly v předpínací výztuži od horního povrchu: $z_p = 1,005 \text{ m}$

Ověření ohybového momentu na mezi únosnosti:

$$\begin{array}{rcl} M_{Ed} & < & M_{Rd} \\ 25\,462 & < & 71\,223 \end{array}$$

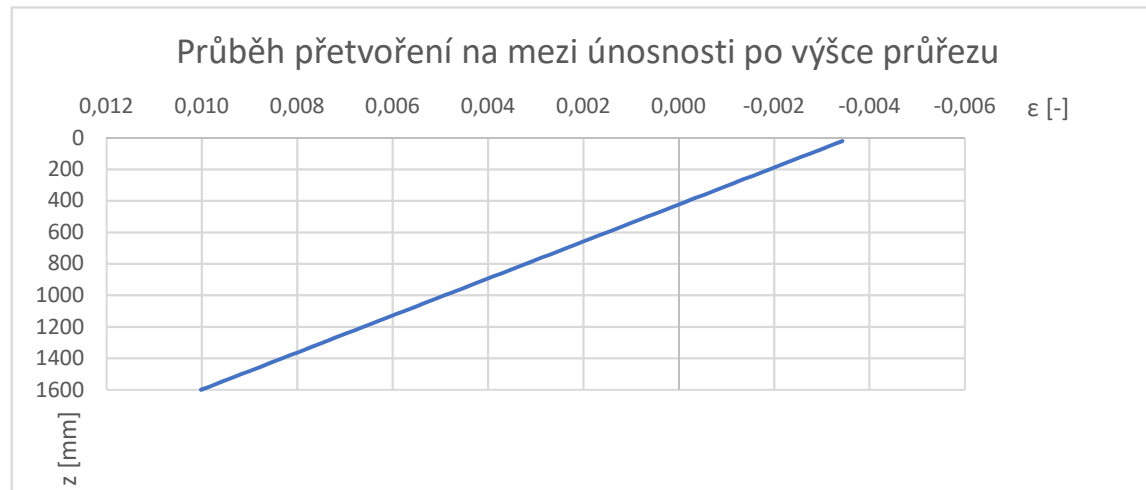
VYHOVUJE

Tabulka výpočtu mezních přetvoření pomocí proužkové metody:

hranice proužku (shora)	výška proužku h_i	výška osy proužku z_i	šířka konzolové části b_A	šířka přechod. části b_B	šířka středové části b_C	plocha proužku A_i	$\sigma_{c,in(z)}$	$\epsilon_{c,in(z)}$	$\Delta\epsilon_c(z)$	$\epsilon_c(z)$	$\sigma_c(z)$	$N_c(z)$	$M_c(z)$
[mm]	[mm]	[mm]			[mm]	[mm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[kN]	[kNm]
20	20	10	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00296	-0,003432	-21,00	-5460,00	-54,6
40	20	30	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00279	-0,003261	-21,00	-5460,00	-163,8
60	20	50	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00262	-0,003091	-21,00	-5460,00	-273
80	20	70	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00245	-0,002921	-21,00	-5460,00	-382,2
100	20	90	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00228	-0,002750	-21,00	-5460,00	-491,4
120	20	110	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00211	-0,002580	-21,00	-5460,00	-600,6
140	20	130	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00194	-0,002410	-21,00	-5460,00	-709,8
160	20	150	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00177	-0,002240	-21,00	-5460,00	-819
180	20	170	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,0016	-0,002069	-21,00	-5460,00	-928,2
200	20	190	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00143	-0,001899	-21,00	-5460,00	-1037,4
220	20	210	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00126	-0,001729	-20,74	-5393,51	-1132,637
240	20	230	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00109	-0,001558	-18,70	-4862,22	-1118,311
260	20	250	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00092	-0,001388	-16,66	-4330,94	-1082,734
280	20	270	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00075	-0,001218	-14,61	-3799,65	-1025,906
300	20	290	2650	1500	4700	260000	-5,6	-0,000467	-0,00058	-0,001048	-12,57	-3268,37	-947,8267
320	20	310	2473	1500	4700	256466,7	-5,6	-0,000467	-0,00041	-0,000877	-10,53	-2699,89	-836,9649
340	20	330	2297	1500	4700	249400	-5,6	-0,000467	-0,00024	-0,000707	-8,48	-2115,87	-698,2369
360	20	350	2120	1500	4700	242333,3	-5,6	-0,000467	-7E-05	-0,000537	-6,44	-1560,73	-546,2562
380	20	370	1943	1500	4700	235266,7	-5,6	-0,000467	0,0001	-0,000366	-4,40	-1034,47	-382,7557
400	20	390	1767	1500	4700	228200	-5,6	-0,000467	0,000271	-0,000196	-2,35	-537,10	-209,4681
420	20	410	1590	1500	4700	221133,3	-5,6	-0,000467	0,000441	-0,000026	-0,31	-68,60	-28,1263
440	20	430	1413	1500	4700	214066,7	-5,6	-0,000467	0,000611	0,000144	0,00	0,00	0
460	20	450	1237	1500	4700	207000	-5,6	-0,000467	0,000781	0,000315	0,00	0,00	0
480	20	470	1060	1500	4700	199933,3	-5,6	-0,000467	0,000952	0,000485	0,00	0,00	0
500	20	490	883	1500	4700	192866,7	-5,6	-0,000467	0,001122	0,000655	0,00	0,00	0
520	20	510	707	1500	4700	185800	-5,6	-0,000467	0,001292	0,000826	0,00	0,00	0
540	20	530	530	1500	4700	178733,3	-5,6	-0,000467	0,001463	0,000996	0,00	0,00	0

560	20	550	353	1500	4700	171666,7	-5,6	-0,000467	0,001633	0,001166	0,00	0,00	0
580	20	570	177	1500	4700	164600	-5,6	-0,000467	0,001803	0,001336	0,00	0,00	0
600	20	590	0	1500	4700	157533,3	-5,6	-0,000467	0,001973	0,001507	0,00	0,00	0
620	20	610	0	1470	4700	153400	-5,6	-0,000467	0,002144	0,001677	0,00	0,00	0
640	20	630	0	1440	4700	152200	-5,6	-0,000467	0,002314	0,001847	0,00	0,00	0
660	20	650	0	1410	4700	151000	-5,6	-0,000467	0,002484	0,002018	0,00	0,00	0
680	20	670	0	1380	4700	149800	-5,6	-0,000467	0,002655	0,002188	0,00	0,00	0
700	20	690	0	1350	4700	148600	-5,6	-0,000467	0,002825	0,002358	0,00	0,00	0
720	20	710	0	1320	4700	147400	-5,6	-0,000467	0,002995	0,002528	0,00	0,00	0
740	20	730	0	1290	4700	146200	-5,6	-0,000467	0,003165	0,002699	0,00	0,00	0
760	20	750	0	1260	4700	145000	-5,6	-0,000467	0,003336	0,002869	0,00	0,00	0
780	20	770	0	1230	4700	143800	-5,6	-0,000467	0,003506	0,003039	0,00	0,00	0
800	20	790	0	1200	4700	142600	-5,6	-0,000467	0,003676	0,003210	0,00	0,00	0
820	20	810	0	1170	4700	141400	-5,6	-0,000467	0,003846	0,003380	0,00	0,00	0
840	20	830	0	1140	4700	140200	-5,6	-0,000467	0,004017	0,003550	0,00	0,00	0
860	20	850	0	1110	4700	139000	-5,6	-0,000467	0,004187	0,003720	0,00	0,00	0
880	20	870	0	1080	4700	137800	-5,6	-0,000467	0,004357	0,003891	0,00	0,00	0
900	20	890	0	1050	4700	136600	-5,6	-0,000467	0,004528	0,004061	0,00	0,00	0
920	20	910	0	1020	4700	135400	-5,6	-0,000467	0,004698	0,004231	0,00	0,00	0
940	20	930	0	990	4700	134200	-5,6	-0,000467	0,004868	0,004402	0,00	0,00	0
960	20	950	0	960	4700	133000	-5,6	-0,000467	0,005038	0,004572	0,00	0,00	0
980	20	970	0	930	4700	131800	-5,6	-0,000467	0,005209	0,004742	0,00	0,00	0
1000	20	990	0	900	4700	130600	-5,6	-0,000467	0,005379	0,004912	0,00	0,00	0
1020	20	1010	0	870	4700	129400	-5,6	-0,000467	0,005549	0,005083	0,00	0,00	0
1040	20	1030	0	840	4700	128200	-5,6	-0,000467	0,00572	0,005253	0,00	0,00	0
1060	20	1050	0	810	4700	127000	-5,6	-0,000467	0,00589	0,005423	0,00	0,00	0
1080	20	1070	0	780	4700	125800	-5,6	-0,000467	0,00606	0,005594	0,00	0,00	0
1100	20	1090	0	750	4700	124600	-5,6	-0,000467	0,00623	0,005764	0,00	0,00	0
1120	20	1110	0	720	4700	123400	-5,6	-0,000467	0,006401	0,005934	0,00	0,00	0
1140	20	1130	0	690	4700	122200	-5,6	-0,000467	0,006571	0,006104	0,00	0,00	0
1160	20	1150	0	660	4700	121000	-5,6	-0,000467	0,006741	0,006275	0,00	0,00	0
1180	20	1170	0	630	4700	119800	-5,6	-0,000467	0,006912	0,006445	0,00	0,00	0
1200	20	1190	0	600	4700	118600	-5,6	-0,000467	0,007082	0,006615	0,00	0,00	0

1220	20	1210	0	570	4700	117400	-5,6	-0,000467	0,007252	0,006785	0,00	0,00	0
1240	20	1230	0	540	4700	116200	-5,6	-0,000467	0,007422	0,006956	0,00	0,00	0
1260	20	1250	0	510	4700	115000	-5,6	-0,000467	0,007593	0,007126	0,00	0,00	0
1280	20	1270	0	480	4700	113800	-5,6	-0,000467	0,007763	0,007296	0,00	0,00	0
1300	20	1290	0	450	4700	112600	-5,6	-0,000467	0,007933	0,007467	0,00	0,00	0
1320	20	1310	0	420	4700	111400	-5,6	-0,000467	0,008104	0,007637	0,00	0,00	0
1340	20	1330	0	390	4700	110200	-5,6	-0,000467	0,008274	0,007807	0,00	0,00	0
1360	20	1350	0	360	4700	109000	-5,6	-0,000467	0,008444	0,007977	0,00	0,00	0
1380	20	1370	0	330	4700	107800	-5,6	-0,000467	0,008614	0,008148	0,00	0,00	0
1400	20	1390	0	300	4700	106600	-5,6	-0,000467	0,008785	0,008318	0,00	0,00	0
1420	20	1410	0	270	4700	105400	-5,6	-0,000467	0,008955	0,008488	0,00	0,00	0
1440	20	1430	0	240	4700	104200	-5,6	-0,000467	0,009125	0,008659	0,00	0,00	0
1460	20	1450	0	210	4700	103000	-5,6	-0,000467	0,009296	0,008829	0,00	0,00	0
1480	20	1470	0	180	4700	101800	-5,6	-0,000467	0,009466	0,008999	0,00	0,00	0
1500	20	1490	0	150	4700	100600	-5,6	-0,000467	0,009636	0,009169	0,00	0,00	0
1520	20	1510	0	120	4700	99400	-5,6	-0,000467	0,009806	0,009340	0,00	0,00	0
1540	20	1530	0	90	4700	98200	-5,6	-0,000467	0,009977	0,009510	0,00	0,00	0
1560	20	1550	0	60	4700	97000	-5,6	-0,000467	0,010147	0,009680	0,00	0,00	0
1580	20	1570	0	30	4700	95800	-5,6	-0,000467	0,010317	0,009851	0,00	0,00	0
1600	20	1590	0	0	4700	94600	-5,6	-0,000467	0,010488	0,010021	0,00	0,00	0

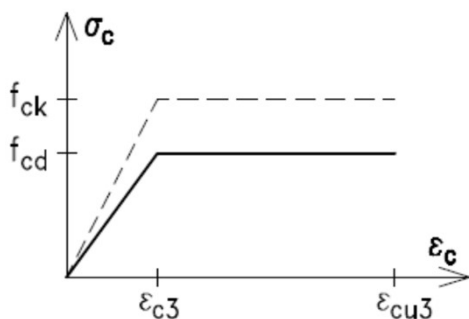


3. VÝPOČET A OVĚŘENÍ MEZNÍHO STAVU
ÚNOSNOSTI KONSTRUKCE NAD
MEZILEHLOU PODPOROU

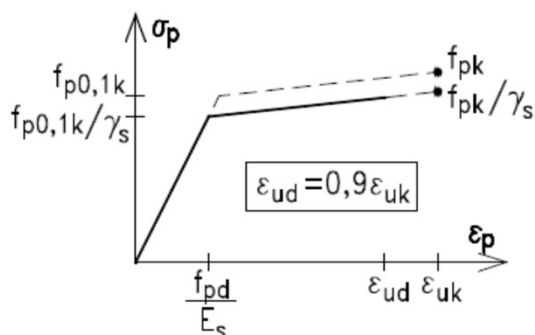
CHARAKTERISTIKY MATERIÁLŮ

beton C35/45		předpínací výztuž Y1860 0,6"S	
ϵ_{c3}	0,00175	$f_{pk}/f_{p0,1k}$ [MPa]	1860 1636,80
ϵ_{cu3}	0,0035	γ_s	1,15
f_{ck} [MPa]	35	$f_{pd}/f_{p0,1d}$ [MPa]	1617 1 423,30
γ_c	1,5	ϵ_{uk}	0,0222
α_{cc}	0,9	ϵ_{ud}	0,01998
E_{ck} [MPa]	20 000	σ_{ud}	1 598
f_{cd} [MPa]	21,00	E_s [MPa]	195 000
E_{cd} [MPa]	12 000		

Pracovní diagram betonu v tlaku:



Pracovní diagram předpínací výztuže v tahu:

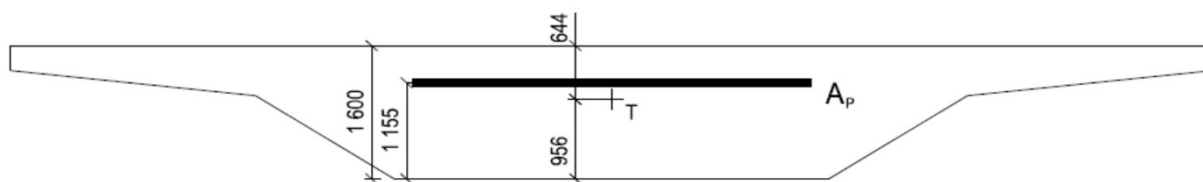


PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

výška průřezu	h [m]	1,6
plocha průřezu	A [m ²]	13,2
moment setrvačnosti	I_y [m ⁴]	2,712
vzdálenost těžiště od horních vláken	e_h [m]	0,644
vzdálenost těžiště od spodních vláken	e_d [m]	0,956
plocha předpínací výztuže	A_p [m ²]	0,057
vzdálenost osy předpínací výztuže od spodních vláken	V_d [m]	1,155

Staničení řezu: 22,65 m

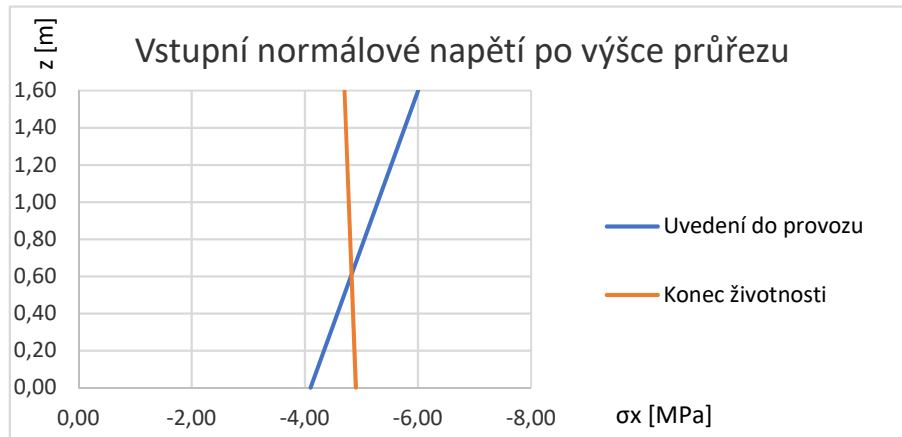
Průřez nad mezilehlou podporou:



VSTUPNÍ NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ A PŘETVOŘENÍ BETONU PO VÝŠCE PRŮŘEZU

- Napětí vypočteno pro stálé zatížení a předpětí včetně jeho ztrát softwarem SCIA Engineer
- Přetvoření vypočteno dle pracovního daigramu betonu v tlaku

		NAPĚTÍ		PŘETVOŘENÍ	
	t [dny]	60	36500	60	36500
	z [m]	$\sigma_{c,in}$ [MPa]		$\epsilon_{c,in}$ [-]	
HV	1,60	-6,00	-4,70	-0,000500	-0,000392
DV	0,00	-4,10	-4,90	-0,000342	-0,000408



VSTUPNÍ NAPĚTÍ A PŘETVOŘENÍ V PŘEDPÍNAČÍ VÝZTUŽI

- Napětí vypočteno pro stálé zatížení a předpětí včetně jeho ztrát softwarem SCIA Engineer
- Přetvoření vypočteno dle pracovního daigramu předpínací výztuže v tahu

		NAPĚTÍ		PŘETVOŘENÍ	
	t [dny]	60	36500	60	36500
		$\sigma_{c,in}$ [MPa]		$\epsilon_{c,in}$ [-]	
		1101,00	1101,00	0,005646	0,005646

VÝPOČET A OVĚŘENÍ MOMENTU ÚNOSNOSTI METODOU MEZNÍCH PŘETVOŘENÍ

FÁZE 3 - UVEDENÍ DO PROVOZU

Mezní podmínka únosnosti byla stanovena jako drcení betonu ve spodních vláknech.

Napětí a přetvoření předpínací výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření
- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu předpínací výztuže v tahu

$$\sigma_p = 1399,43 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_p = 0,007177$$

**NEPLASTIZUJE
NEPŘĚTRHNE SE**

Silová podmínka rovnováhy:

$$F_p + \sum F_{ci} = 0$$
$$79\,767 - 79\,767 = 0$$

Momentová podmínka rovnováhy:

$$F_p * z_p + \sum F_{ci} * z_{ci} = M_{Rd}$$
$$35\,496 - 98\,350 = -62\,853 \text{ kNm}$$

Rameno síly v předpínací výztuži od horního povrchu: $z_p = 0,445 \text{ m}$

Hledaná poloha neutrální osy přidávaného přetvoření: $x = 0,778 \text{ m}$

Ověření ohybového momentu na mezi únosnosti:

$$M_{Ed}$$

<

$$M_{Rd}$$

$$-28\,424$$

<

$$-62\,853$$

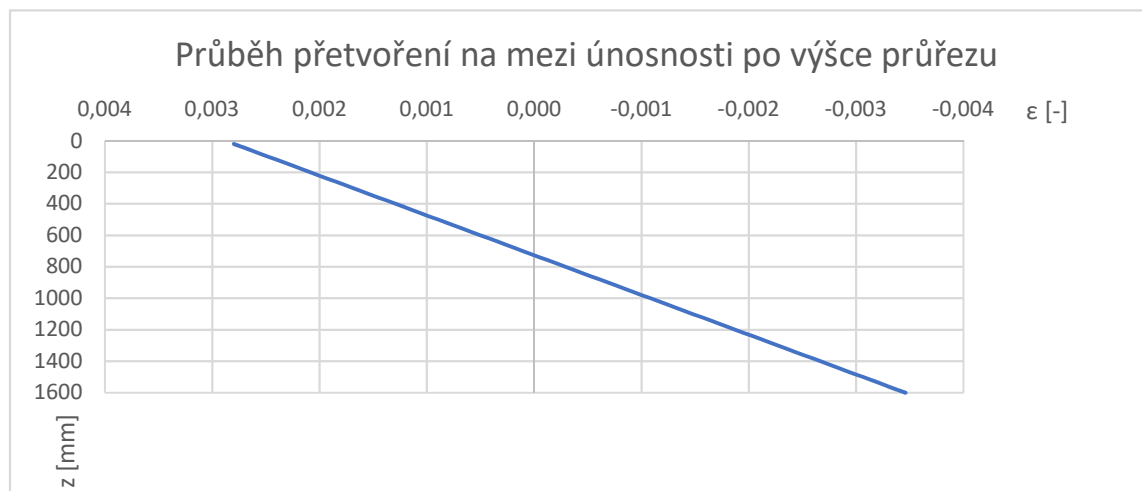
VYHOVUJE

Tabulka výpočtu mezních přetvoření pomocí proužkové metody:

spodní hranice proužku	výška proužku h_i	výška osy proužku z_i	šířka konzolové části b_A	šířka přechod. části b_B	šířka středové části b_C	plocha proužku A_i	$\sigma_{c,in(z)}$	$\epsilon_{c,in(z)}$	$\Delta\epsilon_c(z)$	$\epsilon_c(z)$	$\sigma_c(z)$	$N_c(z)$	$M_c(z)$
[mm]	[mm]	[mm]			[mm]	[mm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[kN]	[kNm]
20	20	10	2650	1500	4700	260000	-5,98813	-0,000499	0,003296	0,002797	0,00	0,00	0
40	20	30	2650	1500	4700	260000	-5,96438	-0,000497	0,003215	0,002718	0,00	0,00	0
60	20	50	2650	1500	4700	260000	-5,94063	-0,000495	0,003134	0,002639	0,00	0,00	0
80	20	70	2650	1500	4700	260000	-5,91688	-0,000493	0,003053	0,002560	0,00	0,00	0
100	20	90	2650	1500	4700	260000	-5,89313	-0,000491	0,002972	0,002480	0,00	0,00	0
120	20	110	2650	1500	4700	260000	-5,86938	-0,000489	0,00289	0,002401	0,00	0,00	0
140	20	130	2650	1500	4700	260000	-5,84563	-0,000487	0,002809	0,002322	0,00	0,00	0
160	20	150	2650	1500	4700	260000	-5,82188	-0,000485	0,002728	0,002243	0,00	0,00	0
180	20	170	2650	1500	4700	260000	-5,79813	-0,000483	0,002647	0,002164	0,00	0,00	0
200	20	190	2650	1500	4700	260000	-5,77438	-0,000481	0,002566	0,002084	0,00	0,00	0
220	20	210	2650	1500	4700	260000	-5,75063	-0,000479	0,002484	0,002005	0,00	0,00	0
240	20	230	2650	1500	4700	260000	-5,72688	-0,000477	0,002403	0,001926	0,00	0,00	0
260	20	250	2650	1500	4700	260000	-5,70313	-0,000475	0,002322	0,001847	0,00	0,00	0
280	20	270	2650	1500	4700	260000	-5,67938	-0,000473	0,002241	0,001768	0,00	0,00	0
300	20	290	2650	1500	4700	260000	-5,65563	-0,000471	0,00216	0,001688	0,00	0,00	0
320	20	310	2473	1500	4700	256466,7	-5,63188	-0,000469	0,002078	0,001609	0,00	0,00	0
340	20	330	2297	1500	4700	249400	-5,60813	-0,000467	0,001997	0,001530	0,00	0,00	0
360	20	350	2120	1500	4700	242333,3	-5,58438	-0,000465	0,001916	0,001451	0,00	0,00	0
380	20	370	1943	1500	4700	235266,7	-5,56063	-0,000463	0,001835	0,001371	0,00	0,00	0
400	20	390	1767	1500	4700	228200	-5,53688	-0,000461	0,001754	0,001292	0,00	0,00	0
420	20	410	1590	1500	4700	221133,3	-5,51313	-0,000459	0,001672	0,001213	0,00	0,00	0
440	20	430	1413	1500	4700	214066,7	-5,48938	-0,000457	0,001591	0,001134	0,00	0,00	0
460	20	450	1237	1500	4700	207000	-5,46563	-0,000455	0,00151	0,001055	0,00	0,00	0
480	20	470	1060	1500	4700	199933,3	-5,44188	-0,000453	0,001429	0,000975	0,00	0,00	0
500	20	490	883	1500	4700	192866,7	-5,41813	-0,000452	0,001348	0,000896	0,00	0,00	0
520	20	510	707	1500	4700	185800	-5,39438	-0,000450	0,001267	0,000817	0,00	0,00	0
540	20	530	530	1500	4700	178733,3	-5,37063	-0,000448	0,001185	0,000738	0,00	0,00	0

560	20	550	353	1500	4700	171666,7	-5,34688	-0,000446	0,001104	0,000659	0,00	0,00	0
580	20	570	177	1500	4700	164600	-5,32313	-0,000444	0,001023	0,000579	0,00	0,00	0
600	20	590	0	1500	4700	157533,3	-5,29938	-0,000442	0,000942	0,000500	0,00	0,00	0
620	20	610	0	1470	4700	153400	-5,27563	-0,000440	0,000861	0,000421	0,00	0,00	0
640	20	630	0	1440	4700	152200	-5,25188	-0,000438	0,000779	0,000342	0,00	0,00	0
660	20	650	0	1410	4700	151000	-5,22813	-0,000436	0,000698	0,000263	0,00	0,00	0
680	20	670	0	1380	4700	149800	-5,20438	-0,000434	0,000617	0,000183	0,00	0,00	0
700	20	690	0	1350	4700	148600	-5,18063	-0,000432	0,000536	0,000104	0,00	0,00	0
720	20	710	0	1320	4700	147400	-5,15688	-0,000430	0,000455	0,000025	0,00	0,00	0
740	20	730	0	1290	4700	146200	-5,13313	-0,000428	0,000373	-0,000054	-0,65	-95,31	-69,57444
760	20	750	0	1260	4700	145000	-5,10938	-0,000426	0,000292	-0,000134	-1,60	-232,35	-174,2641
780	20	770	0	1230	4700	143800	-5,08563	-0,000424	0,000211	-0,000213	-2,55	-367,12	-282,679
800	20	790	0	1200	4700	142600	-5,06188	-0,000422	0,00013	-0,000292	-3,50	-499,60	-394,6823
820	20	810	0	1170	4700	141400	-5,03813	-0,000420	4,87E-05	-0,000371	-4,45	-629,80	-510,137
840	20	830	0	1140	4700	140200	-5,01438	-0,000418	-3,3E-05	-0,000450	-5,40	-757,72	-628,9062
860	20	850	0	1110	4700	139000	-4,99063	-0,000416	-0,00011	-0,000530	-6,36	-883,36	-750,8532
880	20	870	0	1080	4700	137800	-4,96688	-0,000414	-0,00019	-0,000609	-7,31	-1006,71	-875,841
900	20	890	0	1050	4700	136600	-4,94313	-0,000412	-0,00028	-0,000688	-8,26	-1127,79	-1003,733
920	20	910	0	1020	4700	135400	-4,91938	-0,000410	-0,00036	-0,000767	-9,21	-1246,58	-1134,392
940	20	930	0	990	4700	134200	-4,89563	-0,000408	-0,00044	-0,000846	-10,16	-1363,10	-1267,681
960	20	950	0	960	4700	133000	-4,87188	-0,000406	-0,00052	-0,000926	-11,11	-1477,33	-1403,463
980	20	970	0	930	4700	131800	-4,84813	-0,000404	-0,0006	-0,001005	-12,06	-1589,28	-1541,602
1000	20	990	0	900	4700	130600	-4,82438	-0,000402	-0,00068	-0,001084	-13,01	-1698,95	-1681,96
1020	20	1010	0	870	4700	129400	-4,80063	-0,000400	-0,00076	-0,001163	-13,96	-1806,34	-1824,401
1040	20	1030	0	840	4700	128200	-4,77688	-0,000398	-0,00084	-0,001242	-14,91	-1911,44	-1968,788
1060	20	1050	0	810	4700	127000	-4,75313	-0,000396	-0,00093	-0,001322	-15,86	-2014,27	-2114,984
1080	20	1070	0	780	4700	125800	-4,72938	-0,000394	-0,00101	-0,001401	-16,81	-2114,81	-2262,852
1100	20	1090	0	750	4700	124600	-4,70563	-0,000392	-0,00109	-0,001480	-17,76	-2213,08	-2412,255
1120	20	1110	0	720	4700	123400	-4,68188	-0,000390	-0,00117	-0,001559	-18,71	-2309,06	-2563,056
1140	20	1130	0	690	4700	122200	-4,65813	-0,000388	-0,00125	-0,001639	-19,66	-2402,76	-2715,119
1160	20	1150	0	660	4700	121000	-4,63438	-0,000386	-0,00133	-0,001718	-20,61	-2494,18	-2868,306
1180	20	1170	0	630	4700	119800	-4,61063	-0,000384	-0,00141	-0,001797	-21,00	-2515,80	-2943,486
1200	20	1190	0	600	4700	118600	-4,58688	-0,000382	-0,00149	-0,001876	-21,00	-2490,60	-2963,814

1220	20	1210	0	570	4700	117400	-4,56313	-0,000380	-0,00158	-0,001955	-21,00	-2465,40	-2983,134
1240	20	1230	0	540	4700	116200	-4,53938	-0,000378	-0,00166	-0,002035	-21,00	-2440,20	-3001,446
1260	20	1250	0	510	4700	115000	-4,51563	-0,000376	-0,00174	-0,002114	-21,00	-2415,00	-3018,75
1280	20	1270	0	480	4700	113800	-4,49188	-0,000374	-0,00182	-0,002193	-21,00	-2389,80	-3035,046
1300	20	1290	0	450	4700	112600	-4,46813	-0,000372	-0,0019	-0,002272	-21,00	-2364,60	-3050,334
1320	20	1310	0	420	4700	111400	-4,44438	-0,000370	-0,00198	-0,002351	-21,00	-2339,40	-3064,614
1340	20	1330	0	390	4700	110200	-4,42063	-0,000368	-0,00206	-0,002431	-21,00	-2314,20	-3077,886
1360	20	1350	0	360	4700	109000	-4,39688	-0,000366	-0,00214	-0,002510	-21,00	-2289,00	-3090,15
1380	20	1370	0	330	4700	107800	-4,37313	-0,000364	-0,00222	-0,002589	-21,00	-2263,80	-3101,406
1400	20	1390	0	300	4700	106600	-4,34938	-0,000362	-0,00231	-0,002668	-21,00	-2238,60	-3111,654
1420	20	1410	0	270	4700	105400	-4,32563	-0,000360	-0,00239	-0,002747	-21,00	-2213,40	-3120,894
1440	20	1430	0	240	4700	104200	-4,30188	-0,000358	-0,00247	-0,002827	-21,00	-2188,20	-3129,126
1460	20	1450	0	210	4700	103000	-4,27813	-0,000357	-0,00255	-0,002906	-21,00	-2163,00	-3136,35
1480	20	1470	0	180	4700	101800	-4,25438	-0,000355	-0,00263	-0,002985	-21,00	-2137,80	-3142,566
1500	20	1490	0	150	4700	100600	-4,23063	-0,000353	-0,00271	-0,003064	-21,00	-2112,60	-3147,774
1520	20	1510	0	120	4700	99400	-4,20688	-0,000351	-0,00279	-0,003144	-21,00	-2087,40	-3151,974
1540	20	1530	0	90	4700	98200	-4,18313	-0,000349	-0,00287	-0,003223	-21,00	-2062,20	-3155,166
1560	20	1550	0	60	4700	97000	-4,15938	-0,000347	-0,00296	-0,003302	-21,00	-2037,00	-3157,35
1580	20	1570	0	30	4700	95800	-4,13563	-0,000345	-0,00304	-0,003381	-21,00	-2011,80	-3158,526
1600	20	1590	0	0	4700	94600	-4,11188	-0,000343	-0,00312	-0,003460	-21,00	-1986,60	-3158,694



FÁZE 4 - KONEC ŽIVOTNOSTI

Mezní podmínka únosnosti byla stanovena jako drcení betonu ve spodních vláknech.

Napětí a přetvoření předpínací výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření

- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu předpínací výztuže v tahu

$$\sigma_p = 1393,28 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_p = 0,007145$$

NEPLASTIZUJE
NEPŘĚTRHNE SE

Silová podmínka rovnováhy:

$$\begin{array}{rcl} F_p + \sum F_{ci} & = & 0 \\ 79\,417 & -79\,417 & 0 \end{array}$$

Momentová podmínka rovnováhy:

$$\begin{array}{rcl} F_p * z_p + \sum F_{ci} * z_{ci} & = & M_{Rd} \\ 35\,340 & -97\,975 & -62\,634 \text{ kNm} \end{array}$$

Rameno síly v předpínací výztuži od horního povrchu: $z_p = 0,445 \text{ m}$

Hledaná poloha neutrální osy přidávaného přetvoření: $x = 0,778 \text{ m}$

Ověření ohybového momentu na mezi únosnosti:

M_{Ed}

<

M_{Rd}

-30 766

<

-62 634

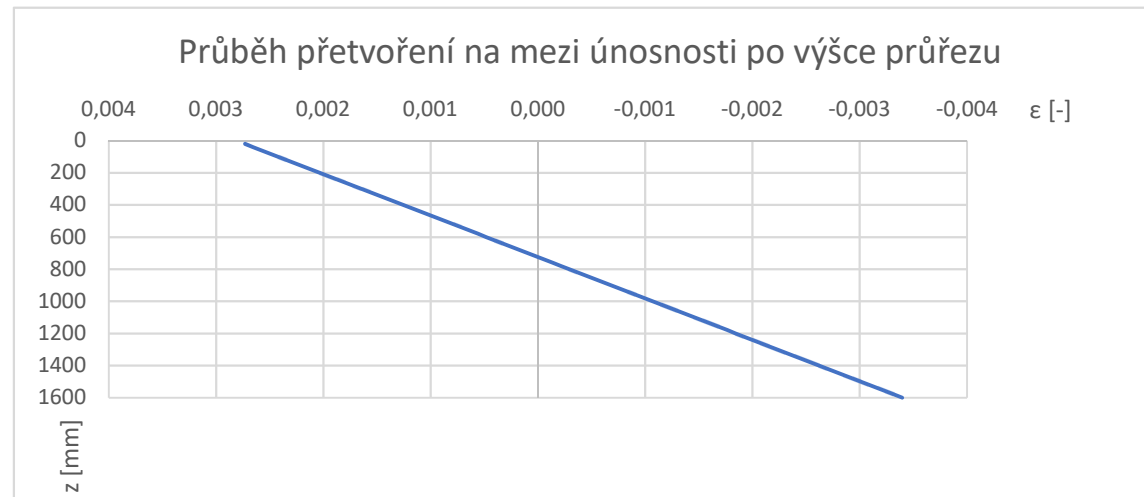
VYHOVUJE

Tabulka výpočtu mezních přetvoření pomocí proužkové metody:

spodní hranice proužku	výška proužku h_i	výška osy proužku z_i	šířka konzolové části b_A	šířka přechod. části b_B	šířka středové části b_C	plocha proužku A_i	$\sigma_{c,in(z)}$	$\epsilon_{c,in(z)}$	$\Delta\epsilon_c(z)$	$\epsilon_c(z)$	$\sigma_c(z)$	$N_c(z)$	$M_c(z)$
[mm]	[mm]	[mm]			[mm]	[mm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[kN]	[kNm]
20	20	10	2650	1500	4700	260000	-5,98813	-0,000499	0,003228	0,002729	0,00	0,00	0
40	20	30	2650	1500	4700	260000	-5,96438	-0,000497	0,003148	0,002651	0,00	0,00	0
60	20	50	2650	1500	4700	260000	-5,94063	-0,000495	0,003069	0,002574	0,00	0,00	0
80	20	70	2650	1500	4700	260000	-5,91688	-0,000493	0,002989	0,002496	0,00	0,00	0
100	20	90	2650	1500	4700	260000	-5,89313	-0,000491	0,00291	0,002419	0,00	0,00	0
120	20	110	2650	1500	4700	260000	-5,86938	-0,000489	0,00283	0,002341	0,00	0,00	0
140	20	130	2650	1500	4700	260000	-5,84563	-0,000487	0,002751	0,002264	0,00	0,00	0
160	20	150	2650	1500	4700	260000	-5,82188	-0,000485	0,002671	0,002186	0,00	0,00	0
180	20	170	2650	1500	4700	260000	-5,79813	-0,000483	0,002592	0,002109	0,00	0,00	0
200	20	190	2650	1500	4700	260000	-5,77438	-0,000481	0,002512	0,002031	0,00	0,00	0
220	20	210	2650	1500	4700	260000	-5,75063	-0,000479	0,002433	0,001954	0,00	0,00	0
240	20	230	2650	1500	4700	260000	-5,72688	-0,000477	0,002353	0,001876	0,00	0,00	0
260	20	250	2650	1500	4700	260000	-5,70313	-0,000475	0,002274	0,001799	0,00	0,00	0
280	20	270	2650	1500	4700	260000	-5,67938	-0,000473	0,002194	0,001721	0,00	0,00	0
300	20	290	2650	1500	4700	260000	-5,65563	-0,000471	0,002115	0,001644	0,00	0,00	0
320	20	310	2473	1500	4700	256466,7	-5,63188	-0,000469	0,002035	0,001566	0,00	0,00	0
340	20	330	2297	1500	4700	249400	-5,60813	-0,000467	0,001956	0,001489	0,00	0,00	0
360	20	350	2120	1500	4700	242333,3	-5,58438	-0,000465	0,001876	0,001411	0,00	0,00	0
380	20	370	1943	1500	4700	235266,7	-5,56063	-0,000463	0,001797	0,001334	0,00	0,00	0
400	20	390	1767	1500	4700	228200	-5,53688	-0,000461	0,001717	0,001256	0,00	0,00	0
420	20	410	1590	1500	4700	221133,3	-5,51313	-0,000459	0,001638	0,001179	0,00	0,00	0
440	20	430	1413	1500	4700	214066,7	-5,48938	-0,000457	0,001558	0,001101	0,00	0,00	0
460	20	450	1237	1500	4700	207000	-5,46563	-0,000455	0,001479	0,001024	0,00	0,00	0
480	20	470	1060	1500	4700	199933,3	-5,44188	-0,000453	0,001399	0,000946	0,00	0,00	0
500	20	490	883	1500	4700	192866,7	-5,41813	-0,000452	0,00132	0,000868	0,00	0,00	0
520	20	510	707	1500	4700	185800	-5,39438	-0,000450	0,001241	0,000791	0,00	0,00	0
540	20	530	530	1500	4700	178733,3	-5,37063	-0,000448	0,001161	0,000713	0,00	0,00	0

