



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**Fakulta stavební  
Katedra mechaniky**

Návrh a projekt lávky pro pěší přes Labe v Hradci Králové

P03\_01 - Statický posudek

# Obsah

1. Úvod.....	3
2. Geometrie .....	4
2.1 Příčné řezy .....	4
2.2 Průřezové charakteristiky.....	8
3. Materiály.....	9
4. Geologie .....	10
5. Předpětí .....	11
6. Zatížení.....	12
6.1.1 Stálá zatížení.....	12
6.1.2 Zatížení chodci.....	13
6.1.3 Zatížení teplotou.....	13
6.1.4 Zatížení větrem.....	14
6.2 Zatěžovací stavy .....	14
6.3 Kombinace zatížení .....	15
6.3.1 Montážní kombinace.....	15
6.3.2 Návrhové kombinace.....	15
6.3.3 Provozní kombinace.....	16
7. Montážní stavy .....	17
8. Mezní stav použitelnosti .....	26
9. Mezní stav únosnosti.....	29
10. Spodní stavba.....	51

# 1. Úvod

Statický výpočet je přílohou diplomové práce a jeho obsahem jsou výpočty k návrhu přemostění řeky Labe v Hradci Králové.

Navrženou variantou je prefabrikovaná lávka z UHPC, jejíž nosnou konstrukci tvoří tři prefabrikáty. Dva krajní, které jsou vetknuté do spodní stavby a jeden prostřední, který tvoří vložené pole. Díky vloženému poli lávka volně dilataje a spodní stavba není přitěžována od změn teploty.

Délka nosné konstrukce je 60 metrů. Délka mostu je 80 metrů. Mostovka má šířku 5 metrů, z čehož je průchozí prostor 4,5 metrů. Nosná konstrukce je tvořena vylehčeným trámem s proměnnou výškou a krajními konzolami s náběhy.

Niveleta krajních prefabrikátů je ve sklonu 8,33%. Niveleta prostředního prefabrikátu je tvořena vrcholovým obloukem.

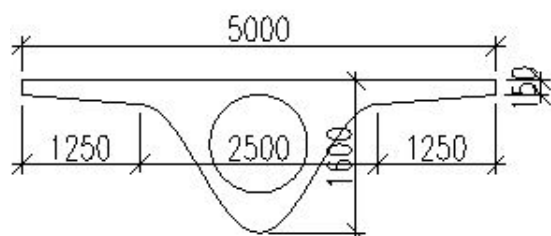
Prefabrikáty jsou dodatečně předepnuté. Část lan je předepnutá před transportem a část je předepnutá do základové krabice.

Bylo navrženo hlubinné založení na skupině 15 pilot na každé břehu Labe. Na pilotách se nachází zkosená základová krabice, které je zmonolitněná s prefabrikáty. Pro zajištění přenosu momentu jsou krajní prefabrikáty částečně předepnuté do základové krabice. Vytvoření vetknutí je dále zajištěno konzolami na konci krajních prefabrikátů, kterými jsou vedeny 2 příčné jekly.