560	20	550	353	1500	4700	171666,7	-5,34688	-0,000446	0,001082	0,000636	0,00	0,00	0
580	20	570	177	1500	4700	164600	-5,32313	-0,000444	0,001002	0,000558	0,00	0,00	0
600	20	590	0	1500	4700	157533,3	-5,29938	-0,000442	0,000923	0,000481	0,00	0,00	0
620	20	610	0	1470	4700	153400	-5,27563	-0,000440	0,000843	0,000403	0,00	0,00	0
640	20	630	0	1440	4700	152200	-5,25188	-0,000438	0,000764	0,000326	0,00	0,00	0
660	20	650	0	1410	4700	151000	-5,22813	-0,000436	0,000684	0,000248	0,00	0,00	0
680	20	670	0	1380	4700	149800	-5,20438	-0,000434	0,000605	0,000171	0,00	0,00	0
700	20	690	0	1350	4700	148600	-5,18063	-0,000432	0,000525	0,000093	0,00	0,00	0
720	20	710	0	1320	4700	147400	-5,15688	-0,000430	0,000446	0,000016	0,00	0,00	0
740	20	730	0	1290	4700	146200	-5,13313	-0,000428	0,000366	-0,000062	-0,74	-108,12	-78,92675
760	20	750	0	1260	4700	145000	-5,10938	-0,000426	0,000287	-0,000139	-1,67	-242,10	-181,5747
780	20	770	0	1230	4700	143800	-5,08563	-0,000424	0,000207	-0,000217	-2,60	-373,85	-287,8631
800	20	790	0	1200	4700	142600	-5,06188	-0,000422	0,000128	-0,000294	-3,53	-503,36	-397,6578
820	20	810	0	1170	4700	141400	-5,03813	-0,000420	4,82E-05	-0,000372	-4,46	-630,65	-510,8251
840	20	830	0	1140	4700	140200	-5,01438	-0,000418	-3,1E-05	-0,000449	-5,39	-755,70	-627,2309
860	20	850	0	1110	4700	139000	-4,99063	-0,000416	-0,00011	-0,000527	-6,32	-878,52	-746,7413
880	20	870	0	1080	4700	137800	-4,96688	-0,000414	-0,00019	-0,000604	-7,25	-999,11	-869,2224
900	20	890	0	1050	4700	136600	-4,94313	-0,000412	-0,00027	-0,000682	-8,18	-1117,46	-994,5402
920	20	910	0	1020	4700	135400	-4,91938	-0,000410	-0,00035	-0,000759	-9,11	-1233,58	-1122,561
940	20	930	0	990	4700	134200	-4,89563	-0,000408	-0,00043	-0,000837	-10,04	-1347,47	-1253,15
960	20	950	0	960	4700	133000	-4,87188	-0,000406	-0,00051	-0,000914	-10,97	-1459,13	-1386,175
980	20	970	0	930	4700	131800	-4,84813	-0,000404	-0,00059	-0,000992	-11,90	-1568,56	-1521,5
1000	20	990	0	900	4700	130600	-4,82438	-0,000402	-0,00067	-0,001069	-12,83	-1675,75	-1658,992
1020	20	1010	0	870	4700	129400	-4,80063	-0,000400	-0,00075	-0,001147	-13,76	-1780,71	-1798,518
1040	20	1030	0	840	4700	128200	-4,77688	-0,000398	-0,00083	-0,001224	-14,69	-1883,44	-1939,942
1060	20	1050	0	810	4700	127000	-4,75313	-0,000396	-0,00091	-0,001302	-15,62	-1983,94	-2083,132
1080	20	1070	0	780	4700	125800	-4,72938	-0,000394	-0,00099	-0,001379	-16,55	-2082,20	-2227,954
1100	20	1090	0	750	4700	124600	-4,70563	-0,000392	-0,00106	-0,001457	-17,48	-2178,23	-2374,272
1120	20	1110	0	720	4700	123400	-4,68188	-0,000390	-0,00114	-0,001534	-18,41	-2272,03	-2521,954
1140	20	1130	0	690	4700	122200	-4,65813	-0,000388	-0,00122	-0,001612	-19,34	-2363,60	-2670,865
1160	20	1150	0	660	4700	121000	-4,63438	-0,000386	-0,0013	-0,001689	-20,27	-2452,93	-2820,872
1180	20	1170	0	630	4700	119800	-4,61063	-0,000384	-0,00138	-0,001767	-21,00	-2515,80	-2943,486
1200	20	1190	0	600	4700	118600	-4,58688	-0,000382	-0,00146	-0,001844	-21,00	-2490,60	-2963,814

1220	20	1210	0	570	4700	117400	-4,56313	-0,000380	-0,00154	-0,001922	-21,00	-2465,40	-2983,134
1240	20	1230	0	540	4700	116200	-4,53938	-0,000378	-0,00162	-0,001999	-21,00	-2440,20	-3001,446
1260	20	1250	0	510	4700	115000	-4,51563	-0,000376	-0,0017	-0,002077	-21,00	-2415,00	-3018,75
1280	20	1270	0	480	4700	113800	-4,49188	-0,000374	-0,00178	-0,002154	-21,00	-2389,80	-3035,046
1300	20	1290	0	450	4700	112600	-4,46813	-0,000372	-0,00186	-0,002232	-21,00	-2364,60	-3050,334
1320	20	1310	0	420	4700	111400	-4,44438	-0,000370	-0,00194	-0,002309	-21,00	-2339,40	-3064,614
1340	20	1330	0	390	4700	110200	-4,42063	-0,000368	-0,00202	-0,002387	-21,00	-2314,20	-3077,886
1360	20	1350	0	360	4700	109000	-4,39688	-0,000366	-0,0021	-0,002464	-21,00	-2289,00	-3090,15
1380	20	1370	0	330	4700	107800	-4,37313	-0,000364	-0,00218	-0,002542	-21,00	-2263,80	-3101,406
1400	20	1390	0	300	4700	106600	-4,34938	-0,000362	-0,00226	-0,002619	-21,00	-2238,60	-3111,654
1420	20	1410	0	270	4700	105400	-4,32563	-0,000360	-0,00234	-0,002697	-21,00	-2213,40	-3120,894
1440	20	1430	0	240	4700	104200	-4,30188	-0,000358	-0,00242	-0,002774	-21,00	-2188,20	-3129,126
1460	20	1450	0	210	4700	103000	-4,27813	-0,000357	-0,0025	-0,002852	-21,00	-2163,00	-3136,35
1480	20	1470	0	180	4700	101800	-4,25438	-0,000355	-0,00257	-0,002930	-21,00	-2137,80	-3142,566
1500	20	1490	0	150	4700	100600	-4,23063	-0,000353	-0,00265	-0,003007	-21,00	-2112,60	-3147,774
1520	20	1510	0	120	4700	99400	-4,20688	-0,000351	-0,00273	-0,003085	-21,00	-2087,40	-3151,974
1540	20	1530	0	90	4700	98200	-4,18313	-0,000349	-0,00281	-0,003162	-21,00	-2062,20	-3155,166
1560	20	1550	0	60	4700	97000	-4,15938	-0,000347	-0,00289	-0,003240	-21,00	-2037,00	-3157,35
1580	20	1570	0	30	4700	95800	-4,13563	-0,000345	-0,00297	-0,003317	-21,00	-2011,80	-3158,526
1600	20	1590	0	0	4700	94600	-4,11188	-0,000343	-0,00305	-0,003395	-21,00	-1986,60	-3158,694

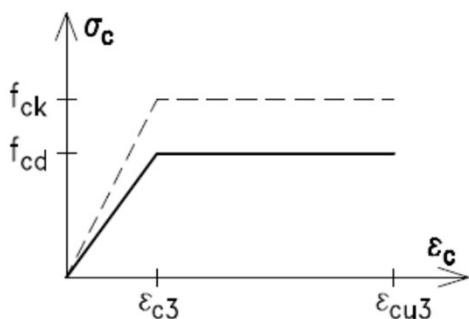


4. VÝPOČET A OVĚŘENÍ MEZNÍHO STAVU ÚNOSNOSTI KONSTRUKCE V MEZILEHLÉM POLI

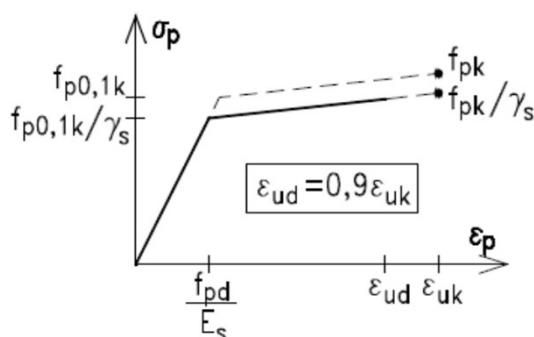
CHARAKTERISTIKY MATERIÁLŮ

beton C35/45		předpínací výztuž Y1860 0,6"S	
ϵ_{c3}	0,00175	$f_{pk}/f_{p0,1k}$ [MPa]	1860 1636,80
ϵ_{cu3}	0,0035	γ_s	1,15
f_{ck} [MPa]	35	$f_{pd}/f_{p0,1d}$ [MPa]	1617 1 423,30
γ_c	1,5	ϵ_{uk}	0,0222
α_{cc}	0,9	ϵ_{ud}	0,01998
E_{ck} [MPa]	20 000	σ_{ud}	1 598
f_{cd} [MPa]	21,00	E_s [MPa]	195 000
E_{cd} [MPa]	12 000		

Pracovní diagram betonu v tlaku:



Pracovní diagram předpínací výztuže v tahu:

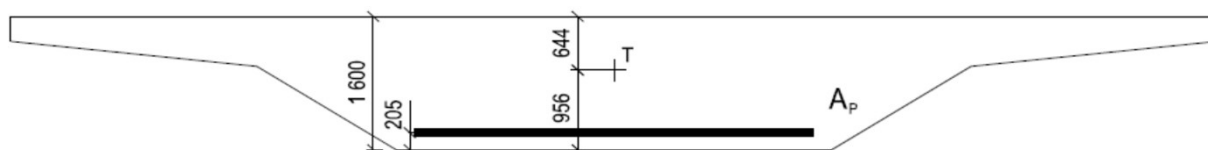


PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

výška průřezu	h [m]	1,6
plocha průřezu	A [m ²]	13,2
moment setrvačnosti	I_y [m ⁴]	2,712
vzdálenost těžiště od horních vláken	e_h [m]	0,644
vzdálenost těžiště od spodních vláken	e_d [m]	0,956
plocha předpínací výztuže	A_p [m ²]	0,057
vzdálenost předpínací výztuže od spodních vláken	V_d [m]	0,205

Staničení řezu: 37,15 m

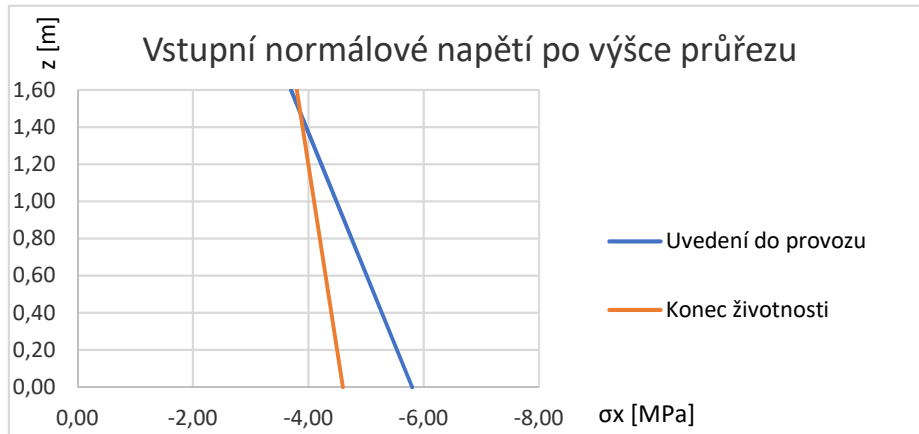
Průřez v mezilehlém poli:



VSTUPNÍ NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ A PŘETVOŘENÍ BETONU PO VÝŠCE PRŮŘEZU

- Napětí vypočteno pro stálé zatížení a předpětí včetně jeho ztrát softwarem SCIA Engineer
- Přetvoření vypočteno dle pracovního daigramu betonu v tlaku

		NAPĚTÍ		PŘETVOŘENÍ	
	t [dny]	60	36500	60	36500
	z [m]	$\sigma_{c,in}$ [MPa]		$\epsilon_{c,in}$ [-]	
HV	1,60	-3,70	-3,80	-0,000308	-0,000317
DV	0,00	-5,80	-4,60	-0,000483	-0,000383



VSTUPNÍ NAPĚTÍ A PŘETVOŘENÍ V PŘEDPÍNAČÍ VÝZTUŽI

- Napětí vypočteno pro stálé zatížení a předpětí včetně jeho ztrát softwarem SCIA Engineer
- Přetvoření vypočteno dle pracovního daigramu předpínací výztuže v tahu

		NAPĚTÍ		PŘETVOŘENÍ	
	t [dny]	60	36500	60	36500
		$\sigma_{c,in}$ [MPa]		$\epsilon_{c,in}$ [-]	
		951,00	951,00	0,004877	0,004877

VÝPOČET A OVĚŘENÍ MOMENTU ÚNOSNOSTI METODOU MEZNÍCH PŘETVOŘENÍ

FÁZE 3 - UVEDENÍ DO PROVOZU

Mezní podmínka únosnosti byla stanovena jako drcení betonu v horních vláknech.

Napětí a přetvoření předpínací výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření
- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu předpínací výztuže v tahu

$$\sigma_p = 1503,31 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_p = 0,013441$$

**PLASTIZUJE
NEPŘĚTRHNE SE**

Silová podmínka rovnováhy:

$$\begin{array}{rcl} F_p + \sum F_{ci} & = & 0 \\ 85\,689 & -85\,689 & 0 \end{array}$$

Momentová podmínka rovnováhy:

$$\begin{array}{rcl} F_p * z_p + \sum F_{ci} * z_{ci} & = & M_{Rd} \\ 119\,536 & -13\,930 & 105\,606 \text{ kNm} \end{array}$$

Rameno síly v předpínací výztuži od horního povrchu: $z_p = 1,395 \text{ m}$

Hledaná poloha neutrální osy přidávaného přetvoření: $x = 0,379 \text{ m}$

Ověření ohybového momentu na mezi únosnosti:

$$\begin{array}{rcl} M_{Ed} & < & M_{Rd} \\ 23\,268 & < & 105\,606 \end{array}$$

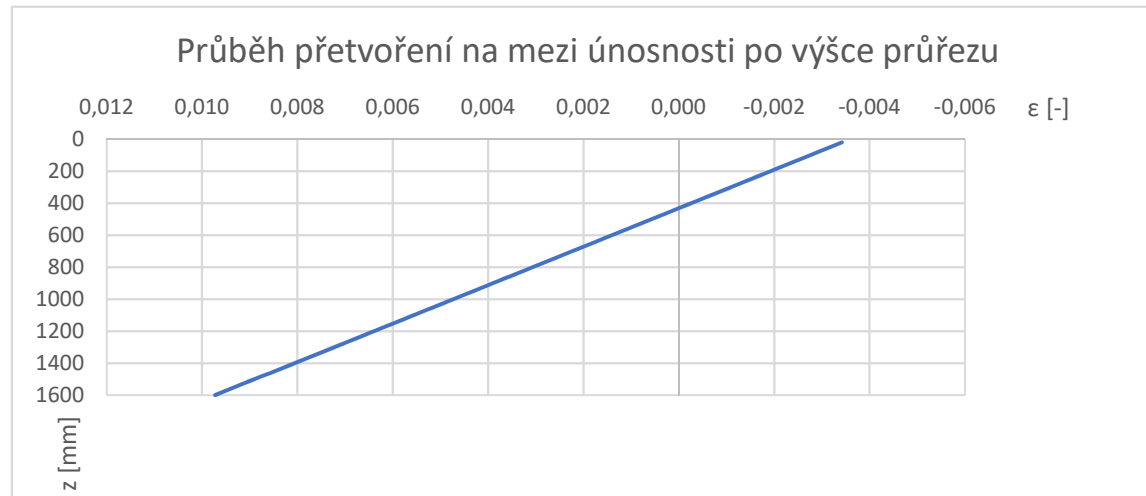
VYHOVUJE

Tabulka výpočtu mezních přetvoření pomocí proužkové metody:

spodní hranice proužku	výška proužku h_i	výška osy proužku z_i	šířka konzolové části b_A	šířka přechod. části b_B	šířka středové části b_C	plocha proužku A_i	$\sigma_{c,in(z)}$	$\epsilon_{c,in(z)}$	$\Delta\epsilon_c(z)$	$\epsilon_c(z)$	$\sigma_c(z)$	$N_c(z)$	$M_c(z)$
[mm]	[mm]	[mm]			[mm]	[mm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[kN]	[kNm]
20	20	10	2650	1500	4700	260000	-3,71313	-0,000309	-0,00311	-0,003417	-21,00	-5460,00	-54,6
40	20	30	2650	1500	4700	260000	-3,73938	-0,000312	-0,00294	-0,003250	-21,00	-5460,00	-163,8
60	20	50	2650	1500	4700	260000	-3,76563	-0,000314	-0,00277	-0,003084	-21,00	-5460,00	-273
80	20	70	2650	1500	4700	260000	-3,79188	-0,000316	-0,0026	-0,002918	-21,00	-5460,00	-382,2
100	20	90	2650	1500	4700	260000	-3,81813	-0,000318	-0,00243	-0,002751	-21,00	-5460,00	-491,4
120	20	110	2650	1500	4700	260000	-3,84438	-0,000320	-0,00226	-0,002585	-21,00	-5460,00	-600,6
140	20	130	2650	1500	4700	260000	-3,87063	-0,000323	-0,0021	-0,002419	-21,00	-5460,00	-709,8
160	20	150	2650	1500	4700	260000	-3,89688	-0,000325	-0,00193	-0,002252	-21,00	-5460,00	-819
180	20	170	2650	1500	4700	260000	-3,92313	-0,000327	-0,00176	-0,002086	-21,00	-5460,00	-928,2
200	20	190	2650	1500	4700	260000	-3,94938	-0,000329	-0,00159	-0,001920	-21,00	-5460,00	-1037,4
220	20	210	2650	1500	4700	260000	-3,97563	-0,000331	-0,00142	-0,001753	-21,00	-5460,00	-1146,6
240	20	230	2650	1500	4700	260000	-4,00188	-0,000333	-0,00125	-0,001587	-19,04	-4951,03	-1138,736
260	20	250	2650	1500	4700	260000	-4,02813	-0,000336	-0,00108	-0,001421	-17,05	-4431,99	-1107,996
280	20	270	2650	1500	4700	260000	-4,05438	-0,000338	-0,00092	-0,001254	-15,05	-3912,94	-1056,495
300	20	290	2650	1500	4700	260000	-4,08063	-0,000340	-0,00075	-0,001088	-13,05	-3393,90	-984,2321
320	20	310	2473	1500	4700	256466,7	-4,10688	-0,000342	-0,00058	-0,000921	-11,06	-2835,79	-879,0961
340	20	330	2297	1500	4700	249400	-4,13313	-0,000344	-0,00041	-0,000755	-9,06	-2259,78	-745,7262
360	20	350	2120	1500	4700	242333,3	-4,15938	-0,000347	-0,00024	-0,000589	-7,06	-1711,97	-599,1907
380	20	370	1943	1500	4700	235266,7	-4,18563	-0,000349	-7,4E-05	-0,000422	-5,07	-1192,38	-441,1824
400	20	390	1767	1500	4700	228200	-4,21188	-0,000351	9,5E-05	-0,000256	-3,07	-701,01	-273,3943
420	20	410	1590	1500	4700	221133,3	-4,23813	-0,000353	0,000264	-0,000090	-1,08	-237,85	-97,51923
440	20	430	1413	1500	4700	214066,7	-4,26438	-0,000355	0,000432	0,000077	0,00	0,00	0
460	20	450	1237	1500	4700	207000	-4,29063	-0,000358	0,000601	0,000243	0,00	0,00	0
480	20	470	1060	1500	4700	199933,3	-4,31688	-0,000360	0,000769	0,000409	0,00	0,00	0
500	20	490	883	1500	4700	192866,7	-4,34313	-0,000362	0,000938	0,000576	0,00	0,00	0
520	20	510	707	1500	4700	185800	-4,36938	-0,000364	0,001106	0,000742	0,00	0,00	0
540	20	530	530	1500	4700	178733,3	-4,39563	-0,000366	0,001275	0,000909	0,00	0,00	0

560	20	550	353	1500	4700	171666,7	-4,42188	-0,000368	0,001443	0,001075	0,00	0,00	0
580	20	570	177	1500	4700	164600	-4,44813	-0,000371	0,001612	0,001241	0,00	0,00	0
600	20	590	0	1500	4700	157533,3	-4,47438	-0,000373	0,00178	0,001408	0,00	0,00	0
620	20	610	0	1470	4700	153400	-4,50063	-0,000375	0,001949	0,001574	0,00	0,00	0
640	20	630	0	1440	4700	152200	-4,52688	-0,000377	0,002118	0,001740	0,00	0,00	0
660	20	650	0	1410	4700	151000	-4,55313	-0,000379	0,002286	0,001907	0,00	0,00	0
680	20	670	0	1380	4700	149800	-4,57938	-0,000382	0,002455	0,002073	0,00	0,00	0
700	20	690	0	1350	4700	148600	-4,60563	-0,000384	0,002623	0,002239	0,00	0,00	0
720	20	710	0	1320	4700	147400	-4,63188	-0,000386	0,002792	0,002406	0,00	0,00	0
740	20	730	0	1290	4700	146200	-4,65813	-0,000388	0,00296	0,002572	0,00	0,00	0
760	20	750	0	1260	4700	145000	-4,68438	-0,000390	0,003129	0,002738	0,00	0,00	0
780	20	770	0	1230	4700	143800	-4,71063	-0,000393	0,003297	0,002905	0,00	0,00	0
800	20	790	0	1200	4700	142600	-4,73688	-0,000395	0,003466	0,003071	0,00	0,00	0
820	20	810	0	1170	4700	141400	-4,76313	-0,000397	0,003634	0,003238	0,00	0,00	0
840	20	830	0	1140	4700	140200	-4,78938	-0,000399	0,003803	0,003404	0,00	0,00	0
860	20	850	0	1110	4700	139000	-4,81563	-0,000401	0,003972	0,003570	0,00	0,00	0
880	20	870	0	1080	4700	137800	-4,84188	-0,000403	0,00414	0,003737	0,00	0,00	0
900	20	890	0	1050	4700	136600	-4,86813	-0,000406	0,004309	0,003903	0,00	0,00	0
920	20	910	0	1020	4700	135400	-4,89438	-0,000408	0,004477	0,004069	0,00	0,00	0
940	20	930	0	990	4700	134200	-4,92063	-0,000410	0,004646	0,004236	0,00	0,00	0
960	20	950	0	960	4700	133000	-4,94688	-0,000412	0,004814	0,004402	0,00	0,00	0
980	20	970	0	930	4700	131800	-4,97313	-0,000414	0,004983	0,004568	0,00	0,00	0
1000	20	990	0	900	4700	130600	-4,99938	-0,000417	0,005151	0,004735	0,00	0,00	0
1020	20	1010	0	870	4700	129400	-5,02563	-0,000419	0,00532	0,004901	0,00	0,00	0
1040	20	1030	0	840	4700	128200	-5,05188	-0,000421	0,005488	0,005068	0,00	0,00	0
1060	20	1050	0	810	4700	127000	-5,07813	-0,000423	0,005657	0,005234	0,00	0,00	0
1080	20	1070	0	780	4700	125800	-5,10438	-0,000425	0,005826	0,005400	0,00	0,00	0
1100	20	1090	0	750	4700	124600	-5,13063	-0,000428	0,005994	0,005567	0,00	0,00	0
1120	20	1110	0	720	4700	123400	-5,15688	-0,000430	0,006163	0,005733	0,00	0,00	0
1140	20	1130	0	690	4700	122200	-5,18313	-0,000432	0,006331	0,005899	0,00	0,00	0
1160	20	1150	0	660	4700	121000	-5,20938	-0,000434	0,0065	0,006066	0,00	0,00	0
1180	20	1170	0	630	4700	119800	-5,23563	-0,000436	0,006668	0,006232	0,00	0,00	0
1200	20	1190	0	600	4700	118600	-5,26188	-0,000438	0,006837	0,006398	0,00	0,00	0

1220	20	1210	0	570	4700	117400	-5,28813	-0,000441	0,007005	0,006565	0,00	0,00	0
1240	20	1230	0	540	4700	116200	-5,31438	-0,000443	0,007174	0,006731	0,00	0,00	0
1260	20	1250	0	510	4700	115000	-5,34063	-0,000445	0,007343	0,006897	0,00	0,00	0
1280	20	1270	0	480	4700	113800	-5,36688	-0,000447	0,007511	0,007064	0,00	0,00	0
1300	20	1290	0	450	4700	112600	-5,39313	-0,000449	0,00768	0,007230	0,00	0,00	0
1320	20	1310	0	420	4700	111400	-5,41938	-0,000452	0,007848	0,007397	0,00	0,00	0
1340	20	1330	0	390	4700	110200	-5,44563	-0,000454	0,008017	0,007563	0,00	0,00	0
1360	20	1350	0	360	4700	109000	-5,47188	-0,000456	0,008185	0,007729	0,00	0,00	0
1380	20	1370	0	330	4700	107800	-5,49813	-0,000458	0,008354	0,007896	0,00	0,00	0
1400	20	1390	0	300	4700	106600	-5,52438	-0,000460	0,008522	0,008062	0,00	0,00	0
1420	20	1410	0	270	4700	105400	-5,55063	-0,000463	0,008691	0,008228	0,00	0,00	0
1440	20	1430	0	240	4700	104200	-5,57688	-0,000465	0,008859	0,008395	0,00	0,00	0
1460	20	1450	0	210	4700	103000	-5,60313	-0,000467	0,009028	0,008561	0,00	0,00	0
1480	20	1470	0	180	4700	101800	-5,62938	-0,000469	0,009197	0,008727	0,00	0,00	0
1500	20	1490	0	150	4700	100600	-5,65563	-0,000471	0,009365	0,008894	0,00	0,00	0
1520	20	1510	0	120	4700	99400	-5,68188	-0,000473	0,009534	0,009060	0,00	0,00	0
1540	20	1530	0	90	4700	98200	-5,70813	-0,000476	0,009702	0,009226	0,00	0,00	0
1560	20	1550	0	60	4700	97000	-5,73438	-0,000478	0,009871	0,009393	0,00	0,00	0
1580	20	1570	0	30	4700	95800	-5,76063	-0,000480	0,010039	0,009559	0,00	0,00	0
1600	20	1590	0	0	4700	94600	-5,78688	-0,000482	0,010208	0,009726	0,00	0,00	0



FÁZE 4 - KONEC ŽIVOTNOSTI

Mezní podmínka únosnosti stanovena jako drcení betonu v horních vláknech.

Napětí a přetvoření předpínací výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření

- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu předpínací výztuže v tahu

$$\sigma_p = 1502,98 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_p = 0,013416$$

PLASTIZUJE
NEPŘETRHNE SE

Silová podmínka rovnováhy:

$$\begin{array}{rcl} F_p + \sum F_{ci} & = & 0 \\ 85\,670 & -85\,670 & 0 \end{array}$$

Momentová podmínka rovnováhy:

$$\begin{array}{rcl} F_p * z_p + \sum F_{ci} * z_{ci} & = & M_{Rd} \\ 119\,509 & -13\,926 & 105\,583 \text{ kNm} \end{array}$$

Rameno síly v předpínací výztuži od horního povrchu: $z_p = 1,395 \text{ m}$

Hledaná poloha neutrální osy přidávaného přetvoření: $x = 0,379 \text{ m}$

Ověření ohybového momentu na mezi únosnosti:

$$\begin{array}{rcl} M_{Ed} & < & M_{Rd} \\ 20\,928 & < & 105\,583 \end{array}$$

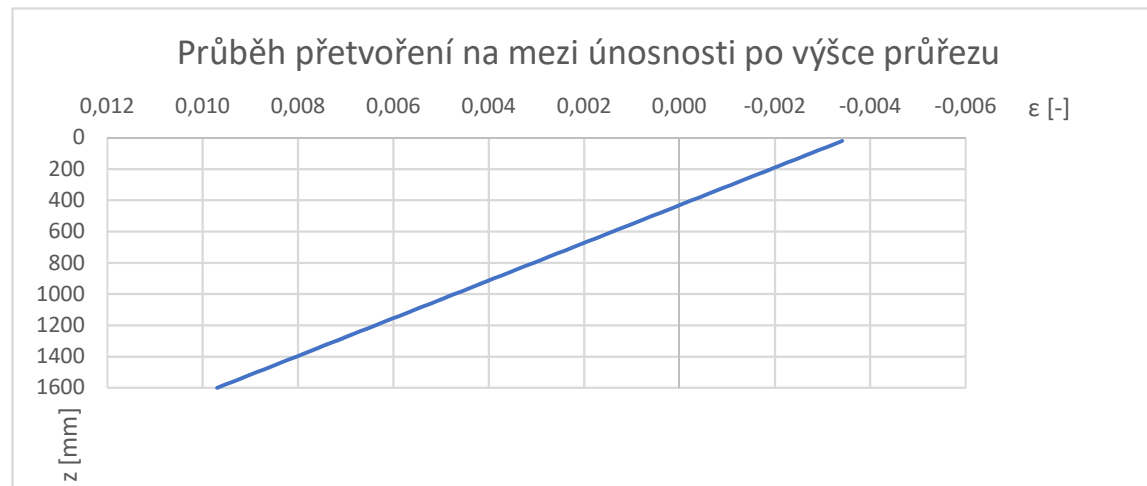
VYHOVUJE

Tabulka výpočtu mezních přetvoření pomocí proužkové metody:

spodní hranice proužku	výška proužku h_i	výška osy proužku z_i	šířka konzolové části b_A	šířka přechod. části b_B	šířka středové části b_C	plocha proužku A_i	$\sigma_{c,in(z)}$	$\epsilon_{c,in(z)}$	$\Delta\epsilon_c(z)$	$\epsilon_c(z)$	$\sigma_c(z)$	$N_c(z)$	$M_c(z)$
[mm]	[mm]	[mm]			[mm]	[mm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[kN]	[kNm]
20	20	10	2650	1500	4700	260000	-3,71313	-0,000309	-0,0031	-0,003409	-21,00	-5460,00	-54,6
40	20	30	2650	1500	4700	260000	-3,73938	-0,000312	-0,00293	-0,003243	-21,00	-5460,00	-163,8
60	20	50	2650	1500	4700	260000	-3,76563	-0,000314	-0,00276	-0,003077	-21,00	-5460,00	-273
80	20	70	2650	1500	4700	260000	-3,79188	-0,000316	-0,0026	-0,002911	-21,00	-5460,00	-382,2
100	20	90	2650	1500	4700	260000	-3,81813	-0,000318	-0,00243	-0,002745	-21,00	-5460,00	-491,4
120	20	110	2650	1500	4700	260000	-3,84438	-0,000320	-0,00226	-0,002579	-21,00	-5460,00	-600,6
140	20	130	2650	1500	4700	260000	-3,87063	-0,000323	-0,00209	-0,002413	-21,00	-5460,00	-709,8
160	20	150	2650	1500	4700	260000	-3,89688	-0,000325	-0,00192	-0,002248	-21,00	-5460,00	-819
180	20	170	2650	1500	4700	260000	-3,92313	-0,000327	-0,00175	-0,002082	-21,00	-5460,00	-928,2
200	20	190	2650	1500	4700	260000	-3,94938	-0,000329	-0,00159	-0,001916	-21,00	-5460,00	-1037,4
220	20	210	2650	1500	4700	260000	-3,97563	-0,000331	-0,00142	-0,001750	-21,00	-5459,98	-1146,595
240	20	230	2650	1500	4700	260000	-4,00188	-0,000333	-0,00125	-0,001584	-19,01	-4942,45	-1136,764
260	20	250	2650	1500	4700	260000	-4,02813	-0,000336	-0,00108	-0,001418	-17,02	-4424,92	-1106,231
280	20	270	2650	1500	4700	260000	-4,05438	-0,000338	-0,00091	-0,001252	-15,03	-3907,40	-1054,997
300	20	290	2650	1500	4700	260000	-4,08063	-0,000340	-0,00075	-0,001086	-13,04	-3389,87	-983,0628
320	20	310	2473	1500	4700	256466,7	-4,10688	-0,000342	-0,00058	-0,000921	-11,05	-2833,31	-878,3265
340	20	330	2297	1500	4700	249400	-4,13313	-0,000344	-0,00041	-0,000755	-9,06	-2258,82	-745,4091
360	20	350	2120	1500	4700	242333,3	-4,15938	-0,000347	-0,00024	-0,000589	-7,07	-1712,45	-599,3581
380	20	370	1943	1500	4700	235266,7	-4,18563	-0,000349	-7,4E-05	-0,000423	-5,08	-1194,22	-441,8615
400	20	390	1767	1500	4700	228200	-4,21188	-0,000351	9,39E-05	-0,000257	-3,09	-704,12	-274,6072
420	20	410	1590	1500	4700	221133,3	-4,23813	-0,000353	0,000262	-0,000091	-1,10	-242,15	-99,28314
440	20	430	1413	1500	4700	214066,7	-4,26438	-0,000355	0,00043	0,000075	0,00	0,00	0
460	20	450	1237	1500	4700	207000	-4,29063	-0,000358	0,000598	0,000240	0,00	0,00	0
480	20	470	1060	1500	4700	199933,3	-4,31688	-0,000360	0,000766	0,000406	0,00	0,00	0
500	20	490	883	1500	4700	192866,7	-4,34313	-0,000362	0,000934	0,000572	0,00	0,00	0
520	20	510	707	1500	4700	185800	-4,36938	-0,000364	0,001102	0,000738	0,00	0,00	0
540	20	530	530	1500	4700	178733,3	-4,39563	-0,000366	0,00127	0,000904	0,00	0,00	0

560	20	550	353	1500	4700	171666,7	-4,42188	-0,000368	0,001438	0,001070	0,00	0,00	0
580	20	570	177	1500	4700	164600	-4,44813	-0,000371	0,001606	0,001236	0,00	0,00	0
600	20	590	0	1500	4700	157533,3	-4,47438	-0,000373	0,001774	0,001402	0,00	0,00	0
620	20	610	0	1470	4700	153400	-4,50063	-0,000375	0,001943	0,001567	0,00	0,00	0
640	20	630	0	1440	4700	152200	-4,52688	-0,000377	0,002111	0,001733	0,00	0,00	0
660	20	650	0	1410	4700	151000	-4,55313	-0,000379	0,002279	0,001899	0,00	0,00	0
680	20	670	0	1380	4700	149800	-4,57938	-0,000382	0,002447	0,002065	0,00	0,00	0
700	20	690	0	1350	4700	148600	-4,60563	-0,000384	0,002615	0,002231	0,00	0,00	0
720	20	710	0	1320	4700	147400	-4,63188	-0,000386	0,002783	0,002397	0,00	0,00	0
740	20	730	0	1290	4700	146200	-4,65813	-0,000388	0,002951	0,002563	0,00	0,00	0
760	20	750	0	1260	4700	145000	-4,68438	-0,000390	0,003119	0,002729	0,00	0,00	0
780	20	770	0	1230	4700	143800	-4,71063	-0,000393	0,003287	0,002894	0,00	0,00	0
800	20	790	0	1200	4700	142600	-4,73688	-0,000395	0,003455	0,003060	0,00	0,00	0
820	20	810	0	1170	4700	141400	-4,76313	-0,000397	0,003623	0,003226	0,00	0,00	0
840	20	830	0	1140	4700	140200	-4,78938	-0,000399	0,003791	0,003392	0,00	0,00	0
860	20	850	0	1110	4700	139000	-4,81563	-0,000401	0,003959	0,003558	0,00	0,00	0
880	20	870	0	1080	4700	137800	-4,84188	-0,000403	0,004127	0,003724	0,00	0,00	0
900	20	890	0	1050	4700	136600	-4,86813	-0,000406	0,004295	0,003890	0,00	0,00	0
920	20	910	0	1020	4700	135400	-4,89438	-0,000408	0,004463	0,004056	0,00	0,00	0
940	20	930	0	990	4700	134200	-4,92063	-0,000410	0,004632	0,004221	0,00	0,00	0
960	20	950	0	960	4700	133000	-4,94688	-0,000412	0,0048	0,004387	0,00	0,00	0
980	20	970	0	930	4700	131800	-4,97313	-0,000414	0,004968	0,004553	0,00	0,00	0
1000	20	990	0	900	4700	130600	-4,99938	-0,000417	0,005136	0,004719	0,00	0,00	0
1020	20	1010	0	870	4700	129400	-5,02563	-0,000419	0,005304	0,004885	0,00	0,00	0
1040	20	1030	0	840	4700	128200	-5,05188	-0,000421	0,005472	0,005051	0,00	0,00	0
1060	20	1050	0	810	4700	127000	-5,07813	-0,000423	0,00564	0,005217	0,00	0,00	0
1080	20	1070	0	780	4700	125800	-5,10438	-0,000425	0,005808	0,005383	0,00	0,00	0
1100	20	1090	0	750	4700	124600	-5,13063	-0,000428	0,005976	0,005548	0,00	0,00	0
1120	20	1110	0	720	4700	123400	-5,15688	-0,000430	0,006144	0,005714	0,00	0,00	0
1140	20	1130	0	690	4700	122200	-5,18313	-0,000432	0,006312	0,005880	0,00	0,00	0
1160	20	1150	0	660	4700	121000	-5,20938	-0,000434	0,00648	0,006046	0,00	0,00	0
1180	20	1170	0	630	4700	119800	-5,23563	-0,000436	0,006648	0,006212	0,00	0,00	0
1200	20	1190	0	600	4700	118600	-5,26188	-0,000438	0,006816	0,006378	0,00	0,00	0

1220	20	1210	0	570	4700	117400	-5,28813	-0,000441	0,006984	0,006544	0,00	0,00	0
1240	20	1230	0	540	4700	116200	-5,31438	-0,000443	0,007152	0,006710	0,00	0,00	0
1260	20	1250	0	510	4700	115000	-5,34063	-0,000445	0,00732	0,006875	0,00	0,00	0
1280	20	1270	0	480	4700	113800	-5,36688	-0,000447	0,007489	0,007041	0,00	0,00	0
1300	20	1290	0	450	4700	112600	-5,39313	-0,000449	0,007657	0,007207	0,00	0,00	0
1320	20	1310	0	420	4700	111400	-5,41938	-0,000452	0,007825	0,007373	0,00	0,00	0
1340	20	1330	0	390	4700	110200	-5,44563	-0,000454	0,007993	0,007539	0,00	0,00	0
1360	20	1350	0	360	4700	109000	-5,47188	-0,000456	0,008161	0,007705	0,00	0,00	0
1380	20	1370	0	330	4700	107800	-5,49813	-0,000458	0,008329	0,007871	0,00	0,00	0
1400	20	1390	0	300	4700	106600	-5,52438	-0,000460	0,008497	0,008037	0,00	0,00	0
1420	20	1410	0	270	4700	105400	-5,55063	-0,000463	0,008665	0,008202	0,00	0,00	0
1440	20	1430	0	240	4700	104200	-5,57688	-0,000465	0,008833	0,008368	0,00	0,00	0
1460	20	1450	0	210	4700	103000	-5,60313	-0,000467	0,009001	0,008534	0,00	0,00	0
1480	20	1470	0	180	4700	101800	-5,62938	-0,000469	0,009169	0,008700	0,00	0,00	0
1500	20	1490	0	150	4700	100600	-5,65563	-0,000471	0,009337	0,008866	0,00	0,00	0
1520	20	1510	0	120	4700	99400	-5,68188	-0,000473	0,009505	0,009032	0,00	0,00	0
1540	20	1530	0	90	4700	98200	-5,70813	-0,000476	0,009673	0,009198	0,00	0,00	0
1560	20	1550	0	60	4700	97000	-5,73438	-0,000478	0,009841	0,009364	0,00	0,00	0
1580	20	1570	0	30	4700	95800	-5,76063	-0,000480	0,010009	0,009529	0,00	0,00	0
1600	20	1590	0	0	4700	94600	-5,78688	-0,000482	0,010178	0,009695	0,00	0,00	0

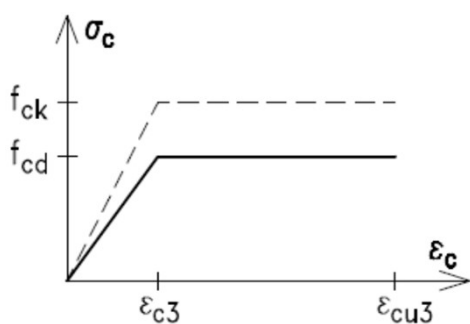


5. OVĚŘENÍ VYLOUČENÍ KŘEHKÉHO LOMU KONSTRUKCE V KRAJNÍM POLI

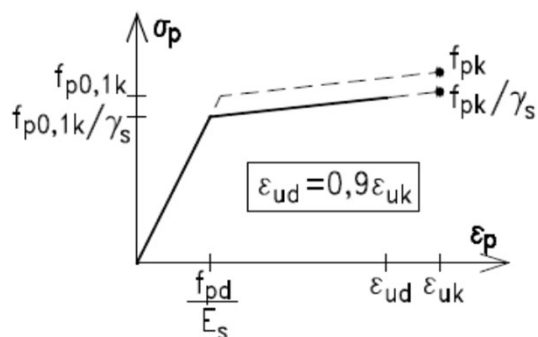
CHARAKTERISTIKY MATERIÁLŮ

beton C35/45	předpínací výztuž Y1860 0,6"S		betonářská výztuž B500 B			
ϵ_{c3} 0,00175	$f_{pk}/f_{p0,1k}$ [MPa]	1860	1636,80	$f_{yk}/1,08 f_{yk}$ [MPa]	500	540,00
ϵ_{cu3} 0,0035	γ_s	1,15		γ_s	1,15	
f_{ck} [MPa]	$f_{pd}/f_{p0,1d}$ [MPa]	1617	1 423,30	$f_{yd}/1,08 f_{yd}$ [MPa]	435	469,57
γ_c 1,5	ϵ_{uk}	0,0222		ϵ_{uk}	0,05	
α_{cc} 0,9	ϵ_{ud}	0,01998		ϵ_{ud}	0,045	
E_{ck} [MPa]	σ_{ud}	1 598		σ_{ud} [MPa]	466	
f_{cd} [MPa]	E_s [MPa]	195 000		E_s [MPa]	200 000	
E_{cd} [MPa]						

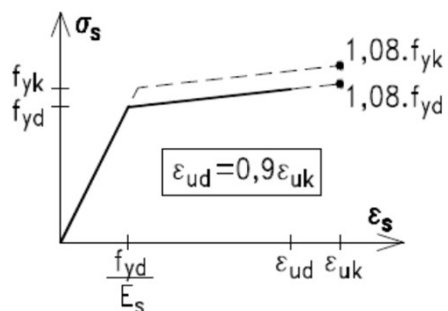
Pracovní diagram betonu v tlaku:



Pracovní diagram předpínací výztuže v tahu:



Pracovní diagram betonářské výztuže v tahu i tlaku:

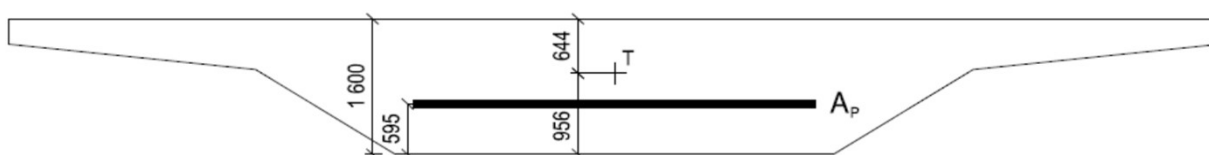


PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

výška průřezu	h [m]	1,6
plocha průřezu	A [m ²]	13,2
moment setrvačnosti	I_y [m ⁴]	2,712
vzdálenost těžiště od horních vláken	e_h [m]	0,644
vzdálenost těžiště od spodních vláken	e_d [m]	0,956
redukovaná plocha předpínací výztuže	A_p [m ²]	0,01995
vzdálenost osy předpínací výztuže od spodních vláken	V_d [m]	0,595

Staničení řezu: 10 m

Původní průřez krajního pole:

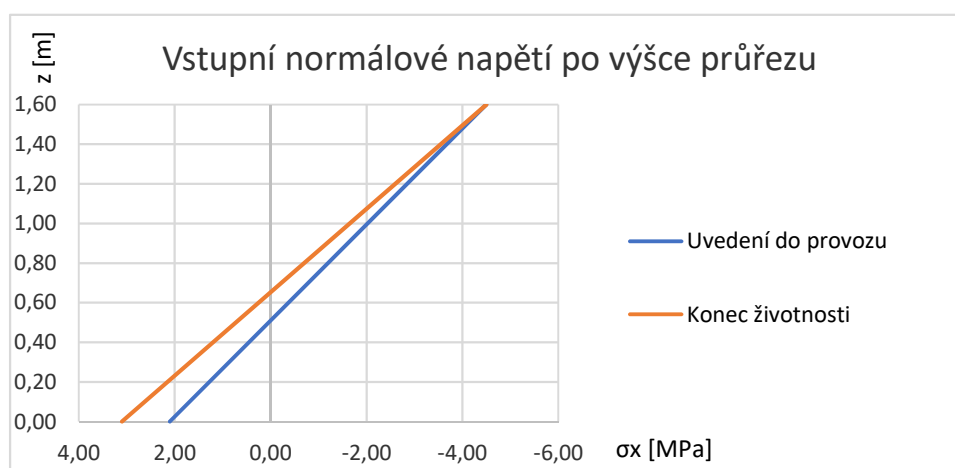


VSTUPNÍ NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ A PŘETVOŘENÍ BETONU PO VÝŠCE PRŮŘEZU

- Napětí vypočteno pro stálé zatížení a ztráty předpětí softwarem SCIA Engineer
- Napětí od předpětí vypočteno zvlášť pro redukovanou plochu předpínací výztuže tímž softwarem
- Přetvoření vypočteno dle pracovního daigramu betonu v tlaku

	t [dny]	60	36500	
	z [m]	$\sigma_{c,in,OST}$ [MPa]		$\sigma_{c,in,P}$ [MPa]
HV	1,60	-3,90	-3,90	-0,60
DV	0,00	6,20	7,20	-4,10

	t [dny]	SUMA NAPĚTÍ		PŘETVOŘENÍ	
	z [m]	$\sum \sigma_{c,in}$ [MPa]		$\epsilon_{c,in}$ [-]	
HV	1,60	-4,50	-4,50	-0,000375	-0,000375
DV	0,00	2,10	3,10	0,000175	0,000258



VSTUPNÍ NAPĚTÍ A PŘETVOŘENÍ V PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽI

- Napětí vypočteno pro stálé zatížení a předpětí včetně jeho ztrát softwarem SCIA Engineer
- Přetvoření vypočteno dle pracovního daigramu předpínací výztuže v tahu

	NAPĚTÍ		PŘETVOŘENÍ	
t [dny]	60	36500	60	36500
	σ_{pin} [MPa]		ϵ_{pin} [-]	
	1175,00	1175,00	0,006026	0,006026

VÝPOČET A OVĚŘENÍ MOMENTU ÚNOSNOSTI METODOU MEZNÍCH PŘETVOŘENÍ

FÁZE 3 - UVEDENÍ DO PROVOZU

Mezní podmínka únosnosti byla stanovena jako přetržení předpnací výztuže.

Napětí a přetvoření předpínací výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření
- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu předpínací výztuže v tahu

$$\sigma_p = 1588,48 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_p = 0,019980$$

**PLASTIZUJE
PŘETRŽENÁ**

Silová podmínka rovnováhy:

$$F_p + \sum F_{ci} + F_s = 0$$

31 690	-40 000	8 310	0
--------	---------	-------	---

Momentová podmínka rovnováhy:

$$F_p * z_p + \sum F_{ci} * z_{ci} + F_s * z_s = M_{Rd}$$

31 849	-3 055	12 681	41 475 kNm
--------	--------	--------	------------

Rameno síly v předpínací výztuži od horního povrchu: $z_p = 1,005 \text{ m}$

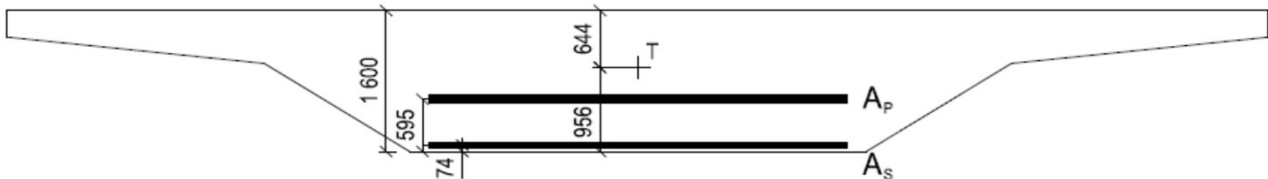
Hledaná poloha neutrální osy přidávaného přetvoření: $x = 0,179 \text{ m}$

Původní průřez nevyhověl na posouzení ohybového momentu při redukované ploše předpínací výztuže, proto byla přidána ke spodnímu povrchu tažená betonářská výztuž.

Tažená betonářská výztuž

krytí	c [mm]	60
průměr profilu	Ø [mm]	28
počet profilů	n [ks]	30
celková plocha výztuže	A_{S1} [m ²]	0,018473
vzdálenost osy betonářské výztuže od spodních vláken	V_{ds} [m]	0,074
rameno síly v betonářské výztuži od horního povrchu	z_s [m]	1,526

Průřez krajního pole po přidání betonářské výztuže:



Napětí a přetvoření betonářské výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření
- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu betonářské výztuže v tahu

$$\sigma_s = 449,86 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_s = 0,022906$$

PLASTIZUJE
NEPŘETRHNE SE

Ověření ohybového momentu na mezi únosnosti:

$$M_{Ed}$$

<

$$M_{Rd}$$

$$37\,736$$

<

$$41\,475$$

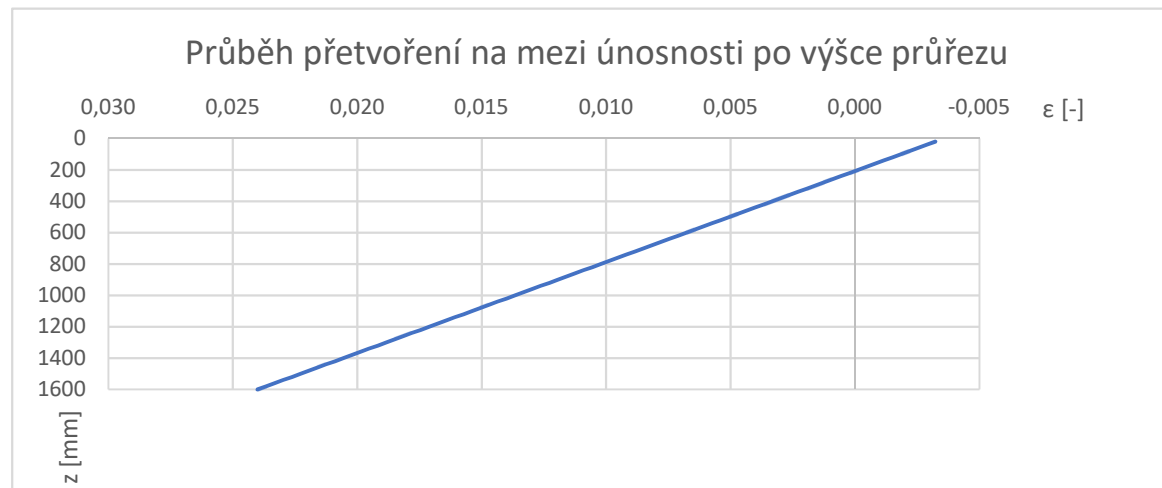
VYHOVUJE

Tabulka výpočtu mezních přetvoření pomocí proužkové metody:

spodní hranice proužku	výška proužku h_i	výška osy proužku z_i	šířka konzolové části b_A	šířka přechod. části b_B	šířka středové části b_C	plocha proužku A_i	$\sigma_{c,in}(z)$	$\epsilon_{c,in}(z)$	$\Delta\epsilon_c(z)$	$\epsilon_c(z)$	$\sigma_c(z)$	$N_c(z)$	$M_c(z)$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[kN]	[kNm]
20	20	10	2650	1500	4700	260000	-4,45875	-0,000372	-0,003	-0,003228	-21,00	-5460,00	-54,6
40	20	30	2650	1500	4700	260000	-4,37625	-0,000365	-0,003	-0,002883	-21,00	-5460,00	-163,8
60	20	50	2650	1500	4700	260000	-4,29375	-0,000358	-0,002	-0,002538	-21,00	-5460,00	-273
80	20	70	2650	1500	4700	260000	-4,21125	-0,000351	-0,002	-0,002193	-21,00	-5460,00	-382,2
100	20	90	2650	1500	4700	260000	-4,12875	-0,000344	-0,002	-0,001848	-21,00	-5460,00	-491,4
120	20	110	2650	1500	4700	260000	-4,04625	-0,000337	-0,001	-0,001504	-18,04	-4691,40	-516,0542
140	20	130	2650	1500	4700	260000	-3,96375	-0,000330	-8E-04	-0,001159	-13,91	-3615,72	-470,0433
160	20	150	2650	1500	4700	260000	-3,88125	-0,000323	-5E-04	-0,000814	-9,77	-2540,03	-381,005
180	20	170	2650	1500	4700	260000	-3,79875	-0,000317	-2E-04	-0,000469	-5,63	-1464,35	-248,9394
200	20	190	2650	1500	4700	260000	-3,71625	-0,000310	0,0002	-0,000125	-1,49	-388,67	-73,84637
220	20	210	2650	1500	4700	260000	-3,63375	-0,000303	0,0005	0,000220	0,00	0,00	0
240	20	230	2650	1500	4700	260000	-3,55125	-0,000296	0,0009	0,000565	0,00	0,00	0
260	20	250	2650	1500	4700	260000	-3,46875	-0,000289	0,0012	0,000910	0,00	0,00	0
280	20	270	2650	1500	4700	260000	-3,38625	-0,000282	0,0015	0,001255	0,00	0,00	0
300	20	290	2650	1500	4700	260000	-3,30375	-0,000275	0,0019	0,001599	0,00	0,00	0
320	20	310	2473	1500	4700	256466,7	-3,22125	-0,000268	0,0022	0,001944	0,00	0,00	0
340	20	330	2297	1500	4700	249400	-3,13875	-0,000262	0,0026	0,002289	0,00	0,00	0
360	20	350	2120	1500	4700	242333,3	-3,05625	-0,000255	0,0029	0,002634	0,00	0,00	0
380	20	370	1943	1500	4700	235266,7	-2,97375	-0,000248	0,0032	0,002978	0,00	0,00	0
400	20	390	1767	1500	4700	228200	-2,89125	-0,000241	0,0036	0,003323	0,00	0,00	0
420	20	410	1590	1500	4700	221133,3	-2,80875	-0,000234	0,0039	0,003668	0,00	0,00	0
440	20	430	1413	1500	4700	214066,7	-2,72625	-0,000227	0,0042	0,004013	0,00	0,00	0
460	20	450	1237	1500	4700	207000	-2,64375	-0,000220	0,0046	0,004357	0,00	0,00	0
480	20	470	1060	1500	4700	199933,3	-2,56125	-0,000213	0,0049	0,004702	0,00	0,00	0
500	20	490	883	1500	4700	192866,7	-2,47875	-0,000207	0,0053	0,005047	0,00	0,00	0
520	20	510	707	1500	4700	185800	-2,39625	-0,000200	0,0056	0,005392	0,00	0,00	0
540	20	530	530	1500	4700	178733,3	-2,31375	-0,000193	0,0059	0,005737	0,00	0,00	0

560	20	550	353	1500	4700	171666,7	-2,23125	-0,000186	0,0063	0,006081	0,00	0,00	0
580	20	570	177	1500	4700	164600	-2,14875	-0,000179	0,0066	0,006426	0,00	0,00	0
600	20	590	0	1500	4700	157533,3	-2,06625	-0,000172	0,0069	0,006771	0,00	0,00	0
620	20	610	0	1470	4700	153400	-1,98375	-0,000165	0,0073	0,007116	0,00	0,00	0
640	20	630	0	1440	4700	152200	-1,90125	-0,000158	0,0076	0,007460	0,00	0,00	0
660	20	650	0	1410	4700	151000	-1,81875	-0,000152	0,008	0,007805	0,00	0,00	0
680	20	670	0	1380	4700	149800	-1,73625	-0,000145	0,0083	0,008150	0,00	0,00	0
700	20	690	0	1350	4700	148600	-1,65375	-0,000138	0,0086	0,008495	0,00	0,00	0
720	20	710	0	1320	4700	147400	-1,57125	-0,000131	0,009	0,008839	0,00	0,00	0
740	20	730	0	1290	4700	146200	-1,48875	-0,000124	0,0093	0,009184	0,00	0,00	0
760	20	750	0	1260	4700	145000	-1,40625	-0,000117	0,0096	0,009529	0,00	0,00	0
780	20	770	0	1230	4700	143800	-1,32375	-0,000110	0,01	0,009874	0,00	0,00	0
800	20	790	0	1200	4700	142600	-1,24125	-0,000103	0,0103	0,010219	0,00	0,00	0
820	20	810	0	1170	4700	141400	-1,15875	-0,000097	0,0107	0,010563	0,00	0,00	0
840	20	830	0	1140	4700	140200	-1,07625	-0,000090	0,011	0,010908	0,00	0,00	0
860	20	850	0	1110	4700	139000	-0,99375	-0,000083	0,0113	0,011253	0,00	0,00	0
880	20	870	0	1080	4700	137800	-0,91125	-0,000076	0,0117	0,011598	0,00	0,00	0
900	20	890	0	1050	4700	136600	-0,82875	-0,000069	0,012	0,011942	0,00	0,00	0
920	20	910	0	1020	4700	135400	-0,74625	-0,000062	0,0123	0,012287	0,00	0,00	0
940	20	930	0	990	4700	134200	-0,66375	-0,000055	0,0127	0,012632	0,00	0,00	0
960	20	950	0	960	4700	133000	-0,58125	-0,000048	0,013	0,012977	0,00	0,00	0
980	20	970	0	930	4700	131800	-0,49875	-0,000042	0,0134	0,013321	0,00	0,00	0
1000	20	990	0	900	4700	130600	-0,41625	-0,000035	0,0137	0,013666	0,00	0,00	0
1020	20	1010	0	870	4700	129400	-0,33375	-0,000028	0,014	0,014011	0,00	0,00	0
1040	20	1030	0	840	4700	128200	-0,25125	-0,000021	0,0144	0,014356	0,00	0,00	0
1060	20	1050	0	810	4700	127000	-0,16875	-0,000014	0,0147	0,014701	0,00	0,00	0
1080	20	1070	0	780	4700	125800	-0,08625	-0,000007	0,0151	0,015045	0,00	0,00	0
1100	20	1090	0	750	4700	124600	-0,00375	0,000000	0,0154	0,015390	0,00	0,00	0
1120	20	1110	0	720	4700	123400	0,07875	0,000007	0,0157	0,015735	0,00	0,00	0
1140	20	1130	0	690	4700	122200	0,16125	0,000013	0,0161	0,016080	0,00	0,00	0
1160	20	1150	0	660	4700	121000	0,24375	0,000020	0,0164	0,016424	0,00	0,00	0
1180	20	1170	0	630	4700	119800	0,32625	0,000027	0,0167	0,016769	0,00	0,00	0
1200	20	1190	0	600	4700	118600	0,40875	0,000034	0,0171	0,017114	0,00	0,00	0

1220	20	1210	0	570	4700	117400	0,49125	0,000041	0,0174	0,017459	0,00	0,00	0
1240	20	1230	0	540	4700	116200	0,57375	0,000048	0,0178	0,017803	0,00	0,00	0
1260	20	1250	0	510	4700	115000	0,65625	0,000055	0,0181	0,018148	0,00	0,00	0
1280	20	1270	0	480	4700	113800	0,73875	0,000062	0,0184	0,018493	0,00	0,00	0
1300	20	1290	0	450	4700	112600	0,82125	0,000068	0,0188	0,018838	0,00	0,00	0
1320	20	1310	0	420	4700	111400	0,90375	0,000075	0,0191	0,019183	0,00	0,00	0
1340	20	1330	0	390	4700	110200	0,98625	0,000082	0,0194	0,019527	0,00	0,00	0
1360	20	1350	0	360	4700	109000	1,06875	0,000089	0,0198	0,019872	0,00	0,00	0
1380	20	1370	0	330	4700	107800	1,15125	0,000096	0,0201	0,020217	0,00	0,00	0
1400	20	1390	0	300	4700	106600	1,23375	0,000103	0,0205	0,020562	0,00	0,00	0
1420	20	1410	0	270	4700	105400	1,31625	0,000110	0,0208	0,020906	0,00	0,00	0
1440	20	1430	0	240	4700	104200	1,39875	0,000117	0,0211	0,021251	0,00	0,00	0
1460	20	1450	0	210	4700	103000	1,48125	0,000123	0,0215	0,021596	0,00	0,00	0
1480	20	1470	0	180	4700	101800	1,56375	0,000130	0,0218	0,021941	0,00	0,00	0
1500	20	1490	0	150	4700	100600	1,64625	0,000137	0,0221	0,022286	0,00	0,00	0
1520	20	1510	0	120	4700	99400	1,72875	0,000144	0,0225	0,022630	0,00	0,00	0
1540	20	1530	0	90	4700	98200	1,81125	0,000151	0,0228	0,022975	0,00	0,00	0
1560	20	1550	0	60	4700	97000	1,89375	0,000158	0,0232	0,023320	0,00	0,00	0
1580	20	1570	0	30	4700	95800	1,97625	0,000165	0,0235	0,023665	0,00	0,00	0
1600	20	1590	0	0	4700	94600	2,05875	0,000172	0,0238	0,024009	0,00	0,00	0



FÁZE 4 - KONEC ŽIVOTNOSTI

Mezní podmínka únosnosti stanovena jako přetržení předpínací výztuže.

Napětí a přetvoření předpínací výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření
- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu předpínací výztuže v tahu

$$\sigma_p = 1588,48 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_p = 0,019980$$

PLASTIZUJE
PŘETRŽENÁ

Silová podmínka rovnováhy:

$$F_p + \sum F_{ci} + F_s = 0$$

$$31\ 690 - 40\ 000 + 8\ 310 = 0$$

Momentová podmínka rovnováhy:

$$F_p * z_p + \sum F_{ci} * z_{ci} + F_s * z_s = M_{Rd}$$

$$31\ 849 - 3\ 055 + 12\ 681 = 41\ 475 \text{ kNm}$$

Rameno síly v předpínací výztuži od horního povrchu: $z_p = 1,005 \text{ m}$

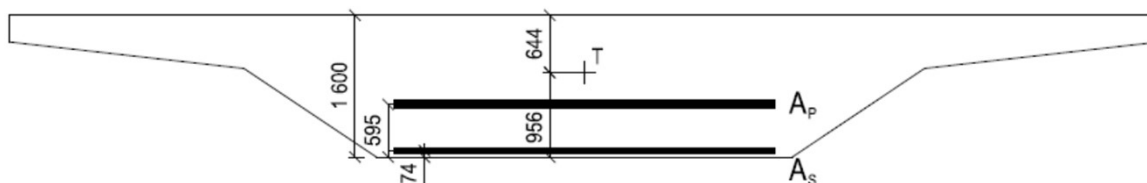
Hledaná poloha neutrální osy přidávaného přetvoření: $x = 0,179 \text{ m}$

Původní průřez nevyhověl na posouzení ohybového momentu při redukované ploše předpínací výztuže, proto byla přidána ke spodnímu povrchu tažená betonářská výztuž.

Tažená betonářská výztuž

krytí	c [mm]	60
průměr profilu	Ø [mm]	28
počet profilů	n [ks]	30
celková plocha výztuže	A_{s1} [m ²]	0,018473
vzdálenost osy betonářské výztuže od spodních vláken	V_{ds} [m]	0,074
rameno síly v betonářské výztuži od horního povrchu	z_s [m]	1,526

Průřez krajního pole po přidání betonářské výztuže:



Napětí a přetvoření betonářské výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření
- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu betonářské výztuže v tahu

$$\sigma_s = 449,86 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_s = 0,022906$$

PLASTIZUJE
NEPŘETRŽNE SE

Ověření ohybového momentu na mezi únosnosti:

$$M_{Ed} < M_{Rd}$$

$$37\ 470 < 41\ 475$$

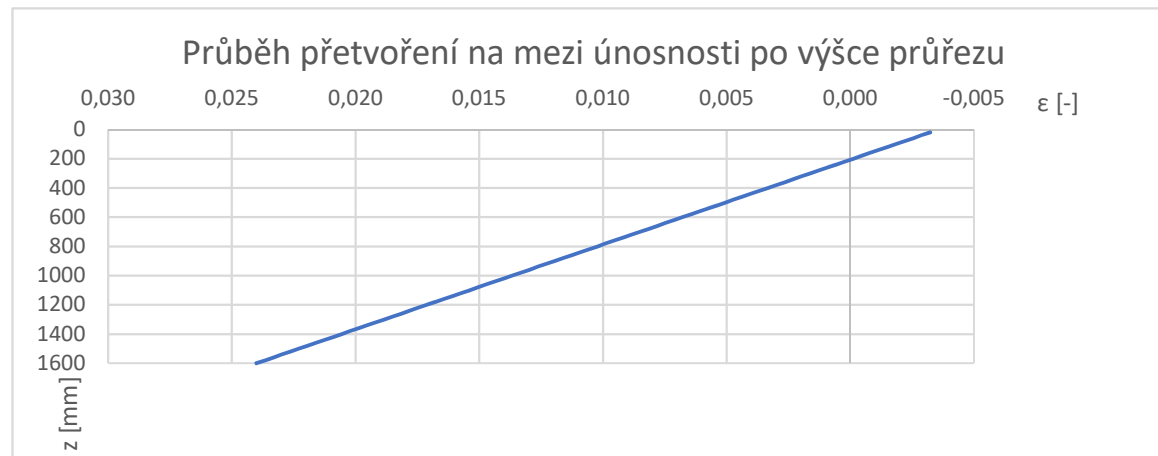
VYHOVUJE

Tabulka výpočtu mezních přetvoření pomocí proužkové metody:

spodní hranice proužku	výška proužku h_i	výška osy proužku z_i	šířka konzolové části b_A	šířka přechod. části b_B	šířka středové části b_C	plocha proužku A_i	$\sigma_{c,in(z)}$	$\epsilon_{c,in(z)}$	$\Delta\epsilon_c(z)$	$\epsilon_c(z)$	$\sigma_c(z)$	$N_c(z)$	$M_c(z)$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[kN]	[kNm]
20	20	10	2650	1500	4700	260000	-4,45875	-0,000372	-0,003	-0,003228	-21,00	-5460,00	-54,6
40	20	30	2650	1500	4700	260000	-4,37625	-0,000365	-0,003	-0,002883	-21,00	-5460,00	-163,8
60	20	50	2650	1500	4700	260000	-4,29375	-0,000358	-0,002	-0,002538	-21,00	-5460,00	-273
80	20	70	2650	1500	4700	260000	-4,21125	-0,000351	-0,002	-0,002193	-21,00	-5460,00	-382,2
100	20	90	2650	1500	4700	260000	-4,12875	-0,000344	-0,002	-0,001848	-21,00	-5460,00	-491,4
120	20	110	2650	1500	4700	260000	-4,04625	-0,000337	-0,001	-0,001504	-18,04	-4691,40	-516,0542
140	20	130	2650	1500	4700	260000	-3,96375	-0,000330	-8E-04	-0,001159	-13,91	-3615,72	-470,0433
160	20	150	2650	1500	4700	260000	-3,88125	-0,000323	-5E-04	-0,000814	-9,77	-2540,03	-381,005
180	20	170	2650	1500	4700	260000	-3,79875	-0,000317	-2E-04	-0,000469	-5,63	-1464,35	-248,9394
200	20	190	2650	1500	4700	260000	-3,71625	-0,000310	0,0002	-0,000125	-1,49	-388,67	-73,84637
220	20	210	2650	1500	4700	260000	-3,63375	-0,000303	0,0005	0,000220	0,00	0,00	0
240	20	230	2650	1500	4700	260000	-3,55125	-0,000296	0,0009	0,000565	0,00	0,00	0
260	20	250	2650	1500	4700	260000	-3,46875	-0,000289	0,0012	0,000910	0,00	0,00	0
280	20	270	2650	1500	4700	260000	-3,38625	-0,000282	0,0015	0,001255	0,00	0,00	0
300	20	290	2650	1500	4700	260000	-3,30375	-0,000275	0,0019	0,001599	0,00	0,00	0
320	20	310	2473	1500	4700	256466,7	-3,22125	-0,000268	0,0022	0,001944	0,00	0,00	0
340	20	330	2297	1500	4700	249400	-3,13875	-0,000262	0,0026	0,002289	0,00	0,00	0
360	20	350	2120	1500	4700	242333,3	-3,05625	-0,000255	0,0029	0,002634	0,00	0,00	0
380	20	370	1943	1500	4700	235266,7	-2,97375	-0,000248	0,0032	0,002978	0,00	0,00	0
400	20	390	1767	1500	4700	228200	-2,89125	-0,000241	0,0036	0,003323	0,00	0,00	0
420	20	410	1590	1500	4700	221133,3	-2,80875	-0,000234	0,0039	0,003668	0,00	0,00	0
440	20	430	1413	1500	4700	214066,7	-2,72625	-0,000227	0,0042	0,004013	0,00	0,00	0
460	20	450	1237	1500	4700	207000	-2,64375	-0,000220	0,0046	0,004357	0,00	0,00	0
480	20	470	1060	1500	4700	199933,3	-2,56125	-0,000213	0,0049	0,004702	0,00	0,00	0
500	20	490	883	1500	4700	192866,7	-2,47875	-0,000207	0,0053	0,005047	0,00	0,00	0
520	20	510	707	1500	4700	185800	-2,39625	-0,000200	0,0056	0,005392	0,00	0,00	0

540	20	530	530	1500	4700	178733,3	-2,31375	-0,000193	0,0059	0,005737	0,00	0,00	0
560	20	550	353	1500	4700	171666,7	-2,23125	-0,000186	0,0063	0,006081	0,00	0,00	0
580	20	570	177	1500	4700	164600	-2,14875	-0,000179	0,0066	0,006426	0,00	0,00	0
600	20	590	0	1500	4700	157533,3	-2,06625	-0,000172	0,0069	0,006771	0,00	0,00	0
620	20	610	0	1470	4700	153400	-1,98375	-0,000165	0,0073	0,007116	0,00	0,00	0
640	20	630	0	1440	4700	152200	-1,90125	-0,000158	0,0076	0,007460	0,00	0,00	0
660	20	650	0	1410	4700	151000	-1,81875	-0,000152	0,008	0,007805	0,00	0,00	0
680	20	670	0	1380	4700	149800	-1,73625	-0,000145	0,0083	0,008150	0,00	0,00	0
700	20	690	0	1350	4700	148600	-1,65375	-0,000138	0,0086	0,008495	0,00	0,00	0
720	20	710	0	1320	4700	147400	-1,57125	-0,000131	0,009	0,008839	0,00	0,00	0
740	20	730	0	1290	4700	146200	-1,48875	-0,000124	0,0093	0,009184	0,00	0,00	0
760	20	750	0	1260	4700	145000	-1,40625	-0,000117	0,0096	0,009529	0,00	0,00	0
780	20	770	0	1230	4700	143800	-1,32375	-0,000110	0,01	0,009874	0,00	0,00	0
800	20	790	0	1200	4700	142600	-1,24125	-0,000103	0,0103	0,010219	0,00	0,00	0
820	20	810	0	1170	4700	141400	-1,15875	-0,000097	0,0107	0,010563	0,00	0,00	0
840	20	830	0	1140	4700	140200	-1,07625	-0,000090	0,011	0,010908	0,00	0,00	0
860	20	850	0	1110	4700	139000	-0,99375	-0,000083	0,0113	0,011253	0,00	0,00	0
880	20	870	0	1080	4700	137800	-0,91125	-0,000076	0,0117	0,011598	0,00	0,00	0
900	20	890	0	1050	4700	136600	-0,82875	-0,000069	0,012	0,011942	0,00	0,00	0
920	20	910	0	1020	4700	135400	-0,74625	-0,000062	0,0123	0,012287	0,00	0,00	0
940	20	930	0	990	4700	134200	-0,66375	-0,000055	0,0127	0,012632	0,00	0,00	0
960	20	950	0	960	4700	133000	-0,58125	-0,000048	0,013	0,012977	0,00	0,00	0
980	20	970	0	930	4700	131800	-0,49875	-0,000042	0,0134	0,013321	0,00	0,00	0
1000	20	990	0	900	4700	130600	-0,41625	-0,000035	0,0137	0,013666	0,00	0,00	0
1020	20	1010	0	870	4700	129400	-0,33375	-0,000028	0,014	0,014011	0,00	0,00	0
1040	20	1030	0	840	4700	128200	-0,25125	-0,000021	0,0144	0,014356	0,00	0,00	0
1060	20	1050	0	810	4700	127000	-0,16875	-0,000014	0,0147	0,014701	0,00	0,00	0
1080	20	1070	0	780	4700	125800	-0,08625	-0,000007	0,0151	0,015045	0,00	0,00	0
1100	20	1090	0	750	4700	124600	-0,00375	0,000000	0,0154	0,015390	0,00	0,00	0
1120	20	1110	0	720	4700	123400	0,07875	0,000007	0,0157	0,015735	0,00	0,00	0
1140	20	1130	0	690	4700	122200	0,16125	0,000013	0,0161	0,016080	0,00	0,00	0
1160	20	1150	0	660	4700	121000	0,24375	0,000020	0,0164	0,016424	0,00	0,00	0
1180	20	1170	0	630	4700	119800	0,32625	0,000027	0,0167	0,016769	0,00	0,00	0