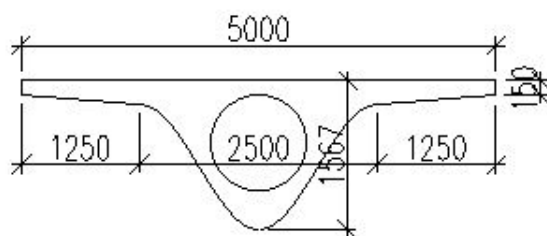
## 2. Geometrie

### 2.1 Příčné řezy

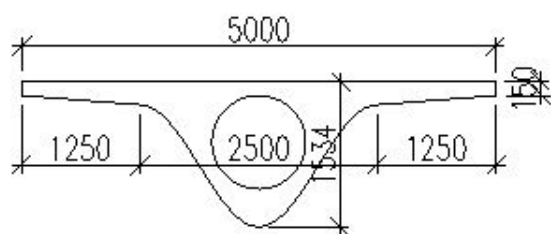
PR\_00



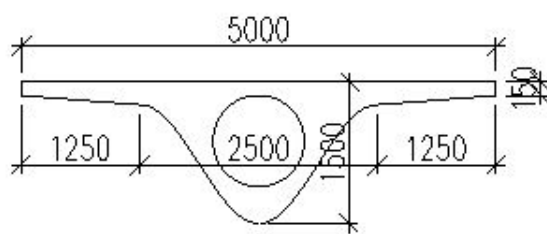
PR\_01



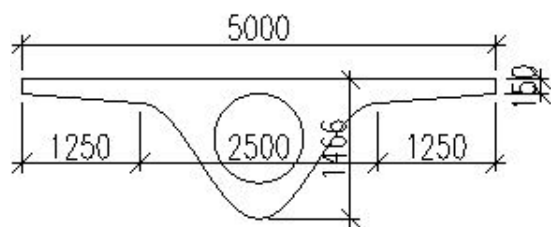
PR\_02



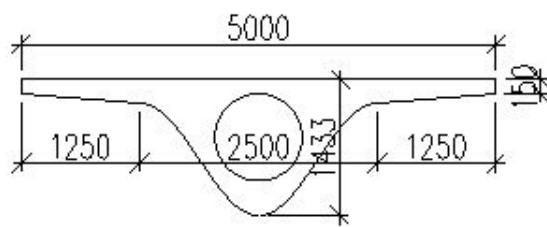
PR\_03



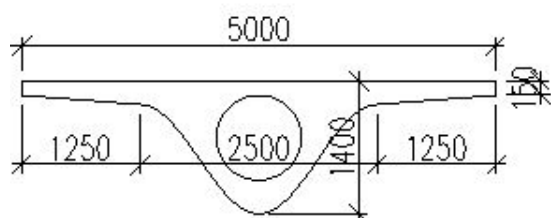
PR\_04



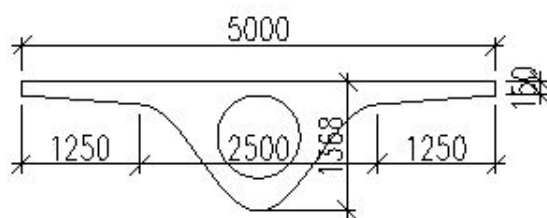
PR\_05



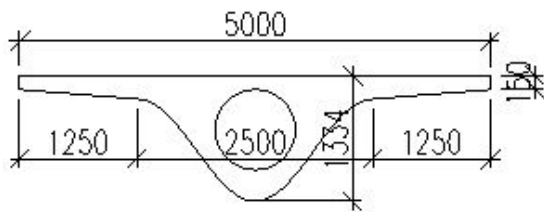
PR\_06



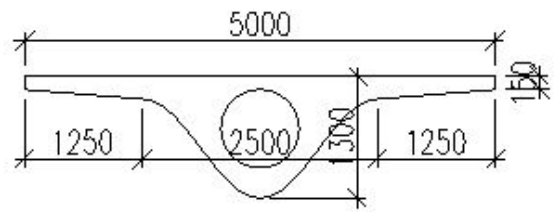
PR\_07



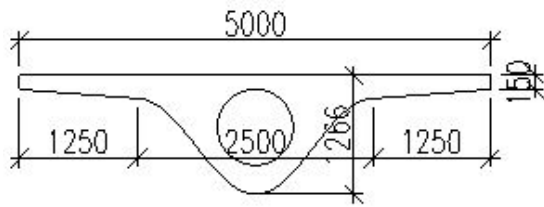
PR\_08



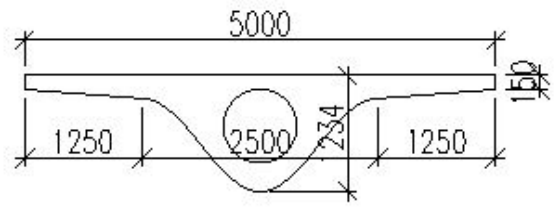
PR\_09



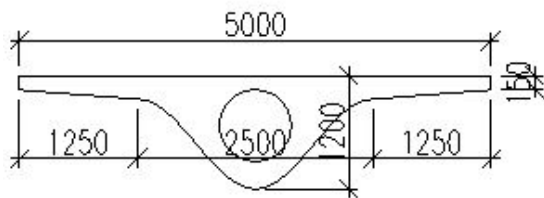
PR\_10



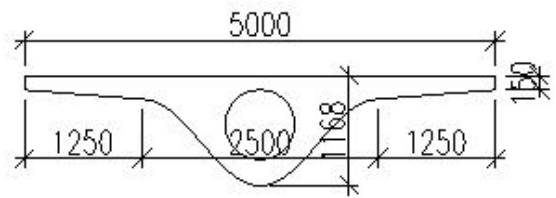
PR\_11



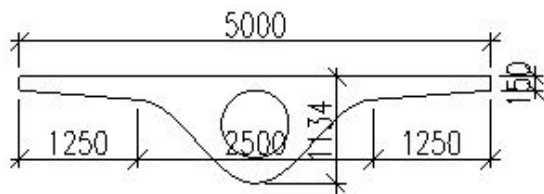
PR\_12



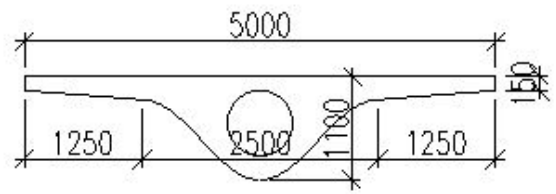
PR\_13



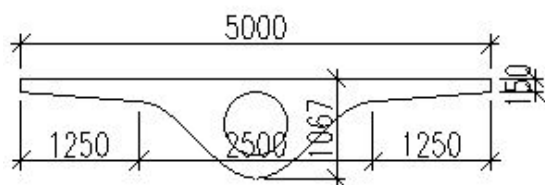
PR\_14



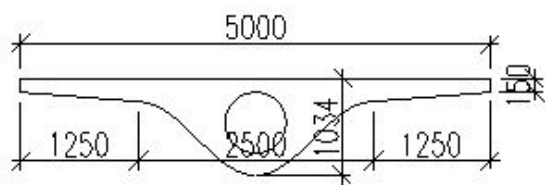
PR\_15



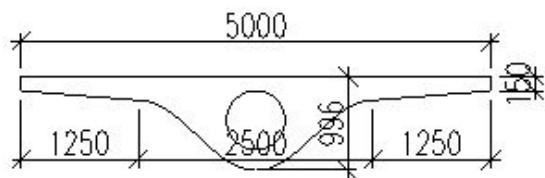
PR\_16



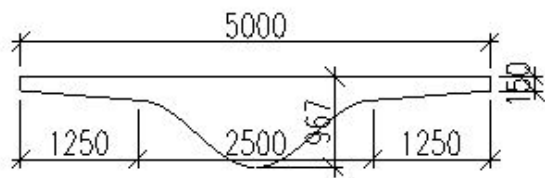
PR\_17



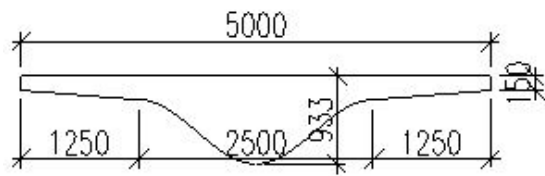
PR\_18



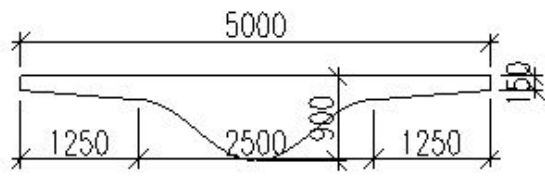
PR\_19



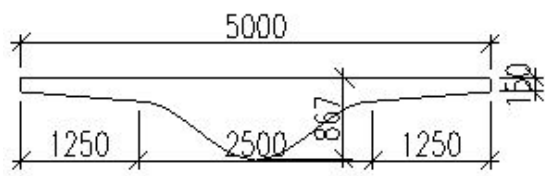
PR\_20



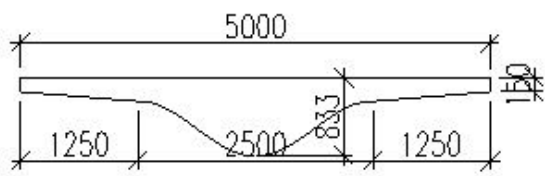
PR\_21



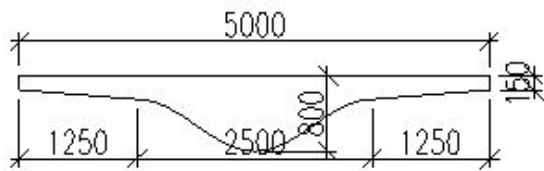
PR\_22



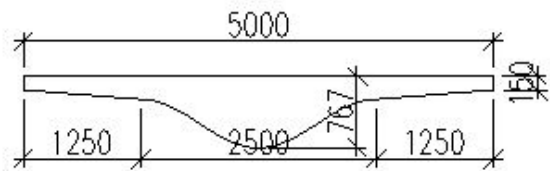
PR\_23



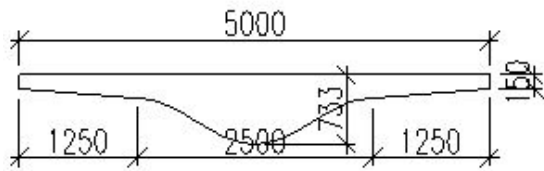
PR\_24



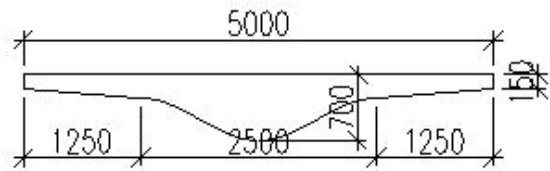
PR\_25



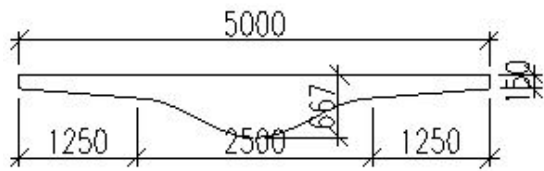
PR\_26



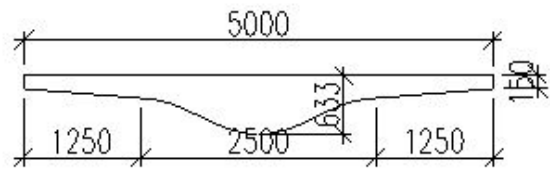
PR\_27



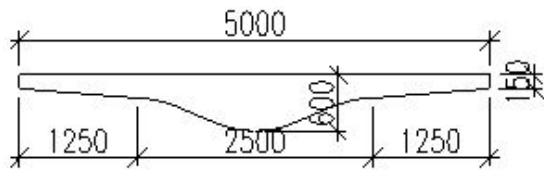
PR\_28



PR\_29



PR\_30



## 2.2 Průřezové charakteristiky

	A (m <sup>2</sup> )	I (m <sup>4</sup> )	A <sub>z</sub> (m <sup>2</sup> )	výška (m)	HH-T (m)	DH-T (m)
PR_00	1,96989	0,395883	0,86212	1,600	0,425	1,175
PR_01	1,96717	0,375552	0,87879	1,567	0,418	1,149
PR_02	1,96237	0,355811	0,89613	1,533	0,410	1,123
PR_03	1,95610	0,335423	0,91996	1,500	0,402	1,098
PR_04	1,93435	0,313247	0,91007	1,467	0,391	1,076
PR_05	1,93879	0,297165	0,94247	1,433	0,385	1,048
PR_06	1,92821	0,278283	0,95120	1,400	0,376	1,024
PR_07	1,91832	0,261489	0,96075	1,367	0,368	0,999
PR_08	1,90901	0,24494	0,97978	1,333	0,360	0,974
PR_09	1,89528	0,227918	0,98387	1,300	0,351	0,949
PR_10	1,88105	0,211908	0,98852	1,267	0,342	0,925
PR_11	1,87060	0,198272	0,99741	1,233	0,334	0,899
PR_12	1,85543	0,18354	1,00673	1,200	0,325	0,875
PR_13	1,84055	0,170676	1,00152	1,167	0,317	0,849
PR_14	1,82385	0,157379	1,00816	1,133	0,309	0,825
PR_15	1,80694	0,144913	1,01247	1,100	0,300	0,800
PR_16	1,78758	0,132762	1,01649	1,067	0,291	0,776
PR_17	1,74984	0,118924	0,98934	1,033	0,279	0,754
PR_18	2,05920	0,128262	1,51120	1,000	0,303	0,697
PR_19	2,01735	0,116556	1,49494	0,967	0,293	0,674
PR_20	1,97790	0,105967	1,47881	0,933	0,283	0,650
PR_21	1,93515	0,0954016	1,44194	0,900	0,273	0,627
PR_22	1,89255	0,0856091	1,41875	0,867	0,263	0,604
PR_23	1,85245	0,0770117	1,40140	0,833	0,253	0,580
PR_24	1,81015	0,0684812	1,34427	0,800	0,244	0,556
PR_25	1,76795	0,0606625	1,32154	0,767	0,234	0,533
PR_26	1,72865	0,0539481	1,31088	0,733	0,225	0,508
PR_27	1,68665	0,0473463	1,29847	0,700	0,216	0,484
PR_28	1,64350	0,0412393	1,28145	0,667	0,206	0,460
PR_29	1,60365	0,036021	1,27369	0,633	0,198	0,435
PR_30	1,56130	0,0310242	1,24980	0,600	0,189	0,411



### 3. Materiály

#### UHPFRC

E <sub>cm</sub>	55 GPa
Charakteristická pevnost v tlaku $f_{ck}$	180 MPa
Charakteristická pevnost v tahu $\sigma_{cfok}$	25 MPa
$\gamma$	26 kN/m <sup>3</sup>
$\nu$	0,2
$\alpha$	$1 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

#### Předpínací výztuž

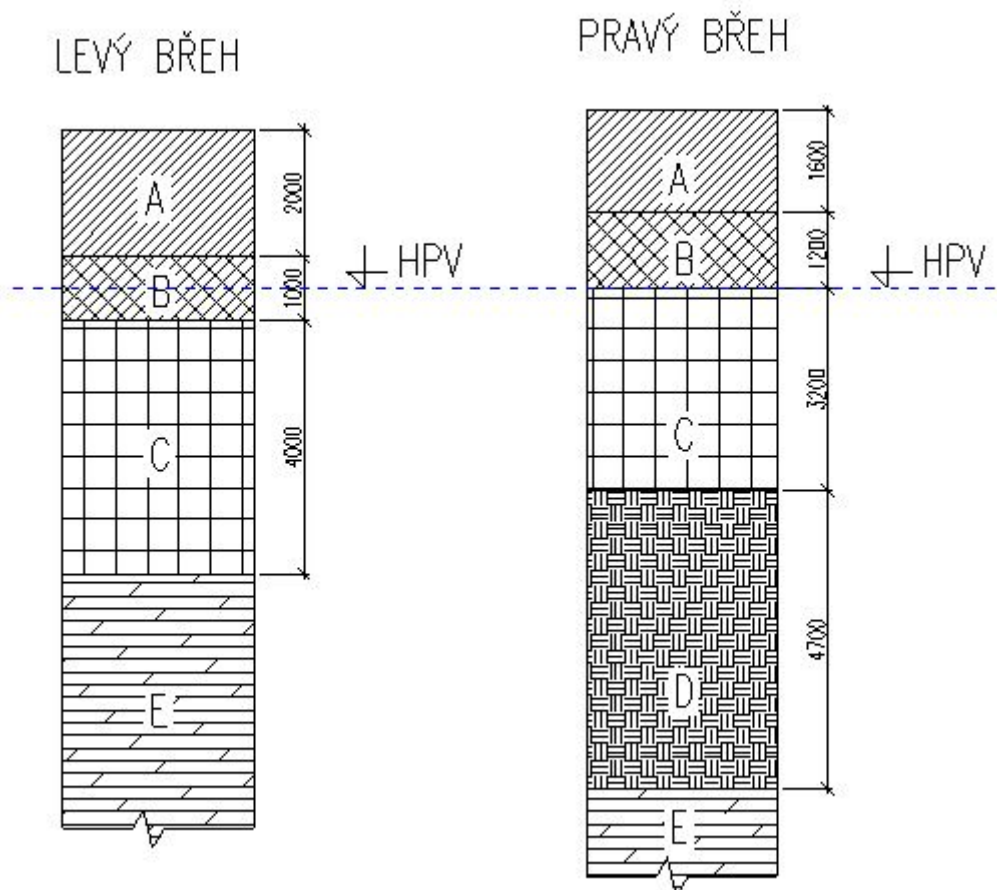
Označení předpínací výztuže	Y1860 S7 – 15,7
E	1860 MPa
$\nu$	0,3
$\gamma$	78,5 kN/m <sup>3</sup>
$\alpha$	$1 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
$f_{pk}$	1860 MPa
$f_{p0,1,k}$	1600 MPa
$f_{p0,2,k}$	1660 MPa

#### Betonářská výztuž

Označení betonářské výztuže	B500B
$f_{yk}$	500MPa

## 4. Geologie

Geologický profil a parametry zemin byly převzaty z geotechnického průzkumu, který byl na místě stavby proveden pro účely architektonické soutěže.



Obr. 1 Geologický profil

### Parametry základových zemin

A – Navážka – sejmuta pro založení stavby

B – Aluviální náplav

$\varphi$	$0^\circ$
$C_u$	50 kPa
$E_{def}$	5 MPa
$\gamma$	18 kN/m <sup>3</sup>

C – Štěrkopísková terasa do hl. 6 m	$\varphi_{ef}$	27°
	C	0 kPa
	$E_{def}$	13 MPa
	$\gamma$	18 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma_w$	8 kN/m <sup>3</sup>
D – Štěrkopísková terasa do hl. 6 m	$\varphi_{ef}$	35°
	C	0 kPa
	$E_{def}$	150 MPa
	$\gamma$	20 kN/m <sup>3</sup>
	$\gamma_w$	10 kN/m <sup>3</sup>
E – Skalní podloží (Slínovec R4-R5)	$\varphi$	25°
	C	50 kPa
	$E_{def}$	60 MPa
	$\gamma$	24 kN/m <sup>3</sup>

## 5. Předpětí

Stanovení napínacího napětí

$$\sigma_{p,max} = \min(0,8f_{pk}; 0,9f_{p,0,1,k}) = \min(0,8 \times 1860; 0,9 \times 1600) = \min(1488; 1440) = 1440 \text{ MPa}$$

Napínací napětí:  $\sigma_{p,max} = \underline{1440 \text{ MPa}}$

Stanovení maximálního napětí po vnesení předpětí

$$\sigma_{pm0} = \min(0,75 f_{pk}; 0,85f_{p,0,1,k}) = \min(0,7 \times 1860; 0,85 \times 1600) = \min(1395; 1360) = \underline{1360 \text{ MPa}}$$

Stanovení krátkodobých ztrát předpětí

Krátkodobé ztráty byly odhadnuty na 10%

Napětí v předpínací výztuži na začátku životnosti:  $\sigma_{p,0} = 0,9 \times \sigma_{p,max} = \underline{1296 \text{ MPa}}$

Toto napětí bude použito při posuzování konstrukce na MSP na začátku životnosti

Ověření max. napětí po vnesení předpětí

$\sigma_{p,0} = 0,9 \times \sigma_{p,max} = 0,9 \times 1440 = \underline{1296 \text{ MPa}} \leq \sigma_{pm0} = \underline{1360 \text{ MPa}}$

VYHOVUJE

Stanovení dlouhodobých ztrát předpětí

Dlouhodobé ztráty předpětí byly odhadnuty na 10%

Celkové ztráty předpětí byly odhadnuty na 15%

Napětí v předpínací výztuži na konci životnosti:  $\sigma_{p,0} = 0,75 \times \sigma_{p,max} = \underline{1080 \text{ MPa}}$

Toto napětí bude použito při posuzování konstrukce na MSP a MSÚ na konci životnosti

## 6. Zatížení

Lávka je zatížena dle ČSN EN 1991-1, ČSN EN 1991-2. Z užitných zatížení je uvažováno zatížení chodce, rovnoměrné oteplení a ochlazení lávky a zatížení větrem. Pro lokální posudek lávky v příčném směru bylo použito vozidlo údržby dle zadání investora, které má tíhu 4t

### 6.1.1 Stálá zatížení

Vlastní tíha lávky je doložitelná ve výpočetním modelu ze zadaných příčných řezů. Objemová tíha předpjatého UHPFRC je uvažována 26 kN/m<sup>3</sup>. Gravitační zrychlení je uvažováno 9,81 m/s<sup>2</sup>. Do vlastní tíhy je započítána také tíha zábradlí. Hmotnost ztraceného bednění není započítána.

Předpětí je do konstrukce vneseno jako vynucené zkrácení předpínacích lan. Předpínací lana jsou modelována jako pruty s danou průřezovou plochou, které jsou na střednicovou plochu připnuty prutem typu vetknutí-vetknutí, který nemá žádné průřezové ani materiálové charakteristiky a pouze vyjadřuje působení síly na ramenu. Délka těchto prutů vetknutí-vetknutí je definována podle vzdálenosti těžiště předpínací výztuže v daném průřezu od těžiště daného průřezu.