1200	20	1190	0	600	4700	118600	0,40875	0,000034	0,0171	0,017114	0,00	0,00	0
1220	20	1210	0	570	4700	117400	0,49125	0,000041	0,0174	0,017459	0,00	0,00	0
1240	20	1230	0	540	4700	116200	0,57375	0,000048	0,0178	0,017803	0,00	0,00	0
1260	20	1250	0	510	4700	115000	0,65625	0,000055	0,0181	0,018148	0,00	0,00	0
1280	20	1270	0	480	4700	113800	0,73875	0,000062	0,0184	0,018493	0,00	0,00	0
1300	20	1290	0	450	4700	112600	0,82125	0,000068	0,0188	0,018838	0,00	0,00	0
1320	20	1310	0	420	4700	111400	0,90375	0,000075	0,0191	0,019183	0,00	0,00	0
1340	20	1330	0	390	4700	110200	0,98625	0,000082	0,0194	0,019527	0,00	0,00	0
1360	20	1350	0	360	4700	109000	1,06875	0,000089	0,0198	0,019872	0,00	0,00	0
1380	20	1370	0	330	4700	107800	1,15125	0,000096	0,0201	0,020217	0,00	0,00	0
1400	20	1390	0	300	4700	106600	1,23375	0,000103	0,0205	0,020562	0,00	0,00	0
1420	20	1410	0	270	4700	105400	1,31625	0,000110	0,0208	0,020906	0,00	0,00	0
1440	20	1430	0	240	4700	104200	1,39875	0,000117	0,0211	0,021251	0,00	0,00	0
1460	20	1450	0	210	4700	103000	1,48125	0,000123	0,0215	0,021596	0,00	0,00	0
1480	20	1470	0	180	4700	101800	1,56375	0,000130	0,0218	0,021941	0,00	0,00	0
1500	20	1490	0	150	4700	100600	1,64625	0,000137	0,0221	0,022286	0,00	0,00	0
1520	20	1510	0	120	4700	99400	1,72875	0,000144	0,0225	0,022630	0,00	0,00	0
1540	20	1530	0	90	4700	98200	1,81125	0,000151	0,0228	0,022975	0,00	0,00	0
1560	20	1550	0	60	4700	97000	1,89375	0,000158	0,0232	0,023320	0,00	0,00	0
1580	20	1570	0	30	4700	95800	1,97625	0,000165	0,0235	0,023665	0,00	0,00	0
1600	20	1590	0	0	4700	94600	2,05875	0,000172	0,0238	0,024009	0,00	0,00	0

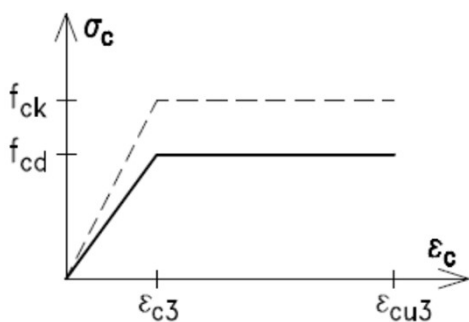


6. OVĚŘENÍ VYLOUČENÍ KŘEHKÉHO
LOMU KONSTRUKCE NAD MEZILEHLOU
PODPOROU

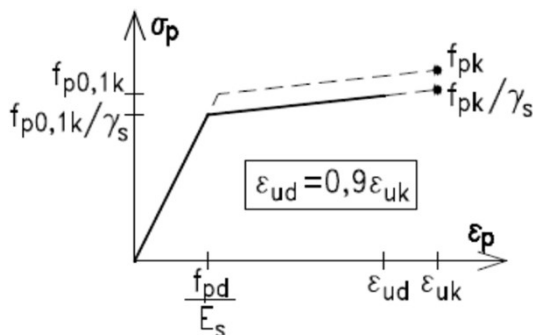
CHARAKTERISTIKY MATERIÁLŮ

beton C35/45		předpínací výztuž Y1860 0,6"S		betonářská výztuž B500 B			
ϵ_{c3}	0,00175	$f_{pk}/f_{p0,1k}$ [MPa]	1860	1636,80	$f_{yk}/1,08 f_{yk}$ [MPa]	500	540,00
ϵ_{cu3}	0,0035	γ_s	1,15		γ_s	1,15	
f_{ck} [MPa]	35	$f_{pd}/f_{p0,1d}$ [MPa]	1617	1 423,30	$f_{yd}/1,08 f_{yd}$ [MPa]	435	469,57
γ_c	1,5	ϵ_{uk}	0,0222		ϵ_{uk}	0,05	
α_{cc}	0,9	ϵ_{ud}	0,01998		ϵ_{ud}	0,045	
E_{ck} [MPa]	20 000	σ_{ud} [MPa]	1 598		σ_{ud} [MPa]	466	
f_{cd} [MPa]	21,00	E_s [MPa]	195 000		E_s [MPa]	200 000	
E_{cd} [MPa]	12 000						

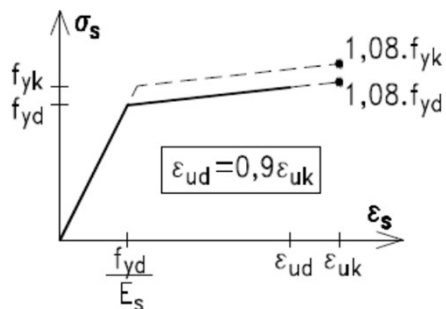
Pracovní diagram betonu v tlaku:



Pracovní diagram předpínací výztuže v tahu:



Pracovní diagram betonářské výztuže v tahu i tlaku:

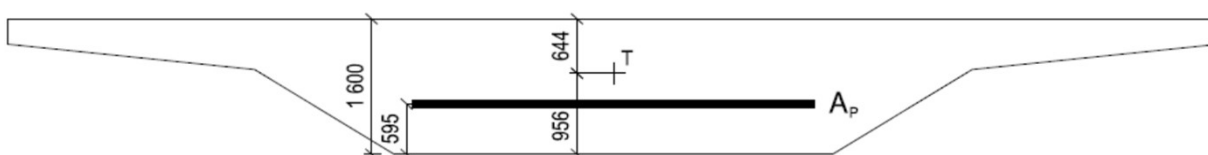


PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

výška průřezu	h [m]	1,6
plocha průřezu	A [m ²]	13,2
moment setrvačnosti	I _y [m ⁴]	2,712
vzdálenost těžiště od horních vláken	e _h [m]	0,644
vzdálenost těžiště od spodních vláken	e _d [m]	0,956
redukováná plocha předpínací výztuže	A _p [m ²]	0,02565
vzdálenost osy předpínací výztuže od spodních vláken	V _d [m]	1,155

Staničení řezu: 22,65 m

Původní průřez krajního pole:

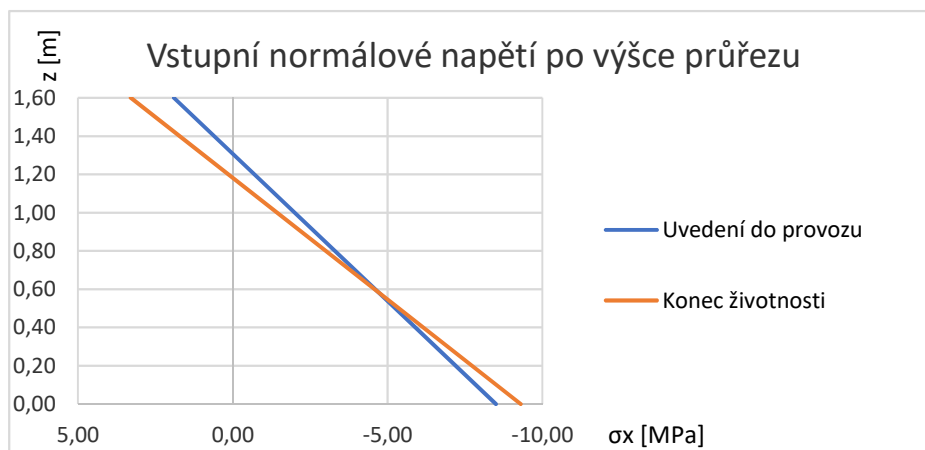


VSTUPNÍ NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ A PŘETVOŘENÍ BETONU PO VÝŠCE PRŮŘEZU

- Napětí vypočteno pro stálé zatížení a ztráty předpětí softwarem SCIA Engineer
- Napětí od předpětí vypočteno zvlášť pro redukovánou plochu předpínací výztuže tímtož softwarem
- Přetvoření vypočteno dle pracovního daigramu betonu v tlaku

	t [dny]	60	36500	
	z [m]	σ _{c,in,OST} [MPa]		σ _{c,in,P} [MPa]
HV	1,60	8,40	9,80	-6,50
DV	0,00	-12,10	-12,90	3,60

	t [dny]	60	36500	60	36500
	z [m]	Σσ _{c,in} [MPa]		ε _{c,in} [-]	
HV	1,60	1,90	3,30	0,000158	0,000275
DV	0,00	-8,50	-9,30	-0,000708	-0,000775



VSTUPNÍ NAPĚTÍ A PŘETVOŘENÍ V PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽI

- Napětí vypočteno pro stálé zatížení a předpětí včetně jeho ztrát softwarem SCIA Engineer
- Přetvoření vypočteno dle pracovního daigramu předpínací výztuže v tahu

	NAPĚTÍ		PŘETVOŘENÍ	
t [dny]	60	36500	60	36500
	σ_{pin} [MPa]		ϵ_{pin} [-]	
	1101,00	1101,00	0,005646	0,005646

VÝPOČET A OVĚŘENÍ MOMENTU ÚNOSNOSTI METODOU MEZNÍCH PŘETVOŘENÍ

FÁZE 3 - UVEDENÍ DO PROVOZU

Mezní podmínka únosnosti byla stanovena jako drcení betonu ve spodních vláknech.

Napětí a přetvoření předpínací výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření
- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu předpínací výztuže v tahu

$$\sigma_p = 1471,79 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_p = 0,011021 \quad \text{PLASTIZUJE} \\ \text{NEPŘETRHNE SE}$$

Silová podmínka rovnováhy:

$$F_p + \sum F_{ci} + \sum F_{si} = 0$$

37 751	-37 945	193	0
--------	---------	-----	---

Momentová podmínka rovnováhy:

$$F_p * z_p + \sum F_{ci} * z_{ci} + \sum F_{si} * z_{si} = M_{Rd}$$

16 799	-53 660	-15 046	-51 906 kNm
--------	---------	---------	-------------

Rameno síly v předpínací výztuži od horního povrchu: $z_p = 0,445 \text{ m}$

Hledaná poloha neutrální osy přidávaného přetvoření: $x = 0,395 \text{ m}$

Původní průřez nevyhověl na posouzení ohybového momentu při redukované ploše předpínací výztuže, proto byla přidána ke spodnímu povrchu tlačaná betonářská výztuž.

Tlačaná betonářská výztuž (1)

krytí	c_1 [mm]	60
průměr profilu	\varnothing_1 [mm]	32
počet profilů	n_1 [ks]	30
celková plocha výztuže	A_{s1} [m ²]	0,02413
vzdálenost osy betonářské výztuže od spodních vláken	V_{ds1} [m]	0,076
rameno síly v betonářské výztuži od horního povrchu	z_{s1} [m]	1,524

Napětí a přetvoření betonářské výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření
- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu betonářské výztuže v tahu

$$\begin{aligned} \varepsilon_{s1} &= -0,002921 & \text{PLASTIZUJE} & & \sigma_{s1} &= -431,08 \text{ MPa} \\ & & \text{NEPŘETRHNE SE} & & F_{s1} &= -10400,78 \text{ kN} \\ & & & & F_{s1} * z_{s1} &= -15850,79 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Průřez vyztužený tlačnou betonářskou výztuží také nevyhověl na posouzení ohybového momentu při redukované ploše předpínací výztuže, proto byla přidána ještě tažená betonářská výztuž k hornímu povrchu.

Tažená betonářská výztuž (2)

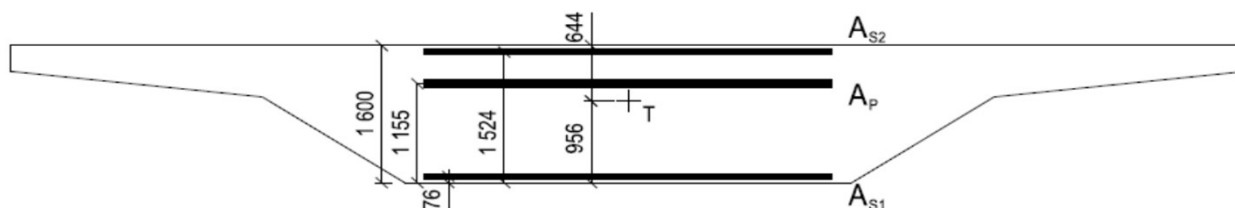
krytí	c_2 [mm]	60
průměr profilu	\varnothing_2 [mm]	32
počet profilů	n_2 [ks]	30
celková plocha výztuže	A_{s2} [m ²]	0,02413
vzdálenost osy betonářské výztuže od spodních vláken	V_{ds2} [m]	1,524
rameno síly v betonářské výztuži od horního povrchu	z_{s2} [m]	0,076

Napětí a přetvoření betonářské výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření
- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu betonářské výztuže v tahu

$$\begin{aligned} \sigma_{s2} &= 439,09 \text{ MPa} & \varepsilon_{s2} &= 0,008101 & \text{PLASTIZUJE} \\ F_{s2} &= 10594,20 \text{ kN} & & & \text{NEPŘETRHNE SE} \\ F_s * z_{s2} &= 805,16 \text{ kNm} & & & \end{aligned}$$

Průřez nad mezilehlou podporou po přidání betonářské výztuže:



Ověření ohybového momentu na mezi únosnosti:

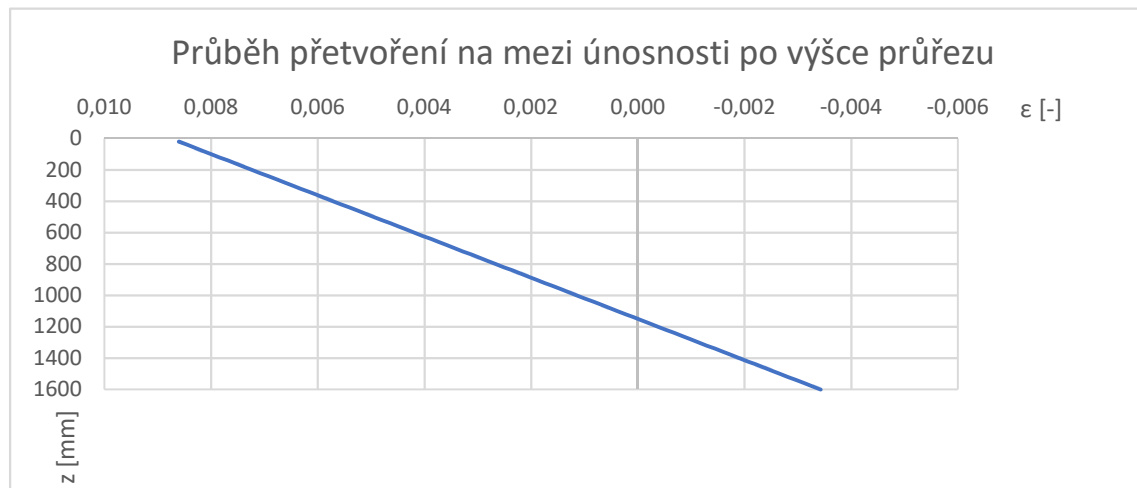
$$\begin{aligned} M_{Ed} &< M_{Rd} \\ -48\ 753 &< -51\ 906 \\ & \text{VYHOVUJE} \end{aligned}$$

Tabulka výpočtu mezních přetvoření pomocí proužkové metody:

spodní hranice proužku	výška proužku h_i	výška osy proužku z_i	šířka konzolové části b_A	šířka přechod. části b_B	šířka středové části b_C	plocha proužku A_i	$\sigma_{c,in}(z)$	$\epsilon_{c,in}(z)$	$\Delta\epsilon_c(z)$	$\epsilon_c(z)$	$\sigma_c(z)$	$N_c(z)$	$M_c(z)$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[kN]	[kNm]
20	20	10	2650	1500	4700	260000	1,835	0,000153	0,008	0,008604	0,00	0,00	0
40	20	30	2650	1500	4700	260000	1,705	0,000142	0,008	0,008452	0,00	0,00	0
60	20	50	2650	1500	4700	260000	1,575	0,000131	0,008	0,008299	0,00	0,00	0
80	20	70	2650	1500	4700	260000	1,445	0,000120	0,008	0,008147	0,00	0,00	0
100	20	90	2650	1500	4700	260000	1,315	0,000110	0,008	0,007995	0,00	0,00	0
120	20	110	2650	1500	4700	260000	1,185	0,000099	0,008	0,007843	0,00	0,00	0
140	20	130	2650	1500	4700	260000	1,055	0,000088	0,008	0,007690	0,00	0,00	0
160	20	150	2650	1500	4700	260000	0,925	0,000077	0,007	0,007538	0,00	0,00	0
180	20	170	2650	1500	4700	260000	0,795	0,000066	0,007	0,007386	0,00	0,00	0
200	20	190	2650	1500	4700	260000	0,665	0,000055	0,007	0,007234	0,00	0,00	0
220	20	210	2650	1500	4700	260000	0,535	0,000045	0,007	0,007081	0,00	0,00	0
240	20	230	2650	1500	4700	260000	0,405	0,000034	0,007	0,006929	0,00	0,00	0
260	20	250	2650	1500	4700	260000	0,275	0,000023	0,007	0,006777	0,00	0,00	0
280	20	270	2650	1500	4700	260000	0,145	0,000012	0,007	0,006625	0,00	0,00	0
300	20	290	2650	1500	4700	260000	0,015	0,000001	0,006	0,006472	0,00	0,00	0
320	20	310	2473	1500	4700	256466,7	-0,115	-0,000010	0,006	0,006320	0,00	0,00	0
340	20	330	2297	1500	4700	249400	-0,245	-0,000020	0,006	0,006168	0,00	0,00	0
360	20	350	2120	1500	4700	242333,3	-0,375	-0,000031	0,006	0,006016	0,00	0,00	0
380	20	370	1943	1500	4700	235266,7	-0,505	-0,000042	0,006	0,005863	0,00	0,00	0
400	20	390	1767	1500	4700	228200	-0,635	-0,000053	0,006	0,005711	0,00	0,00	0
420	20	410	1590	1500	4700	221133,3	-0,765	-0,000064	0,006	0,005559	0,00	0,00	0
440	20	430	1413	1500	4700	214066,7	-0,895	-0,000075	0,005	0,005407	0,00	0,00	0
460	20	450	1237	1500	4700	207000	-1,025	-0,000085	0,005	0,005254	0,00	0,00	0
480	20	470	1060	1500	4700	199933,3	-1,155	-0,000096	0,005	0,005102	0,00	0,00	0
500	20	490	883	1500	4700	192866,7	-1,285	-0,000107	0,005	0,004950	0,00	0,00	0
520	20	510	707	1500	4700	185800	-1,415	-0,000118	0,005	0,004798	0,00	0,00	0
540	20	530	530	1500	4700	178733,3	-1,545	-0,000129	0,005	0,004645	0,00	0,00	0

560	20	550	353	1500	4700	171666,7	-1,675	-0,000140	0,005	0,004493	0,00	0,00	0
580	20	570	177	1500	4700	164600	-1,805	-0,000150	0,004	0,004341	0,00	0,00	0
600	20	590	0	1500	4700	157533,3	-1,935	-0,000161	0,004	0,004189	0,00	0,00	0
620	20	610	0	1470	4700	153400	-2,065	-0,000172	0,004	0,004036	0,00	0,00	0
640	20	630	0	1440	4700	152200	-2,195	-0,000183	0,004	0,003884	0,00	0,00	0
660	20	650	0	1410	4700	151000	-2,325	-0,000194	0,004	0,003732	0,00	0,00	0
680	20	670	0	1380	4700	149800	-2,455	-0,000205	0,004	0,003580	0,00	0,00	0
700	20	690	0	1350	4700	148600	-2,585	-0,000215	0,004	0,003427	0,00	0,00	0
720	20	710	0	1320	4700	147400	-2,715	-0,000226	0,004	0,003275	0,00	0,00	0
740	20	730	0	1290	4700	146200	-2,845	-0,000237	0,003	0,003123	0,00	0,00	0
760	20	750	0	1260	4700	145000	-2,975	-0,000248	0,003	0,002971	0,00	0,00	0
780	20	770	0	1230	4700	143800	-3,105	-0,000259	0,003	0,002818	0,00	0,00	0
800	20	790	0	1200	4700	142600	-3,235	-0,000270	0,003	0,002666	0,00	0,00	0
820	20	810	0	1170	4700	141400	-3,365	-0,000280	0,003	0,002514	0,00	0,00	0
840	20	830	0	1140	4700	140200	-3,495	-0,000291	0,003	0,002362	0,00	0,00	0
860	20	850	0	1110	4700	139000	-3,625	-0,000302	0,003	0,002209	0,00	0,00	0
880	20	870	0	1080	4700	137800	-3,755	-0,000313	0,002	0,002057	0,00	0,00	0
900	20	890	0	1050	4700	136600	-3,885	-0,000324	0,002	0,001905	0,00	0,00	0
920	20	910	0	1020	4700	135400	-4,015	-0,000335	0,002	0,001753	0,00	0,00	0
940	20	930	0	990	4700	134200	-4,145	-0,000345	0,002	0,001600	0,00	0,00	0
960	20	950	0	960	4700	133000	-4,275	-0,000356	0,002	0,001448	0,00	0,00	0
980	20	970	0	930	4700	131800	-4,405	-0,000367	0,002	0,001296	0,00	0,00	0
1000	20	990	0	900	4700	130600	-4,535	-0,000378	0,002	0,001144	0,00	0,00	0
1020	20	1010	0	870	4700	129400	-4,665	-0,000389	0,001	0,000991	0,00	0,00	0
1040	20	1030	0	840	4700	128200	-4,795	-0,000400	0,001	0,000839	0,00	0,00	0
1060	20	1050	0	810	4700	127000	-4,925	-0,000410	0,001	0,000687	0,00	0,00	0
1080	20	1070	0	780	4700	125800	-5,055	-0,000421	1E-03	0,000535	0,00	0,00	0
1100	20	1090	0	750	4700	124600	-5,185	-0,000432	8E-04	0,000382	0,00	0,00	0
1120	20	1110	0	720	4700	123400	-5,315	-0,000443	7E-04	0,000230	0,00	0,00	0
1140	20	1130	0	690	4700	122200	-5,445	-0,000454	5E-04	0,000078	0,00	0,00	0
1160	20	1150	0	660	4700	121000	-5,575	-0,000465	4E-04	-0,000074	-0,89	-107,98	-124,177
1180	20	1170	0	630	4700	119800	-5,705	-0,000475	2E-04	-0,000227	-2,72	-325,78	-381,1676
1200	20	1190	0	600	4700	118600	-5,835	-0,000486	1E-04	-0,000379	-4,55	-539,20	-641,6524

1220	20	1210	0	570	4700	117400	-5,965	-0,000497	-3E-05	-0,000531	-6,37	-748,24	-905,3684
1240	20	1230	0	540	4700	116200	-6,095	-0,000508	-2E-04	-0,000683	-8,20	-952,89	-1172,052
1260	20	1250	0	510	4700	115000	-6,225	-0,000519	-3E-04	-0,000836	-10,03	-1153,15	-1441,442
1280	20	1270	0	480	4700	113800	-6,355	-0,000530	-5E-04	-0,000988	-11,85	-1349,03	-1713,272
1300	20	1290	0	450	4700	112600	-6,485	-0,000540	-6E-04	-0,001140	-13,68	-1540,53	-1987,282
1320	20	1310	0	420	4700	111400	-6,615	-0,000551	-7E-04	-0,001292	-15,51	-1727,64	-2263,208
1340	20	1330	0	390	4700	110200	-6,745	-0,000562	-9E-04	-0,001445	-17,34	-1910,37	-2540,786
1360	20	1350	0	360	4700	109000	-6,875	-0,000573	-0,001	-0,001597	-19,16	-2088,71	-2819,753
1380	20	1370	0	330	4700	107800	-7,005	-0,000584	-0,001	-0,001749	-20,99	-2262,66	-3099,847
1400	20	1390	0	300	4700	106600	-7,135	-0,000595	-0,001	-0,001901	-21,00	-2238,60	-3111,654
1420	20	1410	0	270	4700	105400	-7,265	-0,000605	-0,001	-0,002054	-21,00	-2213,40	-3120,894
1440	20	1430	0	240	4700	104200	-7,395	-0,000616	-0,002	-0,002206	-21,00	-2188,20	-3129,126
1460	20	1450	0	210	4700	103000	-7,525	-0,000627	-0,002	-0,002358	-21,00	-2163,00	-3136,35
1480	20	1470	0	180	4700	101800	-7,655	-0,000638	-0,002	-0,002510	-21,00	-2137,80	-3142,566
1500	20	1490	0	150	4700	100600	-7,785	-0,000649	-0,002	-0,002663	-21,00	-2112,60	-3147,774
1520	20	1510	0	120	4700	99400	-7,915	-0,000660	-0,002	-0,002815	-21,00	-2087,40	-3151,974
1540	20	1530	0	90	4700	98200	-8,045	-0,000670	-0,002	-0,002967	-21,00	-2062,20	-3155,166
1560	20	1550	0	60	4700	97000	-8,175	-0,000681	-0,002	-0,003119	-21,00	-2037,00	-3157,35
1580	20	1570	0	30	4700	95800	-8,305	-0,000692	-0,003	-0,003272	-21,00	-2011,80	-3158,526
1600	20	1590	0	0	4700	94600	-8,435	-0,000703	-0,003	-0,003424	-21,00	-1986,60	-3158,694



FÁZE 4 - KONEC ŽIVOTNOSTI

Mezní podmínka únosnosti byla stanovena jako drcení betonu ve spodních vláknech.

Napětí a přetvoření předpínací výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření
- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu předpínací výztuže v tahu

$$\sigma_p = 1469,87 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_p = 0,010874$$

PLASTIZUJE
NEPŘETRHNE SE

Silová podmínka rovnováhy:

$$F_p + \sum F_{ci} + \sum F_{si} = 0$$

$$37\,702 - 37\,891 + 189 = 0$$

Momentová podmínka rovnováhy:

$$F_p * z_p + \sum F_{ci} * z_{ci} + \sum F_{si} * z_{si} = M_{Rd}$$

$$16\,777 - 53\,578 - 15\,047 = -51\,848 \text{ kNm}$$

Rameno síly v předpínací výztuži od horního povrchu: $z_p = 0,445 \text{ m}$

Hledaná poloha neutrální osy přidávaného přetvoření: $x = 0,396 \text{ m}$

Tlačená betonářská výztuž (1)

krytí	c_1 [mm]	60
průměr profilu	\varnothing_1 [mm]	32
počet profilů	n_1 [ks]	30
celková plocha výztuže	A_{s1} [m ²]	0,02413
vzdálenost osy betonářské výztuže od spodních vláken	V_{ds1} [m]	0,076
rameno síly v betonářské výztuži od horního povrchu	z_{s1} [m]	1,524

Napětí a přetvoření betonářské výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření
- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu betonářské výztuže v tahu

$$\sigma_{s1} = -431,12 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{s1} = -0,002869$$

PLASTIZUJE

$$F_{s1} = -10401,7 \text{ kN}$$

NEPŘETRHNE SE

$$F_s * z_{s1} = -15852,19 \text{ kNm}$$

Tažená betonářská výztuž (2)

krytí	c_2 [mm]	60
průměr profilu	\varnothing_2 [mm]	32
počet profilů	n_2 [ks]	30
celková plocha výztuže	A_{s2} [m ²]	0,02413
vzdálenost osy betonářské výztuže od spodních vláken	V_{ds2} [m]	1,524
rameno síly v betonářské výztuži od horního povrchu	z_{s2} [m]	0,076

Napětí a přetvoření betonářské výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření

- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu betonářské výztuže v tahu

$$\sigma_{s2} = 438,94 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{s2} = 0,007886$$

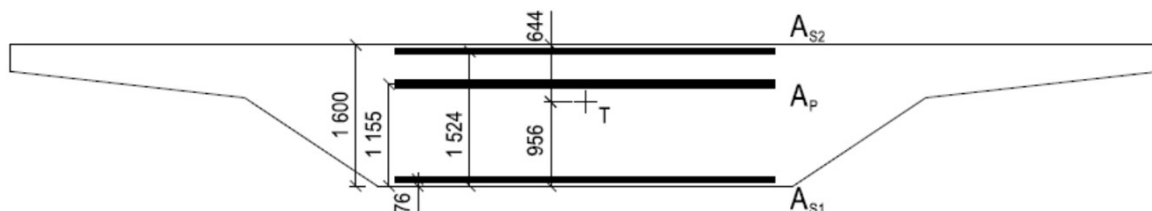
PLASTIZUJE

$$F_{s2} = 10590,42 \text{ kN}$$

NEPŘĚTRHNE SE

$$F_{s2} * z_{s2} = 804,87 \text{ kNm}$$

Průřez nad mezilehlou podporou po přidání betonářské výztuže:



Ověření ohybového momentu na mezi únosnosti:

$$M_{Ed} <$$

$$M_{Rd}$$

$$-49\ 573$$

$$<$$

$$-51\ 848$$

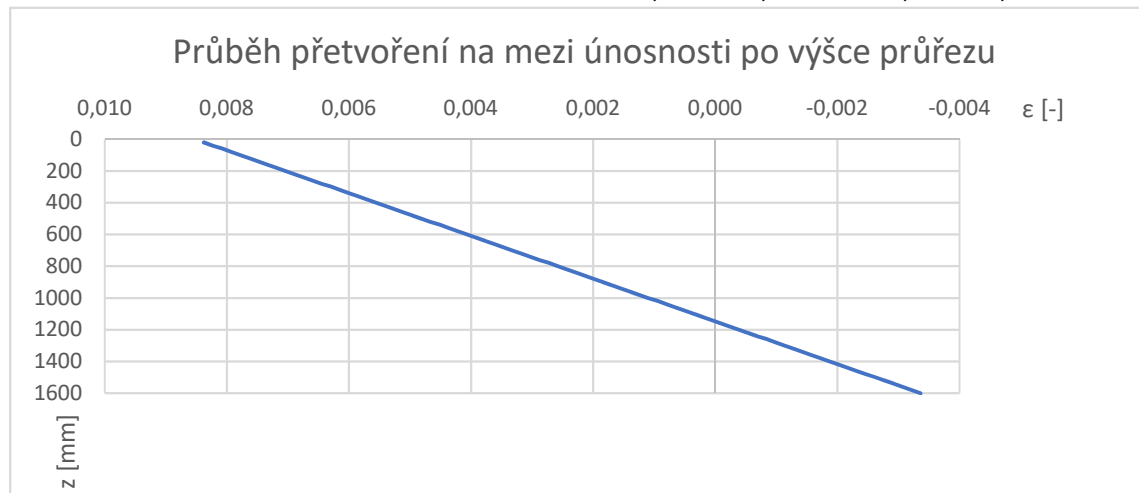
VYHOVUJE

Tabulka výpočtu mezních přetvoření pomocí proužkové metody:

spodní hranice proužku	výška proužku h_i	výška osy proužku z_i	šířka konzolové části b_A	šířka přechod. části b_B	šířka středové části b_C	plocha proužku A_i	$\sigma_{c,in}(z)$	$\epsilon_{c,in}(z)$	$\Delta\epsilon_c(z)$	$\epsilon_c(z)$	$\sigma_c(z)$	$N_c(z)$	$M_c(z)$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[kN]	[kNm]
20	20	10	2650	1500	4700	260000	1,835	0,000153	0,008	0,008376	0,00	0,00	0
40	20	30	2650	1500	4700	260000	1,705	0,000142	0,008	0,008228	0,00	0,00	0
60	20	50	2650	1500	4700	260000	1,575	0,000131	0,008	0,008079	0,00	0,00	0
80	20	70	2650	1500	4700	260000	1,445	0,000120	0,008	0,007931	0,00	0,00	0
100	20	90	2650	1500	4700	260000	1,315	0,000110	0,008	0,007782	0,00	0,00	0
120	20	110	2650	1500	4700	260000	1,185	0,000099	0,008	0,007634	0,00	0,00	0
140	20	130	2650	1500	4700	260000	1,055	0,000088	0,007	0,007485	0,00	0,00	0
160	20	150	2650	1500	4700	260000	0,925	0,000077	0,007	0,007336	0,00	0,00	0
180	20	170	2650	1500	4700	260000	0,795	0,000066	0,007	0,007188	0,00	0,00	0
200	20	190	2650	1500	4700	260000	0,665	0,000055	0,007	0,007039	0,00	0,00	0
220	20	210	2650	1500	4700	260000	0,535	0,000045	0,007	0,006891	0,00	0,00	0
240	20	230	2650	1500	4700	260000	0,405	0,000034	0,007	0,006742	0,00	0,00	0
260	20	250	2650	1500	4700	260000	0,275	0,000023	0,007	0,006594	0,00	0,00	0
280	20	270	2650	1500	4700	260000	0,145	0,000012	0,006	0,006445	0,00	0,00	0
300	20	290	2650	1500	4700	260000	0,015	0,000001	0,006	0,006297	0,00	0,00	0
320	20	310	2473	1500	4700	256466,7	-0,115	-0,000010	0,006	0,006148	0,00	0,00	0
340	20	330	2297	1500	4700	249400	-0,245	-0,000020	0,006	0,005999	0,00	0,00	0
360	20	350	2120	1500	4700	242333,3	-0,375	-0,000031	0,006	0,005851	0,00	0,00	0
380	20	370	1943	1500	4700	235266,7	-0,505	-0,000042	0,006	0,005702	0,00	0,00	0
400	20	390	1767	1500	4700	228200	-0,635	-0,000053	0,006	0,005554	0,00	0,00	0
420	20	410	1590	1500	4700	221133,3	-0,765	-0,000064	0,005	0,005405	0,00	0,00	0
440	20	430	1413	1500	4700	214066,7	-0,895	-0,000075	0,005	0,005257	0,00	0,00	0
460	20	450	1237	1500	4700	207000	-1,025	-0,000085	0,005	0,005108	0,00	0,00	0
480	20	470	1060	1500	4700	199933,3	-1,155	-0,000096	0,005	0,004960	0,00	0,00	0
500	20	490	883	1500	4700	192866,7	-1,285	-0,000107	0,005	0,004811	0,00	0,00	0
520	20	510	707	1500	4700	185800	-1,415	-0,000118	0,005	0,004663	0,00	0,00	0
540	20	530	530	1500	4700	178733,3	-1,545	-0,000129	0,005	0,004514	0,00	0,00	0

560	20	550	353	1500	4700	171666,7	-1,675	-0,000140	0,005	0,004365	0,00	0,00	0
580	20	570	177	1500	4700	164600	-1,805	-0,000150	0,004	0,004217	0,00	0,00	0
600	20	590	0	1500	4700	157533,3	-1,935	-0,000161	0,004	0,004068	0,00	0,00	0
620	20	610	0	1470	4700	153400	-2,065	-0,000172	0,004	0,003920	0,00	0,00	0
640	20	630	0	1440	4700	152200	-2,195	-0,000183	0,004	0,003771	0,00	0,00	0
660	20	650	0	1410	4700	151000	-2,325	-0,000194	0,004	0,003623	0,00	0,00	0
680	20	670	0	1380	4700	149800	-2,455	-0,000205	0,004	0,003474	0,00	0,00	0
700	20	690	0	1350	4700	148600	-2,585	-0,000215	0,004	0,003326	0,00	0,00	0
720	20	710	0	1320	4700	147400	-2,715	-0,000226	0,003	0,003177	0,00	0,00	0
740	20	730	0	1290	4700	146200	-2,845	-0,000237	0,003	0,003029	0,00	0,00	0
760	20	750	0	1260	4700	145000	-2,975	-0,000248	0,003	0,002880	0,00	0,00	0
780	20	770	0	1230	4700	143800	-3,105	-0,000259	0,003	0,002731	0,00	0,00	0
800	20	790	0	1200	4700	142600	-3,235	-0,000270	0,003	0,002583	0,00	0,00	0
820	20	810	0	1170	4700	141400	-3,365	-0,000280	0,003	0,002434	0,00	0,00	0
840	20	830	0	1140	4700	140200	-3,495	-0,000291	0,003	0,002286	0,00	0,00	0
860	20	850	0	1110	4700	139000	-3,625	-0,000302	0,002	0,002137	0,00	0,00	0
880	20	870	0	1080	4700	137800	-3,755	-0,000313	0,002	0,001989	0,00	0,00	0
900	20	890	0	1050	4700	136600	-3,885	-0,000324	0,002	0,001840	0,00	0,00	0
920	20	910	0	1020	4700	135400	-4,015	-0,000335	0,002	0,001692	0,00	0,00	0
940	20	930	0	990	4700	134200	-4,145	-0,000345	0,002	0,001543	0,00	0,00	0
960	20	950	0	960	4700	133000	-4,275	-0,000356	0,002	0,001394	0,00	0,00	0
980	20	970	0	930	4700	131800	-4,405	-0,000367	0,002	0,001246	0,00	0,00	0
1000	20	990	0	900	4700	130600	-4,535	-0,000378	0,001	0,001097	0,00	0,00	0
1020	20	1010	0	870	4700	129400	-4,665	-0,000389	0,001	0,000949	0,00	0,00	0
1040	20	1030	0	840	4700	128200	-4,795	-0,000400	0,001	0,000800	0,00	0,00	0
1060	20	1050	0	810	4700	127000	-4,925	-0,000410	0,001	0,000652	0,00	0,00	0
1080	20	1070	0	780	4700	125800	-5,055	-0,000421	9E-04	0,000503	0,00	0,00	0
1100	20	1090	0	750	4700	124600	-5,185	-0,000432	8E-04	0,000355	0,00	0,00	0
1120	20	1110	0	720	4700	123400	-5,315	-0,000443	6E-04	0,000206	0,00	0,00	0
1140	20	1130	0	690	4700	122200	-5,445	-0,000454	5E-04	0,000058	0,00	0,00	0
1160	20	1150	0	660	4700	121000	-5,575	-0,000465	4E-04	-0,000091	-1,09	-132,13	-151,9443
1180	20	1170	0	630	4700	119800	-5,705	-0,000475	2E-04	-0,000240	-2,87	-344,37	-402,9109
1200	20	1190	0	600	4700	118600	-5,835	-0,000486	1E-04	-0,000388	-4,66	-552,33	-657,2761

1220	20	1210	0	570	4700	117400	-5,965	-0,000497	-4E-05	-0,000537	-6,44	-756,02	-914,7833
1240	20	1230	0	540	4700	116200	-6,095	-0,000508	-2E-04	-0,000685	-8,22	-955,43	-1175,176
1260	20	1250	0	510	4700	115000	-6,225	-0,000519	-3E-04	-0,000834	-10,00	-1150,56	-1438,197
1280	20	1270	0	480	4700	113800	-6,355	-0,000530	-5E-04	-0,000982	-11,79	-1341,41	-1703,59
1300	20	1290	0	450	4700	112600	-6,485	-0,000540	-6E-04	-0,001131	-13,57	-1527,98	-1971,098
1320	20	1310	0	420	4700	111400	-6,615	-0,000551	-7E-04	-0,001279	-15,35	-1710,28	-2240,465
1340	20	1330	0	390	4700	110200	-6,745	-0,000562	-9E-04	-0,001428	-17,14	-1888,30	-2511,433
1360	20	1350	0	360	4700	109000	-6,875	-0,000573	-0,001	-0,001576	-18,92	-2062,03	-2783,747
1380	20	1370	0	330	4700	107800	-7,005	-0,000584	-0,001	-0,001725	-20,70	-2231,50	-3057,149
1400	20	1390	0	300	4700	106600	-7,135	-0,000595	-0,001	-0,001874	-21,00	-2238,60	-3111,654
1420	20	1410	0	270	4700	105400	-7,265	-0,000605	-0,001	-0,002022	-21,00	-2213,40	-3120,894
1440	20	1430	0	240	4700	104200	-7,395	-0,000616	-0,002	-0,002171	-21,00	-2188,20	-3129,126
1460	20	1450	0	210	4700	103000	-7,525	-0,000627	-0,002	-0,002319	-21,00	-2163,00	-3136,35
1480	20	1470	0	180	4700	101800	-7,655	-0,000638	-0,002	-0,002468	-21,00	-2137,80	-3142,566
1500	20	1490	0	150	4700	100600	-7,785	-0,000649	-0,002	-0,002616	-21,00	-2112,60	-3147,774
1520	20	1510	0	120	4700	99400	-7,915	-0,000660	-0,002	-0,002765	-21,00	-2087,40	-3151,974
1540	20	1530	0	90	4700	98200	-8,045	-0,000670	-0,002	-0,002913	-21,00	-2062,20	-3155,166
1560	20	1550	0	60	4700	97000	-8,175	-0,000681	-0,002	-0,003062	-21,00	-2037,00	-3157,35
1580	20	1570	0	30	4700	95800	-8,305	-0,000692	-0,003	-0,003211	-21,00	-2011,80	-3158,526
1600	20	1590	0	0	4700	94600	-8,435	-0,000703	-0,003	-0,003359	-21,00	-1986,60	-3158,694

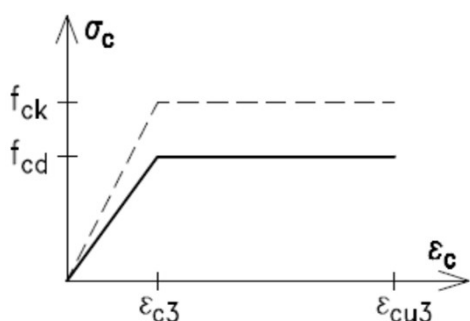


7. OVĚŘENÍ VYLOUČENÍ KŘEHKÉHO LOMU KONSTRUKCE V MEZILEHLÉM POLI

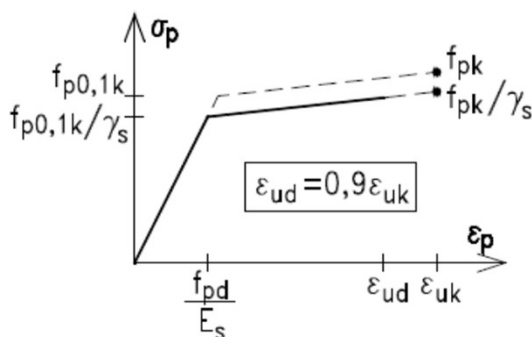
CHARAKTERISTIKY MATERIÁLŮ

beton C35/45		předpínací výztuž Y1860 0,6"S		betonářská výztuž B500 B			
ϵ_{c3}	0,00175	$f_{pk}/f_{p0,1k}$ [MPa]	1860	1636,80	$f_{yk}/1,08 f_{yk}$ [MPa]	500	540,00
ϵ_{cu3}	0,0035	γ_s	1,15		γ_s	1,15	
f_{ck} [MPa]	35	$f_{pd}/f_{p0,1d}$ [MPa]	1617	1 423,30	$f_{yd}/1,08 f_{yd}$ [MPa]	435	469,57
γ_c	1,5	ϵ_{uk}	0,0222		ϵ_{uk}	0,05	
α_{cc}	0,9	ϵ_{ud}	0,01998		ϵ_{ud}	0,045	
E_{ck} [MPa]	20 000	σ_{ud}	1 598		σ_{ud} [MPa]	466	
f_{cd} [MPa]	21,00	E_s [MPa]	195 000		E_s [MPa]	200 000	
E_{cd} [MPa]	12 000						

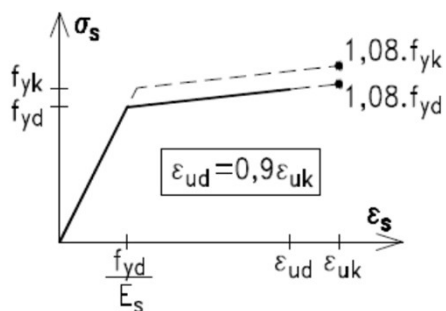
Pracovní diagram betonu v tlaku:



Pracovní diagram předpínací výztuže v tahu:



Pracovní diagram betonářské výztuže v tahu i tlaku:

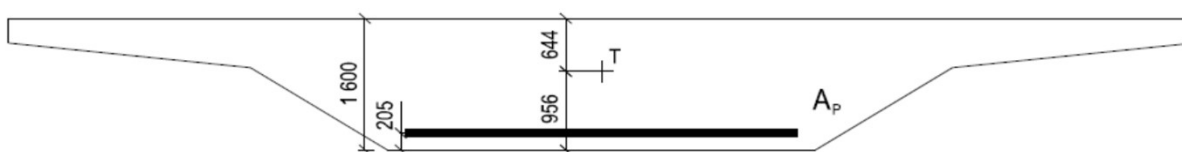


PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

výška průřezu	h [m]	1,6
plocha průřezu	A [m ²]	13,2
moment setrvačnosti	I _y [m ⁴]	2,712
vzdálenost těžiště od horních vláken	e _h [m]	0,644
vzdálenost těžiště od spodních vláken	e _d [m]	0,956
redukována plocha předpínací výztuže	A _p [m ²]	0,01995
vzdálenost osy předpínací výztuže od spodních vláken	V _d [m]	0,205

Staničení řezu: 37,15 m

Průřez v mezilehlém poli:

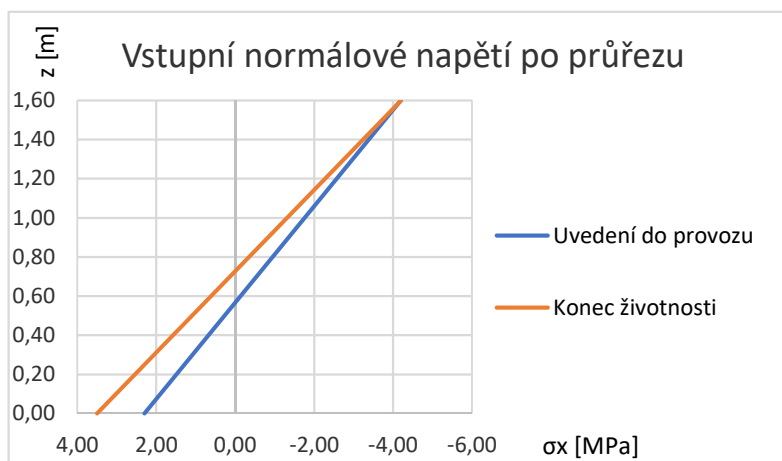


VSTUPNÍ NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ A PŘETVOŘENÍ BETONU PO VÝŠCE PRŮŘEZU

- Napětí vypočteno pro stálé zatížení a ztráty předpětí softwarem SCIA Engineer
- Napětí od předpětí vypočteno zvlášť pro redukovanou plochu předpínací výztuže tímž softwarem
- Přetvoření vypočteno dle pracovního daigramu betonu v tlaku

	t [dny]	60	36500	
	z [m]	σ _{c,in,OST} [MPa]		σ _{c,in,P} [MPa]
HV	1,60	-4,40	-4,40	0,20
DV	0,00	6,70	7,90	-4,40

	t [dny]	60	36500	60	36500
	z [m]	Σσ _{c,in} [MPa]		ε _{c,in} [-]	
HV	1,60	-4,20	-4,20	-0,000350	-0,000350
DV	0,00	2,30	3,50	0,000192	0,000292



VSTUPNÍ NAPĚTÍ A PŘETVOŘENÍ V PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽI

- Napětí vypočteno pro stálé zatížení a předpětí včetně jeho ztrát softwarem SCIA Engineer
- Přetvoření vypočteno dle pracovního daigramu předpínací výztuže v tahu

t [dny]	60	36500	60	36500
	σ_{Pin} [MPa]		ϵ_{Pin} [-]	
	951,00	951,00	0,004877	0,004877

VÝPOČET A OVĚŘENÍ MOMENTU ÚNOSNOSTI METODOU MEZNÍCH PŘETVOŘENÍ

FÁZE 3 - UVEDENÍ DO PROVOZU

Mezní podmínka únosnosti byla stanovena jako přetržení předpínací výztuže.

Napětí a přetvoření předpínací výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření
- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu předpínací výztuže v tahu

$$\sigma_p = 1588,48 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_p = 0,019980$$

**PLASTIZUJE
PŘETRŽENÁ**

Silová podmínka rovnováhy:

$$\begin{array}{rcl} F_p + & F_c = & 0 \\ 31\,690 & -31\,690 & 0 \end{array}$$

Momentová podmínka rovnováhy:

$$\begin{array}{rcl} F_p * z_p + & F_{ci} * z_{ci} = & M_{Rd} \\ 44\,208 & -2\,063 & 42\,144 \text{ kNm} \end{array}$$

Rameno síly v předpínací výztuži od horního povrchu: $z_p = 1,395 \text{ m}$

Hledaná poloha neutrální osy přidávaného přetvoření: $x = 0,162 \text{ m}$

Ověření ohybového momentu na mezi únosnosti:

$$M_{Ed}$$

<

$$M_{Rd}$$

$$38\,358$$

<

$$42\,144$$

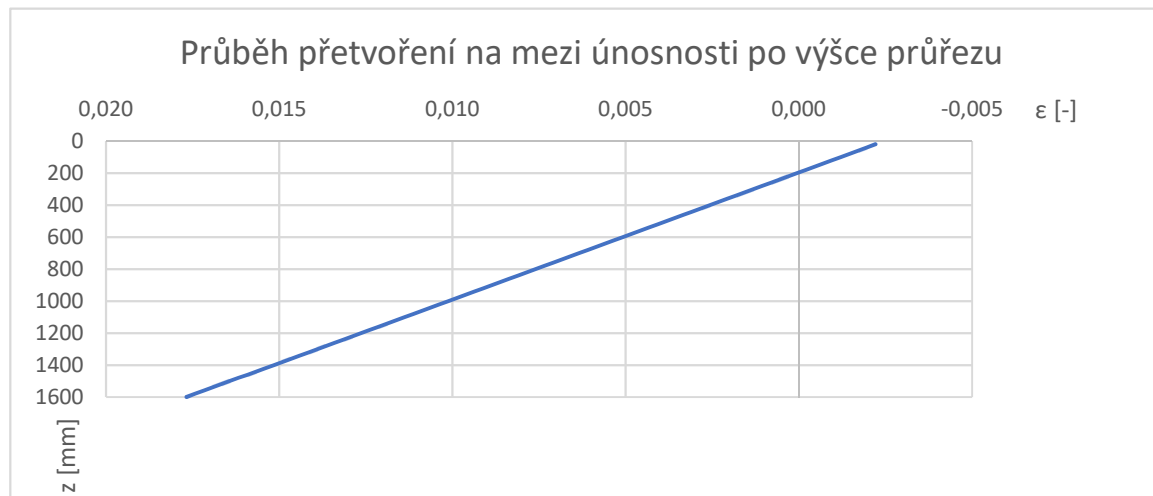
VYHOVUJE

Tabulka výpočtu mezních přetvoření pomocí proužkové metody:

spodní hranice proužku	výška proužku h_i	výška osy proužku z_i	šířka konzolové části b_A	šířka přechod. části b_B	šířka středové části b_C	plocha proužku A_i	$\sigma_{c,in}(z)$	$\epsilon_{c,in}(z)$	$\Delta\epsilon_c(z)$	$\epsilon_c(z)$	$\sigma_c(z)$	$N_c(z)$	$M_c(z)$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[kN]	[kNm]
20	20	10	2650	1500	4700	260000	-4,15938	-0,000347	-0,002	-0,002210	-21,00	-5460,00	-54,6
40	20	30	2650	1500	4700	260000	-4,07813	-0,000340	-0,002	-0,001958	-21,00	-5460,00	-163,8
60	20	50	2650	1500	4700	260000	-3,99688	-0,000333	-0,001	-0,001706	-20,48	-5323,74	-266,1871
80	20	70	2650	1500	4700	260000	-3,91563	-0,000326	-0,001	-0,001455	-17,45	-4538,21	-317,6749
100	20	90	2650	1500	4700	260000	-3,83438	-0,000320	-9E-04	-0,001203	-14,43	-3752,68	-337,7416
120	20	110	2650	1500	4700	260000	-3,75313	-0,000313	-6E-04	-0,000951	-11,41	-2967,16	-326,3871
140	20	130	2650	1500	4700	260000	-3,67188	-0,000306	-4E-04	-0,000699	-8,39	-2181,63	-283,6115
160	20	150	2650	1500	4700	260000	-3,59063	-0,000299	-1E-04	-0,000447	-5,37	-1396,10	-209,4147
180	20	170	2650	1500	4700	260000	-3,50938	-0,000292	1E-04	-0,000196	-2,35	-610,57	-103,7967
200	20	190	2650	1500	4700	260000	-3,42813	-0,000286	3E-04	0,000056	0,00	0,00	0
220	20	210	2650	1500	4700	260000	-3,34688	-0,000279	6E-04	0,000308	0,00	0,00	0
240	20	230	2650	1500	4700	260000	-3,26563	-0,000272	8E-04	0,000560	0,00	0,00	0
260	20	250	2650	1500	4700	260000	-3,18438	-0,000265	0,001	0,000811	0,00	0,00	0
280	20	270	2650	1500	4700	260000	-3,10313	-0,000259	0,001	0,001063	0,00	0,00	0
300	20	290	2650	1500	4700	260000	-3,02188	-0,000252	0,002	0,001315	0,00	0,00	0
320	20	310	2473	1500	4700	256466,7	-2,94063	-0,000245	0,002	0,001567	0,00	0,00	0
340	20	330	2297	1500	4700	249400	-2,85938	-0,000238	0,002	0,001818	0,00	0,00	0
360	20	350	2120	1500	4700	242333,3	-2,77813	-0,000232	0,002	0,002070	0,00	0,00	0
380	20	370	1943	1500	4700	235266,7	-2,69688	-0,000225	0,003	0,002322	0,00	0,00	0
400	20	390	1767	1500	4700	228200	-2,61563	-0,000218	0,003	0,002574	0,00	0,00	0
420	20	410	1590	1500	4700	221133,3	-2,53438	-0,000211	0,003	0,002826	0,00	0,00	0
440	20	430	1413	1500	4700	214066,7	-2,45313	-0,000204	0,003	0,003077	0,00	0,00	0
460	20	450	1237	1500	4700	207000	-2,37188	-0,000198	0,004	0,003329	0,00	0,00	0
480	20	470	1060	1500	4700	199933,3	-2,29063	-0,000191	0,004	0,003581	0,00	0,00	0
500	20	490	883	1500	4700	192866,7	-2,20938	-0,000184	0,004	0,003833	0,00	0,00	0
520	20	510	707	1500	4700	185800	-2,12813	-0,000177	0,004	0,004084	0,00	0,00	0
540	20	530	530	1500	4700	178733,3	-2,04688	-0,000171	0,005	0,004336	0,00	0,00	0

560	20	550	353	1500	4700	171666,7	-1,96563	-0,000164	0,005	0,004588	0,00	0,00	0
580	20	570	177	1500	4700	164600	-1,88438	-0,000157	0,005	0,004840	0,00	0,00	0
600	20	590	0	1500	4700	157533,3	-1,80313	-0,000150	0,005	0,005092	0,00	0,00	0
620	20	610	0	1470	4700	153400	-1,72188	-0,000143	0,005	0,005343	0,00	0,00	0
640	20	630	0	1440	4700	152200	-1,64063	-0,000137	0,006	0,005595	0,00	0,00	0
660	20	650	0	1410	4700	151000	-1,55938	-0,000130	0,006	0,005847	0,00	0,00	0
680	20	670	0	1380	4700	149800	-1,47813	-0,000123	0,006	0,006099	0,00	0,00	0
700	20	690	0	1350	4700	148600	-1,39688	-0,000116	0,006	0,006350	0,00	0,00	0
720	20	710	0	1320	4700	147400	-1,31563	-0,000110	0,007	0,006602	0,00	0,00	0
740	20	730	0	1290	4700	146200	-1,23438	-0,000103	0,007	0,006854	0,00	0,00	0
760	20	750	0	1260	4700	145000	-1,15313	-0,000096	0,007	0,007106	0,00	0,00	0
780	20	770	0	1230	4700	143800	-1,07188	-0,000089	0,007	0,007357	0,00	0,00	0
800	20	790	0	1200	4700	142600	-0,99063	-0,000083	0,008	0,007609	0,00	0,00	0
820	20	810	0	1170	4700	141400	-0,90938	-0,000076	0,008	0,007861	0,00	0,00	0
840	20	830	0	1140	4700	140200	-0,82813	-0,000069	0,008	0,008113	0,00	0,00	0
860	20	850	0	1110	4700	139000	-0,74688	-0,000062	0,008	0,008365	0,00	0,00	0
880	20	870	0	1080	4700	137800	-0,66563	-0,000055	0,009	0,008616	0,00	0,00	0
900	20	890	0	1050	4700	136600	-0,58438	-0,000049	0,009	0,008868	0,00	0,00	0
920	20	910	0	1020	4700	135400	-0,50313	-0,000042	0,009	0,009120	0,00	0,00	0
940	20	930	0	990	4700	134200	-0,42188	-0,000035	0,009	0,009372	0,00	0,00	0
960	20	950	0	960	4700	133000	-0,34063	-0,000028	0,01	0,009623	0,00	0,00	0
980	20	970	0	930	4700	131800	-0,25938	-0,000022	0,01	0,009875	0,00	0,00	0
1000	20	990	0	900	4700	130600	-0,17813	-0,000015	0,01	0,010127	0,00	0,00	0
1020	20	1010	0	870	4700	129400	-0,09688	-0,000008	0,01	0,010379	0,00	0,00	0
1040	20	1030	0	840	4700	128200	-0,01563	-0,000001	0,011	0,010631	0,00	0,00	0
1060	20	1050	0	810	4700	127000	0,065625	0,000005	0,011	0,010882	0,00	0,00	0
1080	20	1070	0	780	4700	125800	0,146875	0,000012	0,011	0,011134	0,00	0,00	0
1100	20	1090	0	750	4700	124600	0,228125	0,000019	0,011	0,011386	0,00	0,00	0
1120	20	1110	0	720	4700	123400	0,309375	0,000026	0,012	0,011638	0,00	0,00	0
1140	20	1130	0	690	4700	122200	0,390625	0,000033	0,012	0,011889	0,00	0,00	0
1160	20	1150	0	660	4700	121000	0,471875	0,000039	0,012	0,012141	0,00	0,00	0
1180	20	1170	0	630	4700	119800	0,553125	0,000046	0,012	0,012393	0,00	0,00	0
1200	20	1190	0	600	4700	118600	0,634375	0,000053	0,013	0,012645	0,00	0,00	0

1220	20	1210	0	570	4700	117400	0,715625	0,000060	0,013	0,012896	0,00	0,00	0
1240	20	1230	0	540	4700	116200	0,796875	0,000066	0,013	0,013148	0,00	0,00	0
1260	20	1250	0	510	4700	115000	0,878125	0,000073	0,013	0,013400	0,00	0,00	0
1280	20	1270	0	480	4700	113800	0,959375	0,000080	0,014	0,013652	0,00	0,00	0
1300	20	1290	0	450	4700	112600	1,040625	0,000087	0,014	0,013904	0,00	0,00	0
1320	20	1310	0	420	4700	111400	1,121875	0,000093	0,014	0,014155	0,00	0,00	0
1340	20	1330	0	390	4700	110200	1,203125	0,000100	0,014	0,014407	0,00	0,00	0
1360	20	1350	0	360	4700	109000	1,284375	0,000107	0,015	0,014659	0,00	0,00	0
1380	20	1370	0	330	4700	107800	1,365625	0,000114	0,015	0,014911	0,00	0,00	0
1400	20	1390	0	300	4700	106600	1,446875	0,000121	0,015	0,015162	0,00	0,00	0
1420	20	1410	0	270	4700	105400	1,528125	0,000127	0,015	0,015414	0,00	0,00	0
1440	20	1430	0	240	4700	104200	1,609375	0,000134	0,016	0,015666	0,00	0,00	0
1460	20	1450	0	210	4700	103000	1,690625	0,000141	0,016	0,015918	0,00	0,00	0
1480	20	1470	0	180	4700	101800	1,771875	0,000148	0,016	0,016169	0,00	0,00	0
1500	20	1490	0	150	4700	100600	1,853125	0,000154	0,016	0,016421	0,00	0,00	0
1520	20	1510	0	120	4700	99400	1,934375	0,000161	0,017	0,016673	0,00	0,00	0
1540	20	1530	0	90	4700	98200	2,015625	0,000168	0,017	0,016925	0,00	0,00	0
1560	20	1550	0	60	4700	97000	2,096875	0,000175	0,017	0,017177	0,00	0,00	0
1580	20	1570	0	30	4700	95800	2,178125	0,000182	0,017	0,017428	0,00	0,00	0
1600	20	1590	0	0	4700	94600	2,259375	0,000188	0,017	0,017680	0,00	0,00	0



FÁZE 4 - KONEC ŽIVOTNOSTI

Mezní podmínka únosnosti byla stanovena jako přetržení předpínací výztuže.

Napětí a přetvoření předpínací výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření

- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu předpínací výztuže v tahu

$$\sigma_p = 1588,48 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_p = 0,019980$$

**PLASTIZUJE
PŘETRŽENÁ**

Silová podmínka rovnováhy:

$$\begin{array}{rcl} F_p + \sum F_{ci} & = & 0 \\ 31\,690 & -31\,690 & 0 \end{array}$$

Momentová podmínka rovnováhy:

$$\begin{array}{rcl} F_p * z_p + \sum F_{ci} * z_{ci} & = & M_{Rd} \\ 44\,208 & -2\,063 & \mathbf{42\,144 \text{ kNm}} \end{array}$$

Rameno síly v předpínací výztuži od horního povrchu: $z_p = 1,395 \text{ m}$

Hledaná poloha neutrální osy přidávaného přetvoření: $x = \mathbf{0,162 \text{ m}}$

Ověření ohybového momentu na mezi únosnosti:

$$\begin{array}{rcl} M_{Ed} & < & M_{Rd} \\ \mathbf{38\,794} & < & \mathbf{42\,144} \end{array}$$

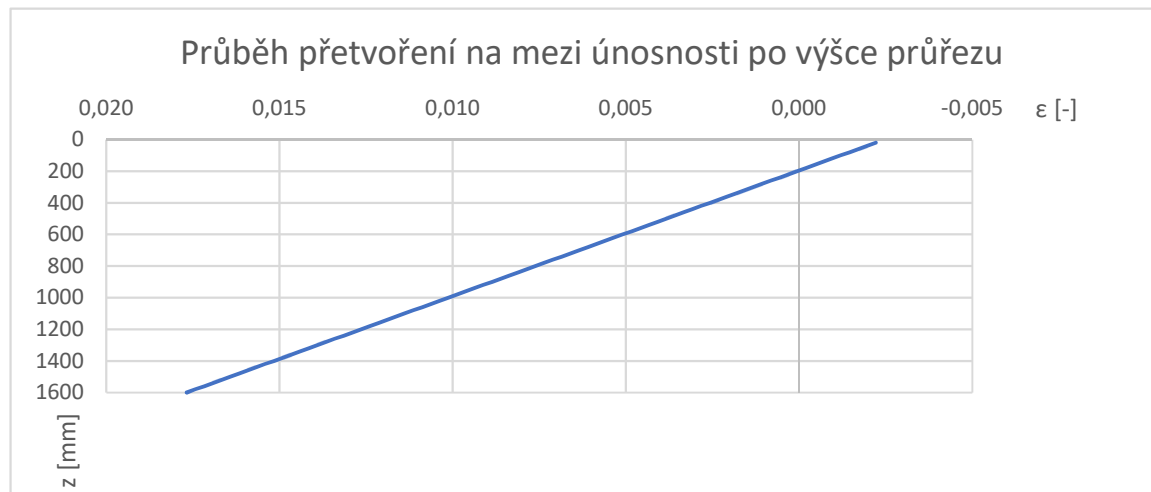
VYHOVUJE

Tabulka výpočtu mezních přetvoření pomocí proužkové metody:

spodní hranice proužku	výška proužku h_i	výška osy proužku z_i	šířka konzolové části b_A	šířka přechod. části b_B	šířka středové části b_C	plocha proužku A_i	$\sigma_{c,in}(z)$	$\epsilon_{c,in}(z)$	$\Delta\epsilon_c(z)$	$\epsilon_c(z)$	$\sigma_c(z)$	$N_c(z)$	$M_c(z)$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[kN]	[kNm]
20	20	10	2650	1500	4700	260000	-4,15938	-0,000347	-0,002	-0,002210	-21,00	-5460,00	-54,6
40	20	30	2650	1500	4700	260000	-4,07813	-0,000340	-0,002	-0,001958	-21,00	-5460,00	-163,8
60	20	50	2650	1500	4700	260000	-3,99688	-0,000333	-0,001	-0,001706	-20,48	-5323,74	-266,1871
80	20	70	2650	1500	4700	260000	-3,91563	-0,000326	-0,001	-0,001455	-17,45	-4538,21	-317,6749
100	20	90	2650	1500	4700	260000	-3,83438	-0,000320	-9E-04	-0,001203	-14,43	-3752,68	-337,7416
120	20	110	2650	1500	4700	260000	-3,75313	-0,000313	-6E-04	-0,000951	-11,41	-2967,16	-326,3871
140	20	130	2650	1500	4700	260000	-3,67188	-0,000306	-4E-04	-0,000699	-8,39	-2181,63	-283,6115
160	20	150	2650	1500	4700	260000	-3,59063	-0,000299	-1E-04	-0,000447	-5,37	-1396,10	-209,4147
180	20	170	2650	1500	4700	260000	-3,50938	-0,000292	1E-04	-0,000196	-2,35	-610,57	-103,7967
200	20	190	2650	1500	4700	260000	-3,42813	-0,000286	3E-04	0,000056	0,00	0,00	0
220	20	210	2650	1500	4700	260000	-3,34688	-0,000279	6E-04	0,000308	0,00	0,00	0
240	20	230	2650	1500	4700	260000	-3,26563	-0,000272	8E-04	0,000560	0,00	0,00	0
260	20	250	2650	1500	4700	260000	-3,18438	-0,000265	0,001	0,000811	0,00	0,00	0
280	20	270	2650	1500	4700	260000	-3,10313	-0,000259	0,001	0,001063	0,00	0,00	0
300	20	290	2650	1500	4700	260000	-3,02188	-0,000252	0,002	0,001315	0,00	0,00	0
320	20	310	2473	1500	4700	256466,7	-2,94063	-0,000245	0,002	0,001567	0,00	0,00	0
340	20	330	2297	1500	4700	249400	-2,85938	-0,000238	0,002	0,001818	0,00	0,00	0
360	20	350	2120	1500	4700	242333,3	-2,77813	-0,000232	0,002	0,002070	0,00	0,00	0
380	20	370	1943	1500	4700	235266,7	-2,69688	-0,000225	0,003	0,002322	0,00	0,00	0
400	20	390	1767	1500	4700	228200	-2,61563	-0,000218	0,003	0,002574	0,00	0,00	0
420	20	410	1590	1500	4700	221133,3	-2,53438	-0,000211	0,003	0,002826	0,00	0,00	0
440	20	430	1413	1500	4700	214066,7	-2,45313	-0,000204	0,003	0,003077	0,00	0,00	0
460	20	450	1237	1500	4700	207000	-2,37188	-0,000198	0,004	0,003329	0,00	0,00	0
480	20	470	1060	1500	4700	199933,3	-2,29063	-0,000191	0,004	0,003581	0,00	0,00	0
500	20	490	883	1500	4700	192866,7	-2,20938	-0,000184	0,004	0,003833	0,00	0,00	0
520	20	510	707	1500	4700	185800	-2,12813	-0,000177	0,004	0,004084	0,00	0,00	0
540	20	530	530	1500	4700	178733,3	-2,04688	-0,000171	0,005	0,004336	0,00	0,00	0

560	20	550	353	1500	4700	171666,7	-1,96563	-0,000164	0,005	0,004588	0,00	0,00	0
580	20	570	177	1500	4700	164600	-1,88438	-0,000157	0,005	0,004840	0,00	0,00	0
600	20	590	0	1500	4700	157533,3	-1,80313	-0,000150	0,005	0,005092	0,00	0,00	0
620	20	610	0	1470	4700	153400	-1,72188	-0,000143	0,005	0,005343	0,00	0,00	0
640	20	630	0	1440	4700	152200	-1,64063	-0,000137	0,006	0,005595	0,00	0,00	0
660	20	650	0	1410	4700	151000	-1,55938	-0,000130	0,006	0,005847	0,00	0,00	0
680	20	670	0	1380	4700	149800	-1,47813	-0,000123	0,006	0,006099	0,00	0,00	0
700	20	690	0	1350	4700	148600	-1,39688	-0,000116	0,006	0,006350	0,00	0,00	0
720	20	710	0	1320	4700	147400	-1,31563	-0,000110	0,007	0,006602	0,00	0,00	0
740	20	730	0	1290	4700	146200	-1,23438	-0,000103	0,007	0,006854	0,00	0,00	0
760	20	750	0	1260	4700	145000	-1,15313	-0,000096	0,007	0,007106	0,00	0,00	0
780	20	770	0	1230	4700	143800	-1,07188	-0,000089	0,007	0,007357	0,00	0,00	0
800	20	790	0	1200	4700	142600	-0,99063	-0,000083	0,008	0,007609	0,00	0,00	0
820	20	810	0	1170	4700	141400	-0,90938	-0,000076	0,008	0,007861	0,00	0,00	0
840	20	830	0	1140	4700	140200	-0,82813	-0,000069	0,008	0,008113	0,00	0,00	0
860	20	850	0	1110	4700	139000	-0,74688	-0,000062	0,008	0,008365	0,00	0,00	0
880	20	870	0	1080	4700	137800	-0,66563	-0,000055	0,009	0,008616	0,00	0,00	0
900	20	890	0	1050	4700	136600	-0,58438	-0,000049	0,009	0,008868	0,00	0,00	0
920	20	910	0	1020	4700	135400	-0,50313	-0,000042	0,009	0,009120	0,00	0,00	0
940	20	930	0	990	4700	134200	-0,42188	-0,000035	0,009	0,009372	0,00	0,00	0
960	20	950	0	960	4700	133000	-0,34063	-0,000028	0,01	0,009623	0,00	0,00	0
980	20	970	0	930	4700	131800	-0,25938	-0,000022	0,01	0,009875	0,00	0,00	0
1000	20	990	0	900	4700	130600	-0,17813	-0,000015	0,01	0,010127	0,00	0,00	0
1020	20	1010	0	870	4700	129400	-0,09688	-0,000008	0,01	0,010379	0,00	0,00	0
1040	20	1030	0	840	4700	128200	-0,01563	-0,000001	0,011	0,010631	0,00	0,00	0
1060	20	1050	0	810	4700	127000	0,065625	0,000005	0,011	0,010882	0,00	0,00	0
1080	20	1070	0	780	4700	125800	0,146875	0,000012	0,011	0,011134	0,00	0,00	0
1100	20	1090	0	750	4700	124600	0,228125	0,000019	0,011	0,011386	0,00	0,00	0
1120	20	1110	0	720	4700	123400	0,309375	0,000026	0,012	0,011638	0,00	0,00	0
1140	20	1130	0	690	4700	122200	0,390625	0,000033	0,012	0,011889	0,00	0,00	0
1160	20	1150	0	660	4700	121000	0,471875	0,000039	0,012	0,012141	0,00	0,00	0
1180	20	1170	0	630	4700	119800	0,553125	0,000046	0,012	0,012393	0,00	0,00	0
1200	20	1190	0	600	4700	118600	0,634375	0,000053	0,013	0,012645	0,00	0,00	0

1220	20	1210	0	570	4700	117400	0,715625	0,000060	0,013	0,012896	0,00	0,00	0
1240	20	1230	0	540	4700	116200	0,796875	0,000066	0,013	0,013148	0,00	0,00	0
1260	20	1250	0	510	4700	115000	0,878125	0,000073	0,013	0,013400	0,00	0,00	0
1280	20	1270	0	480	4700	113800	0,959375	0,000080	0,014	0,013652	0,00	0,00	0
1300	20	1290	0	450	4700	112600	1,040625	0,000087	0,014	0,013904	0,00	0,00	0
1320	20	1310	0	420	4700	111400	1,121875	0,000093	0,014	0,014155	0,00	0,00	0
1340	20	1330	0	390	4700	110200	1,203125	0,000100	0,014	0,014407	0,00	0,00	0
1360	20	1350	0	360	4700	109000	1,284375	0,000107	0,015	0,014659	0,00	0,00	0
1380	20	1370	0	330	4700	107800	1,365625	0,000114	0,015	0,014911	0,00	0,00	0
1400	20	1390	0	300	4700	106600	1,446875	0,000121	0,015	0,015162	0,00	0,00	0
1420	20	1410	0	270	4700	105400	1,528125	0,000127	0,015	0,015414	0,00	0,00	0
1440	20	1430	0	240	4700	104200	1,609375	0,000134	0,016	0,015666	0,00	0,00	0
1460	20	1450	0	210	4700	103000	1,690625	0,000141	0,016	0,015918	0,00	0,00	0
1480	20	1470	0	180	4700	101800	1,771875	0,000148	0,016	0,016169	0,00	0,00	0
1500	20	1490	0	150	4700	100600	1,853125	0,000154	0,016	0,016421	0,00	0,00	0
1520	20	1510	0	120	4700	99400	1,934375	0,000161	0,017	0,016673	0,00	0,00	0
1540	20	1530	0	90	4700	98200	2,015625	0,000168	0,017	0,016925	0,00	0,00	0
1560	20	1550	0	60	4700	97000	2,096875	0,000175	0,017	0,017177	0,00	0,00	0
1580	20	1570	0	30	4700	95800	2,178125	0,000182	0,017	0,017428	0,00	0,00	0
1600	20	1590	0	0	4700	94600	2,259375	0,000188	0,017	0,017680	0,00	0,00	0



8. OVĚŘENÍ SMYKOVÉ ÚNOSNOSTI KONSTRUKCE U KRAJNÍ PODPORY

VSTUPNÍ HODNOTY

Beton

$$\begin{aligned}h &= 1,6 \text{ m} \\A_c &= 13,2 \text{ m}^2 \\f_{ck} &= 35 \text{ MPa} \\ \gamma_c &= 1,5 \\ \alpha_{cc} &= 0,9 \\ f_{cd} &= 21 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$v_1 = 0,6(1-f_{ck}/250) = 0,516$$

Ohybová betonářská výztuž

$$\begin{aligned}c &= 0,06 \text{ m} \\ \varnothing &= 20 \text{ mm} \\ n &= 0 \\ d = h-c-\varnothing/2 &= 1,53 \text{ m} \\ z = 0,9d &= 1,377 \text{ m}\end{aligned}$$

VÝPOČET A OVĚŘENÍ SMYKOVÉ ÚNOSNOSTI

PRŮŘEZ U KRAJNÍ PODPORY

Staničení řezu: 1,6 m

Vnitřní síly:

-vypočtené softwarem SCIA Engineer (vybrána kombinace sil s největší posouvající silou)

$$V_{Ed, \max} = 9\,649 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = -65\,976 \text{ kN}$$

Ověření únosnosti tlačené diagonály:

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c = 5,00 \text{ MPa} < 0,25f_{cd} = 5,25 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow \alpha_{cW} = \sigma_{cp}/0,25f_{cd} = 1,952$$

$$\begin{aligned}b_w &= 4,58 \text{ m} \\ \cotg(\theta) &= 1,25\end{aligned}$$

$$V_{Rd, \max} = \alpha_{cW} * b_w * v_1 * z * f_{cd} * \cotg(\theta) / (1 + \cotg^2(\theta)) = 65\,073,19 \text{ kN}$$

$$> V_{ed} = 9\,649,00 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Návrh smykové výztuže:

$$f_{yw} = 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

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

$$\varnothing = 20 \text{ mm}$$

$$\text{střížnost} = 7$$

$$s = 0,15 \text{ m}$$

$$A_{sw} = 0,002199 \text{ mm}^2$$

Ověření stupně vyztužení:

$$\rho_w = A_{sw} / (s * b_w) = 0,003201$$

$$> \rho_{w, \min} = 0,8v_f f_{ck} / f_{yw} = 0,000947$$

VYHOVUJE

Ověření únosnosti smykové výztuže:

$$V_{Rd,s} = A_{sw}/s * z * f_{ywd} * \cotg(\theta) = 10\,971,67 \text{ kN}$$

$$> V_{ed} = 9\,649,00 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

PRŮŘEZ V KRAJNÍM POLI

Staničení řezu: 10 m

Vnitřní síly:

-vypočtené softwarem SCIA Engineer (vybrána kombinace sil s největší posouvající silou)

$$M_{Ed, \max} = 4\,407 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed, \max} = 5\,489 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = -68\,447 \text{ kN}$$

Ověření únosnosti tlačené diagonály:

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c = 5,19 \text{ MPa} < 0,25f_{cd} = 5,25 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow \alpha_{cW} = \sigma_{cp}/0,25f_{cd} = 1,988$$

$$b_w = 4,5 \text{ m}$$

$$\cotg(\theta) = 1,25$$

$$V_{Rd, \max} = \alpha_{cW} * b_w * v_1 * z * f_{cd} * \cotg(\theta) / (1 + \cotg^2(\theta)) = 65\,104,42 \text{ kN}$$

$$> V_{ed} = 5\,489,00 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Návrh smykové výztuže:

$$f_{ywk} = 500 \text{ MPa}$$

$$\emptyset : 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$\text{střižnost} : 7$$

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

$$s = 0,25 \text{ m}$$

$$A_{sw} = 0,002199 \text{ mm}^2$$

Ověření stupně vyztužení:

$$\rho_w = A_{sw}/(s * b_w) = 0,001955 > \rho_{w, \min} = 0,8 * v_{fk} / f_{ywk} = 0,000947 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Ověření únosnosti smykové výztuže:

$$V_{Rd,s} = A_{sw}/s * z * f_{ywd} * \cotg(\theta) = 6\,583,00 \text{ kN}$$

$$> V_{ed} = 5\,489,00 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

9. OVĚŘENÍ SMYKOVÉ ÚNOSNOSTI
KONSTRUKCE NAD
MEZILEHLOU PODPOROU

VSTUPNÍ HODNOTY

Beton		Ohybová betonářská výztuž	
$A_c =$	13,2 m ²	$c =$	0,06 m
$f_{ck} =$	35 MPa	$\emptyset :$	20 mm
$f_{cd} =$	21 MPa	$n =$	0
$h =$	1,6 m	$d = h - c - \emptyset / 2 =$	1,53 m
$v_1 = 0,6(1 - f_{ck}/250) =$	0,516	$z = 0,9d =$	1,377 m

PRŮŘEZ NAD MEZILEHLOU PODPOROU

Staničení řezu: 1,6 m

Vnitřní síly:

-vypočtené softwarem SCIA Engineer (vybrána kombinace sil s největší posouvající silou)

$$M_{Ed, \max} = -30\,766 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed, \max} = 6\,998 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = -72\,242 \text{ kN}$$

Ověření únosnosti tlačené diagonály:

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c = 5,47 \text{ MPa} < 0,25f_{cd} = 5,25 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow \alpha_{cW} = \sigma_{cp}/0,25f_{cd} = 2,042$$

$$b_w = 4,58 \text{ m}$$
$$\cotg(\theta) = 1,25$$

$$V_{Rd, \max} = \alpha_{cW} * b_w * v_1 * z * f_{cd} * \cotg(\theta) / (1 + \cotg^2(\theta)) = 68\,087,38 \text{ kN}$$

$$> V_{ed} = 6\,998,00 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Návrh smykové výztuže:

$f_{ywk} =$	500 MPa	$\emptyset :$	20 mm
$\gamma_s =$	1,15	střížnost :	7
$f_{ywd} =$	434,78 MPa	$s =$	0,2 m
		$A_{sw} =$	0,002199 mm ²

Ověření stupně vyztužení:

$$\rho_w = A_{sw}/(s * b_w) = 0,002401 > \rho_{w, \min} = 0,8vf_{ck}/f_{ywk} = 0,000947 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Ověření únosnosti smykové výztuže:

$$V_{Rd,s} = A_{sw}/s * z * f_{ywd} * \cotg(\theta) = 8\,228,75 \text{ kN}$$

$$> V_{ed} = 6\,998,00 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Přídavná tahová normálová síla od smyku:

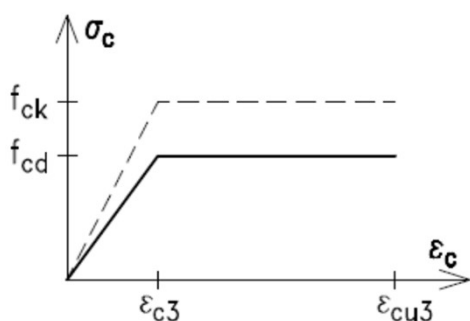
$$\Delta F_{td} = V_{ed} * \cotg(\theta) = 8\,747,50 \text{ kN}$$

OVĚŘENÍ MSÚ NAD MEZILEHLOU PODPOROU S PŘÍDAVNOU TAHOVOU SILOU OD SMYKU

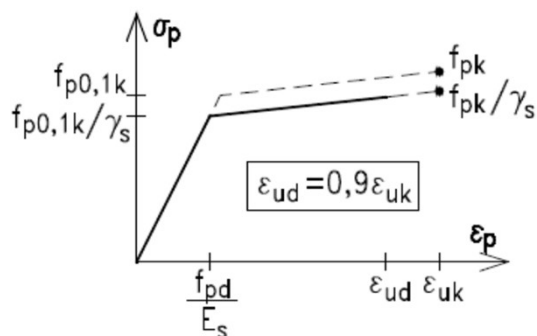
CHARAKTERISTIKY MATERIÁLŮ

beton C35/45		předpínací výztuž Y1860 0,6"S	
ϵ_{c3}	0,00175	$f_{pk}/f_{p0,1k}$ [MPa]	1860 1636,80
ϵ_{cu3}	0,0035	γ_s	1,15
f_{ck} [MPa]	35	$f_{pd}/f_{p0,1d}$ [MPa]	1617 1 423,30
γ_c	1,5	ϵ_{uk}	0,0222
α_{cc}	0,9	ϵ_{ud}	0,01998
E_{ck} [MPa]	20 000	σ_{ud}	1 598
f_{cd} [MPa]	21,00	E_s [MPa]	195 000
E_{cd} [MPa]	12 000		

Pracovní diagram vetonu v tlaku:



Pracovní diagram předpínací výztuže v tahu:



PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

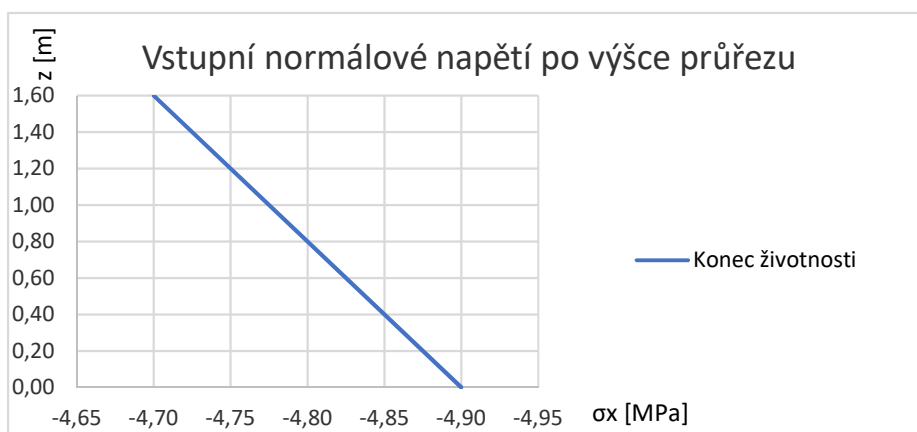
výška průřezu	h [m]	1,6
plocha průřezu	A [m ²]	13,2
moment setrvačnosti	I_y [m ⁴]	2,712
vzdálenost těžiště od horních vláken	e_h [m]	0,644
vzdálenost těžiště od spodních vláken	e_d [m]	0,956
plocha předpínací výztuže	A_p [m ²]	0,057
vzdálenost osy předpínací výztuže od spodních vláken	V_d [m]	1,155

Staničení řezu: 22,65 m

VSTUPNÍ NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ A PŘETVOŘENÍ BETONU PO VÝŠCE PRŮŘEZU

- Napětí vypočteno pro stálé zatížení a ztráty předpětí softwarem SCIA Engineer
- Napětí od předpětí vypočteno zvlášť pro redukovanou plochu předpínací výztuže tímž softwarem
- Přetvoření vypočteno dle pracovního daigramu betonu v tlaku

	NAPĚTÍ		PŘETVOŘENÍ
	t [dny]	36500	36500
	z [m]	$\sigma_{c,in}$ [MPa]	$\epsilon_{c,in}$ [-]
HV	1,60	-4,70	-0,000392
DV	0,00	-4,90	-0,000408



VSTUPNÍ NAPĚTÍ A PŘETVOŘENÍ V PŘEDPÍNAČÍ VÝZTUŽI

- Napětí vypočteno pro stálé zatížení a předpětí včetně jeho ztrát softwarem SCIA Engineer
- Přetvoření vypočteno dle pracovního daigramu předpínací výztuže v tahu

	NAPĚTÍ	PŘETVOŘENÍ
t [dny]	36500	36500
	σ_{pin} [MPa]	ϵ_{pin} [-]
	1100,00	0,005641

VÝPOČET A OVĚŘENÍ MOMENTU ÚNOSNOSTI METODOU MEZNÍCH PŘETVOŘENÍ

FÁZE 4 - KONEC ŽIVOTNOSTI

Mezní podmínka únosnosti byla stanovena jako drcení betonu ve spodních vláknech.

Napětí a přetvoření předpínací výztuže na mezi únosnosti:

- Přetvoření vypočteno metodou mezních přetvoření
- Napětí vypočteno dle pracovního diagramu předpínací výztuže v tahu

$$\sigma_p = 1425,90 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_p = 0,007498$$

**PLASTIZUJE
NEPŘĚTRHNE SE**

Silová podmínka rovnováhy:

$$\begin{array}{rclcl} -\Delta F_p + & F_p + & \Sigma F_{ci} = & 0 \\ -8\,748 & 81\,276 & -72\,529 & 0 \end{array}$$

Momentová podmínka rovnováhy:

$$\begin{array}{rclcl} F_p * z_p + & \Sigma F_{ci} * z_{ci} = & M_{Rd} \\ 36\,168 & -91\,600 & -55\,432 & \text{kNm} \end{array}$$

$$\text{Rameno síly v předpínací výztuži od horního povrchu: } z_p = 0,445 \text{ m}$$

$$\text{Hledaná poloha neutrální osy přidávaného přetvoření: } x = 0,72156 \text{ m}$$

Ověření ohybového momentu na mezi únosnosti:

$$\begin{array}{rcl} M_{Ed} & < & M_{Rd} \\ -30\,766 & < & -55\,432 \end{array}$$

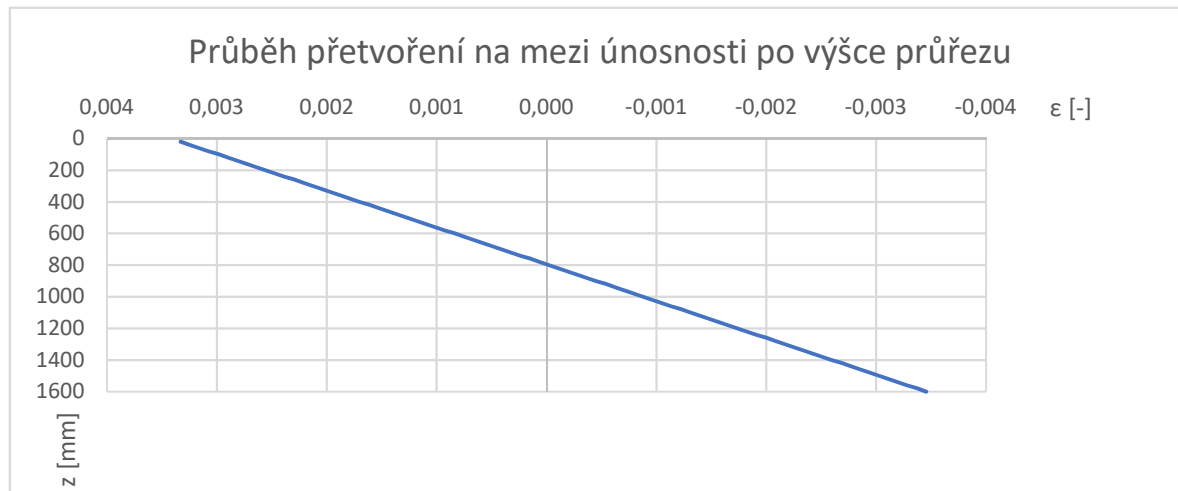
VYHOVUJE

Tabulka výpočtu mezních přetvoření pomocí proužkové metody:

spodní hranice proužku	výška proužku h_i	výška osy proužku z_i	šířka konzolové části b_A	šířka přechod. části b_B	šířka středové části b_C	plocha proužku A_i	$\sigma_{c,in}(z)$	$\epsilon_{c,in}(z)$	$\Delta\epsilon_c(z)$	$\epsilon_c(z)$	$\sigma_c(z)$	$N_c(z)$	$M_c(z)$
[mm]	[mm]	[mm]			[mm]	[mm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[kN]	[kNm]
20	20	10	2650	1500	4700	260000	-4,70125	-0,000392	0,00372	0,003329	0,00	0,00	0
40	20	30	2650	1500	4700	260000	-4,70375	-0,000392	0,00364	0,003243	0,00	0,00	0
60	20	50	2650	1500	4700	260000	-4,70625	-0,000392	0,00355	0,003157	0,00	0,00	0
80	20	70	2650	1500	4700	260000	-4,70875	-0,000392	0,00346	0,003072	0,00	0,00	0
100	20	90	2650	1500	4700	260000	-4,71125	-0,000393	0,00338	0,002986	0,00	0,00	0
120	20	110	2650	1500	4700	260000	-4,71375	-0,000393	0,00329	0,002900	0,00	0,00	0
140	20	130	2650	1500	4700	260000	-4,71625	-0,000393	0,00321	0,002814	0,00	0,00	0
160	20	150	2650	1500	4700	260000	-4,71875	-0,000393	0,00312	0,002728	0,00	0,00	0
180	20	170	2650	1500	4700	260000	-4,72125	-0,000393	0,00304	0,002642	0,00	0,00	0
200	20	190	2650	1500	4700	260000	-4,72375	-0,000394	0,00295	0,002556	0,00	0,00	0
220	20	210	2650	1500	4700	260000	-4,72625	-0,000394	0,00286	0,002470	0,00	0,00	0
240	20	230	2650	1500	4700	260000	-4,72875	-0,000394	0,00278	0,002384	0,00	0,00	0
260	20	250	2650	1500	4700	260000	-4,73125	-0,000394	0,00269	0,002298	0,00	0,00	0
280	20	270	2650	1500	4700	260000	-4,73375	-0,000394	0,00261	0,002213	0,00	0,00	0
300	20	290	2650	1500	4700	260000	-4,73625	-0,000395	0,00252	0,002127	0,00	0,00	0
320	20	310	2473	1500	4700	256466,7	-4,73875	-0,000395	0,00244	0,002041	0,00	0,00	0
340	20	330	2297	1500	4700	249400	-4,74125	-0,000395	0,00235	0,001955	0,00	0,00	0
360	20	350	2120	1500	4700	242333,3	-4,74375	-0,000395	0,00226	0,001869	0,00	0,00	0
380	20	370	1943	1500	4700	235266,7	-4,74625	-0,000396	0,00218	0,001783	0,00	0,00	0
400	20	390	1767	1500	4700	228200	-4,74875	-0,000396	0,00209	0,001697	0,00	0,00	0
420	20	410	1590	1500	4700	221133,3	-4,75125	-0,000396	0,00201	0,001611	0,00	0,00	0
440	20	430	1413	1500	4700	214066,7	-4,75375	-0,000396	0,00192	0,001525	0,00	0,00	0
460	20	450	1237	1500	4700	207000	-4,75625	-0,000396	0,00184	0,001439	0,00	0,00	0
480	20	470	1060	1500	4700	199933,3	-4,75875	-0,000397	0,00175	0,001353	0,00	0,00	0
500	20	490	883	1500	4700	192866,7	-4,76125	-0,000397	0,00166	0,001268	0,00	0,00	0
520	20	510	707	1500	4700	185800	-4,76375	-0,000397	0,00158	0,001182	0,00	0,00	0
540	20	530	530	1500	4700	178733,3	-4,76625	-0,000397	0,00149	0,001096	0,00	0,00	0

560	20	550	353	1500	4700	171666,7	-4,76875	-0,000397	0,00141	0,001010	0,00	0,00	0
580	20	570	177	1500	4700	164600	-4,77125	-0,000398	0,00132	0,000924	0,00	0,00	0
600	20	590	0	1500	4700	157533,3	-4,77375	-0,000398	0,00124	0,000838	0,00	0,00	0
620	20	610	0	1470	4700	153400	-4,77625	-0,000398	0,00115	0,000752	0,00	0,00	0
640	20	630	0	1440	4700	152200	-4,77875	-0,000398	0,00106	0,000666	0,00	0,00	0
660	20	650	0	1410	4700	151000	-4,78125	-0,000398	0,00098	0,000580	0,00	0,00	0
680	20	670	0	1380	4700	149800	-4,78375	-0,000399	0,00089	0,000494	0,00	0,00	0
700	20	690	0	1350	4700	148600	-4,78625	-0,000399	0,00081	0,000409	0,00	0,00	0
720	20	710	0	1320	4700	147400	-4,78875	-0,000399	0,00072	0,000323	0,00	0,00	0
740	20	730	0	1290	4700	146200	-4,79125	-0,000399	0,00064	0,000237	0,00	0,00	0
760	20	750	0	1260	4700	145000	-4,79375	-0,000399	0,00055	0,000151	0,00	0,00	0
780	20	770	0	1230	4700	143800	-4,79625	-0,000400	0,00046	0,000065	0,00	0,00	0
800	20	790	0	1200	4700	142600	-4,79875	-0,000400	0,00038	-0,000021	-0,25	-35,86	-28,3317
820	20	810	0	1170	4700	141400	-4,80125	-0,000400	0,00029	-0,000107	-1,28	-181,32	-146,869
840	20	830	0	1140	4700	140200	-4,80375	-0,000400	0,00021	-0,000193	-2,31	-324,30	-269,172
860	20	850	0	1110	4700	139000	-4,80625	-0,000401	0,00012	-0,000279	-3,34	-464,81	-395,091
880	20	870	0	1080	4700	137800	-4,80875	-0,000401	3,6E-05	-0,000365	-4,37	-602,85	-524,478
900	20	890	0	1050	4700	136600	-4,81125	-0,000401	-5E-05	-0,000450	-5,41	-738,41	-657,184
920	20	910	0	1020	4700	135400	-4,81375	-0,000401	-0,0001	-0,000536	-6,44	-871,50	-793,062
940	20	930	0	990	4700	134200	-4,81625	-0,000401	-0,0002	-0,000622	-7,47	-1002,11	-931,962
960	20	950	0	960	4700	133000	-4,81875	-0,000402	-0,0003	-0,000708	-8,50	-1130,25	-1073,74
980	20	970	0	930	4700	131800	-4,82125	-0,000402	-0,0004	-0,000794	-9,53	-1255,91	-1218,24
1000	20	990	0	900	4700	130600	-4,82375	-0,000402	-0,0005	-0,000880	-10,56	-1379,11	-1365,31
1020	20	1010	0	870	4700	129400	-4,82625	-0,000402	-0,0006	-0,000966	-11,59	-1499,82	-1514,82
1040	20	1030	0	840	4700	128200	-4,82875	-0,000402	-0,0006	-0,001052	-12,62	-1618,07	-1666,61
1060	20	1050	0	810	4700	127000	-4,83125	-0,000403	-0,0007	-0,001138	-13,65	-1733,84	-1820,53
1080	20	1070	0	780	4700	125800	-4,83375	-0,000403	-0,0008	-0,001224	-14,68	-1847,13	-1976,43
1100	20	1090	0	750	4700	124600	-4,83625	-0,000403	-0,0009	-0,001309	-15,71	-1957,95	-2134,17
1120	20	1110	0	720	4700	123400	-4,83875	-0,000403	-0,001	-0,001395	-16,74	-2066,30	-2293,59
1140	20	1130	0	690	4700	122200	-4,84125	-0,000403	-0,0011	-0,001481	-17,78	-2172,17	-2454,56
1160	20	1150	0	660	4700	121000	-4,84375	-0,000404	-0,0012	-0,001567	-18,81	-2275,57	-2616,91
1180	20	1170	0	630	4700	119800	-4,84625	-0,000404	-0,0012	-0,001653	-19,84	-2376,50	-2780,5
1200	20	1190	0	600	4700	118600	-4,84875	-0,000404	-0,0013	-0,001739	-20,87	-2474,95	-2945,19

1220	20	1210	0	570	4700	117400	-4,85125	-0,000404	-0,0014	-0,001825	-21,00	-2465,40	-2983,13
1240	20	1230	0	540	4700	116200	-4,85375	-0,000404	-0,0015	-0,001911	-21,00	-2440,20	-3001,45
1260	20	1250	0	510	4700	115000	-4,85625	-0,000405	-0,0016	-0,001997	-21,00	-2415,00	-3018,75
1280	20	1270	0	480	4700	113800	-4,85875	-0,000405	-0,0017	-0,002083	-21,00	-2389,80	-3035,05
1300	20	1290	0	450	4700	112600	-4,86125	-0,000405	-0,0018	-0,002169	-21,00	-2364,60	-3050,33
1320	20	1310	0	420	4700	111400	-4,86375	-0,000405	-0,0018	-0,002254	-21,00	-2339,40	-3064,61
1340	20	1330	0	390	4700	110200	-4,86625	-0,000406	-0,0019	-0,002340	-21,00	-2314,20	-3077,89
1360	20	1350	0	360	4700	109000	-4,86875	-0,000406	-0,002	-0,002426	-21,00	-2289,00	-3090,15
1380	20	1370	0	330	4700	107800	-4,87125	-0,000406	-0,0021	-0,002512	-21,00	-2263,80	-3101,41
1400	20	1390	0	300	4700	106600	-4,87375	-0,000406	-0,0022	-0,002598	-21,00	-2238,60	-3111,65
1420	20	1410	0	270	4700	105400	-4,87625	-0,000406	-0,0023	-0,002684	-21,00	-2213,40	-3120,89
1440	20	1430	0	240	4700	104200	-4,87875	-0,000407	-0,0024	-0,002770	-21,00	-2188,20	-3129,13
1460	20	1450	0	210	4700	103000	-4,88125	-0,000407	-0,0024	-0,002856	-21,00	-2163,00	-3136,35
1480	20	1470	0	180	4700	101800	-4,88375	-0,000407	-0,0025	-0,002942	-21,00	-2137,80	-3142,57
1500	20	1490	0	150	4700	100600	-4,88625	-0,000407	-0,0026	-0,003028	-21,00	-2112,60	-3147,77
1520	20	1510	0	120	4700	99400	-4,88875	-0,000407	-0,0027	-0,003113	-21,00	-2087,40	-3151,97
1540	20	1530	0	90	4700	98200	-4,89125	-0,000408	-0,0028	-0,003199	-21,00	-2062,20	-3155,17
1560	20	1550	0	60	4700	97000	-4,89375	-0,000408	-0,0029	-0,003285	-21,00	-2037,00	-3157,35
1580	20	1570	0	30	4700	95800	-4,89625	-0,000408	-0,003	-0,003371	-21,00	-2011,80	-3158,53
1600	20	1590	0	0	4700	94600	-4,89875	-0,000408	-0,003	-0,003457	-21,00	-1986,60	-3158,69

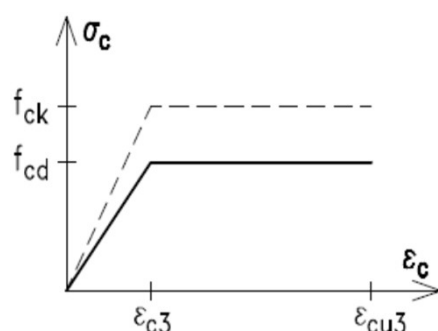


10. NÁVRH A OVĚŘENÍ PILÍŘE MOSTU VČETNĚ JEHO ZALOŽENÍ

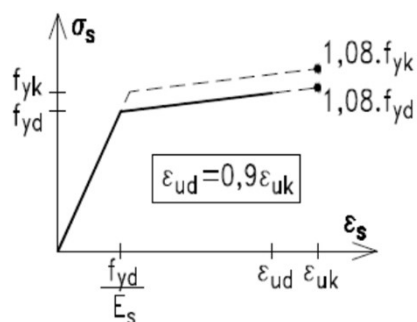
CHARAKTERISTIKY MATERIÁLŮ

beton C35/45		betonářská výztuž B500 B	
ϵ_{c3}	0,00175	$f_{yk}/1,08 f_{yk}$ [MPa]	500 540,00
ϵ_{cu3}	0,0035	γ_s	1,15
f_{ck} [MPa]	35	$f_{yd}/1,08 f_{yd}$ [MPa]	434,78 469,57
γ_c	1,5	ϵ_{uk}	0,05
α_{cc}	0,9	ϵ_{ud}	0,045
E_{ck} [MPa]	20 000	σ_{ud} [MPa]	465,93
f_{cd} [MPa]	21,00	E_s [MPa]	200 000
E_{cd} [MPa]	12 000		

Pracovní diagram betonu v tlaku:



Pracovní diagram betonářské výztuže výztuže v tahu i tlaku:



Vnitřní síly:

-vypočtené softwarem SCIA Engineer

V podélném směru:

$$M = 2\,910 \text{ kNm}$$

$$N = -16\,109 \text{ kN}$$

V příčném směru:

$$M = 4\,331 \text{ kNm}$$

$$N = -16\,109 \text{ kN}$$

Návrh skutečného průřezu:

-kruh

$$d = 1,4 \text{ m}$$

$$A_c = 1,53938 \text{ m}^2$$

$$I_c = 0,140199 \text{ m}^4$$

Náhradní průřez:

-čtverec

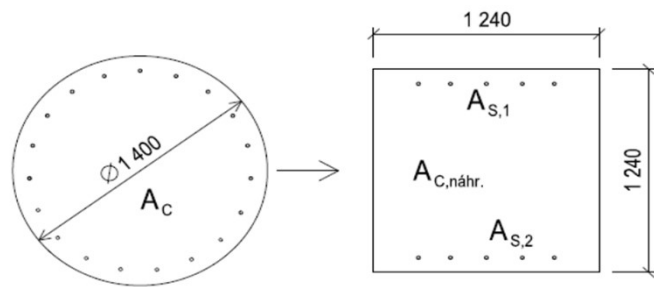
$$a = 1,24 \text{ m}$$

$$A_{c,náhr.} = 1,5376 \text{ m}^2$$

$$h = 5,3 \text{ m}$$

Betonářská výztuž:

$$\begin{aligned}
 c &= 80 \text{ mm} \\
 \varnothing &= 25 \text{ mm} \\
 n &= 5 \\
 d_1 &= 1,1475 \text{ m} \\
 d_2 &= 0,0925 \text{ m} \\
 \text{tlačená: } A_{S,1} &= 0,0024544 \text{ m}^2 \\
 \text{tažená: } A_{S,2} &= 0,0024544 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$



Štíhlost pilíře:

$$\begin{aligned}
 \beta_0 &= 2 & A &= 0,7 & B &= 1,1 \\
 & \text{(konzolové statické schéma)} & C &= 0,7
 \end{aligned}$$

$$h_0 = \beta_0 \cdot h = 10,6 \text{ m} \quad n = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 0,498314$$

$$\lambda = h_0 / \sqrt{I_c / A_c} = 35,124208 > \lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n} = 15,27099 \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

(nutno zavést účinky druhého řádu)

$$e_0 = 0,005$$

Jmenovitá tuhost průřezu:

$$EI = K_c \cdot E_{cd} \cdot I_c + K_s \cdot E_s \cdot I_s$$

Beton

$$\phi(\infty, t_0) = 1,75$$

$$M_{0Egp} = 0 \text{ kNm}$$

(moment od stálého zatížení)

$$\phi_{ef} = \phi(\infty, t_0) \cdot M_{0Egp} / M_{0ED} = 0$$

$$k_1 = \sqrt{f_{c,k} / 20} = 1,323$$

$$k_2 = N_{ED} / (A_c \cdot f_{c,d}) \cdot \lambda / 170 = 0,103$$

$$K_c = \frac{k_1 \cdot k_2}{1 + \phi_{ef}} \quad K_c = 0,136201$$

$$\gamma_{CE} = 1,2$$

$$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$$

$$E_{CD} = E_{cm} / \gamma_{CE} = 28,333333 \text{ GPa}$$

Výztuž

$$K_s = 1$$

$$\Delta z = a/2 - c - \varnothing/2 = 527,5 \text{ mm}$$

$$I_s = (A_{s1} + A_{s2}) \cdot z^2 = 0,0013659 \text{ m}^4$$

$$EI = 502,32 \text{ MNm}^2$$

Vzpěrné břemeno

$$N_B = \frac{\pi^2}{l_0^2} \cdot EI \quad N_B = 176,4934 \text{ MN}$$

$$L_0 = h = 5,3 \text{ m}$$

$$M_{0Ed} = N_{Ed} \cdot \left(\frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} + e_i \right)$$

$$e_i = 20 \text{ mm}$$

$$M_{0ED} = 4653,18 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = M_{0Ed} \cdot \left(1 + \frac{\beta}{\left(\frac{N_B}{N_{Ed}} \right) - 1} \right)$$

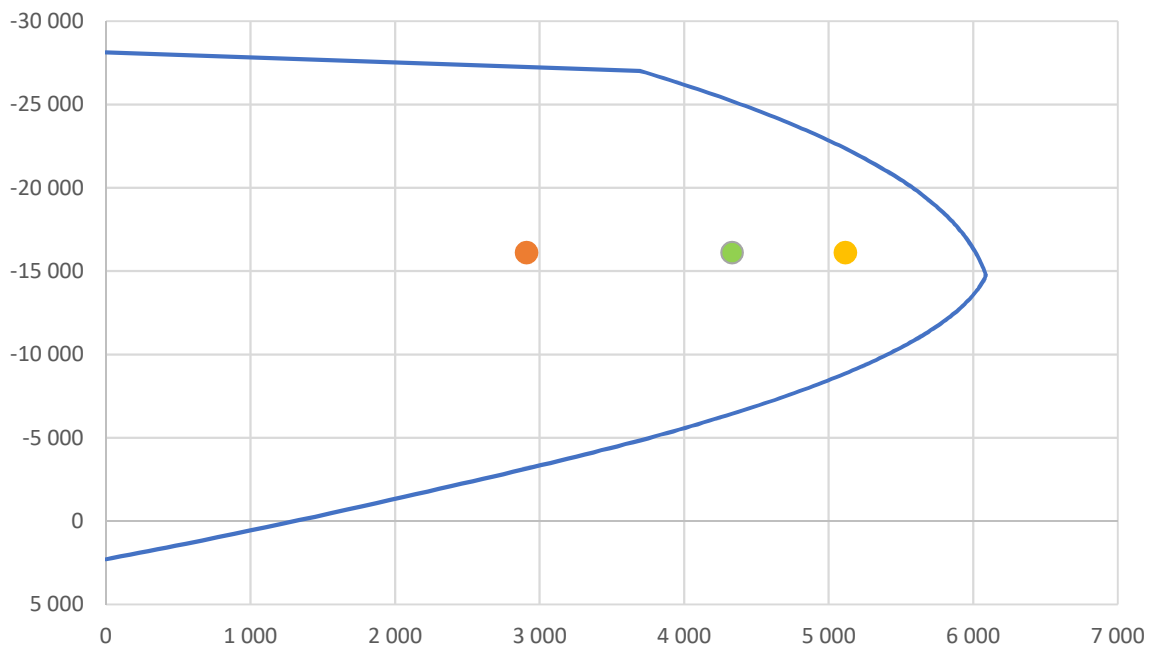
$$c_0 = 10$$

$$\beta = \pi^2 / c_0 = 0,98696$$

$$M_{ED} = 5\,114 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} = -16\,109 \text{ kN}$$

Interakční diagram pilíře



- Obálka únosnosti
- Zatížení v podélném směru
- Zatížení v příčném směru
- Zatížení v příčném směru s vlivem štíhlosti pilíře

Tabulka výpočtu obálky únosnosti pilíře (interakční diagram):

	x	$\epsilon_{s,2}$	$\sigma_{s,2}$	$F_{s,2}$	$\epsilon_{s,1}$	$\sigma_{s,1}$	$F_{s,1}$	ϵ_c	σ_c	F_c	$N_{R,d}$	$M_{R,d}$
čistý tah:	0	0,04500	465,93	1143,56	0,04500	465,93	1143,56	0	0,00	0,00	2287,12	0,00
	0	0,04500	465,93	1143,56	0,00363	435,84	1069,71	0	0,00	0,00	2213,27	38,96
	5	0,04500	465,93	1143,56	0,00345	435,71	1069,39	-0,0002	-2,36	-104,16	2108,79	103,50
	10	0,04500	465,93	1143,56	0,00326	435,58	1069,06	-0,0004	-4,75	-208,32	2004,30	167,62
	15	0,04500	465,93	1143,56	0,00308	435,44	1068,73	-0,0006	-7,15	-312,48	1899,81	231,33
	20	0,04500	465,93	1143,56	0,00289	435,31	1068,40	-0,0008	-9,58	-416,64	1795,32	294,63
	25	0,04500	465,93	1143,56	0,00271	435,17	1068,07	-0,001	-12,03	-520,80	1690,83	357,51
	30	0,04500	465,93	1143,56	0,00252	435,03	1067,73	-0,00121	-14,50	-624,96	1586,33	419,98
	35	0,04500	465,93	1143,56	0,00233	434,89	1067,39	-0,00142	-16,99	-729,12	1481,83	482,03
	40	0,04500	465,93	1143,56	0,00213	426,64	1047,12	-0,00163	-19,50	-833,28	1357,41	554,17
	45	0,04500	465,93	1143,56	0,00194	387,76	951,69	-0,00184	-21,00	-937,44	1157,82	665,55
	50	0,04500	465,93	1143,56	0,00174	348,52	855,40	-0,00205	-21,00	-1041,60	957,36	776,97
	55	0,04500	465,93	1143,56	0,00154	308,92	758,21	-0,00227	-21,00	-1145,76	756,02	888,43
	60	0,04500	465,93	1143,56	0,00134	268,97	660,14	-0,00248	-21,00	-1249,92	553,78	999,96
	65	0,04500	465,93	1143,56	0,00114	228,64	561,16	-0,0027	-21,00	-1354,08	350,64	1111,54
	70	0,04500	465,93	1143,56	0,00094	187,94	461,26	-0,00292	-21,00	-1458,24	146,58	1223,19
	75	0,04500	465,93	1143,56	0,00073	146,85	360,43	-0,00315	-21,00	-1562,40	-58,41	1334,92
	80	0,04500	465,93	1143,56	0,00053	105,39	258,66	-0,00337	-21,00	-1666,56	-264,34	1446,72
	85	0,04375	465,02	1141,33	0,00031	61,76	151,59	-0,0035	-21,00	-1770,72	-477,80	1559,73
	90	0,04113	463,11	1136,64	0,00010	19,44	47,72	-0,0035	-21,00	-1874,88	-690,51	1669,34
	95	0,03878	461,40	1132,45	-0,00009	-18,42	-45,21	-0,0035	-21,00	-1979,04	-891,80	1773,02
	100	0,03666	459,87	1128,68	-0,00026	-52,50	-128,85	-0,0035	-21,00	-2083,20	-1083,38	1871,60
	105	0,03475	458,47	1125,27	-0,00042	-83,33	-204,53	-0,0035	-21,00	-2187,36	-1266,63	1965,76
	110	0,03301	457,21	1122,16	-0,00056	-111,36	-273,33	-0,0035	-21,00	-2291,52	-1442,69	2056,04
	115	0,03142	456,06	1119,33	-0,00068	-136,96	-336,14	-0,0035	-21,00	-2395,68	-1612,49	2142,88
	120	0,02997	455,00	1116,73	-0,00080	-160,42	-393,72	-0,0035	-21,00	-2499,84	-1776,83	2226,67
	125	0,02863	454,02	1114,34	-0,00091	-182,00	-446,70	-0,0035	-21,00	-2604,00	-1936,35	2307,73
	130	0,02739	453,12	1112,14	-0,00101	-201,92	-495,59	-0,0035	-21,00	-2708,16	-2091,62	2386,31
	135	0,02625	452,29	1110,09	-0,00110	-220,37	-540,87	-0,0035	-21,00	-2812,32	-2243,10	2462,66