### 6.1.2 Zatížení chodci

Pro stanovení zatížení chodci v podélném směru je použit následující vztah zohledňující délku lávky:

$$q_k^* = 2 + 120 \times (L + 30) = 2 + 120 \times (60 + 30) = 3,3 \text{ kN/m}^2$$

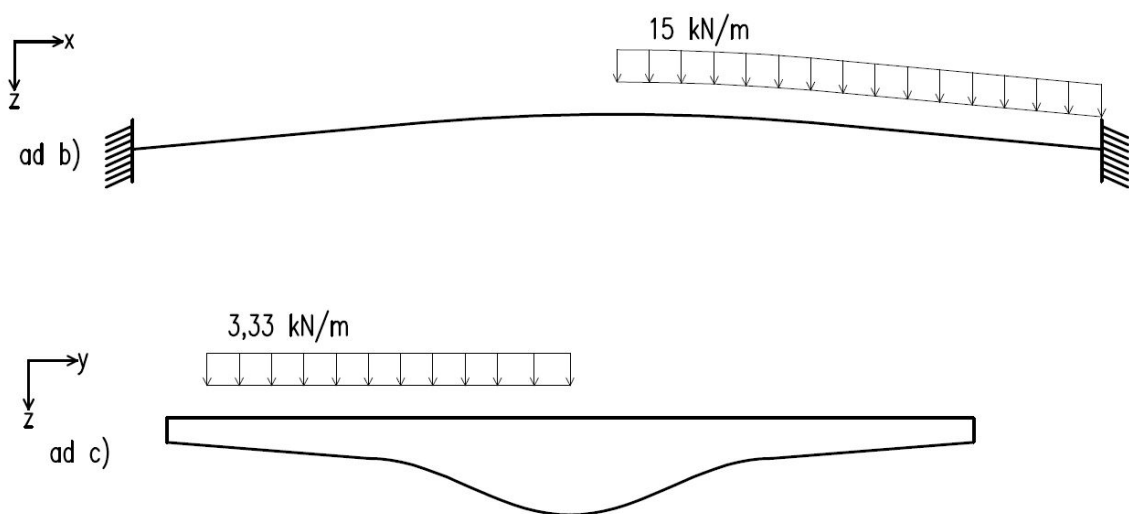
Zatěžovací šířka je 4,5 m.

$$q_k = q_k^* \times 4,5 = 15 \text{ kN/m}$$

Zatížení chodci v příčném směru je uvažované jako 5 kN/m<sup>2</sup>

Zatížení je uvažované ve třech variantách

- Zatížení chodci po celé délce lávky
- Zatížení chodci na půlce lávky v podélném směru
- Zatížení chodci na půlce lávky v příčném směru



Obr. 2 Schéma zatížení chodci

### 6.1.3 Zatížení teplotou

Jako zatížení teplotou je uvažována rovnoměrná složka zatížení teplotou  $\Delta T_u$ , která je vztažená ke srovnávací teplotě +10 °C a upravená pro typ konstrukce 3.

Lokalita stavby je Hradec Králové. Extrémní teploty vzduchu ve stínu jsou odečteny z národní mapy izoterm a jsou následující:

$$T_{\max} = 38,1 - 40,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\min} = -30,1 - -32,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Rovnoměrné složky teploty pro 3. typ konstrukce:

$$T_{e,\max} = 39 + 1,5 = 40,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{e,\min} = -31 + 8 = -23 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Přepočít ke srovnávací teplotě 10 °C:

$$\text{Zatížení konstrukce oteplením } +T_0 = 30,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Zatížení konstrukce ochlazením } -T_0 = -23 \text{ } ^\circ\text{C}$$

#### **6.1.4 Zatížení větrem**

Pro lokalitu stavby Hradec Králové (oblast II) byla stanovena základní rychlost větru  $v_b = 25 \text{ m/s}$ . Referenční plocha byla stanovena  $80 \text{ m}^2$ .

Výsledné příčné zatížení

$$q_w = 0,925 \text{ kN/m}$$

#### **6.2 Zatěžovací stavy**

ZS1 – Vlastní tíha lávky se započítáním zábradlí

ZS2 – Předpětí

ZS3 – Zatížení chodci po celé délce lávky

ZS4 - Zatížení chodci na půlce lávky v podélném směru

ZS5 – Zatížení rovnoměrný oteplením

ZS6 – Zatížení rovnoměrným ochlazením

ZS7 – Zatížení větrem

ZS8 - Zatížení chodci na půlce lávky v příčném směru

ZS9 – Zatížení vozidlem údržby (pouze posudek příčného směru)

### 6.3 Kombinace zatížení

#### 6.3.1 Montážní kombinace

Montážní kombinace zatížení byla použita pro posouzení prefabrikovaných částí konstrukce během převozu a montáže do doby, než budou krajní ramena zmonolitněna se spodní stavbou a než bude předepnuta všechna předpínací výztuž.

MON\_01                      ZS1 + ZS2

#### 6.3.2 Návrhové kombinace

Podle rovnice 6.10a) normy

NK\_01                       $1,35 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 0,6 \times ZS3 + 0,9 \times ZS5 + 0,9 \times ZS7$

NK\_02                       $1,35 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 0,6 \times ZS3 + 0,9 \times ZS6 + 0,9 \times ZS7$

NK\_03                       $1,35 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 0,6 \times ZS4 + 0,9 \times ZS5 + 0,9 \times ZS7$

NK\_04                       $1,35 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 0,6 \times ZS4 + 0,9 \times ZS6 + 0,9 \times ZS7$

NK\_05                       $1,35 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 0,6 \times ZS8 + 0,9 \times ZS5 + 0,9 \times ZS7$

NK\_06                       $1,35 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 0,6 \times ZS8 + 0,9 \times ZS6 + 0,9 \times ZS7$

Podle rovnice 6.10b) normy

NK\_07                       $1,15 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 1,5 \times ZS3 + 0,9 \times ZS5 + 0,9 \times ZS7$

NK\_08                       $1,15 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 1,5 \times ZS3 + 0,9 \times ZS6 + 0,9 \times ZS7$

NK\_09                       $1,15 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 1,5 \times ZS4 + 0,9 \times ZS5 + 0,9 \times ZS7$

NK\_10                       $1,15 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 1,5 \times ZS4 + 0,9 \times ZS6 + 0,9 \times ZS7$

NK\_11                       $1,15 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 1,5 \times ZS7 + 0,9 \times ZS5 + 0,6 \times ZS3$

NK\_12                       $1,15 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 1,5 \times ZS7 + 0,9 \times ZS6 + 0,6 \times ZS3$

NK\_13                       $1,15 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 1,5 \times ZS5 + 0,6 \times ZS3 + 0,9 \times ZS7$

NK\_14                       $1,15 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 1,5 \times ZS6 + 0,6 \times ZS3 + 0,9 \times ZS7$

NK\_15                       $1,15 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 1,5 \times ZS8 + 0,9 \times ZS5 + 0,9 \times ZS7$

NK\_16                       $1,15 \times ZS1 + 1 \times ZS2 + 1,5 \times ZS8 + 0,9 \times ZS6 + 0,9 \times ZS7$

### 6.3.3 Provozní kombinace

#### Charakteristické kombinace

CHAR_01	$ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0,6 \times ZS5 + 0,6 \times ZS7$
CHAR_02	$ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0,6 \times ZS6 + 0,6 \times ZS7$
CHAR_03	$ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0,6 \times ZS5 + 0,6 \times ZS7$
CHAR_04	$ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0,6 \times ZS6 + 0,6 \times ZS7$
CHAR_05	$ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0,4 \times ZS3 + 0,6 \times ZS7$
CHAR_06	$ZS1 + ZS2 + ZS6 + 0,4 \times ZS3 + 0,6 \times ZS7$
CHAR_07	$ZS1 + ZS2 + ZS8 + 0,6 \times ZS5 + 0,6 \times ZS7$
CHAR_08	$ZS1 + ZS2 + ZS8 + 0,6 \times ZS6 + 0,6 \times ZS7$

#### Časté kombinace

CAS_01	$ZS1 + ZS2 + 0,4 \times ZS3 + 0,5 \times ZS5$
CAS_02	$ZS1 + ZS2 + 0,4 \times ZS4 + 0,5 \times ZS5$
CAS_03	$ZS1 + ZS2 + 0,6 \times ZS5$
CAS_04	$ZS1 + ZS2 + 0,6 \times ZS6$
CAS_05	$ZS1 + ZS2 + 0,4 \times ZS3 + 0,5 \times ZS6$
CAS_06	$ZS1 + ZS2 + 0,4 \times ZS4 + 0,5 \times ZS6$
CAS_07	$ZS1 + ZS2 + 0,2 \times ZS7 + 0,5 \times ZS5$
CAS_08	$ZS1 + ZS2 + 0,2 \times ZS7 + 0,5 \times ZS6$

#### Kvazistálé kombinace

KVA_01	$ZS1 + ZS2 + 0,5 \times ZS5$
KVA_01	$ZS1 + ZS2 + 0,5 \times ZS6$
KVA_03	$ZS1 + ZS2$

#### Příčný směr

PS_01	$ZS1 + ZS9$
PS_02	$ZS1 + ZS8$



## 7. Montážní stavy

Montážní stavy simulují zatížení ramen prefabrikátů během transportu, jejich ukládání a betonáži základové krabice

Kritériem pro návrh předpětí při montážních stavech bylo zamezení vzniku tahových napětí na konstrukci. Krajní ramena byla z toho důvodu částečně předepnuta ještě před transportem a to 36 předpínacími lany ve 4 kabelových kanálcích. Vložené pole bylo kompletně předepnuté ještě před transportem.

Napětí v krajních vláknech průřezů bylo spočítané podle vzorce:

$$\sigma = M/I \times e + N/A, \text{ kde}$$

M maximální ohybový moment v daném průřezu

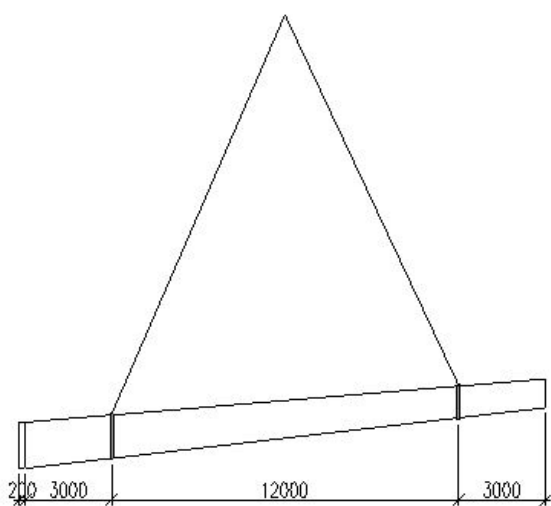
I moment setrvačnosti průřezu

e vzdálenost těžiště od horní (dolní) hrany průřezu

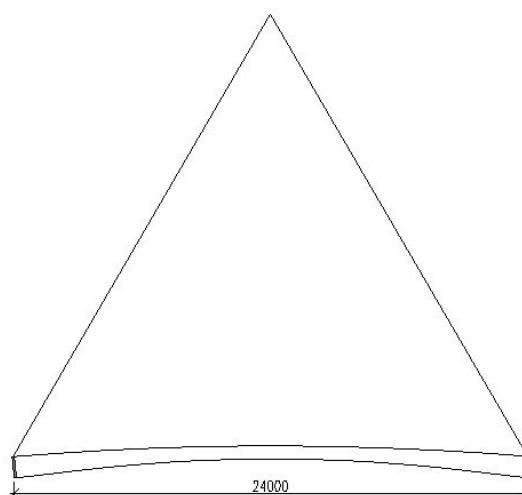
N normálová síla v průřezu

A plocha průřezu

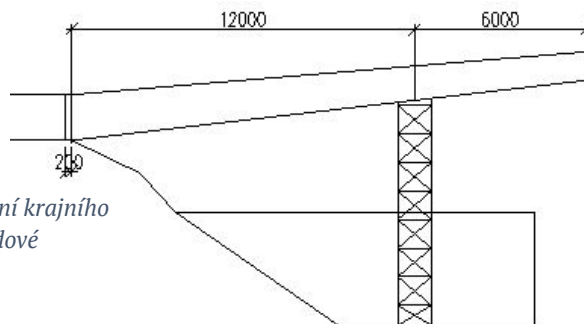
Pozn: Záporný moment táhne horní vlákna, záporná normálová síla znamená tlak v průřezu



Obr. 4 Schéma uchycení krajního pole při montáži



Obr. 3 Schéma uchycení středního pole při montáži



Obr. 5 Schéma podepření krajního pole při betonáži základové krabice

Pro postup při předpínání konzol po vybetonování základové krabice byly ověřeny dvě varianty.

### 1. Postup:

Prefabrikáty jsou dopraveny na místo stavby a montážně podepřeny. Po vybetonování základové krabice je předepnuto 2 x 37 lan, tedy polovina dosud nepředepnuté výztuže. Poté je umístěno vložené pole a nakonec je předepnuta zbývající výztuž

### 2. Postup:

Prefabrikáty jsou dopraveny na místo stavby a montážně podepřeny. Po vybetonování základové krabice jsou předepnuta všechna dosud nepředepnutá lana (4 x 37) Poté je umístěno vložené pole.

Při 1. postupu vznikají ve vetknutí tahová napětí při horních vláknech. Je proto vhodnější použít 2. postup. Předpínací výztuž není totiž trasována s takovou excentricitou, aby při druhém postupu vznikaly u nezátížené konzoly tahová napětí při dolních vláknech.