140	0,02519	451,52	1108,20	-0,00119	-237,50	-582,91	-0,0035	-21,00	-2916,48	-2391,20	2536,95
145	0,02420	450,80	1106,43	-0,00127	-253,45	-622,06	-0,0035	-21,00	-3020,64	-2536,27	2609,38
150	0,02328	450,13	1104,78	-0,00134	-268,33	-658,59	-0,0035	-21,00	-3124,80	-2678,61	2680,07
155	0,02241	449,50	1103,24	-0,00141	-282,26	-692,77	-0,0035	-21,00	-3228,96	-2818,48	2749,15
160	0,02160	448,91	1101,80	-0,00148	-295,31	-724,81	-0,0035	-21,00	-3333,12	-2956,13	2816,75
165	0,02084	448,36	1100,44	-0,00154	-307,58	-754,90	-0,0035	-21,00	-3437,28	-3091,75	2882,95
170	0,02013	447,84	1099,16	-0,00160	-319,12	-783,23	-0,0035	-21,00	-3541,44	-3225,51	2947,84
175	0,01945	447,35	1097,95	-0,00165	-330,00	-809,94	-0,0035	-21,00	-3645,60	-3357,59	3011,50
180	0,01881	446,88	1096,82	-0,00170	-340,28	-835,17	-0,0035	-21,00	-3749,76	-3488,11	3073,99
185	0,01821	446,44	1095,74	-0,00175	-350,00	-859,03	-0,0035	-21,00	-3853,92	-3617,21	3135,38
190	0,01764	446,03	1094,72	-0,00180	-359,21	-881,64	-0,0035	-21,00	-3958,08	-3744,99	3195,72
195	0,01710	445,64	1093,75	-0,00184	-367,95	-903,08	-0,0035	-21,00	-4062,24	-3871,57	3255,06
200	0,01658	445,26	1092,83	-0,00188	-376,25	-923,46	-0,0035	-21,00	-4166,40	-3997,02	3313,45
205	0,01609	444,90	1091,96	-0,00192	-384,15	-942,84	-0,0035	-21,00	-4270,56	-4121,44	3370,92
210	0,01563	444,57	1091,13	-0,00196	-391,67	-961,29	-0,0035	-21,00	-4374,72	-4244,89	3427,50
215	0,01518	444,24	1090,33	-0,00199	-398,84	-978,89	-0,0035	-21,00	-4478,88	-4367,44	3483,24
220	0,01476	443,93	1089,58	-0,00203	-405,68	-995,69	-0,0035	-21,00	-4583,04	-4489,16	3538,16
225	0,01435	443,64	1088,85	-0,00206	-412,22	-1011,75	-0,0035	-21,00	-4687,20	-4610,09	3592,28
230	0,01396	443,36	1088,16	-0,00209	-418,48	-1027,10	-0,0035	-21,00	-4791,36	-4730,30	3645,64
235	0,01359	443,09	1087,50	-0,00212	-424,47	-1041,80	-0,0035	-21,00	-4895,52	-4849,83	3698,25
240	0,01323	442,83	1086,86	-0,00215	-430,21	-1055,89	-0,0035	-21,00	-4999,68	-4968,71	3750,13
245	0,01289	442,58	1086,25	-0,00218	-431,62	-1059,35	-0,0035	-21,00	-5103,84	-5076,94	3796,01
250	0,01257	442,34	1085,67	-0,00221	-431,60	-1059,30	-0,0035	-21,00	-5208,00	-5181,64	3839,63
255	0,01225	442,11	1085,10	-0,00223	-431,58	-1059,26	-0,0035	-21,00	-5312,16	-5286,31	3882,85
260	0,01195	441,89	1084,56	-0,00225	-431,56	-1059,21	-0,0035	-21,00	-5416,32	-5390,97	3925,66
265	0,01166	441,68	1084,04	-0,00228	-431,54	-1059,17	-0,0035	-21,00	-5520,48	-5495,61	3968,07
270	0,01138	441,47	1083,54	-0,00230	-431,53	-1059,13	-0,0035	-21,00	-5624,64	-5600,23	4010,07
275	0,01110	441,28	1083,06	-0,00232	-431,51	-1059,09	-0,0035	-21,00	-5728,80	-5704,83	4051,67
280	0,01084	441,09	1082,59	-0,00234	-431,50	-1059,05	-0,0035	-21,00	-5832,96	-5809,42	4092,86
285	0,01059	440,90	1082,14	-0,00236	-431,48	-1059,02	-0,0035	-21,00	-5937,12	-5913,99	4133,64
290	0,01035	440,73	1081,71	-0,00238	-431,47	-1058,98	-0,0035	-21,00	-6041,28	-6018,55	4174,02
295	0,01011	440,56	1081,29	-0,00240	-431,45	-1058,95	-0,0035	-21,00	-6145,44	-6123,10	4213,99
300	0,00989	440,39	1080,89	-0,00242	-431,44	-1058,92	-0,0035	-21,00	-6249,60	-6227,63	4253,55

305	0,00967	440,23	1080,49	-0,00244	-431,43	-1058,88	-0,0035	-21,00	-6353,76	-6332,15	4292,69
310	0,00946	440,08	1080,11	-0,00246	-431,42	-1058,85	-0,0035	-21,00	-6457,92	-6436,66	4331,43
315	0,00925	439,93	1079,75	-0,00247	-431,40	-1058,82	-0,0035	-21,00	-6562,08	-6541,16	4369,76
320	0,00905	439,78	1079,39	-0,00249	-431,39	-1058,80	-0,0035	-21,00	-6666,24	-6645,64	4407,68
325	0,00886	439,64	1079,05	-0,00250	-431,38	-1058,77	-0,0035	-21,00	-6770,40	-6750,12	4445,19
330	0,00867	439,51	1078,71	-0,00252	-431,37	-1058,74	-0,0035	-21,00	-6874,56	-6854,59	4482,29
335	0,00849	439,38	1078,39	-0,00253	-431,36	-1058,71	-0,0035	-21,00	-6978,72	-6959,05	4518,98
340	0,00831	439,25	1078,07	-0,00255	-431,35	-1058,69	-0,0035	-21,00	-7082,88	-7063,49	4555,26
345	0,00814	439,12	1077,77	-0,00256	-431,34	-1058,66	-0,0035	-21,00	-7187,04	-7167,94	4591,12
350	0,00798	439,00	1077,47	-0,00258	-431,33	-1058,64	-0,0035	-21,00	-7291,20	-7272,37	4626,58
355	0,00781	438,88	1077,18	-0,00259	-431,32	-1058,62	-0,0035	-21,00	-7395,36	-7376,79	4661,62
360	0,00766	438,77	1076,90	-0,00260	-431,31	-1058,59	-0,0035	-21,00	-7499,52	-7481,21	4696,25
365	0,00750	438,66	1076,63	-0,00261	-431,30	-1058,57	-0,0035	-21,00	-7603,68	-7585,62	4730,46
370	0,00735	438,55	1076,36	-0,00263	-431,29	-1058,55	-0,0035	-21,00	-7707,84	-7690,03	4764,27
375	0,00721	438,45	1076,11	-0,00264	-431,28	-1058,53	-0,0035	-21,00	-7812,00	-7794,42	4797,66
380	0,00707	438,34	1075,85	-0,00265	-431,28	-1058,51	-0,0035	-21,00	-7916,16	-7898,82	4830,64
385	0,00693	438,24	1075,61	-0,00266	-431,27	-1058,49	-0,0035	-21,00	-8020,32	-8003,20	4863,21
390	0,00680	438,15	1075,37	-0,00267	-431,26	-1058,47	-0,0035	-21,00	-8124,48	-8107,58	4895,36
395	0,00667	438,05	1075,14	-0,00268	-431,25	-1058,45	-0,0035	-21,00	-8228,64	-8211,95	4927,10
400	0,00654	437,96	1074,91	-0,00269	-431,24	-1058,43	-0,0035	-21,00	-8332,80	-8316,32	4958,43
405	0,00642	437,87	1074,69	-0,00270	-431,24	-1058,42	-0,0035	-21,00	-8436,96	-8420,69	4989,34
410	0,00630	437,78	1074,47	-0,00271	-431,23	-1058,40	-0,0035	-21,00	-8541,12	-8525,04	5019,84
415	0,00618	437,69	1074,26	-0,00272	-431,22	-1058,38	-0,0035	-21,00	-8645,28	-8629,40	5049,93
420	0,00606	437,61	1074,06	-0,00273	-431,22	-1058,37	-0,0035	-21,00	-8749,44	-8733,75	5079,60
425	0,00595	437,53	1073,86	-0,00274	-431,21	-1058,35	-0,0035	-21,00	-8853,60	-8838,09	5108,86
430	0,00584	437,45	1073,66	-0,00275	-431,20	-1058,33	-0,0035	-21,00	-8957,76	-8942,43	5137,70
435	0,00573	437,37	1073,47	-0,00276	-431,20	-1058,32	-0,0035	-21,00	-9061,92	-9046,77	5166,13
440	0,00563	437,29	1073,28	-0,00276	-431,19	-1058,30	-0,0035	-21,00	-9166,08	-9151,10	5194,15
445	0,00553	437,22	1073,10	-0,00277	-431,19	-1058,29	-0,0035	-21,00	-9270,24	-9255,43	5221,75
450	0,00543	437,15	1072,92	-0,00278	-431,18	-1058,27	-0,0035	-21,00	-9374,40	-9359,75	5248,94
455	0,00533	437,08	1072,75	-0,00279	-431,17	-1058,26	-0,0035	-21,00	-9478,56	-9464,07	5275,71
460	0,00523	437,01	1072,57	-0,00280	-431,17	-1058,25	-0,0035	-21,00	-9582,72	-9568,39	5302,07
465	0,00514	436,94	1072,41	-0,00280	-431,16	-1058,23	-0,0035	-21,00	-9686,88	-9672,71	5328,02

470	0,00505	436,87	1072,24	-0,00281	-431,16	-1058,22	-0,0035	-21,00	-9791,04	-9777,02	5353,55
475	0,00496	436,81	1072,08	-0,00282	-431,15	-1058,21	-0,0035	-21,00	-9895,20	-9881,32	5378,66
480	0,00487	436,74	1071,92	-0,00283	-431,15	-1058,19	-0,0035	-21,00	-9999,36	-9985,63	5403,36
485	0,00478	436,68	1071,77	-0,00283	-431,14	-1058,18	-0,0035	-21,00	-10103,52	-10089,93	5427,65
490	0,00470	436,62	1071,62	-0,00284	-431,14	-1058,17	-0,0035	-21,00	-10207,68	-10194,23	5451,52
495	0,00461	436,56	1071,47	-0,00285	-431,13	-1058,16	-0,0035	-21,00	-10311,84	-10298,52	5474,98
500	0,00453	436,50	1071,33	-0,00285	-431,13	-1058,14	-0,0035	-21,00	-10416,00	-10402,82	5498,02
505	0,00445	436,44	1071,19	-0,00286	-431,12	-1058,13	-0,0035	-21,00	-10520,16	-10507,11	5520,64
510	0,00438	436,38	1071,05	-0,00287	-431,12	-1058,12	-0,0035	-21,00	-10624,32	-10611,40	5542,85
515	0,00430	436,33	1070,91	-0,00287	-431,11	-1058,11	-0,0035	-21,00	-10728,48	-10715,68	5564,65
520	0,00422	436,27	1070,78	-0,00288	-431,11	-1058,10	-0,0035	-21,00	-10832,64	-10819,96	5586,03
525	0,00415	436,22	1070,64	-0,00288	-431,10	-1058,09	-0,0035	-21,00	-10936,80	-10924,25	5607,00
530	0,00408	436,17	1070,52	-0,00289	-431,10	-1058,08	-0,0035	-21,00	-11040,96	-11028,52	5627,55
535	0,00401	436,12	1070,39	-0,00289	-431,10	-1058,07	-0,0035	-21,00	-11145,12	-11132,80	5647,68
540	0,00394	436,07	1070,27	-0,00290	-431,09	-1058,06	-0,0035	-21,00	-11249,28	-11237,07	5667,40
545	0,00387	436,02	1070,14	-0,00291	-431,09	-1058,05	-0,0035	-21,00	-11353,44	-11341,35	5686,70
550	0,00380	435,97	1070,02	-0,00291	-431,08	-1058,04	-0,0035	-21,00	-11457,60	-11445,62	5705,59
555	0,00374	435,92	1069,91	-0,00292	-431,08	-1058,03	-0,0035	-21,00	-11561,76	-11549,88	5724,07
560	0,00367	435,87	1069,79	-0,00292	-431,08	-1058,02	-0,0035	-21,00	-11665,92	-11654,15	5742,13
565	0,00361	435,83	1069,68	-0,00293	-431,07	-1058,01	-0,0035	-21,00	-11770,08	-11758,41	5759,77
570	0,00355	435,78	1069,57	-0,00293	-431,07	-1058,00	-0,0035	-21,00	-11874,24	-11862,68	5776,99
575	0,00348	435,74	1069,46	-0,00294	-431,07	-1057,99	-0,0035	-21,00	-11978,40	-11966,94	5793,81
580	0,00342	435,69	1069,35	-0,00294	-431,06	-1057,99	-0,0035	-21,00	-12082,56	-12071,20	5810,20
585	0,00337	435,65	1069,24	-0,00295	-431,06	-1057,98	-0,0035	-21,00	-12186,72	-12175,45	5826,18
590	0,00331	435,61	1069,14	-0,00295	-431,06	-1057,97	-0,0035	-21,00	-12290,88	-12279,71	5841,75
595	0,00325	435,57	1069,04	-0,00296	-431,05	-1057,96	-0,0035	-21,00	-12395,04	-12383,96	5856,90
600	0,00319	435,52	1068,94	-0,00296	-431,05	-1057,95	-0,0035	-21,00	-12499,20	-12488,21	5871,63
605	0,00314	435,48	1068,84	-0,00296	-431,05	-1057,94	-0,0035	-21,00	-12603,36	-12592,47	5885,95
610	0,00308	435,44	1068,74	-0,00297	-431,04	-1057,94	-0,0035	-21,00	-12707,52	-12696,71	5899,85
615	0,00303	435,41	1068,65	-0,00297	-431,04	-1057,93	-0,0035	-21,00	-12811,68	-12800,96	5913,34
620	0,00298	435,37	1068,55	-0,00298	-431,04	-1057,92	-0,0035	-21,00	-12915,84	-12905,21	5926,41
625	0,00293	435,33	1068,46	-0,00298	-431,03	-1057,91	-0,0035	-21,00	-13020,00	-13009,45	5939,06
630	0,00288	435,29	1068,37	-0,00299	-431,03	-1057,91	-0,0035	-21,00	-13124,16	-13113,70	5951,30

635	0,00282	435,26	1068,28	-0,00299	-431,03	-1057,90	-0,0035	-21,00	-13228,32	-13217,94	5963,12
640	0,00278	435,22	1068,19	-0,00299	-431,02	-1057,89	-0,0035	-21,00	-13332,48	-13322,18	5974,53
645	0,00273	435,18	1068,10	-0,00300	-431,02	-1057,89	-0,0035	-21,00	-13436,64	-13426,42	5985,52
650	0,00268	435,15	1068,02	-0,00300	-431,02	-1057,88	-0,0035	-21,00	-13540,80	-13530,66	5996,10
655	0,00263	435,12	1067,93	-0,00301	-431,02	-1057,87	-0,0035	-21,00	-13644,96	-13634,90	6006,26
660	0,00259	435,08	1067,85	-0,00301	-431,01	-1057,86	-0,0035	-21,00	-13749,12	-13739,13	6016,00
665	0,00254	435,05	1067,77	-0,00301	-431,01	-1057,86	-0,0035	-21,00	-13853,28	-13843,37	6025,33
670	0,00249	435,02	1067,69	-0,00302	-431,01	-1057,85	-0,0035	-21,00	-13957,44	-13947,60	6034,24
675	0,00245	434,98	1067,61	-0,00302	-431,00	-1057,85	-0,0035	-21,00	-14061,60	-14051,84	6042,74
680	0,00241	434,95	1067,53	-0,00302	-431,00	-1057,84	-0,0035	-21,00	-14165,76	-14156,07	6050,82
685	0,00236	434,92	1067,45	-0,00303	-431,00	-1057,83	-0,0035	-21,00	-14269,92	-14260,30	6058,48
690	0,00232	434,89	1067,38	-0,00303	-431,00	-1057,83	-0,0035	-21,00	-14374,08	-14364,53	6065,73
695	0,00228	434,86	1067,30	-0,00303	-430,99	-1057,82	-0,0035	-21,00	-14478,24	-14468,76	6072,56
700	0,00224	434,83	1067,23	-0,00304	-430,99	-1057,81	-0,0035	-21,00	-14582,40	-14572,98	6078,98
705	0,00220	434,80	1067,16	-0,00304	-430,99	-1057,81	-0,0035	-21,00	-14686,56	-14677,21	6084,98
710	0,00216	431,34	1058,66	-0,00304	-430,99	-1057,80	-0,0035	-21,00	-14790,72	-14789,86	6086,12
715	0,00212	423,43	1039,25	-0,00305	-430,99	-1057,80	-0,0035	-21,00	-14894,88	-14913,43	6081,08
720	0,00208	415,63	1020,10	-0,00305	-430,98	-1057,79	-0,0035	-21,00	-14999,04	-15036,73	6075,77
725	0,00204	407,93	1001,21	-0,00305	-430,98	-1057,79	-0,0035	-21,00	-15103,20	-15159,77	6070,18
730	0,00200	400,34	982,59	-0,00306	-430,98	-1057,78	-0,0035	-21,00	-15207,36	-15282,55	6064,31
735	0,00196	392,86	964,22	-0,00306	-430,98	-1057,78	-0,0035	-21,00	-15311,52	-15405,08	6058,16
740	0,00193	385,47	946,09	-0,00306	-430,97	-1057,77	-0,0035	-21,00	-15415,68	-15527,36	6051,72
745	0,00189	378,19	928,21	-0,00307	-430,97	-1057,76	-0,0035	-21,00	-15519,84	-15649,39	6044,99
750	0,00186	371,00	910,57	-0,00307	-430,97	-1057,76	-0,0035	-21,00	-15624,00	-15771,19	6037,97
755	0,00182	363,91	893,16	-0,00307	-430,97	-1057,75	-0,0035	-21,00	-15728,16	-15892,75	6030,66
760	0,00178	356,91	875,98	-0,00307	-430,97	-1057,75	-0,0035	-21,00	-15832,32	-16014,09	6023,06
765	0,00175	350,00	859,03	-0,00308	-430,96	-1057,74	-0,0035	-21,00	-15936,48	-16135,20	6015,15
770	0,00172	343,18	842,29	-0,00308	-430,96	-1057,74	-0,0035	-21,00	-16040,64	-16256,08	6006,95
775	0,00168	336,45	825,78	-0,00308	-430,96	-1057,73	-0,0035	-21,00	-16144,80	-16376,76	5998,44
780	0,00165	329,81	809,47	-0,00308	-430,96	-1057,73	-0,0035	-21,00	-16248,96	-16497,22	5989,63
785	0,00162	323,25	793,37	-0,00309	-430,96	-1057,73	-0,0035	-21,00	-16353,12	-16617,47	5980,51
790	0,00158	316,77	777,48	-0,00309	-430,95	-1057,72	-0,0035	-21,00	-16457,28	-16737,52	5971,08
795	0,00155	310,38	761,78	-0,00309	-430,95	-1057,72	-0,0035	-21,00	-16561,44	-16857,38	5961,34

800	0,00152	304,06	746,28	-0,00310	-430,95	-1057,71	-0,0035	-21,00	-16665,60	-16977,03	5951,29
805	0,00149	297,83	730,98	-0,00310	-430,95	-1057,71	-0,0035	-21,00	-16769,76	-17096,49	5940,92
810	0,00146	291,67	715,86	-0,00310	-430,95	-1057,70	-0,0035	-21,00	-16873,92	-17215,76	5930,23
815	0,00143	285,58	700,93	-0,00310	-430,95	-1057,70	-0,0035	-21,00	-16978,08	-17334,85	5919,23
820	0,00140	279,57	686,18	-0,00311	-430,94	-1057,69	-0,0035	-21,00	-17082,24	-17453,76	5907,91
825	0,00137	273,64	671,60	-0,00311	-430,94	-1057,69	-0,0035	-21,00	-17186,40	-17572,48	5896,26
830	0,00134	267,77	657,21	-0,00311	-430,94	-1057,69	-0,0035	-21,00	-17290,56	-17691,04	5884,29
835	0,00131	261,98	642,99	-0,00311	-430,94	-1057,68	-0,0035	-21,00	-17394,72	-17809,42	5871,99
840	0,00128	256,25	628,93	-0,00311	-430,94	-1057,68	-0,0035	-21,00	-17498,88	-17927,63	5859,37
845	0,00125	250,59	615,04	-0,00312	-430,93	-1057,67	-0,0035	-21,00	-17603,04	-18045,67	5846,42
850	0,00123	245,00	601,32	-0,00312	-430,93	-1057,67	-0,0035	-21,00	-17707,20	-18163,55	5833,13
855	0,00120	239,47	587,76	-0,00312	-430,93	-1057,67	-0,0035	-21,00	-17811,36	-18281,27	5819,52
860	0,00117	234,01	574,35	-0,00312	-430,93	-1057,66	-0,0035	-21,00	-17915,52	-18398,83	5805,57
865	0,00114	228,61	561,10	-0,00313	-430,93	-1057,66	-0,0035	-21,00	-18019,68	-18516,24	5791,29
870	0,00112	223,28	548,00	-0,00313	-430,93	-1057,65	-0,0035	-21,00	-18123,84	-18633,49	5776,67
875	0,00109	218,00	535,05	-0,00313	-430,93	-1057,65	-0,0035	-21,00	-18228,00	-18750,60	5761,71
880	0,00106	212,78	522,25	-0,00313	-430,92	-1057,65	-0,0035	-21,00	-18332,16	-18867,56	5746,41
885	0,00104	207,63	509,59	-0,00313	-430,92	-1057,64	-0,0035	-21,00	-18436,32	-18984,37	5730,78
890	0,00101	202,53	497,08	-0,00314	-430,92	-1057,64	-0,0035	-21,00	-18540,48	-19101,04	5714,80
895	0,00099	197,49	484,70	-0,00314	-430,92	-1057,63	-0,0035	-21,00	-18644,64	-19217,57	5698,48
900	0,00096	192,50	472,47	-0,00314	-430,92	-1057,63	-0,0035	-21,00	-18748,80	-19333,97	5681,81
905	0,00094	187,57	460,36	-0,00314	-430,92	-1057,63	-0,0035	-21,00	-18852,96	-19450,22	5664,80
910	0,00091	182,69	448,39	-0,00314	-430,91	-1057,62	-0,0035	-21,00	-18957,12	-19566,35	5647,45
915	0,00089	177,87	436,56	-0,00315	-430,91	-1057,62	-0,0035	-21,00	-19061,28	-19682,34	5629,74
920	0,00087	173,10	424,85	-0,00315	-430,91	-1057,62	-0,0035	-21,00	-19165,44	-19798,21	5611,69
925	0,00084	168,38	413,26	-0,00315	-430,91	-1057,61	-0,0035	-21,00	-19269,60	-19913,95	5593,29
930	0,00082	163,71	401,80	-0,00315	-430,91	-1057,61	-0,0035	-21,00	-19373,76	-20029,57	5574,53
935	0,00080	159,09	390,47	-0,00315	-430,91	-1057,61	-0,0035	-21,00	-19477,92	-20145,06	5555,43
940	0,00077	154,52	379,25	-0,00316	-430,91	-1057,60	-0,0035	-21,00	-19582,08	-20260,43	5535,97
945	0,00075	150,00	368,16	-0,00316	-430,91	-1057,60	-0,0035	-21,00	-19686,24	-20375,69	5516,16
950	0,00073	145,53	357,18	-0,00316	-430,90	-1057,60	-0,0035	-21,00	-19790,40	-20490,82	5495,99
955	0,00071	141,10	346,31	-0,00316	-430,90	-1057,59	-0,0035	-21,00	-19894,56	-20605,84	5475,46
960	0,00068	136,72	335,56	-0,00316	-430,90	-1057,59	-0,0035	-21,00	-19998,72	-20720,75	5454,58

965	0,00066	132,38	324,92	-0,00316	-430,90	-1057,59	-0,0035	-21,00	-20102,88	-20835,55	5433,35
970	0,00064	128,09	314,39	-0,00317	-430,90	-1057,58	-0,0035	-21,00	-20207,04	-20950,24	5411,75
975	0,00062	123,85	303,96	-0,00317	-430,90	-1057,58	-0,0035	-21,00	-20311,20	-21064,82	5389,79
980	0,00060	119,64	293,65	-0,00317	-430,90	-1057,58	-0,0035	-21,00	-20415,36	-21179,29	5367,47
985	0,00058	115,48	283,44	-0,00317	-430,90	-1057,58	-0,0035	-21,00	-20519,52	-21293,66	5344,80
990	0,00056	111,36	273,33	-0,00317	-430,89	-1057,57	-0,0035	-21,00	-20623,68	-21407,93	5321,75
995	0,00054	107,29	263,32	-0,00317	-430,89	-1057,57	-0,0035	-21,00	-20727,84	-21522,09	5298,35
1000	0,00052	103,25	253,41	-0,00318	-430,89	-1057,57	-0,0035	-21,00	-20832,00	-21636,15	5274,58
1005	0,00050	99,25	243,61	-0,00318	-430,89	-1057,56	-0,0035	-21,00	-20936,16	-21750,12	5250,45
1010	0,00048	95,30	233,89	-0,00318	-430,89	-1057,56	-0,0035	-21,00	-21040,32	-21863,99	5225,95
1015	0,00046	91,38	224,28	-0,00318	-430,89	-1057,56	-0,0035	-21,00	-21144,48	-21977,76	5201,09
1020	0,00044	87,50	214,76	-0,00318	-430,89	-1057,56	-0,0035	-21,00	-21248,64	-22091,44	5175,86
1025	0,00042	83,66	205,33	-0,00318	-430,89	-1057,55	-0,0035	-21,00	-21352,80	-22205,02	5150,26
1030	0,00040	79,85	195,99	-0,00319	-430,88	-1057,55	-0,0035	-21,00	-21456,96	-22318,52	5124,29
1035	0,00038	76,09	186,75	-0,00319	-430,88	-1057,55	-0,0035	-21,00	-21561,12	-22431,92	5097,96
1040	0,00036	72,36	177,59	-0,00319	-430,88	-1057,54	-0,0035	-21,00	-21665,28	-22545,24	5071,25
1045	0,00034	68,66	168,52	-0,00319	-430,88	-1057,54	-0,0035	-21,00	-21769,44	-22658,46	5044,17
1050	0,00033	65,00	159,53	-0,00319	-430,88	-1057,54	-0,0035	-21,00	-21873,60	-22771,61	5016,73
1055	0,00031	61,37	150,64	-0,00319	-430,88	-1057,54	-0,0035	-21,00	-21977,76	-22884,66	4988,91
1060	0,00029	57,78	141,82	-0,00319	-430,88	-1057,53	-0,0035	-21,00	-22081,92	-22997,63	4960,72
1065	0,00027	54,23	133,09	-0,00320	-430,88	-1057,53	-0,0035	-21,00	-22186,08	-23110,52	4932,15
1070	0,00025	50,70	124,44	-0,00320	-430,88	-1057,53	-0,0035	-21,00	-22290,24	-23223,33	4903,21
1075	0,00024	47,21	115,87	-0,00320	-430,88	-1057,53	-0,0035	-21,00	-22394,40	-23336,06	4873,90
1080	0,00022	43,75	107,38	-0,00320	-430,87	-1057,52	-0,0035	-21,00	-22498,56	-23448,71	4844,22
1085	0,00020	40,32	98,97	-0,00320	-430,87	-1057,52	-0,0035	-21,00	-22602,72	-23561,28	4814,15
1090	0,00018	36,93	90,63	-0,00320	-430,87	-1057,52	-0,0035	-21,00	-22706,88	-23673,77	4783,72
1095	0,00017	33,56	82,37	-0,00320	-430,87	-1057,52	-0,0035	-21,00	-22811,04	-23786,18	4752,90
1100	0,00015	30,23	74,19	-0,00321	-430,87	-1057,51	-0,0035	-21,00	-22915,20	-23898,53	4721,71
1105	0,00013	26,92	66,08	-0,00321	-430,87	-1057,51	-0,0035	-21,00	-23019,36	-24010,79	4690,14
1110	0,00012	23,65	58,04	-0,00321	-430,87	-1057,51	-0,0035	-21,00	-23123,52	-24122,99	4658,19
1115	0,00010	20,40	50,08	-0,00321	-430,87	-1057,51	-0,0035	-21,00	-23227,68	-24235,11	4625,87
1120	0,00009	17,19	42,18	-0,00321	-430,87	-1057,51	-0,0035	-21,00	-23331,84	-24347,16	4593,16
1125	0,00007	14,00	34,36	-0,00321	-430,87	-1057,50	-0,0035	-21,00	-23436,00	-24459,14	4560,08

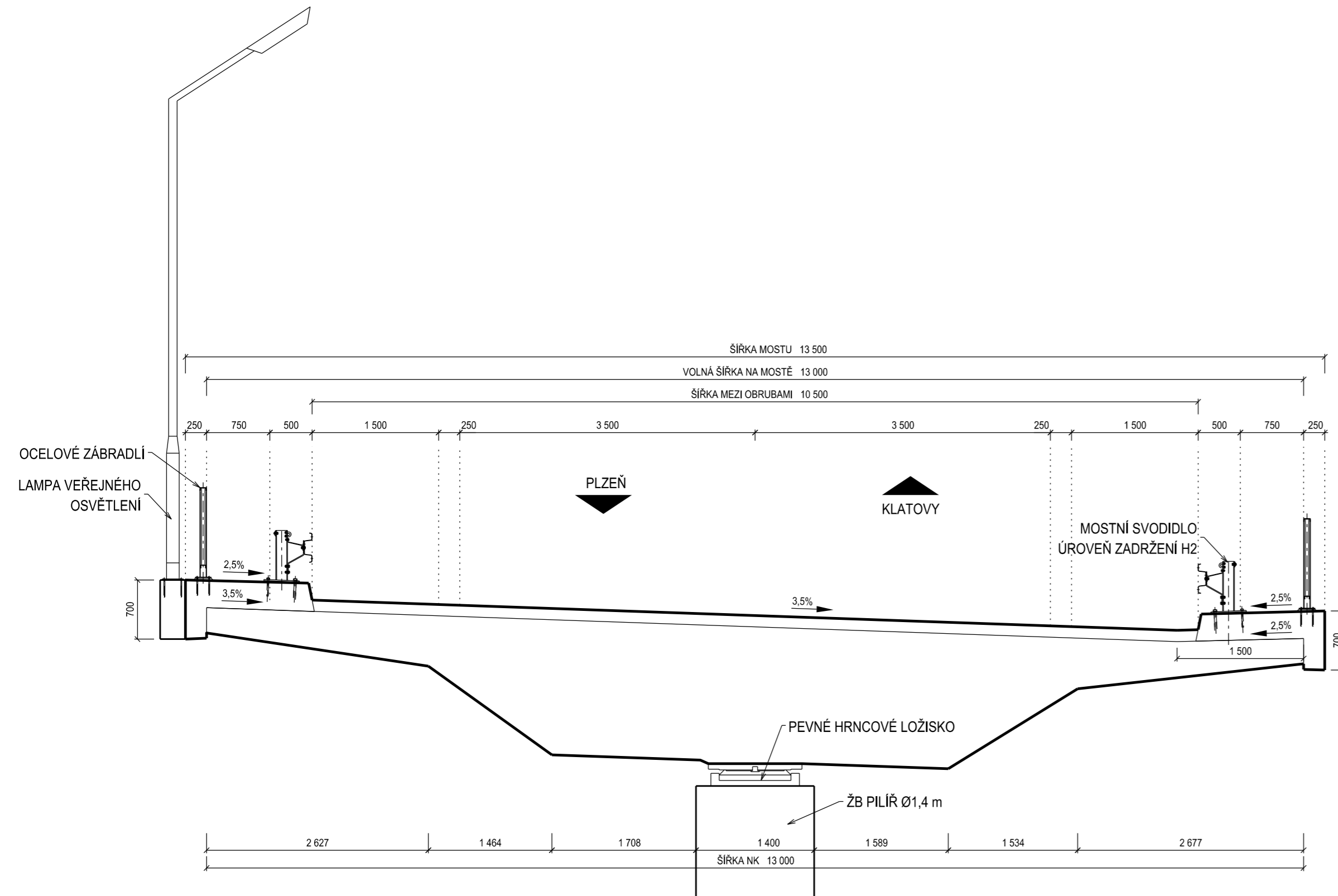
1130	0,00005	10,84	26,61	-0,00321	-430,86	-1057,50	-0,0035	-21,00	-23540,16	-24571,05	4526,61	
1135	0,00004	7,71	18,92	-0,00321	-430,86	-1057,50	-0,0035	-21,00	-23644,32	-24682,90	4492,77	
1140	0,00002	4,61	11,30	-0,00322	-430,86	-1057,50	-0,0035	-21,00	-23748,48	-24794,67	4458,54	
1145	0,00001	1,53	3,75	-0,00322	-430,86	-1057,49	-0,0035	-21,00	-23852,64	-24906,38	4423,93	
1150	-0,00001	-1,52	-3,73	-0,00322	-430,86	-1057,49	-0,0035	-21,00	-23956,80	-25018,03	4388,94	
1155	-0,00002	-4,55	-11,16	-0,00322	-430,86	-1057,49	-0,0035	-21,00	-24060,96	-25129,61	4353,57	
1160	-0,00004	-7,54	-18,51	-0,00322	-430,86	-1057,49	-0,0035	-21,00	-24165,12	-25241,12	4317,82	
1165	-0,00005	-10,52	-25,81	-0,00322	-430,86	-1057,49	-0,0035	-21,00	-24269,28	-25352,57	4281,68	
1170	-0,00007	-13,46	-33,04	-0,00322	-430,86	-1057,48	-0,0035	-21,00	-24373,44	-25463,96	4245,16	
1175	-0,00008	-16,38	-40,21	-0,00322	-430,86	-1057,48	-0,0035	-21,00	-24477,60	-25575,29	4208,25	
1180	-0,00010	-19,28	-47,32	-0,00323	-430,86	-1057,48	-0,0035	-21,00	-24581,76	-25686,56	4170,96	
1185	-0,00011	-22,15	-54,37	-0,00323	-430,85	-1057,48	-0,0035	-21,00	-24685,92	-25797,77	4133,28	
1190	-0,00013	-25,00	-61,36	-0,00323	-430,85	-1057,47	-0,0035	-21,00	-24790,08	-25908,91	4095,22	
1195	-0,00014	-27,82	-68,29	-0,00323	-430,85	-1057,47	-0,0035	-21,00	-24894,24	-26020,00	4056,78	
1200	-0,00015	-30,63	-75,17	-0,00323	-430,85	-1057,47	-0,0035	-21,00	-24998,40	-26131,04	4017,94	
1205	-0,00017	-33,40	-81,98	-0,00323	-430,85	-1057,47	-0,0035	-21,00	-25102,56	-26242,01	3978,72	
1210	-0,00018	-36,16	-88,74	-0,00323	-430,85	-1057,47	-0,0035	-21,00	-25206,72	-26352,93	3939,12	
1215	-0,00019	-38,89	-95,45	-0,00323	-430,85	-1057,46	-0,0035	-21,00	-25310,88	-26463,79	3899,12	
1220	-0,00021	-41,60	-102,10	-0,00323	-430,85	-1057,46	-0,0035	-21,00	-25415,04	-26574,60	3858,74	
1225	-0,00022	-44,29	-108,69	-0,00324	-430,85	-1057,46	-0,0035	-21,00	-25519,20	-26685,35	3817,97	
1230	-0,00023	-46,95	-115,24	-0,00324	-430,85	-1057,46	-0,0035	-21,00	-25623,36	-26796,05	3776,81	
1235	-0,00025	-49,60	-121,72	-0,00324	-430,85	-1057,46	-0,0035	-21,00	-25727,52	-26906,70	3735,27	
1240	-0,00026	-52,22	-128,16	-0,00324	-430,85	-1057,46	-0,0035	-21,00	-25831,68	-27017,30	3693,33	
čistý tlak:	1240	-0,04500	-465,93	-1143,56	-0,04500	-465,93	-1143,56	-0,0035	-21,00	-25831,68	-28118,80	0,00

HV	...	horní vlákna průřezu
DV	...	dolní vlákna průřezu
ϵ_{c3}	...	mezní elastické přetvoření betonu
ϵ_{cu3}	...	celkové mezní přetvoření betonu
f_{ck}	...	charakteristická pevnost betonu v tlaku
γ_c	...	součinitel materiálu pro beton
α_{cc}	...	součinitel vlastností betonu
E_{ck}	...	charakteristický modul pružnosti betonu
f_{cd}	...	návrhová pevnost betonu
E_{cd}	...	návrhový modul pružnosti betonu
f_{pk}	...	charakteristická mez pevnosti předpínací výztuže
$f_{p0,1k}$	...	charakteristická smluvní mez kluzu předpínací výztuže
γ_s	...	součinitel materiálu pro ocel
f_{pd}	...	návrhová mez pevnosti předpínací výztuže
$f_{p0,1d}$	...	návrhová smluvní mez kluzu předpínací výztuže
ϵ_{uk}	...	charakteristická hodnota celkového mezního přetvoření předpínací výztuže
ϵ_{ud}	...	návrhová hodnota celkového mezního přetvoření předpínací výztuže
σ_{ud}	...	skutečná mez pevnosti předpínací/betonářské výztuže
E_s	...	modul pružnosti předpínací/betonářské výztuže
$\Delta\epsilon_c(z)$	...	přidávané betonu přetvoření v ose proužku
$\epsilon_c(z)$	...	výsledné přetvoření betonu v ose proužku
$\sigma_c(z)$	...	výsledné přetvoření betonu v ose proužku
$N_c(z)$	...	normálová síla v betonu v ose proužku
$M_c(z)$	...	moment normálové síly v betonu v ose proužku k danému bodu
f_{yk}	...	charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
f_{yd}	...	návrhová mez kluzu betonářské výztuže
ϵ_{uk}	...	charakteristické mezní přetvoření betonářské výztuže
ϵ_{ud}	...	návrhové mezní přetvoření betonářské výztuže
c	...	krytí betonářské výztuže
\emptyset	...	profil betonářské výztuže
n	...	počet profilů betonářské výztuže
d	...	statická výška průřezu
$z = 0,9d$	...	odhad ramene vnitřních sil
ν_1	...	redukční součinitel pevnosti pro beton se smykovými trhlinami
$M_{Ed, max}$	...	maximální hodnota ohybového momentu od zatížení
$V_{Ed, max}$	...	maximální hodnota posouvající síly od zatížení
N_{ed}	...	maximální hodnota normálové síly od zatížení
σ_{cp}	...	normálové napětí v průřezu od normálové síly
α_{cW}	...	součinitel využití pevnosti betonu
b_w	...	šířka konstrukce odolávající smyku
$\cotg(\theta)$	...	kotangens úhlu sklonu smykových trhlin
ρ_w	...	stupeň vyztužení smykovou výztuží
f_{ywk}	...	charakteristická mez kluzu smykové výztuže
f_{ywd}	...	návrhová mez kluzu smykové výztuže
β_0	...	součinitel vzpěrné délky
h_0	...	vzpěrná délka

NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

PŘÍČNÝ ŘEZ S POHLEDEM NA PILÍŘ P2

M 1:50



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Škola:

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE



Obor:

STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ - KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY

Vypracoval:

BC. LUKÁŠ MLNÁŘÍK

Vedoucí práce:

ING. MICHAL DRAHORÁD, PH.D.

Název práce:

NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

Část:

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Název přílohy:

PŘÍČNÝ ŘEZ S POHLEDEM NA PILÍŘ P2

Datum:

12/2017

Číslo části:

3

Měřítko:

1:50

Počet formátů:

3 x A4

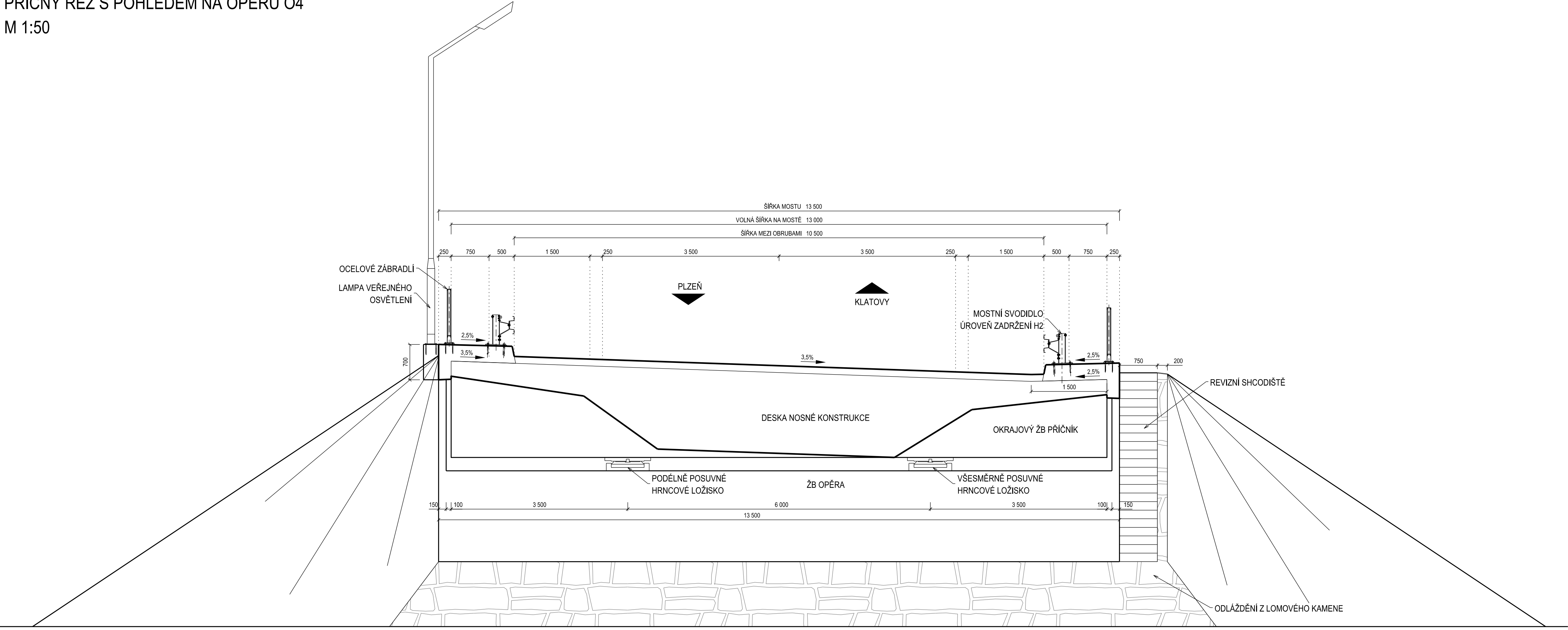
Číslo přílohy:


1.1

NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

PŘÍČNÝ ŘEZ S POHLEDEM NA OPĚRU O4

M 1:50

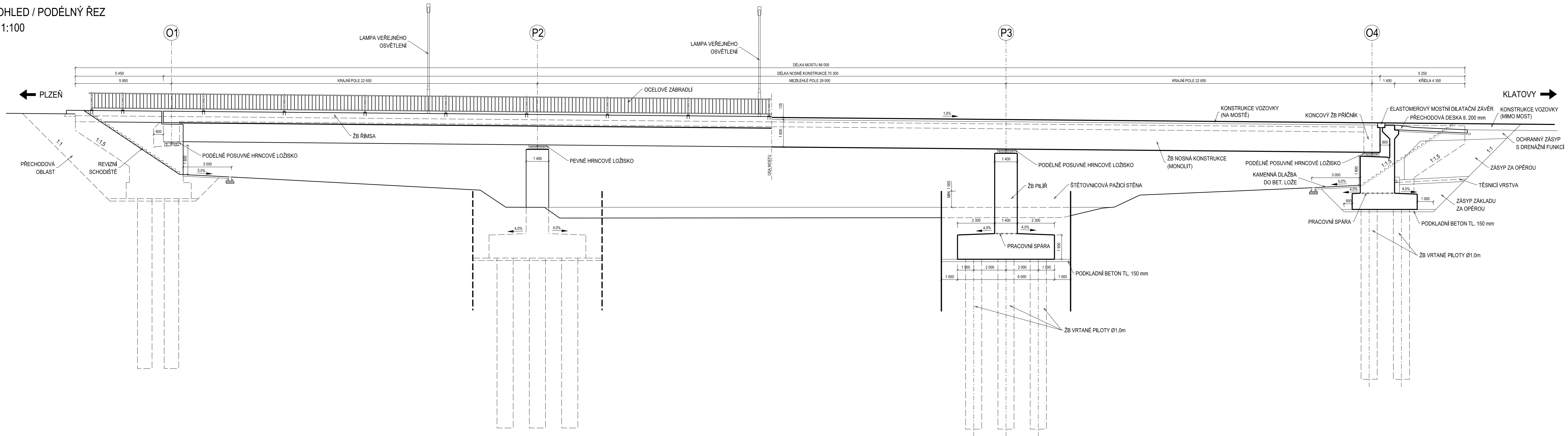


DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Škola: ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE		Obor: STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ - KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY	
Vypracoval: BC. LUKÁŠ MLNÁŘÍK		Vedoucí práce: ING. MICHAL DRAHORÁD, PH.D.	
Název práce: NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU			
Část:		Datum: 12/2017	
VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE		Číslo části: 3	
Název přílohy:		Měřítko: 1:50	Počet formátů: 4 x A4
PŘÍČNÝ ŘEZ S POHLEDEM NA OPĚRU O4		Číslo přílohy: 1.2	

NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

POHLED / PODÉLNÝ ŘEZ

M 1:100



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Škola:

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Obor:

STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ - KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY

Vypracoval:

BC. LUKÁŠ MLNÁŘÍK

Vedoucí práce:

ING. MICHAL DRAHORÁD, PH.D.

Název práce:

NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

Část:

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Název přílohy:

POHLED/PODÉLNÝ ŘEZ

Datum:

12/2017

Číslo částí:

3

Měřítko:

1:100

Počet formátů:

6 x A4

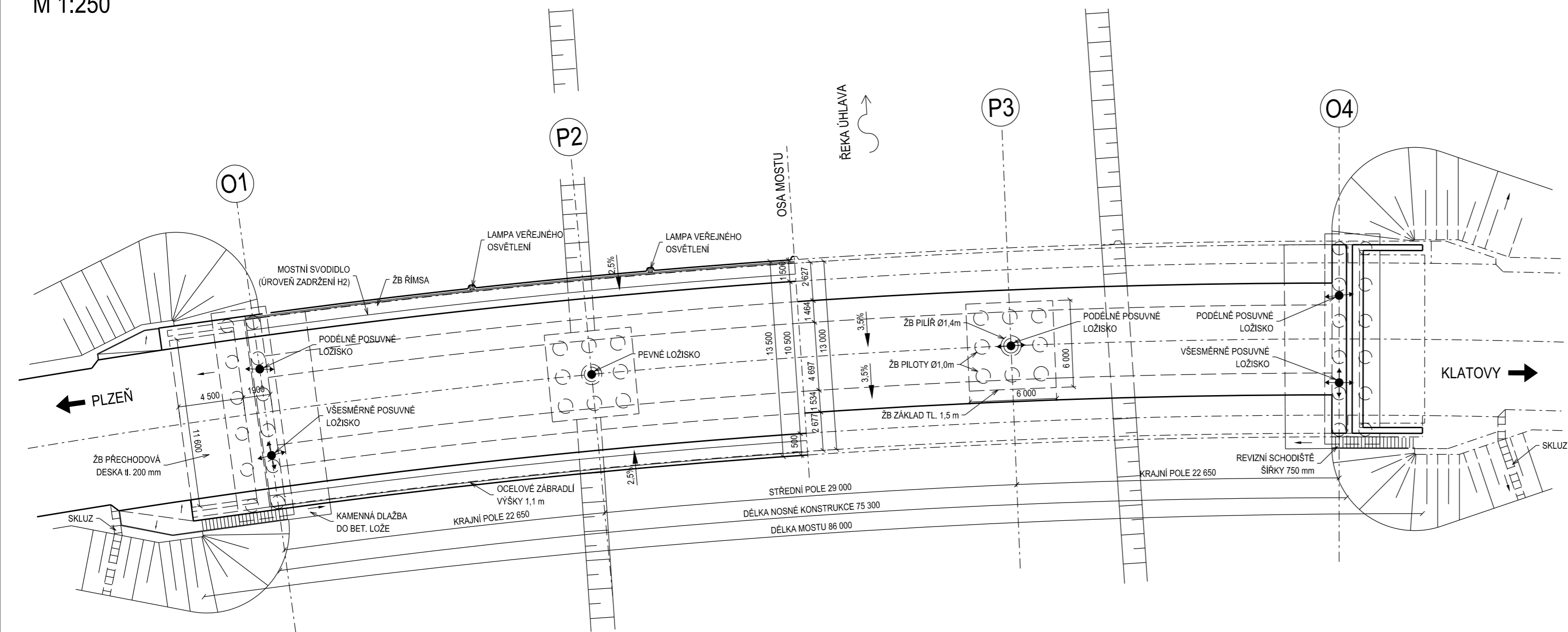
Číslo přílohy:

2

NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

PŮDORYS

M 1:250



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Škola:

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE



Obor:

STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ - KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY

Vypracoval:

BC. LUKÁŠ MLNÁŘÍK

Vedoucí práce:

ING. MICHAL DRAHORÁD, PH.D.

Název práce:

NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

Část:

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Název přílohy:

PŮDORYS

Datum:

12/2017

Číslo části:

3

Měřítko:

1:250

Počet formátů:

3 x A4

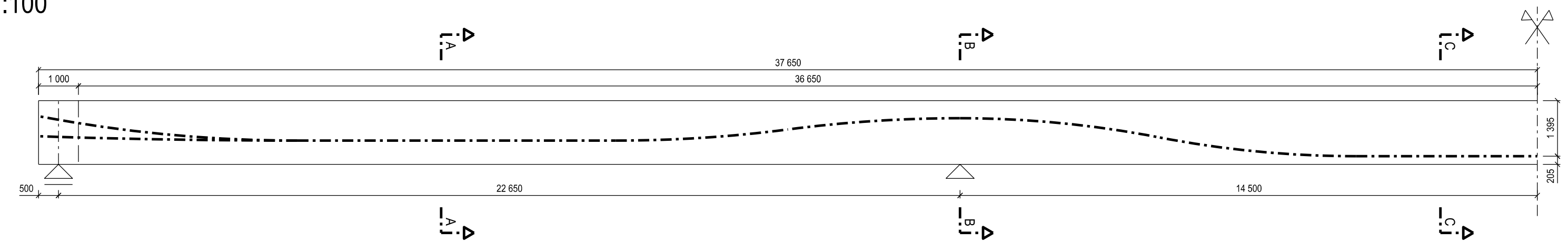
Číslo přílohy:

3

NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

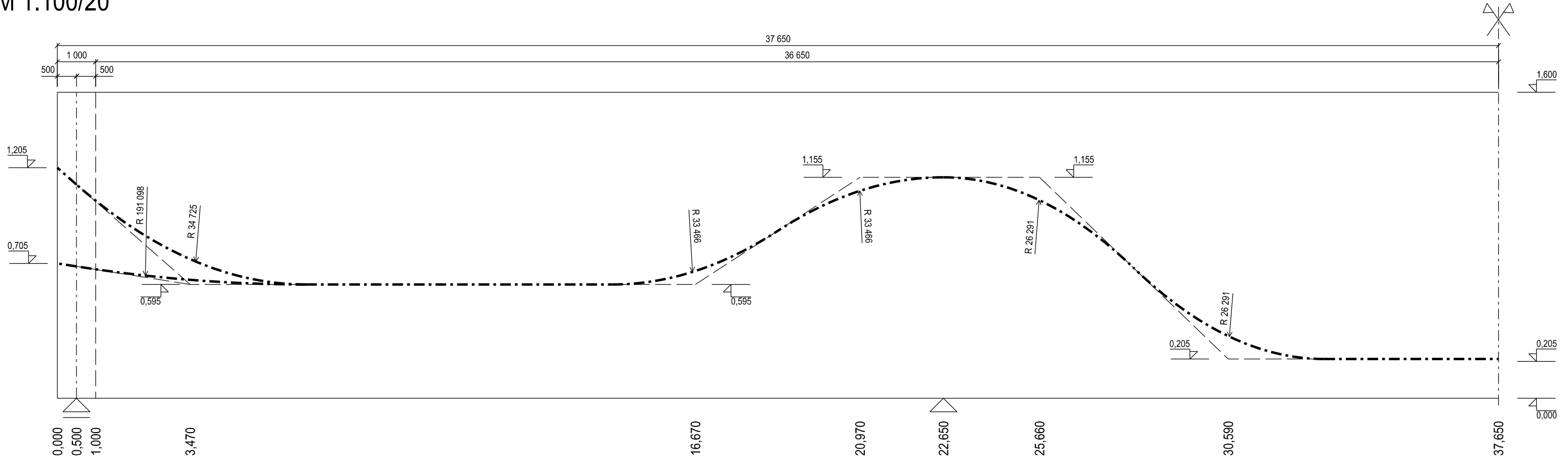
PODÉLNÝ ŘEZ NOSNOU KONSTRUKCÍ

M 1:100



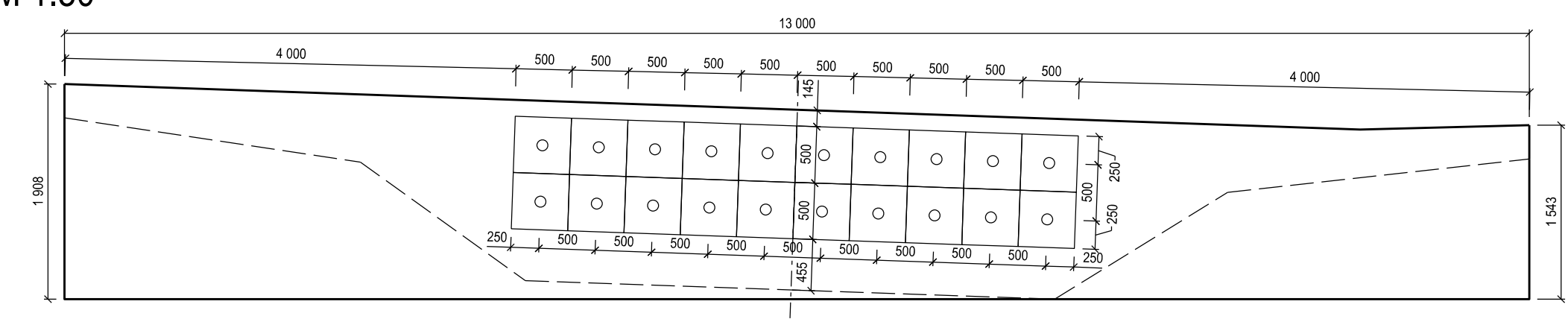
VEDENÍ PŘEDPÍNACÍCH KABELŮ V NK

M 1:100/20



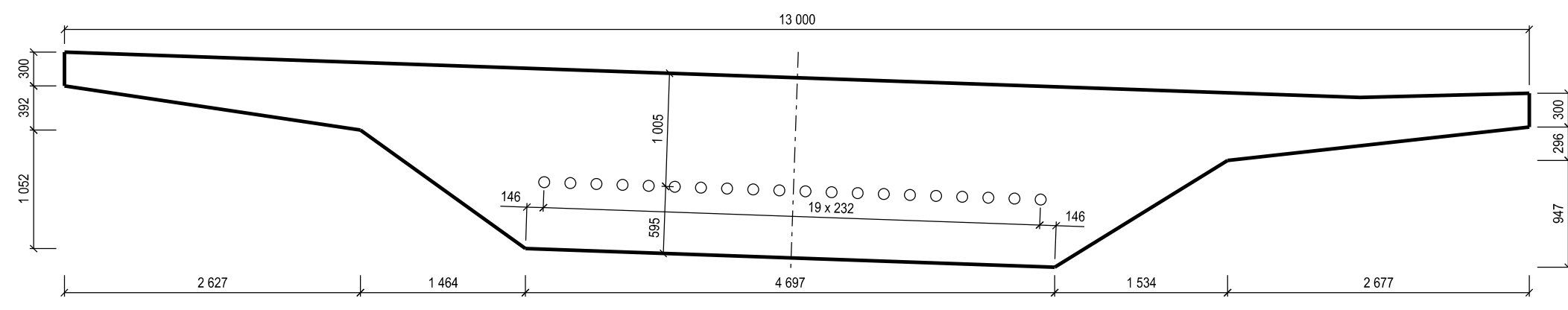
POHLED NA ČELO NK

M 1:50



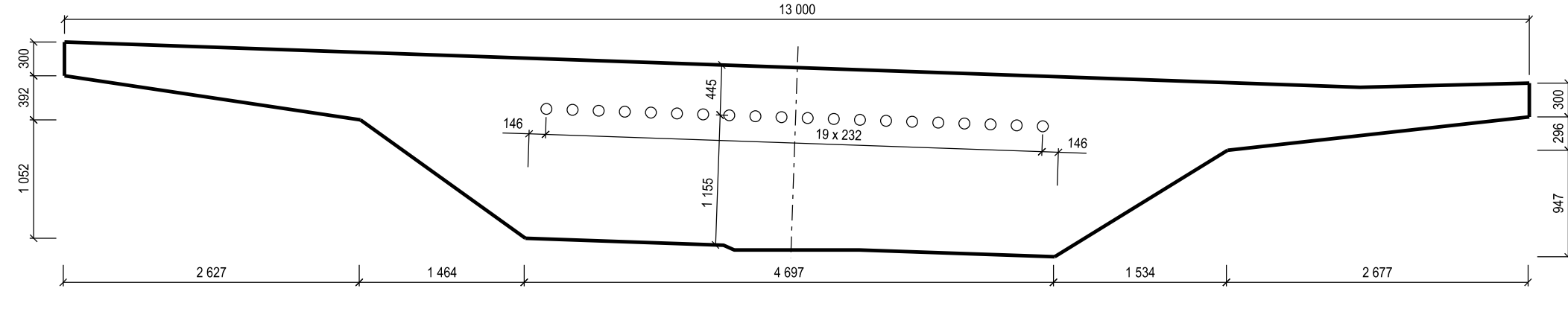
ŘEZ A-A (KRAJNÍ POLE)

M 1:50



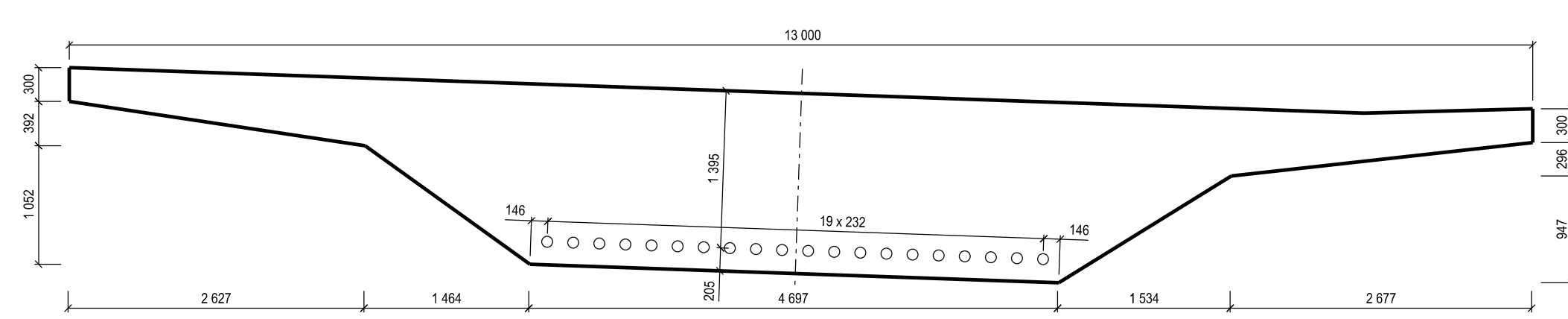
ŘEZ B-B (PODPORA P2)

M 1:50



ŘEZ C-C (MEZILEHLÉ POLE)

M 1:50



MATERIÁLY:
 BETON C45/55-XC4-XD1-XF2
 PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ Y1860 S7, průměr kanálků 97mm, 20 kabelů (19 lan každý)
 délka 1 lana = 77,0 m, délka 380 lan = 29 260 m
 PŘEDEPNUTÍ: oboustranné
 v čase t = 10 dní předpětí na napětí 1440 MPa

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Škola: ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE	Obor: STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ - KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY
Vypracoval: BC. LUKÁŠ MLNÁŘÍK	Vedoucí práce: ING. MICHAL DRAHORÁD, PH.D.

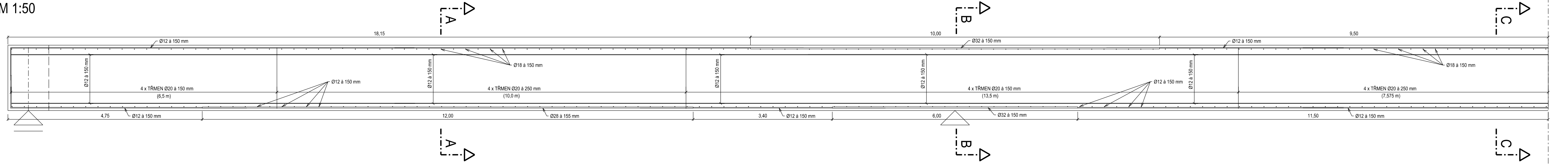
NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

Část:	Datum: 12/2017
VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	Číslo částí: 3
Název přílohy:	Měřítko: 1:100
NOSNÁ KONSTRUKCE	Počet formátů: 5 x A4
	Číslo přílohy: 4

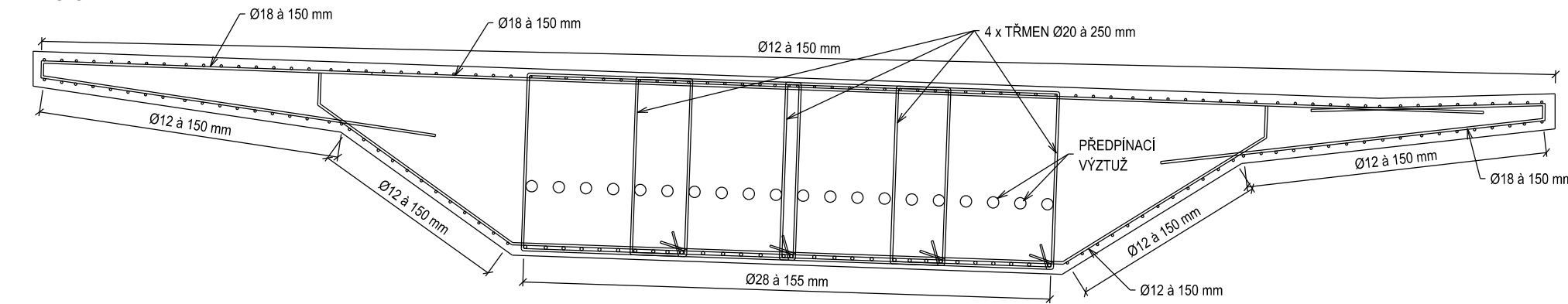
NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

SCHÉMATA BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE - NOSNÁ KONSTRUKCE

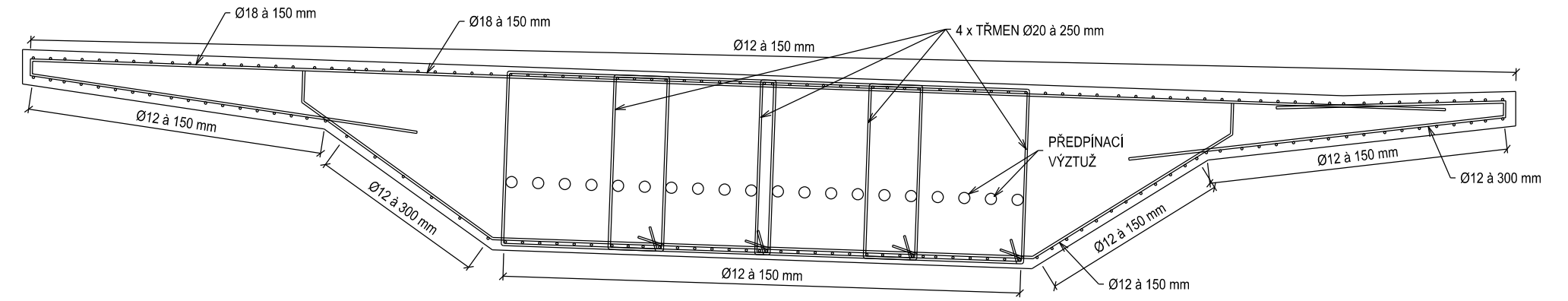
PODÉLNÝ ŘEZ
M 1:50



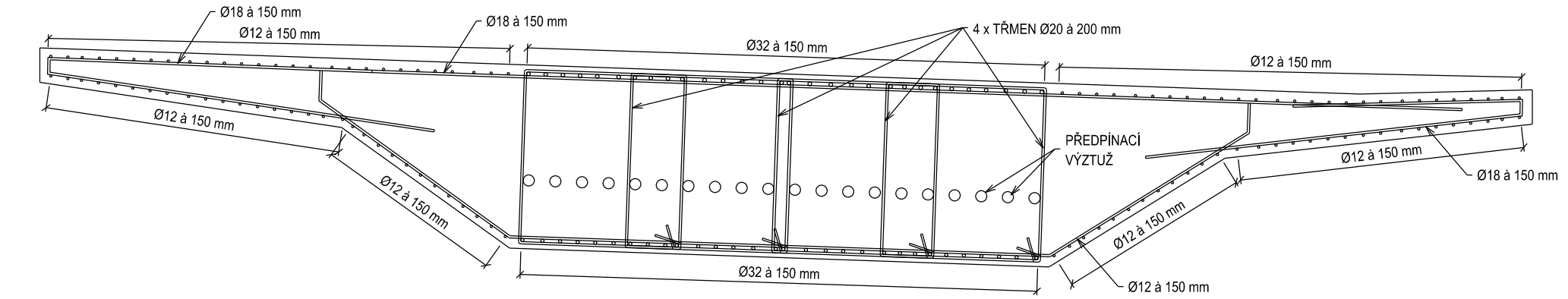
ŘEZ A-A (KRAJNÍ POLE)
M 1:50



ŘEZ C-C (MEZILEHLÉ POLE)
M 1:50



ŘEZ B-B (MEZILEHLÁ PODPORA)
M 1:50



MATERIÁLY:
BETON C45/55-XC4-XD1-XF2
BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500 B, krytí c = 60 mm

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Škola: ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Obor: STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ - KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY

Vypracoval: BC. LUKÁŠ MLNÁŘÍK
Vedoucí práce: ING. MICHAL DRAHORÁD, PH.D.

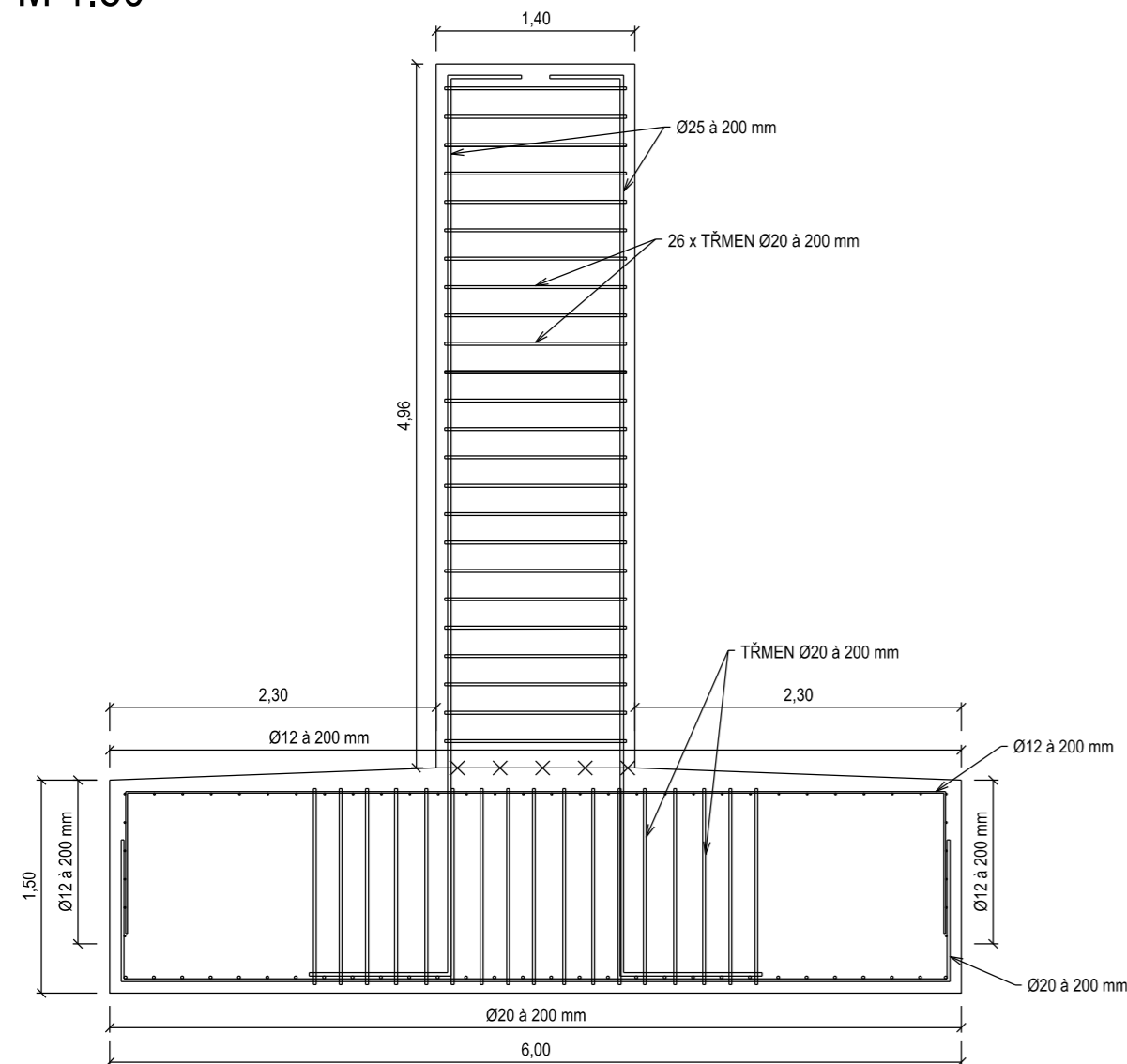
Název práce:
NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

Část:	Datum:	12/2017
VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	Číslo části:	3
Název přílohy:	Měřítko:	Počet formátů:
SCHÉMATA BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE - NOSNÁ KONSTRUKCE	1:50	5 x A4
	Číslo přílohy:	5.1

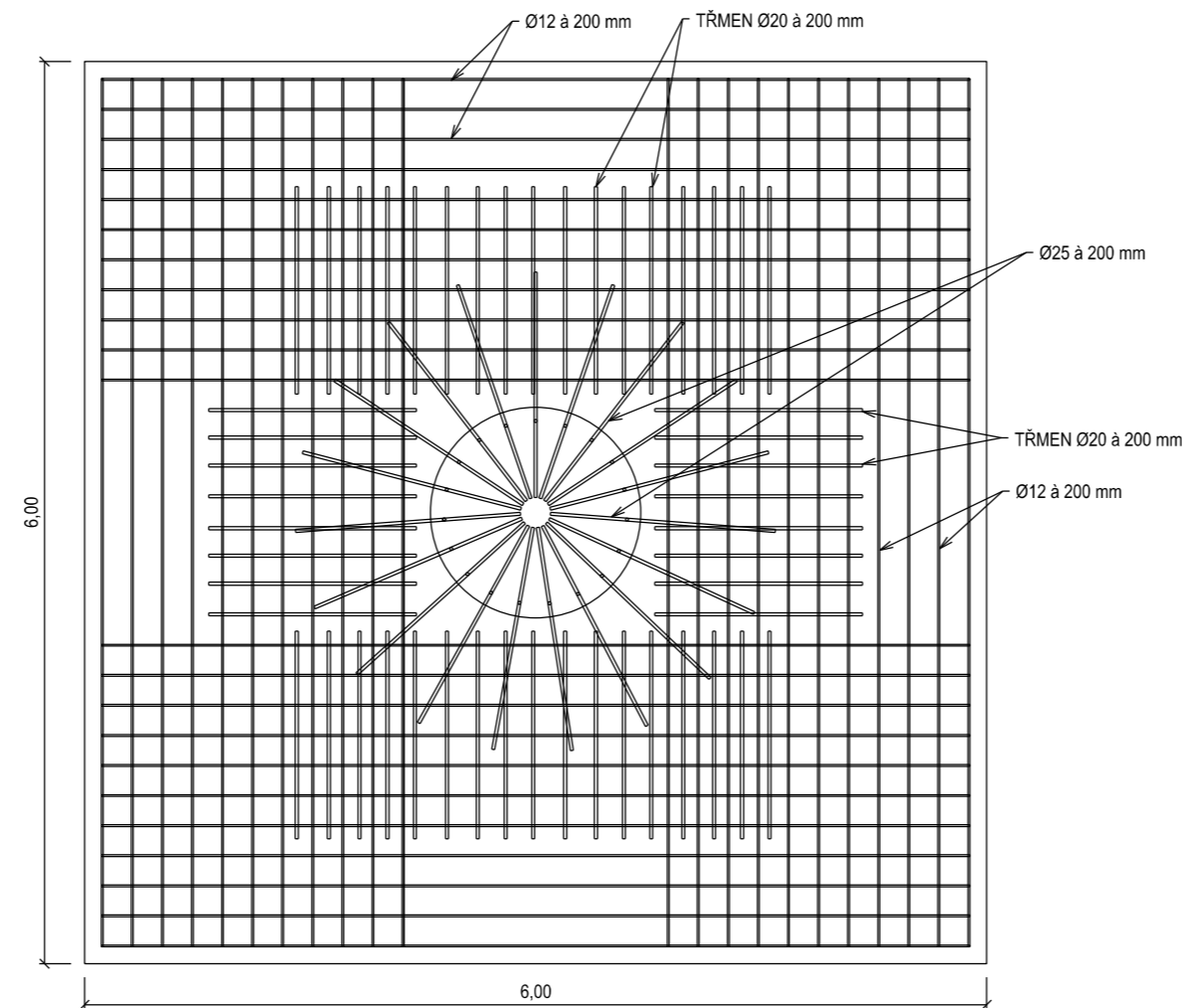
NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

SCHÉMATA BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE - PILÍŘ SE ZÁKLADEM

POHLED
M 1:50



PŮDORYS
M 1:50



MATERIÁLY:
BETON C45/55-XC4-XD1-XF2
BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500 B, krytí c = 60 mm

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Škola:
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE



Obor:
STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ - KONSTRUKCE A DOPRAVNÍ STAVBY

Vypracoval:
BC. LUKÁŠ MLNÁŘÍK

Vedoucí práce:
ING. MICHAL DRAHORÁD, PH.D.

Název práce:

NÁVRH BODOVĚ PODEPŘENÉHO SILNIČNÍHO MOSTU

Část:

Datum:

12/2017

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Číslo části:

3

Název přílohy:

**SCHÉMATA BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE -
PILÍŘ SE ZÁKLADEM**

Měřítko:

1:50

Počet formátů:

3 x A4

Číslo přílohy:

5.2