Postup 1,2 - fáze 1

PR\_09

výška pr.	1,300000003 m	$M_{Ed}$	709 kNm
A	1,89528 m <sup>2</sup>	$N_{Ed}$	-6933 kN
I	0,227918 m <sup>4</sup>		
HH-T	0,351 m		
DH-T	0,949 m		

$\sigma_h$	-4,74910543 MPa	$\sigma_d$	-0,7051 MPa
------------	-----------------	------------	-------------

PR\_15

výška pr.	1,100000005 m	$M_{Ed}$	-297 kNm
A	1,80694 m <sup>2</sup>	$N_{Ed}$	-6940 kN

I 0,144913 m<sup>4</sup>  
 HH-T 0,300 m  
 DH-T 0,800 m

$\sigma_h$  -3,22575221 MPa

$\sigma_d$  -5,4802 MPa

Postup 1,2 - fáze 2

PR\_05

výška pr. 1,433333335 m

$M_{Ed}$  631 kNm

A 1,93879 m<sup>2</sup>

$N_{Ed}$  -6933 kN

I 0,297165 m<sup>4</sup>

HH-T 0,385 m

DH-T 1,048 m

-0,81740262 2,22613661

$\sigma_h$  -4,39334432 MPa

$\sigma_d$  -1,3498 MPa

PR\_12

výška pr. 1,200000004 m

$M_{Ed}$  -942 kNm

A 1,85543 m<sup>2</sup>

$N_{Ed}$  -6958 kN

I 0,18354 m<sup>4</sup>

HH-T 0,325 m

DH-T 0,875 m

1,670235698 -4,4886398

$\sigma_h$  -2,07983841 MPa

$\sigma_d$  -8,2387 MPa

Postup 1 - fáze 3

PR\_01

výška pr. 1,56667 m

$M_{Ed}$  -5589 kNm

A 1,96717 m<sup>2</sup>

$N_{Ed}$  -20869 kN

I 0,37555 m<sup>4</sup>

HH-T 0,418 m

DH-T 1,149 m

6,21759 -17,09769

$\sigma_h$  -4,3911 MPa

$\sigma_d$  -27,706 MPa

Postup 1 - fáze 4

PR\_01

výška pr.	1,56667 m	$M_{Ed}$	-15673 kNm
A	1,96717 m <sup>2</sup>	$N_{Ed}$	-20869 kN
I	0,37555 m <sup>4</sup>		
HH-T	0,418 m		
DH-T	1,149 m		
	17,4357 -47,94634		
$\sigma_h$	6,82709 MPa	$\sigma_d$	-58,555 MPa

### Postup 2 - fáze 3

PR\_09

výška pr.	1,3 m	Med	2278 kNm
A	1,89528 m <sup>2</sup>	Ned	-34029 kN
I	0,22792 m <sup>4</sup>		
HH-T	0,35074 m		
DH-T	0,949 m		
	-3,5056 9,4876854		
$\sigma_h$	-21,46 MPa	$\sigma_d$	-8,4669 MPa





























### Konečná fáze oba postupy

PR\_01

výška pr.	1,56667 m	Med	-9812 kNm
A	1,96717 m <sup>2</sup>	Ned	-34029 kN
I	0,37555 m <sup>4</sup>		
HH-T	0,41779 m		
DH-T	1,149 m		
	10,9155 -30,01656		
$\sigma_h$	-6,3829 MPa	$\sigma_d$	-47,315 MPa

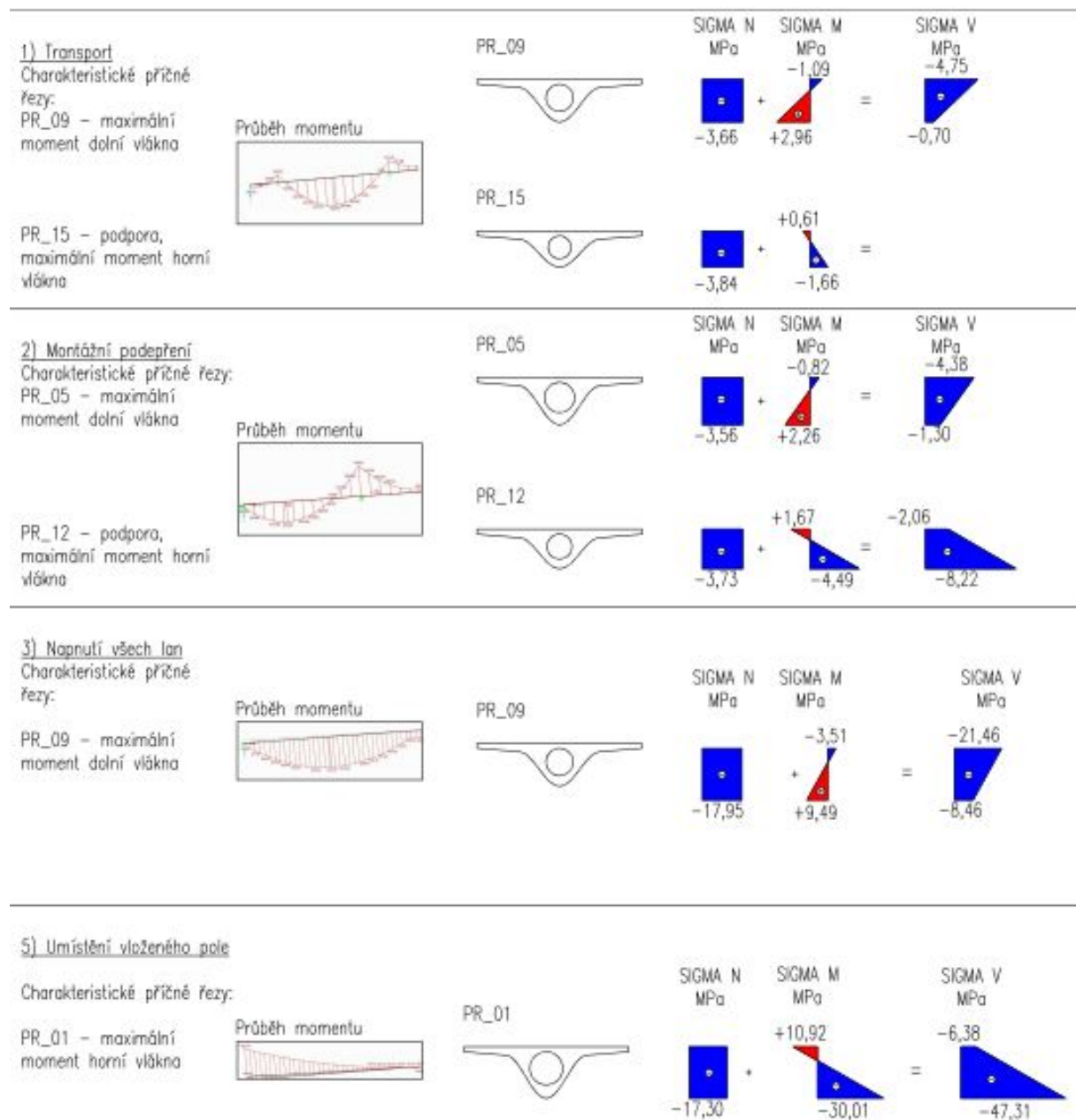
# Průběh napětí po průřezech během transportu a montáže

## POSTUP 1

<p>1) <u>Transport</u></p> <p>Charakteristické příčné řezy: PR_09 – maximální moment dolní vlákna</p>			<p>SIGMA N MPa</p> 	<p>SIGMA M MPa</p> 	=	<p>SIGMA V MPa</p> 
<p>PR_15 – podpora, maximální moment horní vlákna</p>			<p>SIGMA N MPa</p> 	<p>SIGMA M MPa</p> 	=	<p>SIGMA V MPa</p> 
<p>2) <u>Montážní podepření</u></p> <p>Charakteristické příčné řezy: PR_05 – maximální moment dolní vlákna</p>			<p>SIGMA N MPa</p> 	<p>SIGMA M MPa</p> 	=	<p>SIGMA V MPa</p> 
<p>PR_12 – podpora, maximální moment horní vlákna</p>			<p>SIGMA N MPa</p> 	<p>SIGMA M MPa</p> 	=	<p>SIGMA V MPa</p> 
<p>3) <u>Napnutí 1/2 lan</u></p> <p>Charakteristické příčné řezy:</p> <p>PR_01 – maximální moment horní vlákna</p>			<p>SIGMA N MPa</p> 	<p>SIGMA M MPa</p> 	=	<p>SIGMA V MPa</p> 
<p>4) <u>Umístění vloženého pole</u></p> <p>Charakteristické příčné řezy:</p> <p>PR_01 – maximální moment horní vlákna</p>			<p>SIGMA N MPa</p> 	<p>SIGMA M MPa</p> 	=	<p>SIGMA V MPa</p> 
<p>5) <u>Dopnutí zbytku lan</u></p> <p>Charakteristické příčné řezy:</p> <p>PR_01 – maximální moment horní vlákna</p>			<p>SIGMA N MPa</p> 	<p>SIGMA M MPa</p> 	=	<p>SIGMA V MPa</p> 

# Průběh napětí po průřezech během transportu a montáže

## POSTUP 2



Vnitřní síly v krajním poli při montáži		
	$M_{ed}$ (kNm)	$N_{ed}$ (kNm)
PR_00	106,778	-6928,26
PR_01	63,797	-6933,46
PR_02	-35,974	-6923,09
PR_03	-35,974	-6917,96
PR_04	94,94	-6958,46
PR_05	326,702	-6953,41
PR_06	503,462	-6948,42
PR_07	625,709	-6943,46
PR_08	693,922	-6938,55
PR_09	709,955	-6933,69
PR_10	704,865	-6925,6
PR_11	666,969	-6920,84
PR_12	576,662	-6916,13
PR_13	434,482	-6911,47
PR_14	241,009	-6906,87
PR_15	-3,161	-6902,33
PR_16	-177,489	-6940,17
PR_17	-106,164	-6935,78
PR_18	-85,38	-6930,92

Tabulka 1 Vnitřní síly v krajním poli při montáži

Posouzení krajního pole při montáži					
	Extrémní napětí		Omezení napětí		Posouzení
	min	max	min	max	
PR_00	-3,6	-3,2	-	0,0	Vyhovuje
PR_01	-3,6	-3,3	-	0,0	Vyhovuje
PR_02	-3,5	-3,6	-	0,0	Vyhovuje
PR_03	-3,5	-3,7	-	0,0	Vyhovuje
PR_04	-3,7	-3,3	-	0,0	Vyhovuje
PR_05	-4,0	-2,4	-	0,0	Vyhovuje
PR_06	-4,3	-1,8	-	0,0	Vyhovuje
PR_07	-4,3	-1,1	-	0,0	Vyhovuje
PR_08	-4,7	-0,9	-	0,0	Vyhovuje
PR_09	-4,8	-0,7	-	0,0	Vyhovuje
PR_10	-4,8	-0,6	-	0,0	Vyhovuje
PR_11	-4,8	-0,7	-	0,0	Vyhovuje

PR_12	-4,7	-1,0	-	0,0	Vyhovuje
PR_13	-4,6	-1,6	-	0,0	Vyhovuje
PR_14	-4,3	-2,5	-	0,0	Vyhovuje
PR_15	-3,8	-3,8	-	0,0	Vyhovuje
PR_16	-4,9	-3,5	-	0,0	Vyhovuje
PR_17	-4,6	-3,7	-	0,0	Vyhovuje
PR_18	-3,8	-3,2	-	0,0	Vyhovuje

Tabulka 2 Posouzení napětí v krajním poli při montáži

Vnitřní síly v krajním poli při betonáži základové krabice		
	$M_{ed}$ (kNm)	$N_{Ed}$ (kNm)
PR_00	316,589	-6951,77
PR_01	100,009	-6933,46
PR_02	316,589	-6946,6
PR_03	579,78	-6917,96
PR_04	627,409	-6958,46
PR_05	630,987	-6953,41
PR_06	619,726	-6948,42
PR_07	557,04	-6943,46
PR_08	439,842	-6938,55
PR_09	268,61	-6933,69
PR_10	58,247	-6925,6
PR_11	-222,793	-6920,84
PR_12	-556,244	-6916,13
PR_13	-673,913	-6911,47
PR_14	-456,957	-6906,87
PR_15	-290,083	-6902,33
PR_16	-172,646	-6940,17
PR_17	-103,81	-6935,78
PR_18	-85,216	-6930,92

Tabulka 3 Vnitřní síly v krajním poli při betonáži základové krabice



Posouzení krajního pole při betonáži základové krabice					
	Extrémní napětí		Omezení napětí		Posouzení
	min	max	min	max	
PR_00	-3,9	-2,6	-	0,0	Vyhovuje
PR_01	-3,6	-3,2	-	0,0	Vyhovuje
PR_02	-3,9	-2,5	-	0,0	Vyhovuje
PR_03	-4,2	-1,6	-	0,0	Vyhovuje
PR_04	-4,4	-1,4	-	0,0	Vyhovuje
PR_05	-4,4	-1,4	-	0,0	Vyhovuje
PR_06	-4,4	-1,3	-	0,0	Vyhovuje
PR_07	-4,3	-1,3	-	0,0	Vyhovuje
PR_08	-4,3	-1,9	-	0,0	Vyhovuje
PR_09	-4,1	-2,5	-	0,0	Vyhovuje
PR_10	-3,8	-3,4	-	0,0	Vyhovuje
PR_11	-3,3	-4,7	-	0,0	Vyhovuje
PR_12	-2,7	-6,4	-	0,0	Vyhovuje
PR_13	-2,5	-7,1	-	0,0	Vyhovuje
PR_14	-2,9	-6,2	-	0,0	Vyhovuje
PR_15	-5,4	-3,2	-	0,0	Vyhovuje
PR_16	-4,9	-3,5	-	0,0	Vyhovuje
PR_17	-4,6	-3,7	-	0,0	Vyhovuje
PR_18	-3,8	-3,2	-	0,0	Vyhovuje

Tabulka 4 Posouzení krajní pole při betonáži základové krabice

Vnitřní síly ve středním poli při montáži	$M_{ed}$ (kNm)	$N_{Ed}$ (kNm)
PR_19	222,189	-12625,3
PR_20	241,363	-12632,1
PR_21	180,204	-12646,3
PR_22	243,793	-12623,2
PR_23	-2,366	-12600,3
PR_24	-194,988	-12583,8
PR_25	-359,016	-12555,1
PR_26	-456,648	-12522,1
PR_27	-537,623	-12490,1
PR_28	-560,743	-12461,2
PR_29	-536,36	-12436,5
PR_30	-433,055	-12426,8

Tabulka 5 Vnitřní síly ve středním poli při montáži

Posouzení střední pole montáž					
	Extrémní napětí		Omezení napětí		Posouzení
	min	max	min	max	
PR_19	-6,6	-5,7	-	0,0	Vyhovuje
PR_20	-6,7	-5,7	-	0,0	Vyhovuje
PR_21	-6,7	-5,9	-	0,0	Vyhovuje
PR_22	-6,7	-5,7	-	0,0	Vyhovuje
PR_23	-6,5	-6,5	-	0,0	Vyhovuje
PR_24	-7,2	-6,2	-	0,0	Vyhovuje
PR_25	-7,8	-6,0	-	0,0	Vyhovuje
PR_26	-8,4	-6,0	-	0,0	Vyhovuje
PR_27	-8,7	-5,8	-	0,0	Vyhovuje
PR_28	-8,9	-5,7	-	0,0	Vyhovuje
PR_29	-9,0	-5,7	-	0,0	Vyhovuje
PR_30	-8,6	-5,9	-	0,0	Vyhovuje

Tabulka 6 Posouzení napětí ve středním poli při montáži

Konstrukce vyhovuje na montážní stavy.

## 8. Mezní stav použitelnosti

### Omezení deformací

Pro lávky pro chodce nejsou normově stanovené maximální deformace. V našem případě lomené lávky s vloženým polem je ale nutné ověřit deformaci na konci konzoly od stálého zatížení a lávku navrhnout s nadvýšením, protože nadměrné deformace od stálého zatížení by kazily celkový vzhled.

Pro tyto potřeby byl proveden nelineární výpočet deformací na konci konzoly od stálého zatížení na konci životnosti, tedy po započítání celkových ztrát předpětí.

Svislý průhyb konce konzoly na konci životnosti:

$$u = 65,2 \text{ mm}$$

Krajní prefabrikáty budou umístěny do příslušné polohy s nadvýšením 65 mm na konci konzoly

Dále byl proveden zkušební výpočet průhybu konce konzoly na konci životnosti s vlivem dotvarování. Podle [1] má tepelné ošetřování UHPC během betonáže velmi pozitivní vliv na jeho dotvarování. Konečný součinitel dotvarování  $\phi$  lze uvažovat v rozmezí 0,2 – 0,4. Při podrobnější návrhu konstrukce by bylo nutné věnovat

dotvarování větší pozornost a případně navrhnout příslušné úpravy konstrukce. Zjednodušené zavedení dotvarování pomocí efektivního modulu pružnosti:

$$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \varphi) = 55 / (1 + 0,4) = 39,3 \text{ GPa}$$

Svislý průhyb na konci konzoly od stálého zatížení s vlivem dotvarování:

$$u = 87 \text{ mm}$$

### Omezení napětí

Napětí v krajních vláknech průřezů bylo spočítané podle vzorce:

$$\sigma = M/I \times e + N/A, \text{ kde}$$

M maximální ohybový moment v daném průřezu

I moment setrvačnosti průřezu

e vzdálenost těžiště od horní (dolní) hrany průřezu

N normálová síla v průřezu

A plocha průřezu

Pozn: Záporný moment táhne horní vlákna, záporná normálová síla znamená tlak v průřezu

Mezní hodnoty napětí v betonu při MSP jsou uvažovány podle [2]

	Charakteristická kombinace	Častá kombinace
Beton v tahu	$0,5 \sigma_{cf0k}$	$0,4 \sigma_{cf0k}$
Beton v tlaku	$0,6 f_{ck}$	$0,5 f_{ck}$

Tabulka 7 Mezní hodnoty napětí při MSP

Posouzení napětí v betonu na začátku životnosti					
Označení kombinace	Extrémní napětí		Omezení napětí		Posudek
	min	max	min	max	
CHAR_01	-66,1	-0,7	-108	12,5	Vyhovuje
CHAR_02	-66,5	0,8	-108	12,5	Vyhovuje
CHAR_03	-63,7	-1,5	-108	12,5	Vyhovuje
CHAR_04	-64,1	-0,2	-108	12,5	Vyhovuje
CHAR_05	-55,9	-4,7	-108	12,5	Vyhovuje
CHAR_06	-56,6	-2,6	-108	12,5	Vyhovuje
CHAR_07	-57,7	-3,6	-108	12,5	Vyhovuje
CHAR_08	-58,1	-2,4	-108	12,5	Vyhovuje

CAS_01	-56,1	-4,1	-90	10	Vyhovuje
CAS_02	-55,2	-4,4	-90	10	Vyhovuje
CAS_03	-49,4	-4,0	-90	10	Vyhovuje
CAS_04	-49,8	-4,3	-90	10	Vyhovuje
CAS_05	-56,4	-3,0	-90	10	Vyhovuje
CAS_06	-55,2	-4,4	-90	10	Vyhovuje
CAS_07	-49,4	-4,0	-90	10	Vyhovuje
CAS_08	-49,8	-4,3	-90	10	Vyhovuje
KVA_01	-49,4	-4,0	-81	0	Vyhovuje
KVA_02	-49,8	-4,3	-81	0	Vyhovuje
KVA_03=MON_01	-49,2	-4,2	-81	0	Vyhovuje

Tabulka 8 Posouzení napětí v betonu na začátku životnosti

Posouzení napětí v betonu na konci životnosti					
Označení kombinace	Extrémní napětí		Omezení napětí		Posudek
	min	max	min	max	
CHAR_01	-67,4	9,2	-108	12,5	Vyhovuje
CHAR_02	-67,8	11,7	-108	12,5	Vyhovuje
CHAR_03	-65,0	2,8	-108	12,5	Vyhovuje
CHAR_04	-65,4	5,2	-108	12,5	Vyhovuje
CHAR_05	-57,3	0,5	-108	12,5	Vyhovuje
CHAR_06	-57,9	4,7	-108	12,5	Vyhovuje
CHAR_07	-59,0	2,6	-108	12,5	Vyhovuje
CHAR_08	-59,4	3,1	-108	12,5	Vyhovuje
CAS_01	-57,5	1,7	-90	10	Vyhovuje
CAS_02	-56,5	0,0	-90	10	Vyhovuje
CAS_03	-50,7	-2,2	-90	10	Vyhovuje
CAS_04	-51,1	-0,9	-90	10	Vyhovuje
CAS_05	-57,8	3,8	-90	10	Vyhovuje
CAS_06	-56,5	0,0	-90	10	Vyhovuje
CAS_07	-50,8	-2,1	-90	10	Vyhovuje
CAS_08	-51,1	-1,0	-90	10	Vyhovuje
KVA_01	-50,8	-2,1	-81	0	Vyhovuje
KVA_02	-51,1	-1,0	-81	0	Vyhovuje
KVA_03=MON_01	-50,5	-1,6	-81	0	Vyhovuje

Tabulka 9 Posouzení napětí v betonu na začátku životnosti

Konstrukce vyhovuje na mezní stavy použitelnosti

## 9. Mezní stav únosnosti

### Posouzení průřezů na ohyb

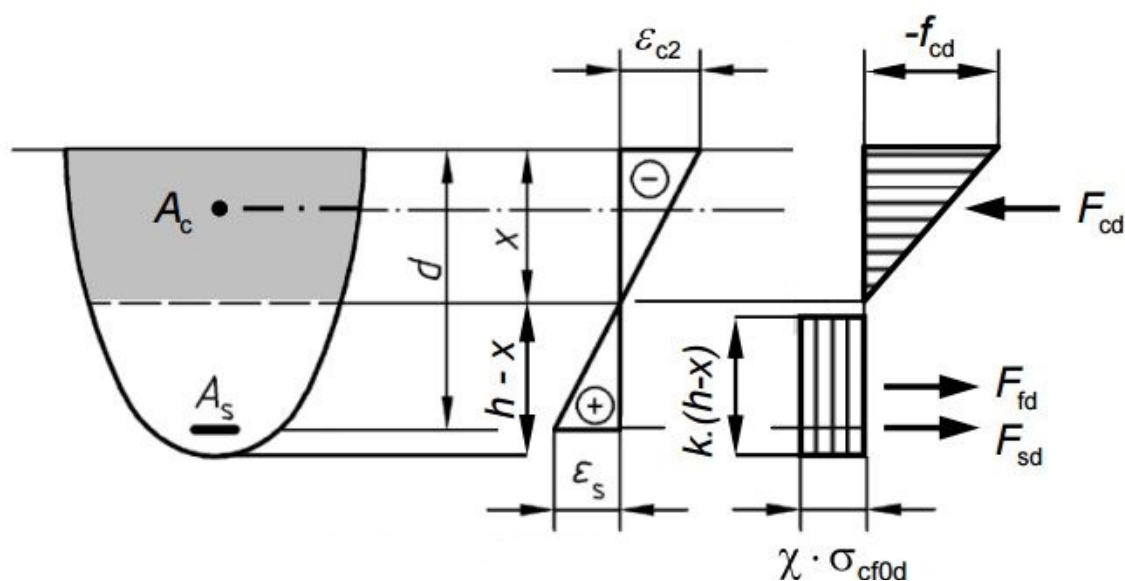
Pro návrh lávky byla použita metoda dílčích součinitelů. Dílčí součinitele pro zatížení mohou být podle [1] použity stejné, jako pro konstrukce z jiných materiálů. Dílčí materiálové součinitele jsou převzaty z [2] a jsou následující:

	Návrhová situace	
	Trvalá a dočasná	Mimořádná
UHPC v tlaku		
Vysoká úroveň kvality	$\gamma_c = 1,35$	$\gamma_c = 1,35$
Normální úroveň kvality	$\gamma_c = 1,5$	$\gamma_c = 1,35$
Bez zaručení duktility	$\gamma'_c = 1,2$	
UHPC v tahu (vysoká úroveň kv.)		
Obecně	$\gamma_{cf} = 1,5$	$\gamma_{cf} = 1,3$
Pro lokální posouzení	$\gamma_{cf} = 2,1$	$\gamma_{cf} = 1,5$
Betonářská nebo předpínací výztuž	$\gamma_s = 1,15$	$\gamma_s = 1,0$

Vzhledem k prefabrikaci konstrukce a použití drátkové výztuže se v tabulce 1 předpokládá vysoká úroveň kvality a zaručení duktility. Návrhová pevnost UHPC v tlaku se spočítá podle následujícího vzorce:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / (\gamma_c \times \gamma'_c) = 0,85 \times 180 / (1,35) = 133,33 \text{ MPa}$$

Dále byl použit zjednodušený pracovní diagram podle [1]. Pro posouzení průřezů na ohyb při MSÚ byl použit jednoduchý model s rozdělením napětí po průřezu podle [1]



Obr. 6 Rozdělení napětí po průřezu

Legenda k Obr. 14

$$k = 0,9$$

$$\chi = 0,9 \text{ (obecně)}$$

$\chi = 0,85$  Pokud se šířka příčného řezu zužuje směrem k taženým vláknům. To platí pro posuzování průřezů vloženého pole

Při MSÚ je tah v průřezu přenášen předpínací výztuží a drátkovou výztuží.  $\zeta_{cf0d}$  je návrhová hodnota účinnosti rozptýlené výztuže. Platí vztah:

$$\zeta_{cf0d} = \alpha_{ct} \times (\zeta_{cf0k} / \gamma_{cf}) = 0,9 \times (25/1,5) = 15\text{MPa}$$

Platí rovnováha vnitřních sil na průřezu.

$$F_{cd} = F_{sd} + F_{fd}$$

$$F_{cd} = 0,5 \times A_c \times f_{cd}$$

$$F_{sd} = A_s \times f_{pd}$$

$$F_{fd} = \chi \times \zeta_{cf0d} \times k \times (A - A_c)$$

### Postup výpočtu

1)  $A_c = (A_s \times f_{pd} + \chi \times \zeta_{cf0d} \times k \times A) / (0,5 \times f_{cd} + \chi \times \zeta_{cf0d} \times k)$

2) Odečtení výšky tlačené oblasti z průřezu pro danou plochu

3) Výpočet plochy tažené oblasti  $A_t = A - A_c$

4) Výpočet výšky tažené oblasti  $h_t = 0,9 \times (h - x)$

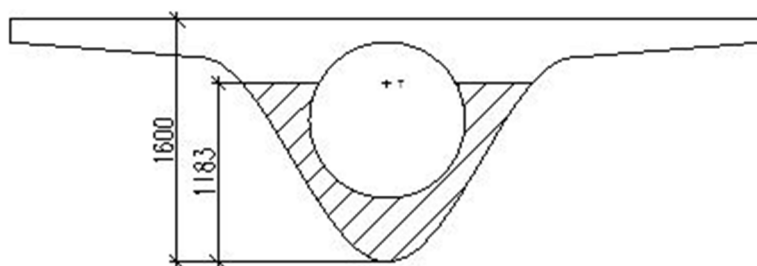
5) Odečtení zmenšené plochy tažené oblasti  $A_t'$

5) Výpočet ramene síly  $F_{sd}$  k síle  $F_{cd}$   $R_1 = h - T_p - 0,3 \times x$ , kde  $T_p$  je vzdálenost těžiště předpínací výztuže od horní (dolní) hrany průřezu

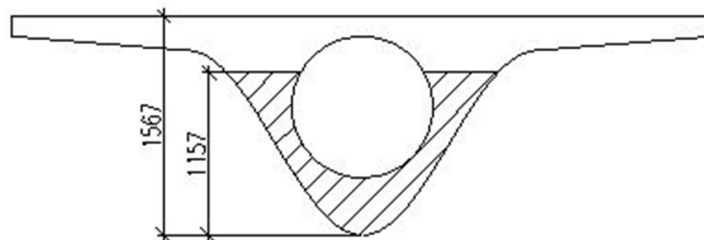
6) Výpočet ramene síly  $F_{fd}$  k síle  $F_{cd}$   $R_2 = h - (0,9 \times (h-x))/2 - 1/3 \times x$

7) Výpočet momentu únosnosti  $M_{rd} = A_p \times f_{pd} \times R_1 + A_t' \times \sigma_{cf0d} \times R_2$

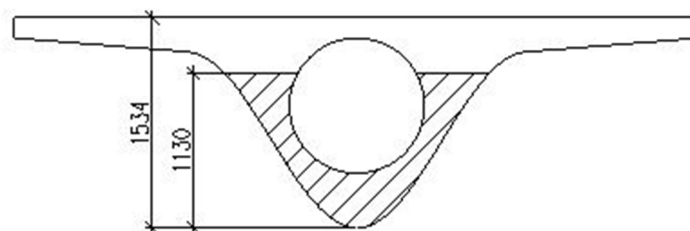
PR_00			plocha průřezu A	1969890	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1600	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	670736,8	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	1183	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1299153	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	375,3	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1262500	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	161,1	mm
			R1	1044,6	mm
			R2	1018,0	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	50416	kNm



PR_01			plocha průřezu A	1967170	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1566,667	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	670337,3	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	1157	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1296833	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	368,7	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1256100	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	161,7	mm
			R1	1019,3	mm
			R2	996,7	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	49161	kNm

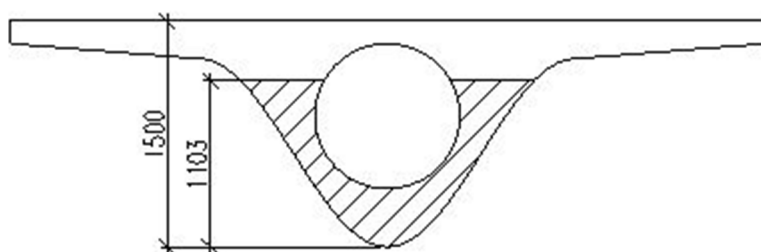


PR_02			plocha průřezu A	1962370	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1533,333	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	669632,5	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	1130	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1292738	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	363	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1250400	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	161,7	mm
			R1	995,0	mm
			R2	975,2	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	47948	kNm

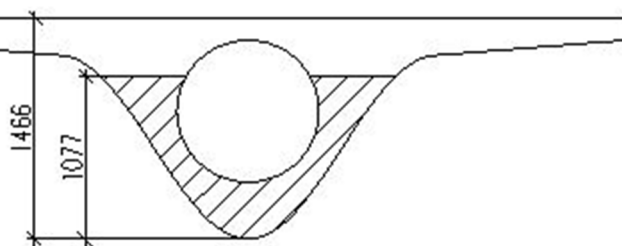




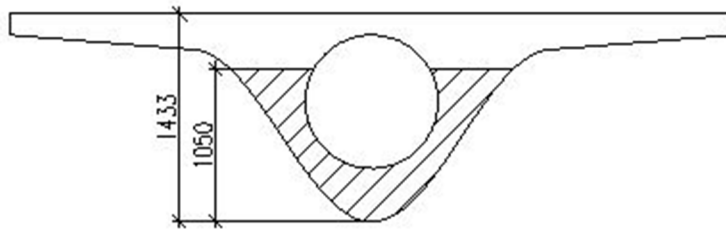
PR_03			plocha průřezu A	1956100	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1500	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	668711,7	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	1103	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1287388	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	357,3	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1244200	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	164,0	mm
			R1	968,3	mm
			R2	953,7	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	46662	kNm



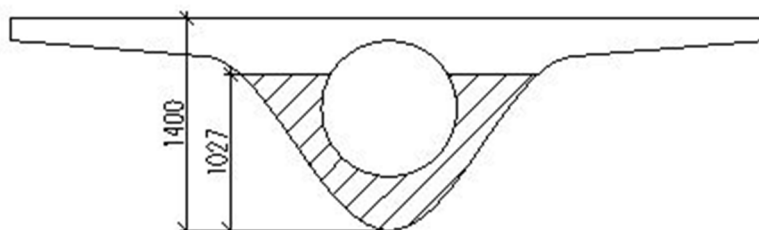
PR_04			plocha průřezu A	1934350	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1466,667	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	665517,8	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	1077	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1268832	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	350,7	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1237400	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	161,6	mm
			R1	946,1	mm
			R2	932,3	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	45505	kNm



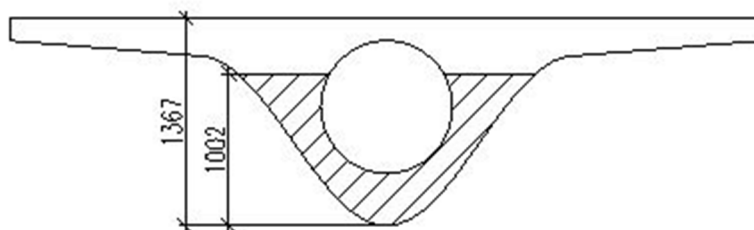
PR_05			plocha průřezu A	1938790	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1433,333	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	666169,8	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	1050	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1272620	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	345	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1230200	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	161,8	mm
			R1	921,6	mm
			R2	910,8	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	44277	kNm



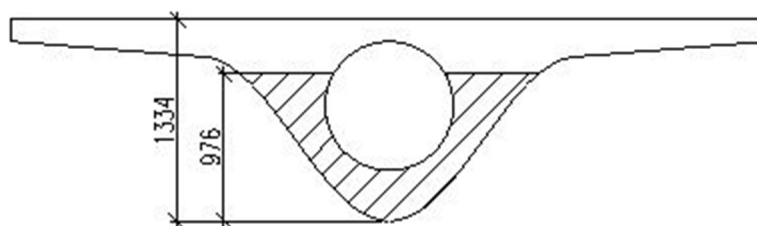
PR_06			plocha průřezu A	1928210	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1400	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	664616,1	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	1027	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1263594	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	335,7	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1220300	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	162,0	mm
			R1	895,7	mm
			R2	889,8	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	42986	kNm



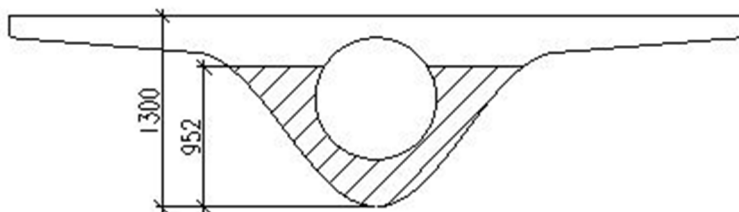
PR_07			plocha průřezu A	1918320	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1366,667	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	663163,8	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	1002	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1255156	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	328,2	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1210700	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	161,8	mm
			R1	870,9	mm
			R2	868,6	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	41734	kNm



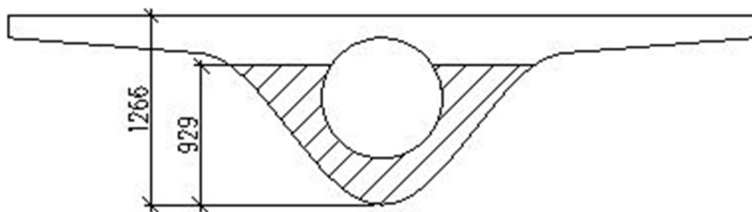
PR_08			plocha průřezu A	1909010	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1333,333	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	661796,6	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	976	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1247213	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	321,6	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1203100	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	161,7	mm
			R1	846,3	mm
			R2	847,2	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	40514	kNm



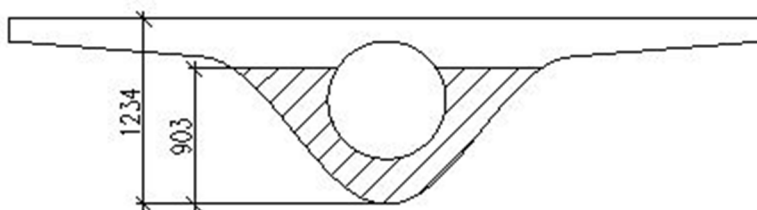
PR_09			plocha průřezu A	1895280	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1300	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	659780,4	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	952	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1235500	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	313,2	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1191200	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	161,6	mm
			R1	821,1	mm
			R2	826,1	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	39236	kNm



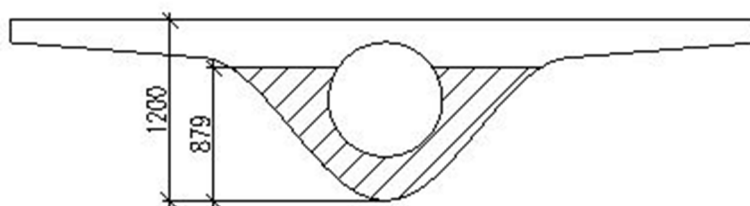
PR_10			plocha průřezu A	1881050	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1266,667	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	657690,7	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	929	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1223359	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	303,9	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1178800	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	161,7	mm
			R1	795,3	mm
			R2	805,1	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	37940	kNm



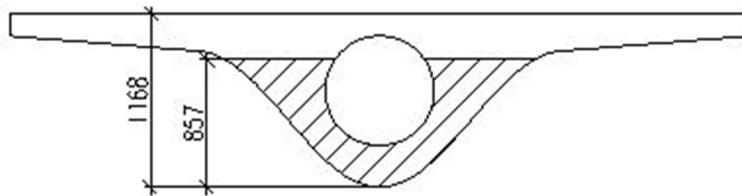
PR_11			plocha průřezu A	1870600	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1233,333	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	656156,1	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	903	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1214444	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	297,3	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1169000	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	162,1	mm
			R1	770,2	mm
			R2	783,7	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	36700	kNm



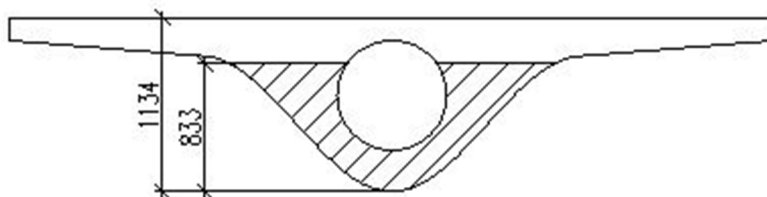
PR_12			plocha průřezu A	1855430	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1200	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	653928,5	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	879	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1201502	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	288,9	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1157300	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	162,4	mm
			R1	744,6	mm
			R2	762,6	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	35434	kNm



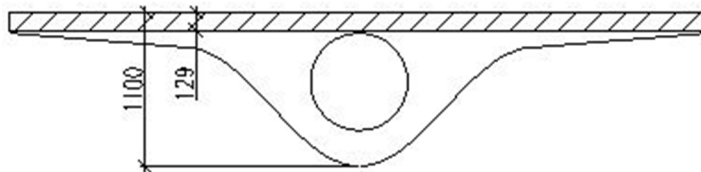
PR_13			plocha průřezu A	1840550	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1166,667	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	651743,3	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	857	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1188807	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	278,7	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1141900	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	162,2	mm
			R1	718,8	mm
			R2	741,7	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	34129	kNm



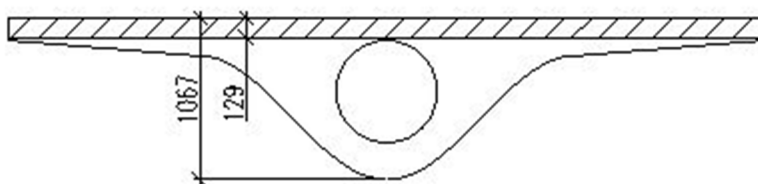
PR_14			plocha průřezu A	1823850	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1133,333	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	649291	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	833	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1174559	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	270,3	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1127500	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	161,4	mm
			R1	694,2	mm
			R2	720,5	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	32879	kNm



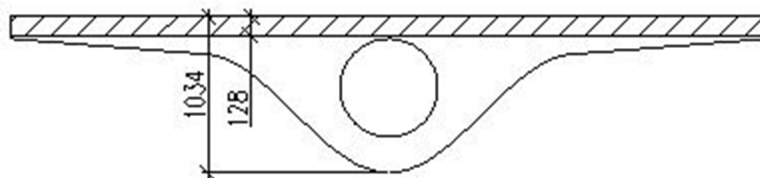
PR_15			plocha průřezu A	1806940	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1100	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	646807,8	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	129	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1160132	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	873,9	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Obla	773900	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	163,5	mm
			R1	420,6	mm
			R2	620,1	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	19734	kNm



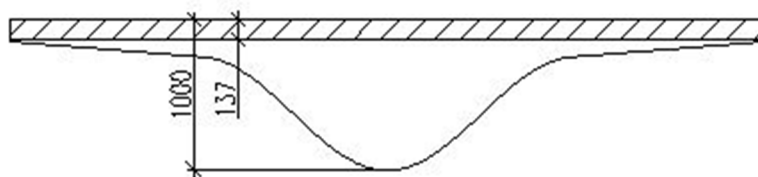
PR_16			plocha průřezu A	1787580	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1066,667	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	643964,8	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	129	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1143615	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	843,9	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Obla	763700	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	184,3	mm
			R1	432,5	mm
			R2	601,7	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	19783	kNm



PR_17			plocha průřezu A	1749840	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1033,333	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	638422,7	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	128	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1111417	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	814,8	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Obla	757400	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	215,6	mm
			R1	451,9	mm
			R2	583,3	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	20096	kNm

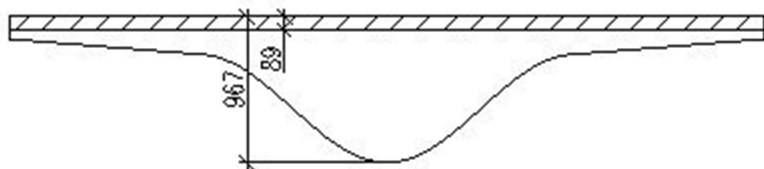


PR_18			plocha průřezu A	2059200	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	1000	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	683851,8	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	137	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1375348	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	776,7	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Obla	1026800	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	27600	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	286,5	mm
			R1	543,7	mm
			R2	566,0	mm
χ	0,85				
k	0,9		Mrd	24923	kNm

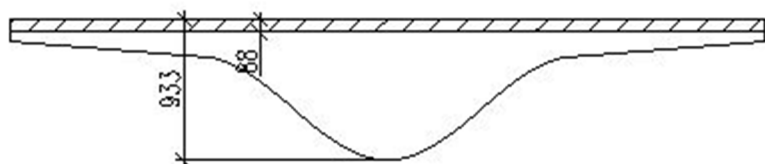




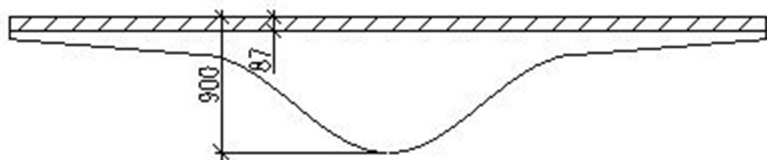
PR_19			plocha průřezu A	2017350	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	966,6667	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	446641,6	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	89	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1570708	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	789,9	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1145500	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	9900	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	0,0	mm
			R1	263,0	mm
			R2	542,1	mm
χ	0,9				
k	0,9		Mrd	12126	kNm



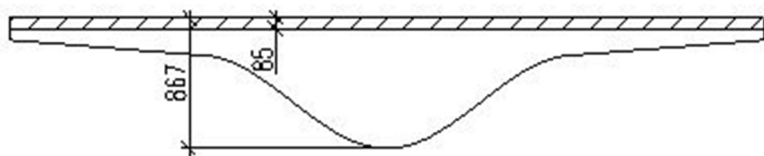
PR_20			plocha průřezu A	1977900	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	933,3333	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	440560,2	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	88	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1537340	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	760,8	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1123800	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	9900	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	61,4	mm
			R1	315,1	mm
			R2	523,6	mm
χ	0,9				
k	0,9		Mrd	12196	kNm



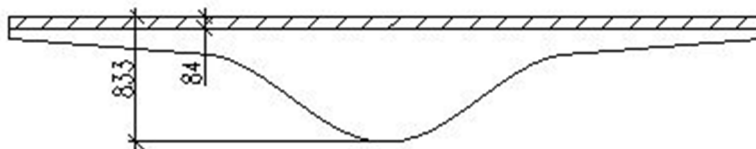
PR_21			plocha průřezu A	1935150	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	900	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	433970	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	87	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1501180	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	731,7	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1101600	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	9900	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	117,4	mm
			R1	361,2	mm
			R2	505,2	mm
χ	0,9				
k	0,9		Mrd	12209	kNm



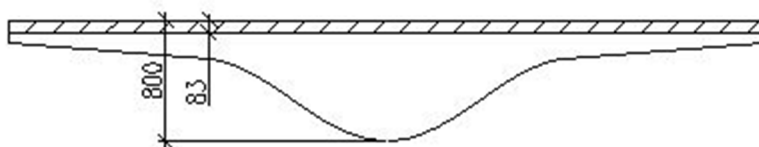
PR_22			plocha průřezu A	1892550	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	866,667	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	427403	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	85	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1465147	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	703,5	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1083600	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	9900	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	163,8	mm
			R1	398,2	mm
			R2	486,6	mm
χ	0,9				
k	0,9		Mrd	12167	kNm



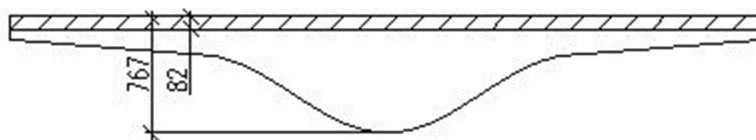
PR_23			plocha průřezu A	1852450	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	833,3333	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	421221,4	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	84	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1431229	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	674,4	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1059600	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	9900	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	204,7	mm
			R1	430,1	mm
			R2	468,1	mm
χ	0,9				
k	0,9		Mrd	12040	kNm



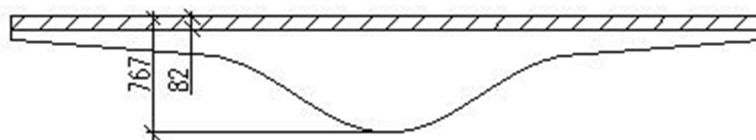
PR_24			plocha průřezu A	1810150	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	800	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	414700,6	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	83	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1395449	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	645,3	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1037700	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	9900	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	237,2	mm
			R1	453,1	mm
			R2	449,7	mm
χ	0,9				
k	0,9		Mrd	11844	kNm



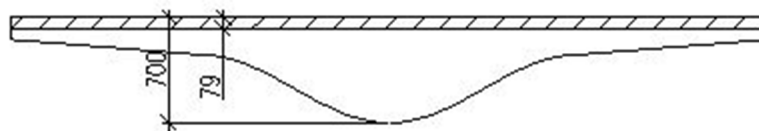
PR_25			plocha průřezu A	1767950	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	766,6667	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	408195,3	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	82	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1359755	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	616,2	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1016600	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	9900	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	264,1	mm
			R1	470,7	mm
			R2	431,2	mm
χ	0,9				
k	0,9		Mrd	11608	kNm



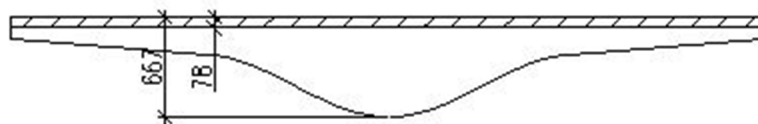
PR_26			plocha průřezu A	1728650	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	733,3333	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	402137	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	80	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1326513	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	588	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	1003500	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	9900	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	283,3	mm
			R1	481,7	mm
			R2	412,7	mm
χ	0,9				
k	0,9		Mrd	11362	kNm



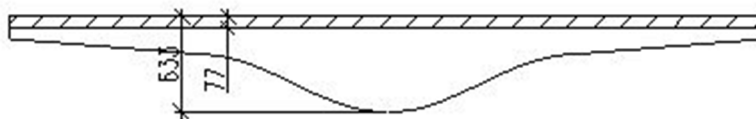
PR_27			plocha průřezu A	1686650	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	700	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	395662,5	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	79	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1290988	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	558,9	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	982600	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	9900	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	295,2	mm
			R1	484,6	mm
			R2	394,2	mm
χ	0,9				
k	0,9		Mrd	10992	kNm



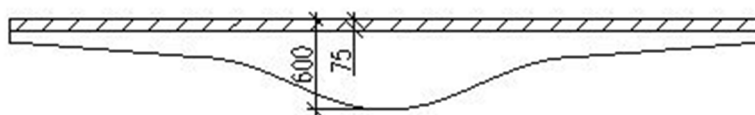
PR_28			plocha průřezu A	1643500	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	666,667	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	389010,7	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	78	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1254489	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	529,8	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	961600	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	9900	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	301,7	mm
			R1	482,1	mm
			R2	375,8	mm
χ	0,9				
k	0,9		Mrd	10574	kNm



PR_29			plocha průřezu A	1603650	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	633,3333	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	382867,6	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	77	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1220782	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	500,7	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	938500	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	9900	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	298,6	mm
			R1	470,8	mm
			R2	357,3	mm
χ	0,9				
k	0,9		Mrd	10064	kNm



PR_30			plocha průřezu A	1561300	mm <sup>2</sup>
Materiálové charakteristiky			výška průřezu h	600	mm
UHPC			plocha tlačené oblasti A <sub>c</sub>	376339,1	mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	133,3	MPa	výška tlačené oblasti x	75	mm
σ <sub>cf0d</sub>	15,0	MPa	plocha tažené oblasti A <sub>t</sub>	1184961	mm <sup>2</sup>
Předpínací výztuž			výška tažené oblasti	472,5	mm
f <sub>pd</sub>	1080	MPa	Zmenšená plocha taž. Oblasti A <sub>t</sub> '	927600	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	9900	mm <sup>2</sup>	vzd. Těžiště předpínací výztuže od HH (DH)	289,3	mm
			R1	453,3	mm
			R2	338,8	mm
χ	0,9				
k	0,9		Mrd	9560	kNm



Posouzení Ohyb				
	$M_{ed}$ (kNm)	$M_{Rd}$ (kNm)	Využití (%)	Posouzení
PR_00	23776	50416	47	Vyhovuje
PR_01	21529	49161	44	Vyhovuje
PR_02	19373	47948	40	Vyhovuje
PR_03	17306	46662	37	Vyhovuje
PR_04	15328	45505	34	Vyhovuje
PR_05	13439	44277	30	Vyhovuje
PR_06	11638	42986	27	Vyhovuje
PR_07	9925	41734	24	Vyhovuje
PR_08	8299	40514	20	Vyhovuje
PR_09	6759	39236	17	Vyhovuje
PR_10	5305	37940	14	Vyhovuje
PR_11	3936	36700	11	Vyhovuje
PR_12	2651	35434	7	Vyhovuje
PR_13	1451	34129	4	Vyhovuje
PR_14	334	32879	1	Vyhovuje
PR_15	1663	19734	8	Vyhovuje
PR_16	1661	19783	8	Vyhovuje
PR_17	1625	20096	8	Vyhovuje
PR_18	1120	24923	4	Vyhovuje
PR_19	372	12126	3	Vyhovuje
PR_20	1105	12196	9	Vyhovuje
PR_21	1283	12209	11	Vyhovuje
PR_22	1455	12167	12	Vyhovuje
PR_23	1603	12040	13	Vyhovuje
PR_24	1756	11844	15	Vyhovuje
PR_25	1874	11608	16	Vyhovuje
PR_26	1992	11362	18	Vyhovuje
PR_27	2101	10992	19	Vyhovuje
PR_28	2181	10574	21	Vyhovuje
PR_29	2292	10064	23	Vyhovuje
PR_30	2390	9560	25	Vyhovuje

Tabulka 10 Posouzení průřezů na ohyb

## Posouzení smyku

Při posuzování konstrukce na smyk bylo vycházeno z experimentálního výzkumu Technické univerzity v Delftu [1], při kterém byly testovány trámy z UHPC bez smykové výztuže a s rozptýlenou drátkovou výztuží. Výsledkem výzkumu byl vzorec pro výpočet smykové únosnosti prvků z UHPC pouze s rozptýlenou drátkovou výztuží, přebírající funkci smykové výztuže. Tento vzorec je:

$$V_u = b_w \times h \times \cot\theta \times \zeta_{pf}, \text{ kde}$$

$b_w$  tloušťka

$h$  maximální výška průřezu

$\zeta_{pf}$  pevnost v tahu rozpraskaného prvku. Tato pevnost byla určena z tahové zkoušky prvků a konkrétně v tomto výzkumu byla stanovena jako 5,6 MPa pro UHPC s 0,8% objemu drátkové výztuže, respektive 9 MPa pro UHPC s 1,6% objemu drátkové výztuže

$\theta$  sklon šikmé trhliny

$\cot\theta$  má být uvažovaný v rozmezí 1-3. Skutečná smyková únosnost testovaných trámů ukázala, že uvažování  $\cot\theta = 3$  je stále ještě na bezpečné straně.

Tloušťka průřezu  $b_w$  a maximální výška průřezu byla v našem případě nahrazena smykovou průřezovou plochu spočítanou programem Dlubal SHAPE\_MASSIVE. Vzorec pro posouzení smyku má poté tvar:

$$V_u = A_z \times \cot\theta \times \zeta_{pf}$$

$\cot\theta$  je uvažován 1

$\zeta_{pf}$  je uvažován 5 MPa.

Posudek je na stranu bezpečnou.



Únosnost průřezů ve smyku				
	$A_z$ (m <sup>2</sup> )	Cot $\theta$	$\zeta_{pf}$ (MPa)	$V_{Rd}$ (kN)
PR_00	0,86212	1	5	4311
PR_01	0,87879	1	5	4394
PR_02	0,89613	1	5	4481
PR_03	0,91996	1	5	4600
PR_04	0,91007	1	5	4550
PR_05	0,94247	1	5	4712
PR_06	0,9512	1	5	4756
PR_07	0,96075	1	5	4804
PR_08	0,97978	1	5	4899
PR_09	0,98387	1	5	4919
PR_10	0,98852	1	5	4943
PR_11	0,99741	1	5	4987
PR_12	1,00673	1	5	5034
PR_13	1,00152	1	5	5008
PR_14	1,00816	1	5	5041
PR_15	1,01247	1	5	5062
PR_16	1,01649	1	5	5082
PR_17	0,98934	1	5	4947
PR_18	1,5112	1	5	7556
PR_19	1,49494	1	5	7475
PR_20	1,47881	1	5	7394
PR_21	1,44194	1	5	7210
PR_22	1,41875	1	5	7094
PR_23	1,4014	1	5	7007
PR_24	1,34427	1	5	6721
PR_25	1,32154	1	5	6608
PR_26	1,31088	1	5	6554
PR_27	1,29847	1	5	6492
PR_28	1,28145	1	5	6407
PR_29	1,27369	1	5	6368
PR_30	1,2498	1	5	6249

Tabulka 11 Únosnost průřezů ve smyku

Posouzení smyk				
	$V_{ed}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)	Využití (%)	Posouzení
PR_00	2282	4311	53	Vyhovuje
PR_01	2192	4394	50	Vyhovuje
PR_02	2103	4481	47	Vyhovuje
PR_03	2013	4600	44	Vyhovuje
PR_04	1925	4550	42	Vyhovuje
PR_05	1837	4712	39	Vyhovuje
PR_06	1750	4756	37	Vyhovuje
PR_07	1663	4804	35	Vyhovuje
PR_08	1576	4899	32	Vyhovuje
PR_09	1491	4919	30	Vyhovuje
PR_10	1405	4943	28	Vyhovuje
PR_11	1321	4987	26	Vyhovuje
PR_12	1237	5034	25	Vyhovuje
PR_13	1154	5008	23	Vyhovuje
PR_14	1071	5041	21	Vyhovuje
PR_15	992	5062	20	Vyhovuje
PR_16	382	5082	8	Vyhovuje
PR_17	95	4947	2	Vyhovuje
PR_18	360	7556	5	Vyhovuje
PR_19	948	7475	13	Vyhovuje
PR_20	522	7394	7	Vyhovuje
PR_21	221	7210	3	Vyhovuje
PR_22	217	7094	3	Vyhovuje
PR_23	194	7007	3	Vyhovuje
PR_24	203	6721	3	Vyhovuje
PR_25	173	6608	3	Vyhovuje
PR_26	176	6554	3	Vyhovuje
PR_27	170	6492	3	Vyhovuje
PR_28	146	6407	2	Vyhovuje
PR_29	180	6368	3	Vyhovuje
PR_30	177	6249	3	Vyhovuje

Tabulka 12 Posouzení průřezů na smyk

Konstrukce vyhověla ve všech návrhových kombinacích na mezní stav únosnosti.

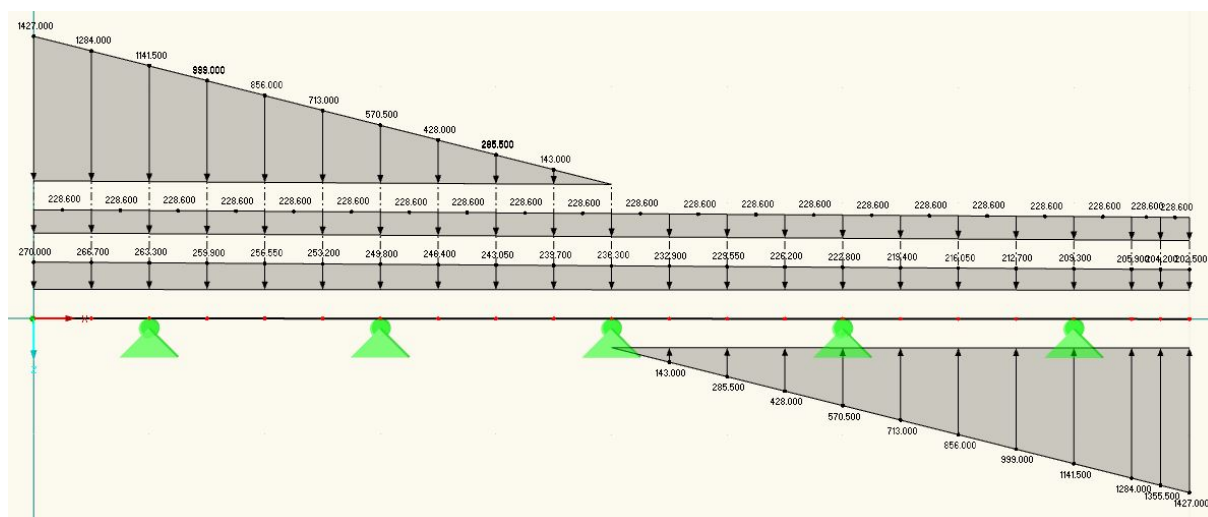
## 10. Spodní stavba

Spodní stavba se skládá ze základové krabice a skupiny 15 velkopřůměrových pilot dlouhých 16 m o průměru 1 m.

Základová krabice s pilotami byla namodelována v programu GEO 5 Skupina pilot a následně zatížena maximálními reakcemi ve vetknutí lávky z výpočetního modelu v RFEM Dlubal.

Výsledné deformace základové krabice z programu GEO 5 byly použity pro dopočítání tuhostí vetknutí výpočetního modelu Dlubal RFEM.

Výsledné normálové síly v pilotách byly převzaty pro posouzení tažených a tlačných pilot. Pro kontrolu roznosu sil do jednotlivých pilot byl proveden kontrolní výpočet na jednoduchém modelu v programu RFEM Dlubal. Jedná se o 2D model spodní stavby u kterého je základová krabice modelována jako tuhý prut a piloty jsou modelovány jako podpory.



Obr. 7 Schéma zatížení základové krabice

	GEO 5	Ruční výpočet
Maximální tlak (kN)	1370	1172
Maximální tah (kN)	322	500

Tabulka 13 Porovnání výsledků

Pro zjednodušení byly na tah a tlak posuzovány maximálně zatížené piloty, které byly brány jako samostatně působící. Tento posudek je na bezpečnou stranu. Výpočet je proveden podle ČSN EN 1997-1 NP2.

## Označení zemin

- A Navážka
- B Aluviální náplav – zde se nachází základová spára
- C Štěrkopísková terasa do hloubky 6 m
- D Štěrkopísková terasa v hloubce 6-11 m
- E Skalní podloží - slínovec

## Levý břeh

### Stanovení únosnosti paty piloty

$$N_{qE} = \text{tg}^2(45 + \phi_k / 2) \times e^{\pi \text{tg} \phi} = \text{tg}^2(45 + 25 / 2) \times e^{\pi \text{tg} 25} = 10,7$$

$$N_{cE} = (N_{qE} - 1) \times \cot \phi = (10,7 - 1) \times \cot 25 = 20,8$$

$$N_{\gamma E} = 1,5 \times (N_{qE} - 1) \times \text{tg} \phi = 1,5 \times (10,7 - 1) \times \text{tg} 25 = 6,8$$

$$q_{bE} = c_k \times N_c + \gamma \times D \times N_q + 0,7 \times \gamma \times (B/2) \times N_{\gamma} = 50 \times 20,8 + 24 \times 16 \times 10,7 + 0,7 \times 24 \times 0,5 \times 6,8 = 5206 \text{ kPa}$$

$$R_{b,d} = K_1 \times A_b \times q_{bE} / (\gamma_b \times \gamma_R) = 1,15 \times 0,784 \times 5206 / (1,1 \times 1,4) = 3048 \text{ kN}$$

### Stanovení únosnosti na plášti

$$\sigma_{oriB} = z \times \gamma = 0,5 \times 18 = 9 \text{ kPa}$$

$$q_{sB} = \sigma_{oriB} \times \text{tg}(\phi_k / \gamma_{r1}) + (c_{d1} / \gamma_{r2}) = 50/1,3 = 38,5 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{oriC} = 1 \times 18 + 2 \times 8 = 34 \text{ kPa}$$

$$q_{sC} = 1 \times 34 \times \text{tg}(27/1,25) = 13,5 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{oriE} = 1 \times 18 + 4 \times 8 + 5,5 \times 24 = 182 \text{ kPa}$$

$$q_{sE} = 1,2 \times 182 \times \text{tg}(25/1,25) + 50/1 = 129,5 \text{ kPa}$$

$$R_{s,d} = 3,14 \times 1 \times (1 \times 38,5 + 4 \times 13,5 + 11 \times 129,5) / (1,15 \times 1,4) = 2959 \text{ kN}$$

## Pravý břeh

$$N_{qE} = \text{tg}^2(45 + \phi_k / 2) \times e^{\pi \text{tg} \phi} = \text{tg}^2(45 + 25 / 2) \times e^{\pi \text{tg} 25} = 10,7$$

$$N_{cE} = (N_{qE} - 1) \times \cot \phi = (10,7 - 1) \times \cot 25 = 20,8$$

$$N_{\gamma E} = 1,5 \times (N_{qE} - 1) \times \text{tg} \phi = 1,5 \times (10,7 - 1) \times \text{tg} 25 = 6,8$$

$$q_{bE} = c_k \times N_c + \gamma \times D \times N_q + 0,7 \times \gamma \times (B/2) \times N_{\gamma} = 50 \times 20,8 + 24 \times 16 \times 10,7 + 0,7 \times 24 \times 0,5 \times 6,8 = 5206 \text{ kPa}$$

$$R_{b,d} = K_1 \times A_b \times q_{bE} / (\gamma_b \times \gamma_R) = 1,15 \times 0,784 \times 5206 / (1,1 \times 1,4) = 3048 \text{ kN}$$

### Stanovení únosnosti na plášti

$$\sigma_{oriB} = z \times \gamma = 0,4 \times 18 = 7,2$$

$$q_{sB} = \sigma_{oriB} \times \text{tg}(\phi_k / \gamma_{r1}) + (c_{d1} / \gamma_{r2}) = 50/1,3 = 38,5 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{oriC} = 0,8 \times 18 + 1,6 \times 8 = 27,2 \text{ kPa}$$

$$q_{sC} = 1 \times 27,2 \times \text{tg}(27/1,25) = 10,8 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{oriD} = 0,8 \times 18 + 3,2 \times 8 + 2,35 \times 10 = 63,5 \text{ kPa}$$

$$q_{sD} = 1 \times 63,5 \times \text{tg}(35/1,25) = 33,8 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{oriE} = 0,8 \times 18 + 3,2 \times 8 + 4,7 \times 10 + 3,65 \times 24 = 174,6 \text{ kPa}$$

$$q_{sE} = 1,2 \times 174,6 \times \text{tg}(25/1,25) + 50/1 = 126,3$$

$$R_{s,d} = 3,14 \times 1 \times (0,8 \times 38,5 + 3,2 \times 10,8 + 4,7 \times 33,8 + 7,3 \times 126,3) / (1,15 \times 1,4) = 2235 \text{ kN}$$

Tažená pilota			
	R <sub>Rd</sub> (kN)	R <sub>Ed</sub> (kN)	Posouzení
Levý břeh	2959	500	vyhovuje
Pravý břeh	2235	500	vyhovuje

Tlačená pilota			
	R <sub>Rd</sub> (kN)	R <sub>Ed</sub> (kN)	Posouzení
Levý břeh	6007	1370	vyhovuje
Pravý břeh	5283	1370	vyhovuje

Tabulka 14 Posouzení pilot

### Návrh výztuže tažených pilot

Jako výztuž tahových pilot bylo navrženo 12 prutů průměru 22mm. Výztuž bude provázána s výztuží základové krabice.

$$A_c = 4562 \text{ mm}^2$$

$$N_{rd} = \sigma \times A = 435 \times 4562 = 1984 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 500 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

Předimenzování pilot bylo navrženo z důvodu zajištění dlouhodobé stability spodní stavby.